R&S®RTA4000
Oszilloskop
Benutzerhandbuch

1335789803
Version 09

ROHDE&SCHWARZ
Make ideas real

In diesem Handbuch werden die folgenden Modelle von R&S ®RTA4000 mit Firmware-Version 1.7xx beschrieben:

- R&S®RTA4004 (1335.7700K04)

Außer dem Grundgerät sind die folgenden Optionen beschrieben:

- R&S®RTA-K1, I²C/SPI trigger and decode
- R&S®RTA-K2, UART/RS232 trigger and decode
- R&S®RTA-K3, CAN/LIN trigger and decode
- R&S®RTA-K5, I²S (audio) trigger and decode
- R&S®RTA-K6, MIL.1553 trigger and decode
- R&S®RTA-K7, ARINC 429 trigger and decode
- R&S®RTA-K18, Spectrum analysis (replaced by K37)
- R&S®RTA-K31, Power analysis
- R&S®RTA-K36, Bode plot analysis
- R&S®RTA-K37, Spectrum analysis
- R&S®RTA-B1, Mixed signal option
- R&S®RTA-B6, Arbitrary waveform and pattern generator

Die Bestellnummern der Optionen und Pakete finden Sie im Datenblatt.

© 2022 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Mühldorfstr. 15, 81671 München, Germany
Phone: +49 89 41 29 - 0
E-mail: info@rohde-schwarz.com
Internet: www.rohde-schwarz.com
Änderungen vorbehalten – Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich.
R&S® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.
Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.

1335.7898.03 | Version 09 | R&S®RTA4000

In diesem Handbuch werden Produkte von Rohde & Schwarz ohne das Symbol ® angegeben, z. B. wird R&S®RTA4000 als R&S RTA4000 bezeichnet.

Inhalt

1 Informationen zur Sicherheit und zu gesetzlichen Bestimmungen 17

1.1 Sicherheitshinweise 17

1.2 Kennzeichnungen am Produkt 22

1.3 Warnhinweis in der Dokumentation 23

1.4 Auffinden wichtiger Dokumente auf Rohde & Schwarz 23

1.5 Korea-Zertifizierung (KC) Klasse A 23

2 Einleitung 24

2.1 Übersicht über die Dokumentation 24

2.1.1 Handbücher und Gerätehilfe 24

2.1.2 Datenblatt und Broschüre 25

2.1.3 Kalibrierschein (Calibration Certificate) 25

2.1.4 Release Notes und Open Source Acknowledgment 25

2.2 In der Dokumentation verwendete Konventionen 25

2.2.1 Typografische Konventionen 25

2.2.2 Konventionen für Verfahrensbeschreibungen 26

2.2.3 Hinweise zu Screenshots 26

3 Erste Schritte 27

3.1 Inbetriebnahme 27

3.1.1 Anheben und Tragen 27

3.1.2 Auspacken und Prüfen 27

3.1.3 Auswahl des Betriebsorts 27

3.1.4 Produkt aufstellen 28

3.1.5 Hinweise zum Messplatz 30

3.1.6 Anschluss an die Stromversorgung 31

3.2 Geräteübersicht 31

3.2.1 Frontansicht 31

3.2.2 Seitenansicht 34

3.2.3 Rückseite 34

4 Grundlegende Informationen zur Bedienung des Geräts 37

4.1 Das Display im Überblick 37

4.2 Anwendung auswählen ... 38
4.3 Nutzung des berührungsempfindlichen Bildschirms ... 39
4.3.1 Der Zugriff auf Funktionen erfolgt über das Hauptmenü ... 39
4.3.2 Direktzugriff auf Funktionen ... 40
4.3.3 Daten eingeben ... 41
4.3.4 Bedienung durch Gesten ... 41
4.4 Tasten an der Frontplatte ... 42
4.4.1 Bedienelemente für Aktionen ... 42
4.4.2 Bedienelemente für Analysen ... 43
4.5 Symbolleiste verwenden ... 45
4.6 Schnellzugriff ... 46
4.7 Menü-History ... 46
4.8 Hilfe ... 47
5 Messkurveneinrichtung ... 49
5.1 Tastköpfe anschließen und ein Signal anzeigen ... 49
5.2 Horizontale Einstellung ... 51
5.2.1 HORIZONTAL-Bedienelemente ... 52
5.2.2 Direktzugriff auf horizontale Einstellungen ... 53
5.2.3 Horizontale Einstellungen ... 53
5.3 Vertikale Einstellungen ... 54
5.3.1 VERTICAL-Bedienelemente ... 55
5.3.2 Kurzmenü für analoge Kanäle ... 57
5.3.3 Vertikale Einstellungen ... 58
5.3.4 Schwellenwerteinstellungen ... 63
5.3.5 Beschriftungseinstellungen ... 64
5.4 Tastköpfe ... 64
5.4.1 Passive Tastköpfe abgleichen ... 65
5.4.2 Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker ... 65
5.4.3 Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit Rohde & Schwarz-Schnittstelle ... 66
5.5 Erfassungseinstellungen ... 76
5.5.1 Direktzugriff auf Erfassungseinstellungen ... 77
5.5.2 Erfassungseinstellungen ... 77
6 Trigger ... 81

6.1 Trigger-Bedienelemente ... 82
6.2 Direktzugriff auf Triggereinstellungen ... 83
6.3 Allgemeine Triggereinstellungen ... 84
6.4 Flankentrigger ... 86
6.5 Flanke-A/B-Trigger ... 88
6.6 Pulsbreitentrigger ... 89
6.7 Video-Trigger ... 93
6.8 Trigger ... 95
6.9 Runt-Trigger ... 97
6.10 Anstiegszeit-Trigger ... 99
6.11 Timeout-Trigger ... 101
6.12 Aktionen bei einem Trigger ... 103

7 Messkurvenanalyse ... 106
7.1 Zoom ... 106
7.1.1 Heranzoomen ... 106
7.1.2 Verändern des Zooms ... 108
7.1.3 Zoomeinstellungen ... 109
7.2 Mathematik ... 110
7.2.1 Kurzmenü für mathematische Messkurven ... 110
7.2.2 Mathematische Messkurven konfigurieren ... 111
7.2.3 Einstellungen für mathematische Messkurven ... 112
7.2.4 Mathematische Funktionen ... 112
7.2.5 Filter ... 116
7.2.6 Tracks ... 116
7.2.7 Formelsätze speichern und laden ... 122
7.3 Referenzmesskurven ... 122
7.3.1 Referenzen verwenden ... 123
7.3.2 Einstellungen für Referenzmesskurven ... 124
7.4 History und segmentierter Speicher ... 127
7.4.1 Segmentierter Speicher ... 128
7.4.2 History aktivieren ... 129
7.4.3 History-Einstellungen ... 129
7.4.4 Segmenttabelle und History-Player ... 131

7.4.5 History-Daten exportieren ... 134
7.5 Suche ... 137
7.5.1 Suchbedingungen und Ergebnisse ... 137
7.5.2 Allgemeine Sucheinstellungen ... 140
7.5.3 Flankensuche ... 142
7.5.4 Breitensuche ... 143
7.5.5 Spitzensuche ... 144
7.5.6 Anstiegszeit-/Abfallzeit-Suche ... 145
7.5.7 Runt-Einstellungen ... 147
7.5.8 Daten zu Takt ... 148
7.5.9 Mustersuche ... 150
7.5.10 Fenstersuche ... 152
8 Messungen ... 154
8.1 Schnellmessungen ... 154
8.2 Automatische Messungen ... 155
8.2.1 Messergebnisse ... 156
8.2.2 Messtypen ... 158
8.2.3 Einstellungen für automatische Messungen ... 162
8.2.4 Einstellung der Verzögerung ... 165
8.3 Cursor-Messungen ... 167
8.3.1 Cursor-Einstellungen ... 169
9 Applikationen ... 173
9.1 Maskentests ... 173
9.1.1 Informationen zu Masken und Maskentests ... 173
9.1.2 Masken verwenden ... 174
9.1.3 Maskenfenster ... 177
9.1.4 Maskenmenü ... 178
9.2 FFT-Analyse ... 181
9.2.1 FFT-Anzeige ... 181
9.2.2 FFT-Analyse durchführen ... 183
9.2.3 FFT-Einstellung ... 183
9.3 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K18) ... 189
9.3.1 FFT-Menü mit Spektrumanalyse ... 189

9.3.2 Spektrogramm....191
9.3.3 Peakliste und Marker.... 193
9.3.4 Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm....198
9.4 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K37)....200
9.4.1 FFT-Menü mit Spektrumanalyse....200
9.4.2 Spektrogramm....202
9.4.3 Peakliste und Marker.... 204
9.4.4 Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm....209
9.5 XY-Diagramm....211
9.6 Digitalvoltmeter....212
9.6.1 Voltmeter verwenden.... 213
9.6.2 Voltmeter-Einstellungen.... 214
9.7 Trigger-Zähler....215
9.8 Bode-Diagramm (Option R&S RTA-K36)....216
9.8.1 Über das Bode-Diagramm.... 216
9.8.2 Bode-Diagramm verwenden.... 218
9.8.3 Fenstersteuerung des Bode-Diagramm-Fensters....219
9.8.4 Einstellungen des Bode-Diagramms....221

10 Ergebnisse dokumentieren....225
10.1 Geräteeinstellungen speichern und laden....226
10.2 Messkurvendaten speichern....228
10.2.1 Einstellungen für den Messkurvenexport....228
10.2.2 Messkurvendateiformate....230
10.3 Beschriftungen....232
10.4 Screenshots....233
10.4.1 Screenshot-Einstellungen.... 234
10.5 Schnellspeichern mit OneTouch....235
10.6 Export und Import....236

11 Allgemeine Geräteeinstellung....239
11.1 Geräteeinstellungen....239
11.2 Anzeigeeinstellungen.... 243
11.3 Zurücksetzen.... 245
11.4 Touchscreen sperren....246

11.5 Selbstabgleich durchführen....246
11.6 Sprache, Datum und Uhrzeit einstellen.... 248
11.7 Optionen.... 249
11.7.1 Optionen aktivieren.... 249
11.8 Firmware aktualisieren.... 250
12 Netzwerkverbindungen und Fernbedienung....252
12.1 LAN-Verbindung....252
12.1.1 LAN-Einstellungen.... 253
12.2 USB-Verbindung....255
12.2.1 USB TMC....255
12.2.2 USB VCP.... 256
12.2.3 USB MTP.... 256
12.3 Fernzugriff über einen Webbrowser....256
12.3.1 Zugriff auf das Gerät über einen Webbrowser.... 256
12.3.2 Übersicht Messgerät.... 257
12.3.3 Screenshot....257
12.3.4 Gerätesteuerung mittels SCPI.... 258
12.3.5 Speichern/Laden....259
12.3.6 Netzwerkeinstellungen....260
12.3.7 Passwort ändern.... 261
12.3.8 Live-Bildschirm....261
12.3.9 Remote-Frontansicht....261
13 Analyse serieller Bus....262
13.1 Grundlagen der Protokollanalyse....262
13.1.1 Protokoll - Allgemeine Einstellungen....263
13.1.2 Decodierergebnisse anzeigen....265
13.1.3 Bustabelle: Decodierergebnisse.... 266
13.1.4 Busbeschriftungen.... 268
13.1.5 Label-Listen....269
13.2 SPI-Bus (Option R&S RTA-K1)....272
13.2.1 Das SPI-Protokoll....272
13.2.2 SPI-Konfiguration....273
13.2.3 SPI-Trigger....276

13.2.4 SPI-Decodierergebnisse ... 279
13.3 I²C (Option R&S RTA-K1) ... 281
13.3.1 Das I²C-Protokoll ... 281
13.3.2 I²C-Konfiguration ... 283
13.3.3 I²C-Trigger ... 284
13.3.4 I²C-Decodierergebnisse ... 287
13.3.5 I²C-Label-Liste ... 288
13.4 UART / RS232 (Option R&S RTA-K2) ... 290
13.4.1 UART/RS232-Schnittstelle ... 290
13.4.2 UART-Konfiguration ... 291
13.4.3 UART-Trigger ... 294
13.4.4 UART-Decodierergebnisse ... 296
13.5 CAN (Option R&S RTA-K3) ... 298
13.5.1 Das CAN-Protokoll ... 298
13.5.2 CAN Configuration ... 300
13.5.3 CAN-Trigger ... 302
13.5.4 CAN-Decodierergebnisse ... 306
13.5.5 Suche in decodierten CAN-Daten ... 308
13.5.6 CAN-Label-Liste ... 310
13.6 LIN (Option R&S RTA-K3) ... 312
13.6.1 Das LIN-Protokoll ... 312
13.6.2 LIN-Konfiguration ... 314
13.6.3 LIN Trigger ... 316
13.6.4 LIN-Decodierergebnisse ... 319
13.6.5 Suche in decodierten LIN-Daten ... 321
13.6.6 LIN-Label-Liste ... 323
13.7 Audiosignale (Option R&S RTA-K5) ... 325
13.7.1 Audioprotokolle ... 325
13.7.2 Audiokonfiguration ... 327
13.7.3 Einstellung von Audiovarianten ... 330
13.7.4 Audio-Trigger ... 332
13.7.5 Audiodecodierergebnisse ... 334
13.8 MIL-STD-1553 (Option R&S RTA-K6) ... 335

13.8.1 MIL-STD-1553 ... 335
13.8.2 MIL-STD-1553-Konfiguration ... 338
13.8.3 MIL-STD-1553-Trigger ... 339
13.8.4 MIL-STD-1553-Decodierergebnisse ... 344
13.8.5 Label-Liste für MIL-STD-1553 ... 345
13.9 ARINC 429 (Option R&S RTA-K7) ... 346
13.9.1 ARINC 429 Grundlagen ... 346
13.9.2 ARINC 429-Konfiguration ... 347
13.9.3 ARINC 429-Trigger ... 349
13.9.4 ARINC 429-Decodierergebnisse ... 353
13.9.5 Suche in decodierten ARINC 429-Daten ... 354
13.9.6 ARINC 429-Label-Liste ... 357
14 Leistungsanalyse (Option R&S RTA-K31) ... 358
14.1 Tastkopfabgleich ... 358
14.1.1 Laufzeitkorrektur der Tastköpfe durchführen ... 358
14.1.2 Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen ... 359
14.2 Report-Einstellungen ... 359
14.3 Einstellungen im Statistikmenü ... 360
14.4 Messungen der Eingangsleistung ... 361
14.4.1 Qualität ... 361
14.4.2 Verbrauch ... 366
14.4.3 Harmonische ... 369
14.4.4 Einschaltstrom ... 373
14.5 Ausgangsleistungsmessungen ... 375
14.5.1 Welligkeit ... 375
14.5.2 Spektrum ... 378
14.5.3 Lastwechsel-Verhalten ... 381
14.6 Umschaltleistungsmessungen ... 383
14.6.1 Anstiegsrate ... 384
14.6.2 Modulation ... 386
14.6.3 Widerstand im Ein-Zustand ... 389
14.7 Leistungspfadmessungen ... 392
14.7.1 Wirkungsgrad ... 392

14.7.2 Schaltverluste....395
14.7.3 Ein./Ausschaltzeit....398
14.7.4 Sicherer Arbeitsbereich (SOA)....401

15 Logikanalysator (Option R&S RTA-B1, MSO)....409
15.1 Kurzmenü für Logikkanäle....409
15.2 Einstellungen des Logikanalysators....411
15.3 Triggerung auf Logikkanälen....413
15.4 Logikkanäle analysieren....413
15.5 Parallele Busse....414
15.5.1 Konfiguration des parallelen Busses....414
15.5.2 Decodierergebnisse....417

16 Signalerzeugung (Option R&S RTA-B6)....419
16.1 Funktionsgenerator....419
16.1.1 Mit Hilfe des Funktionsgenerators....419
16.1.2 Grundlegende Einstellungen des Funktionsgenerators....422
16.1.3 Sweep-Einstellungen....425
16.1.4 Modulationseinstellungen....426
16.1.5 Burst-Einstellungen....428
16.1.6 Arbiträr-Einstellungen....430
16.2 Mustergenerator....432
16.2.1 Musterauswahl....432
16.2.2 Einstellungen für Rechteckwellenmuster....433
16.2.3 Einstellungen für Zählermuster....434
16.2.4 Einstellungen für arbiträres Muster....435
16.2.5 Einstellungen für ein manuelles Muster....438
16.2.6 Einstellungen für serielle Busse....438
16.2.7 Einstellungen für PWM-Signale....439

17 Fernsteuerbefehle....443
17.1 Konventionen in den Befehlsbeschreibungen....443
17.2 Programmierbeispiele....444
17.2.1 Ergebnisse dokumentieren....444
17.2.2 Firmwareaktualisierung....448

17.2.3 Suche....449
17.2.4 Funktionsgenerator....450
17.3 Common Commands....450
17.4 Messkurveneinrichtung....454
17.4.1 Automatische Einstellung....454
17.4.2 Erfassung starten und stoppen....454
17.4.3 Vertikale Einstellungen....456
17.4.4 Passive Tastköpfe....462
17.4.5 Aktive Tastköpfe....463
17.4.6 R&S ProbeMeter....471
17.4.7 Horizontale Einstellungen....473
17.4.8 Erfassungseinstellungen....474
17.4.9 Messkurvendaten....479
17.5 Trigger....480
17.5.1 Allgemeine Triggereinstellungen....480
17.5.2 Flankentrigger....482
17.5.3 Flanke-A/B-Trigger....484
17.5.4 Pulsbreitentrigger....485
17.5.5 Video-/TV-Trigger....487
17.5.6 Trigger....488
17.5.7 Runt-Trigger....491
17.5.8 Anstiegszeit-Trigger....492
17.5.9 Timeout-Trigger....494
17.5.10 Serieller Bus....495
17.5.11 Aktionen bei einem Trigger....495
17.6 Messkurvenanalyse....497
17.6.1 Zoom....497
17.6.2 Mathematik....499
17.6.3 Referenzmesskurven....503
17.6.4 Suche....507
17.6.5 History....523
17.7 Messungen....534
17.7.1 Schnellmessungen....534

17.7.2 Automatische Messungen....535
17.7.3 Cursor-Messungen....549
17.8 Anwendungen.... 556
17.8.1 Allgemein.... 556
17.8.2 Maskentests.... 556
17.8.3 FFT-Analyse....562
17.8.4 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K18/K37)....569
17.8.5 XY-Messkurven.... 577
17.8.6 Digitalvoltmeter.... 578
17.8.7 Trigger-Zähler....580
17.8.8 Bode-Diagramm (Option R&S RTA-K36).... 581
17.9 Ergebnisse dokumentieren.... 589
17.9.1 Übertragung von Messkurvendaten.... 589
17.9.2 Messkurvendatenexport in Datei....601
17.9.3 Screenshots.... 602
17.9.4 Geräteinstellungen: Subsystem Mass MEMory.... 604
17.10 Allgemeine Geräteeinstellung....611
17.10.1 Anzeigeeinstellungen.... 611
17.10.2 Systemeinstellungen....616
17.10.3 LAN-Einstellungen.... 619
17.10.4 USB-Einstellungen....621
17.10.5 Triggerausgang.... 622
17.10.6 Firmwareaktualisierung....623
17.11 Analyse serieller Bus....624
17.11.1 Allgemein.... 624
17.11.2 SPI (Option R&S RTA-K1)....626
17.11.3 I²C (Option R&S RTA-K1)....639
17.11.4 UART (Option R&S RTA-K2)....649
17.11.5 CAN (Option R&S RTA-K3)....658
17.11.6 LIN (Option R&S RTA-K3)....674
17.11.7 Audio (Option R&S RTA-K5).... 687
17.11.8 MIL-1553 (Option R&S RTA-K6).... 699
17.11.9 ARINC 429 (Option R&S RTA-K7).... 721

17.12 Leistungsanalyse (Option R&S RTA-K31)....734
17.12.1 Allgemein.... 734
17.12.2 Tastkopfabgleich.... 736
17.12.3 Report.... 737
17.12.4 Verbrauch....738
17.12.5 Widerstand im Ein-Zustand....740
17.12.6 Wirkungsgrad....741
17.12.7 Stromharmonische....743
17.12.8 Einschaltstrom....749
17.12.9 Modulationsanalyse.... 750
17.12.10 Ein/Ausschalten.... 754
17.12.11 Qualität....755
17.12.12 Welligkeit....759
17.12.13 Anstiegsrate.... 764
17.12.14 S.O.A....770
17.12.15 Spektrum....778
17.12.16 Umschaltung.... 781
17.12.17 Lastwechsel-Verhalten....785
17.13 Mixed-Signal-Option (Option R&S RTA-B1)....787
17.13.1 Logikkanäle....787
17.13.2 Parallele Busse.... 794
17.14 Signalerzeugung (Option R&S RTA-B6)....799
17.14.1 Funktionsgenerator.... 799
17.14.2 Mustergenerator....808
17.15 Status-Reporting.... 816
17.15.1 STATus:OPERation register....816
17.15.2 STATus:QUEStionable registers.... 817

18 Wartung und Kundendienst.... 822
18.1 Reinigung....822
18.2 Sicherungen wechseln.... 822
18.3 Kontakt Customer Support.... 823
18.4 Datensicherheit.... 823
18.5 Lagerung....823

18.6 Entsorgung ... 824

Anhang ... 825

A Fernsteuerung - Grundlagen ... 825

A.1 SCPI-Befehlsstruktur ... 825

A.1.1 Syntax für Common Commands ... 825

A.1.2 Syntax für gerätespezifische Befehle ... 826

A.1.3 SCPI-Parameter ... 828

A.1.4 Übersicht über die Syntaxelemente ... 830

A.1.5 Struktur einer Befehlszeile ... 831

A.1.6 Antworten auf Abfragebefehle ... 832

A.2 Befehlssequenz und Synchronisierung ... 833

A.2.1 Überlappende Ausführung verhindern ... 834

A.3 Nachrichten ... 835

A.3.1 Gerätenachrichten ... 835

A.3.2 LAN-Schnittstellennachrichten ... 836

B Fernsteuerung - Status-Reporting-System ... 838

B.1 Aufbau eines SCPI-Statusregisters ... 838

B.2 Hierarchie der Statusregister ... 839

B.3 Inhalt der Statusregister ... 841

B.3.1 Status-Byte- (STB) und Service-Request-Enable-Register (SRE) ... 841

B.3.2 Event-Status-Register (ESR) und Event-Status-Enable-Register (ESE) ... 842

B.3.3 STATus:OPERation register ... 843

B.3.4 STATus:QUEStionable register ... 844

B.4 Anwendung des Status-Reporting-Systems ... 847

B.4.1 Service Request ... 847

B.4.2 Serielle Abfrage ... 848

B.4.3 Abfrage des Gerätestatus ... 848

B.4.4 Error Queue ... 849

B.5 Rücksetzwerte des Status-Reporting-Systems ... 849

Liste der Befehle ... 851

1 Informationen zur Sicherheit und zu gesetzlichen Bestimmungen

Die Produktdokumentation hilft Ihnen, das Produkt sicher und effizient einzusetzen. Folgen Sie den Anweisungen in diesem Abschnitt und in Kapitel 1.1, „Sicherheitshinweise“, auf Seite 17.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Das R&S RTA4000 oscilloscope wurde für Messungen an Stromkreisen entwickelt, die nur indirekt oder gar nicht mit dem Stromnetz verbunden sind. Es ist in keine Messkategorie eingestuft.

Das Produkt ist für die Entwicklung, Produktion und Prüfung elektronischer Bauteile und Geräte in Industrie-, Verwaltungs- und Laborumgebungen vorgesehen. Verwenden Sie das Produkt nur für seinen bestimmungsgemäßen Zweck. Beachten Sie die im Datenblatt angegebenen Betriebsbedingungen und Leistungsgrenzen.

Wo finde ich Sicherheitsinformationen?

Die Sicherheitshinweise sind Bestandteil der Produktdokumentation. Sie warnen vor potenziellen Gefahren und geben Hinweise, wie durch gefährliche Situationen verursachte Personen- oder Sachschäden verhindert werden können. Die Sicherheitshinweise werden wie folgt bereitgestellt:

- In Kapitel 1.1, „Sicherheitshinweise“, auf Seite 17. Dieselben Informationen werden in zahlreichen Sprachen als gedruckte Sicherheitshinweise bereitgestellt. Die gedruckte Version der Sicherheitshinweise ist im Lieferumfang des Produkts enthalten.
- In der gesamten Produktdokumentation sind Sicherheitshinweise enthalten, sofern sie für die Inbetriebnahme oder den Betrieb erforderlich sind.

1.1 Sicherheitshinweise

Produkte der Rohde & Schwarz Unternehmensgruppe werden nach höchsten technischen Standards hergestellt. Um die Produkte sicher verwenden zu können, beachten Sie die nachfolgenden und in der Produktdokumentation enthaltenen Hinweise. Halten Sie die Produktdokumentation griffbereit und geben Sie sie an andere Benutzer weiter.

Verwenden Sie das Produkt nur für seinen bestimmungsgemäßen Gebrauch und innerhalb seiner Leistungsgrenzen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch und die Grenzwerte werden in der Produktdokumentation wie beispielsweise dem Datenblatt, den Handbüchern und den gedruckten „Sicherheitshinweisen“ beschrieben. Wenn Sie hinsichtlich des bestimmungsgemäßen Gebrauchs unsicher sind, wenden Sie sich an den Customer Support von Rohde & Schwarz.

Der Gebrauch des Produkts erfordert geschultes oder eingewiesenes Personal. Diese Anwender benötigen außerdem fundierte Kenntnisse in mindestens einer der Sprachen, in denen die Benutzeroberflächen und die Produktdokumentation vorliegen.

Öffnen Sie niemals das Gehäuse des Produkts. Nur von Rohde & Schwarz autorisiertes Servicepersonal darf das Produkt reparieren. Wenn ein Teil des Produkts beschädigt ist, beispielsweise Bruchstellen aufweist, beenden Sie die Arbeit mit dem Produkt. Wenden Sie sich an den Customer Support von Rohde & Schwarz unter http://www.customersupport.rohde-schwarz.com.

In diesen Sicherheitshinweisen bezeichnet der Begriff "Produkt" Geräte (Oszilloskope), Tastköpfe und deren Zubehör.

Tragen und Anheben des Geräts

Informieren Sie sich im Datenblatt über das Maximalgewicht des Geräts. Eine einzelne Person kann nur maximal 18 kg sicher tragen, je nach Alter, Geschlecht und Gesundheitszustand. Wenn das Gerät schwerer als 18 kg ist, bewegen oder tragen Sie es nicht allein.

Bewegen oder tragen Sie das Gerät mithilfe der Gerätegriffe. Verwenden Sie nicht die montierten Zubehörteile anstelle der Griffe. Zubehörteile sind nicht für das Tragen des Gerätegewichts ausgelegt.

Zum sicheren Bewegen des Geräts können Sie Hebevorrichtungen oder Transportmittel verwenden, z. B. Hubwagen und Gabelstapler. Befolgen Sie die Anweisungen des Geräteherstellers.

Betriebsort auswählen

Verwenden Sie das Produkt nur im Innenbereich. Das Produktgehäuse ist nicht wasserdicht. Eindringendes Wasser kann das Gehäuse mit spannungsführenden Teilen verbinden, was beim Berühren des Gehäuses zu einem elektrischen Schlag und schweren Personenschäden, unter Umständen mit Todesfolge, führen kann. Wenn Rohde & Schwarz ein für das Produkt entworfenes Zubehör bereitstellt, z. B. eine Tragetasche, können Sie das Produkt im Außenbereich einsetzen.

Das Produkt kann bis zu der im Datenblatt angegebenen Höhe betrieben werden. Die niedrigste angegebene Höhe für ein Produkt des Messaufbaus bestimmt die Höhe für den gesamten Messaufbau.

Das Produkt ist geeignet für Umgebungen des Verschmutzungsgrads 2, in denen nichtleitende Verschmutzungen auftreten können. Weitere Informationen über Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit finden Sie im Datenblatt.

Produkt aufstellen

Stellen Sie das Produkt immer auf eine feste, ebene und waagerechte Oberfläche mit dem Boden des Produkts nach unten. Falls das Produkt für unterschiedliche Positionen entworfen wurde, sichern Sie es, damit es nicht umkippen kann.

Wenn das Produkt klappbare Füße hat, klappen Sie die Füße immer vollständig ein oder aus, um die Standfestigkeit sicherzustellen. Die Füße können einklappen, wenn sie nicht vollständig ausgeklappt sind oder wenn das Produkt bewegt wird, ohne es anzuheben. Die klappbaren Füße sind dafür ausgelegt, das Gewicht des Produkts zu tragen, aber keine zusätzliche Last.

Falls eine Stapelung möglich ist, bedenken Sie, dass ein Stapel von Produkten umstürzen und Verletzungen verursachen kann.

Wenn Sie Produkte in ein Gestell einbauen, stellen Sie eine ausreichende Tragfähigkeit und Stabilität des Gestells sicher. Beachten Sie die Spezifikationen des Gestellherstellers. Bauen Sie die Produkte immer von unten nach oben in die Fächer ein, sodass das Gestell sicher steht. Sichern Sie das Produkt, sodass es nicht aus dem Gestell fallen kann.

Anschließen an Spannungsversorgung und Erdung

Der Netzversorgungseingang des Geräts entspricht der Überspannungskategorie II. Er muss an eine feste Installation zur Versorgung energieaufnehmender Geräte wie Haushaltsgeräte und ähnliche Lasten angeschlossen werden. Beachten Sie, dass von elektrisch betriebenen Produkten verschiedene Gefahren ausgehen können, wie elektrischer Schlag, Brand oder Personenschäden, unter Umständen mit Todesfolge.

Ergreifen Sie zu Ihrer Sicherheit die folgenden Maßnahmen:

- Verwenden Sie keinen Trenntransformator zum Anschließen des Geräts an die Netzstromversorgung.
- Stellen Sie vor dem Einschalten des Produkts sicher, dass die auf dem Produkt angegebenen Spannungs- und Frequenzwerte mit den Werten der verfügbaren Spannungsquelle übereinstimmen. Wenn sich das Netzteil nicht automatisch anpasst, nehmen Sie die richtigen Einstellungen vor und prüfen Sie den Bemessungswert der Sicherung.
- Verwenden Sie nur das mit dem Produkt gelieferte Netzkabel. Es entspricht den landesspezifischen Sicherheitsanforderungen. Stecken Sie den Stecker nur in eine Steckdose mit Schutzleiteranschluss.
- Wenn ein Produkt eine auswechselbare Sicherung hat, sind deren Typ und Eigenschaften neben dem Sicherungshalter angegeben. Schalten Sie vor dem Wechseln der Sicherung das Gerät aus und trennen Sie es von der Spannungsquelle. Wie die Sicherung gewechselt wird, ist in der Produktdokumentation beschrieben.
- Verwenden Sie nur intakte Kabel und verlegen Sie die Kabel sorgfältig, damit sie nicht beschädigt werden können. Prüfen Sie die Netzkabel regelmäßig, um sicherzustellen, dass sie unbeschädigt sind. Stellen Sie zudem sicher, dass niemand über lose Kabel stolpern kann.
- Wenn das Produkt ein externes Netzteil benötigt, verwenden Sie das mit dem Produkt gelieferte oder in der Produktdokumentation empfohlene Netzteil oder ein Netzteil, das den landesspezifischen Vorschriften entspricht.
- Stellen Sie sicher, dass Sie das Produkt jederzeit von der Spannungsquelle trennen können. Ziehen Sie zum Trennen des Produkts den Netzstecker. Der Netzstecker muss leicht zugänglich sein. Wenn das Produkt in ein System integriert wird, das diese Anforderungen nicht erfüllt, installieren Sie einen leicht zugänglichen Leistungsschalter auf der Systemebene.

Durchführen von Messungen

Ergreifen Sie zu Ihrer Sicherheit die folgenden Maßnahmen:

- Stellen Sie mithilfe eines geeigneten Spannungsprüfers den spannungsfreien Zustand fest. Ein Messaufbau, der ein Oszilloskop einschließt, ist für diesen Zweck nicht geeignet.

- Die maximale Eingangsspannung an Kanaleingängen und am externen Triggereingang darf den im Datenblatt angegebenen Wert nicht überschreiten.
- Beachten Sie alle Spannungs- und Stromangaben am Gerät, an den Tastköpfen und am Zubehör. Grenzwerte und Einstufungen sind am Produkt angegeben und in den Datenblättern aufgeführt.
  Beachten Sie, dass die Nennspannung von der Frequenz abhängig ist. Die Spannungsbegrenzungskennlinien oder -werte finden Sie im Datenblatt. Die maximale Messspannung von der Tastkopfspitze bis zur Referenzleitung des Tastkopfs darf nicht überschritten werden.
- Verursachen Sie niemals einen Kurzschluss beim Messen von Quellen mit einem hohen Ausgangsstrom.
- Verwenden Sie nur Tastköpfe und Zubehörteile, die der Messkategorie (CAT) Ihrer Messaufgabe entsprechen. Die Messkategorie der Produkte ist im Datenblatt angegeben. Wenn Sie anderes Zubehör verwenden, das nicht von Rohde & Schwarz vorgegeben ist, stellen Sie sicher, dass es für das Gerät und die Messaufgabe geeignet ist.
- Stellen Sie am Gerät das korrekte Teilerverhältnis dem verwendeten Tastkopf entsprechend ein. Andernfalls spiegeln die Messergebnisse nicht die tatsächliche Höhe der Spannung wieder, wodurch Sie die bestehenden Risiken falsch einschätzen könnten.
- Beachten Sie beim Arbeiten mit Hochspannungen und Stromzangen die zusätzlichen Betriebsbedingungen, die in diesen Sicherheitshinweisen angegeben sind.
- Die Tastkopf-Pins sind extrem spitz und können leicht durch Kleidung in die Haut eindringen. Handhaben Sie die Tastkopf-Pins mit großer Vorsicht. Wechseln Sie einen Tastkopf-Pin mithilfe von Zangen oder Pinzetten aus, um Verletzungen zu vermeiden. Verwenden Sie zum Transportieren des Zubehörs immer den mit dem Tastkopf gelieferten Behälter.
- Verhindern Sie, dass der Tastkopf mechanischen Erschütterungen ausgesetzt wird. Vermeiden Sie eine übermäßige Dehnung oder starke Krümmung des Tastkopfkabels. Die Berührung eines beschädigten Kabels während der Messung kann zu Verletzungen führen.
- Stellen Sie alle Tastkopfverbindungen zum Gerät her, bevor Sie den Strom einschalten.

Arbeiten mit gefährlichen Spannungen

Höhere Spannungen als 30 V RMS, 42 V Spitze oder 60 V DC gelten als gefährliche Berührungsspannungen. Ein direkter Kontakt kann schwere Verletzungen verursachen.

Stellen Sie sicher, dass nur im Umgang mit Elektrizität erfahrene Personen die Produkte für Messungen gefährlicher Berührungsspannungen verwenden. Um unter diesen Arbeitsbedingungen Risiken zu erkennen und Gefahren zu vermeiden, die durch Elektrizität entstehen können, ist eine spezielle Ausbildung und Erfahrung erforderlich.

Ergreifen Sie beim Umgang mit gefährlichen Berührungsspannungen Schutzmaßnahmen, um einen direkten Kontakt mit dem Messaufbau auszuschließen:

- Berühren Sie nicht die freiliegenden Anschlüsse und Komponenten, wenn Strom anliegt.

- Schalten Sie den Messkreis aus, während Sie Tastkopfkabel anschließen und trennen.
- Verwenden Sie nur isolierte Spannungstastköpfe, Testkabel und Adapter.
- Stellen Sie sicher, dass die Eingangskabel die Sicherheitsanforderungen für Ihre Messung erfüllen.
  Die mitgelieferten Eingangskabel verfügen möglicherweise über eine Mantelverschleißanzeige, die durch verschiedene Mantelfarben auf einen verschlissenen Mantel hinweist. In diesem Fall sollte das Eingangskabel nicht verwendet werden. Ersetzen Sie es durch ein neues.
- Verwenden Sie keine 4-mm-Bananenstecker ohne Berührungsschutz.

Arbeiten mit Stromzangen

Wenn Sie mit Stromzangen arbeiten, können Sie Hochfrequenzströme oder Ströme, die Hochfrequenzkomponenten enthalten, messen.

- Schalten Sie den Messkreis aus, während Sie den Tastkopf anschließen.
- Berühren Sie nicht die Klemme zum Abisolieren von nicht isolierten Leitern. Führen Sie, um Verletzungen durch einen Kurzschluss zu vermeiden, die Messung an einer Stelle auf einem isolierten Draht durch, an der die Isolierung für die Leiterspannung ausreicht.
- Schließen Sie den Tastkopf nur an die Sekundärseite eines Unterbrechers an. Durch diese Maßnahme vermeiden Sie eine Verletzung im Falle eines Kurzschlusses.
- Die folgenden Effekte können Verbrennungen und Feuer oder eine Beschädigung des Messorts verursachen:
  - Wirbelstromverlust kann Erwärmung des Sensorkopfs verursachen.
  - Dielektrische Erwärmung kann Erwärmung von Kabelisolierung und anderen Materialien verursachen.

Messkategorien

IEC 61010-2-030 definiert die Messkategorien für die Einstufung von Geräten im Hinblick auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen kurze transiente Überspannungen, die zusätzlich zur Arbeitsspannung auftreten. Verwenden Sie den Messaufbau nur in elektrischen Umgebungen, die der Einstufung der Geräte entsprechen.

- 0 - Geräte ohne Messkategorieeinstufung
  Für Messungen von Stromkreisen, die nicht direkt an das Netz angeschlossen sind, z. B. elektronische Geräte, batteriegespeiste Stromkreise und besonders geschützte Sekundärkreise. Diese Messkategorie ist auch als CAT I bekannt.
- CAT II:
  Für Messungen von Stromkreisen, die über eine Standardsteckdose direkt an die Niederspannungsanlage angeschlossen sind, z. B. Haushaltsgeräte und tragbare Elektrowerkzeuge.
- CAT III:
  Für Messungen in der Elektroinstallation eines Gebäudes, z. B. Verteilerschränke, Schutzschalter, Verteilertafeln und stationäre Geräte mit Festanschluss an der Installation.

- CAT IV:
  Für Messungen an der Quelle der Niederspannungsanlage, z. B. Elektrizitätszähler und primäre Überstromschutzeinrichtungen.

Produkt reinigen

Reinigen Sie das Produkt mit einem trockenen, flusenfreien Tuch. Bedenken Sie beim Reinigen, dass das Gehäuse nicht wasserdicht ist. Verwenden Sie keine flüssigen Reinigungsmittel.

Bedeutung der Sicherheitskennzeichnungen

Sicherheitskennzeichnungen auf dem Produkt warnen vor potenziellen Gefahren.

	Potenzielle Gefahr Lesen Sie die Produktdokumentation, um Personenschäden oder eine Beschädigung des Produkts zu vermeiden.
	Schweres Produkt Seien Sie vorsichtig beim Heben, Bewegen oder Tragen des Produkts. Das Tragen des Produkts erfordert mindestens zwei Personen oder Transportmittel.
	Gefahr von elektrischem Schlag Kennzeichnet stromführende Teile. Gefahr von elektrischem Schlag, Brand oder Personenschäden, unter Umständen mit Todesfolge.
	Schutzleiteranschluss Verbinden Sie diesen Anschluss mit einem geerdeten Außenleiter oder mit Schutzerde. Ein derartiger Anschluss schützt Sie bei einem elektrischen Störfall vor einem elektrischen Schlag.

1.2 Kennzeichnungen am Produkt

Kennzeichnungen am Gehäuse enthalten Informationen zu:

- Personenschutz, siehe „Bedeutung der Sicherheitskennzeichnungen“ auf Seite 22
- Produkt und Umweltschutz, siehe Tabelle 1-1
- Identifizierung des Produkts

Tabelle 1-1: Kennzeichnungen bezüglich des Produkts und Umweltschutz

	Erdungsklemme für das Gehäuse
	Vorsicht bei der Handhabung elektrostatisch gefährdeter Bauteile.
	Kennzeichnung gemäß EN 50419 zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten am Ende der Lebensdauer des Produkts. Weitere Informationen siehe „Entsorgung elektrischer und elektronischer Betriebsmittel“ auf Seite 824.

1.3 Warnhinweis in der Dokumentation

Ein Warnhinweis weist Sie auf ein Risiko oder eine Gefahr hin, der Sie sich bewusst sein müssen. Ein Signalwort gibt an, wie schwerwiegend das Sicherheitsrisiko ist und wie wahrscheinlich es ist, dass es auftritt, wenn Sie die Sicherheitsvorkehrungen nicht befolgen.

WARNUNG

Möglicherweise gefährliche Situation. Die Situation könnte zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen, wenn sie nicht vermieden wird.

VORSICHT

Möglicherweise gefährliche Situation. Die Situation könnte zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen, wenn sie nicht vermieden wird.

ACHTUNG

Möglicherweise Gefahr eines Schadens. Könnte zu Schäden am unterstützten Produkt oder an anderen Vermögenswerten führen.

1.4 Auffinden wichtiger Dokumente auf Rohde & Schwarz

Zertifikate, die für Rohde & Schwarz ausgestellt wurden und die für Ihr Land relevant sind, finden Sie unter www.rohde-schwarz.com/key-documents. Sie betreffen folgende Themen:

- Qualitätsmanagement
- Umweltmanagement
- Management der Informationssicherheit
- Genehmigungen

1.5 Korea-Zertifizierung (KC) Klasse A

이 기기는 업무용(A급) 전자파 적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며, 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

2 Einleitung

2.1 Übersicht über die Dokumentation

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht über die R&S RTA4000 Benutzerdokumentation.

2.1.1 Handbücher und Gerätehilfe

Sie finden die Handbücher auf der Produktseite unter:

www.rohde-schwarz.com/manual/rta4000

Erste Schritte (Handbuch)

Enthält eine Einführung in das R&S RTA4000 und beschreibt die Inbetriebnahme des Produkts. Eine englische Version in gedruckter Form ist im Lieferumfang enthalten.

Bedienhandbuch

Enthält die Beschreibung aller Betriebsarten und Funktionen des Geräts. Es enthält außerdem eine Einführung in die Fernsteuerung, eine vollständige Beschreibung der Fernsteuerbefehle mit Programmierbeispielen sowie Informationen zur Wartung und zu Geräteschnittstellen. Der Inhalt des Handbuchs Erste Schritte ist Teil des Bedienhandbuchs.

Der vollständige Inhalt des Bedienhandbuchs steht auch als *Online-Version* zur direkten Anzeige im Internet zur Verfügung.

Gerätehilfe

Die Hilfe ermöglicht einen schnellen, kontextbezogenen Zugriff auf Funktionsbeschreibungen direkt auf dem Gerät.

Sicherheitshinweise

Enthält Sicherheitsinformationen in vielen Sprachen. Das gedruckte Dokument ist im Lieferumfang des Produkts enthalten.

Instrument Security Procedures (Handbuch)

Befasst sich mit Sicherheitsfragen beim Einsatz des R&S RTA4000 in gesicherten Bereichen.

Servicehandbuch

Es beschreibt den Leistungstest zur Prüfung der Nennanforderungen, den Austausch und die Reparatur von Baugruppen, das Firmware-Update, die Fehlersuche und Beseitigung von Fehlern und enthält Gerätezeichnungen und Ersatzteillisten. Das Service-

handbuch ist für registrierte Benutzer im globalen Rohde & Schwarz Informationssystem (GLORIS, https://gloris.rohde-schwarz.com) verfügbar.

2.1.2 Datenblatt und Broschüre

Das Datenblatt enthält die technischen Daten des R&S RTA4000. Außerdem werden die Optionen mit ihren Bestellnummern und das optionale Zubehör aufgeführt. Die Broschüre gibt einen Überblick über das Gerät und beschreibt seine besonderen Eigenschaften.

Siehe www.rohde-schwarz.com/brochure-datasheet/rta4000

2.1.3 Kalibrierschein (Calibration Certificate)

Das Dokument ist unter https://gloris.rohde-schwarz.com/calcert verfügbar. Sie benötigen die ID Ihres Geräts, die Sie auf dem Etikett an der Rückseite finden.

2.1.4 Release Notes und Open Source Acknowledgment

Die Release Notes führen neue Funktionen, Verbesserungen und bekannte Probleme der aktuellen Firmware-Version auf und beschreiben die Installation der Firmware. Das Dokument Open Source Acknowledgment beinhaltet die wortgetreuen Lizenztexte der verwendeten Open-Source-Software. Das Dokument kann auch direkt auf dem Gerät gelesen werden.

Siehe www.rohde-schwarz.com/firmware/rta4000. Das Dokument kann auch direkt auf dem Gerät gelesen werden.

2.2 In der Dokumentation verwendete Konventionen

2.2.1 Typografische Konventionen

In der vorliegenden Dokumentation gelten die folgenden typografischen Konventionen:

Konvention	Beschreibung
„Elemente der grafischen Bedienoberfläche“	Alle Namen von Elementen der grafischen Bedienoberfläche auf dem Bildschirm wie Dialogfelder, Menüs, Optionen, Tasten und Softkeys sind in Anführungszeichen gesetzt.
[Keys]	Namen von Tasten und Knöpfen sind in eckige Klammern gesetzt.
`Filenames, commands, program code`	Dateinamen, Befehle, Programmierbeispiele und Bildschirmausgaben sind durch ihre Schriftart hervorgehoben.
Eingaben	Vom Benutzer einzugebende Zeichenfolgen sind in Kursivschrift dargestellt.

Konvention	Beschreibung
Links	Links, die angeklickt werden können, sind in blauer Schrift dargestellt.
"Verweise"	Verweise auf andere Textstellen in der Dokumentation sind in Anführungszeichen gesetzt.

2.2.2 Konventionen für Verfahrensbeschreibungen

Bei der Bedienung des Geräts können gegebenenfalls mehrere alternative Verfahren zur Verfügung stehen, um die gleiche Aufgabe zu erfüllen. In diesem Fall wird das Verfahren unter Verwendung des Touchscreens beschrieben. Alle Elemente, die durch Berührung aktiviert werden können, können auch mit einer zusätzlich angeschlossenen Maus angeklickt werden. Die alternative Vorgehensweise über die Tasten am Gerät oder die Bildschirmtastatur wird nur beschrieben, wenn sie von den Standardverfahren abweicht.

Der Begriff "auswählen" kann sich auf jedes der beschriebenen Verfahren beziehen, d. h., auf die Verwendung eines Fingers auf dem Touchscreen, eines Mauszeigers auf dem Display oder einer Taste am Gerät oder auf einer Tastatur.

2.2.3 Hinweise zu Screenshots

Bei der Beschreibung der Funktionen des Produkts werden Beispielscreenshots verwendet. Diese Screenshots sollen möglichst viele der verfügbaren Funktionen zeigen und die potenziellen Wechselbeziehungen zwischen Parametern verdeutlichen. Die gezeigten Werte können von denen in tatsächlichen Einsatzszenarios abweichen.

Die Screenshots zeigen in der Regel ein voll ausgestattetes Produkt, d. h., es sind alle Optionen installiert. Deshalb sind einige Funktionen, die in den Screenshots gezeigt werden, in Ihrer eigenen Produktkonfiguration möglicherweise nicht verfügbar.

3 Erste Schritte

3.1 Inbetriebnahme

Hier finden Sie grundlegende Informationen zum erstmaligen Einrichten des Geräts oder beim Wechsel des Einsatzorts.

3.1.1 Anheben und Tragen

Siehe „Tragen und Anheben des Geräts“ auf Seite 18.

3.1.2 Auspacken und Prüfen

1. Packen Sie das Produkt vorsichtig aus.
2. Bewahren Sie die Originalverpackung auf. Verwenden Sie sie bei einem späteren Transport oder Versand des Produkts.
3. Überprüfen Sie das Gerät anhand des Lieferscheins auf Vollständigkeit.
4. Überprüfen Sie das Gerät auf Schäden.

   Falls die Lieferung unvollständig oder das Gerät beschädigt ist, setzen Sie sich mit Rohde & Schwarz in Verbindung.

Inhalt der Lieferung

Das Lieferpaket enthält folgende Teile:

- R&S RTA4000 oscilloscope
- Tastköpfe R&S RT-ZP10 (4 Stück)
- Länderspezifisches Netzkabel
- Handbuch "Erste Schritte"
- Gedruckte Broschüre Rohde & Schwarz Oscilloscopes and Accessories Safety Instructions (mehrsprachig)

3.1.3 Auswahl des Betriebsorts

Bestimmte Betriebsbedingungen stellen eine exakten Betrieb sicher und vermeiden eine Beschädigung des Produkts und angeschlossener Geräte. Informationen zu Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit finden Sie im Datenblatt.

Siehe hierzu auch „Betriebsort auswählen“ auf Seite 18.

Klassen der elektromagnetischen Verträglichkeit

Die Klasse der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) gibt an, wo das Produkt betrieben werden kann. Die EMV-Klasse des Produkts ist im Datenblatt angegeben.

- Ein Gerät der Klasse B ist geeignet für den Betrieb in:
  - Wohnbereichen
  - Bereichen, die direkt an ein Niederspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind, das Wohngebäude versorgt
- Ein Gerät der Klasse A ist für den Betrieb in Industrieumgebungen vorgesehen. Es kann in Wohnbereichen aufgrund möglicher leitungsgebundener oder gestrahlter Störgrößen Einstrahlungsstörungen verursachen. Daher ist es für Klasse-B-Umgebungen nicht geeignet.
  Falls ein Gerät der Klasse A Funkstörungen verursacht, ergreifen Sie geeignete Maßnahmen zu ihrer Beseitigung.

3.1.4 Produkt aufstellen

Beachten Sie beim Aufstellen des Geräts die Sicherheitshinweise:

- „Produkt aufstellen“ auf Seite 18
- „Bestimmungsgemäße Verwendung“ auf Seite 17

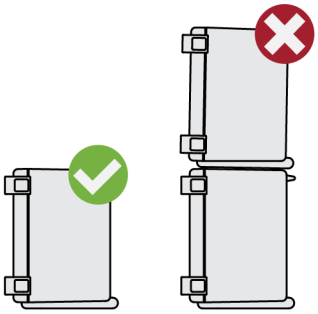
3.1.4.1 Aufstellen des Produkts auf einem Tisch

Stellen Sie das Gerät für den Stand-alone-Betrieb auf einen waagerechten Tisch mit gerader, flacher Oberfläche. Das Gerät kann in horizontaler Position auf seinen Standfüßen stehend oder mit ausgeklappten Stellfüßen betrieben werden.

Das Produkt auf einem Tisch aufstellen

1. Stellen Sie das Produkt auf eine stabile, ebene und waagerechte Oberfläche.
2. **VORSICHT!** Die Oberseite des Produkts ist zu klein zum Stapeln.. Wenn Sie ein anderes Produkt auf das Produkt stellen, kann der Stapel umfallen und Verletzungen verursachen.

   Um Platz zu sparen, können Sie mehrere Geräte in ein Gestell einbauen.



3. **VORSICHT!** Klappbare Füße können einklappen. Siehe „Produkt aufstellen“ auf Seite 18.

Klappen Sie die Füße immer vollständig ein oder aus. Legen Sie bei ausgeklappten Füßen nichts auf oder unter das Produkt.

4. **ACHTUNG!** Überhitzen kann das Produkt beschädigen.

   Verhindern Sie ein Überhitzen wie folgt:

   - Achten Sie auf einen Abstand von mindestens 10 cm zwischen den Lüfteröffnungen des Produkts und jedem benachbarten Objekt.
   - Stellen Sie das Produkt nicht neben hitzeerzeugenden Geräten auf (z. B. Strahler oder Ähnliches).

3.1.4.2 Einbauen des Produkts in ein Gestell

Das Gerät kann mit Hilfe eines Gestelladapter-Kits in ein Gestell eingebaut werden. Die Bestellnummer finden Sie im Datenblatt. Die Einbauanweisungen liegen dem Adapter-Kit bei.

Gestell vorbereiten

1. Beachten Sie die Anforderungen und Anweisungen in „Produkt aufstellen“ auf Seite 18.
2. **ACHTUNG!** Eine unzureichende Luftzirkulation kann zur Überhitzung führen und das Produkt beschädigen.

   Erstellen Sie ein effizientes Lüftungskonzept für das Gestell und setzen Sie es um.

R&S RTA4000 in ein Gestell einbauen

1. Bereiten Sie das Gerät mit Hilfe eines zu den Abmessungen des R&S RTA4000 passenden Gestellbausatzes auf den Einbau in das Gestell vor. Angaben zu den Abmessungen finden Sie im Datenblatt.

   a) Bestellen Sie den Gestellbausatz, der für den R&S RTA4000entworfen wurde. Die Bestellnummer ist im Datenblatt angegeben.
   b) Bringen Sie den Gestellbausatz an. Folgen Sie dabei der dem Gestellbausatz beigefügten Montageanleitung.
2. Schieben Sie das Produkt mit den Griffen in das Gestellfach, bis die Halterungen fest im Gestell eingepasst sind.
3. Ziehen Sie alle Schrauben an den Halterungen mit einem Anzugsdrehmoment von 1,2 fest, um das Produkt im Gestell zu sichern.

Das Produkt aus einem Gestell ausbauen

1. Lösen Sie die Schrauben an den Halterungen.
2. Nehmen Sie das Produkt aus dem Gestell.
3. Wenn Sie das Produkt wieder auf einen Tisch stellen, entfernen Sie den Gestellbausatz des Produkts. Folgen Sie dabei der dem Gestellbausatz beigefügten Anleitung.

3.1.5 Hinweise zum Messplatz

Beachten Sie die Sicherheitshinweise, siehe „Durchführen von Messungen“ auf Seite 19.

Kabelauswahl und elektromagnetische Störungen

Elektromagnetische Störungen (EMI – Electromagnetic Interference) können die Messergebnisse beeinflussen.

Elektromagnetische Strahlung während des Betriebs unterdrücken:

- Verwenden Sie hochwertige geschirmte Kabel, z. B. doppelt geschirmte HF- und LAN-Kabel.
- Schließen Sie offene Kabelenden stets ab.
- Stellen Sie sicher, dass angeschlossene externe Geräte den EMV-Bestimmungen entsprechen.

Messzubehör

Verwenden Sie nur Tastköpfe und Messzubehör, die der Norm IEC 61010-031 entsprechen.

Signaleingangs- und Signalausgangspegel

Das Datenblatt enthält Informationen zu Signalpegeln. Halten Sie die Signalpegel im angegebenen Bereich, um eine Beschädigung des Produkts und angeschlossener Geräte zu vermeiden.

Vermeidung elektrostatischer Entladung

Elektrostatische Entladung tritt vor allem dann auf, wenn ein Messobjekt angeschlossen oder abgeklemmt wird.

► **ACHTUNG!** Eine elektrostatische Entladung kann elektronische Bauteile des Produkts und des Messobjekts beschädigen.

Erden Sie sich selbst, um Schäden durch elektrostatische Entladung zu verhindern:

a) Verwenden Sie ein Armband und Kabel, um sich selbst zu erden.
b) Verwenden Sie eine Kombination aus leitfähiger Bodenmatte und Fersenband.

Wenn die Firmware während des Betriebs eine schwerwiegende unerwartete Störung, beispielsweise durch elektrostatische Entladungen, feststellt, setzt sie einige Hardwarekomponenten zurück und leitet einen neuen Abgleich ein, um die ordnungsgemäße Gerätefunktion sicherzustellen. Anschließend setzt sie die Benutzereinstellungen auf den Zustand vor der Störung zurück.

3.1.6 Anschluss an die Stromversorgung

Sicherheitsinformationen finden Sie unter „Anschließen an Spannungsversorgung und Erdung“ auf Seite 19.

Das R&S RTA4000 kann mit verschiedenen Wechselspannungen betrieben werden und passt sich automatisch an die vorhandene Wechselspannung an.

Die Nennbereiche sind:

- 100 V bis 240 V AC bei 50 Hz bis 60 Hz mit maximal 10 % Spannungsschwankung auf der Leitung
- 1,6 A bis 0,7 A
- max. 160 W

1. Stecken Sie das Netzkabel in den Wechselstromnetzanschluss an der Produktrückseite. Verwenden Sie nur das mit dem Produkt gelieferte Wechselstromnetzkabel.
2. Stecken Sie das Netzkabel in eine Netzsteckdose mit Erdungskontakt.

   Die erforderlichen Nennleistungen sind neben dem Wechselstromnetzanschluss und im Datenblatt angegeben.

3.2 Geräteübersicht

3.2.1 Frontansicht

Bild 3-1 zeigt die Frontplatte des R&S RTA4000. Die Funktionstasten sind rechts neben dem Display nach ihrer Funktion in Blöcke zusammengefasst.

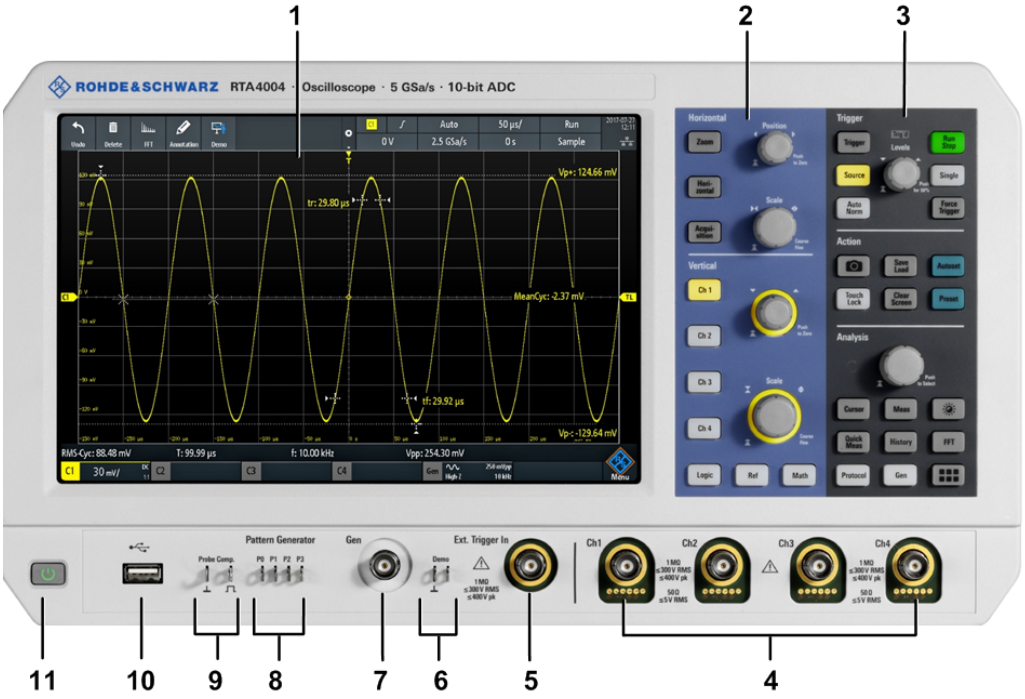
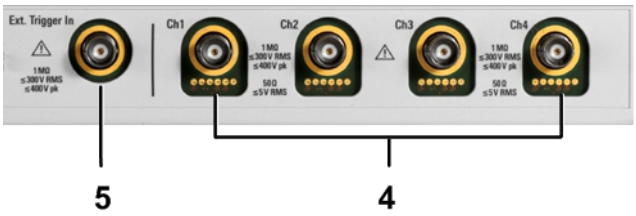


Bild 3-1: Frontplatte des R&S RTA4000 mit vier Eingangskanälen

1 = Display
2 = Bedienelemente für horizontale und vertikale Einstellungen
3 = Bedienelemente für Triggereinstellungen, Aktion und Analyse
4 = Analoge Eingangskanäle (BNC)
5 = Externer Triggereingang
6 = Anschlüsse für Demo-Betriebsausgang
7 = Anschluss für optionalen Funktionsgenerator (BNC, R&S RTA-B6)
8 = Anschlüsse für optionalen Mustergenerator (R&S RTA-B6)
9 = Anschlüsse für Tastkopfkompensation
10 = USB-Anschluss
11 = [Standby] Taste

3.2.1.1 Eingänge



BNC-Eingänge (4 und 5)

Das R&S RTA4000 hat zwei oder vier Eingangskanäle (4) zum Anschließen der Eingangssignale. Der externe Triggereingang (5) dient zur Steuerung der Messung durch ein externes Signal. Der Triggerpegel kann zwischen -5 V und 5 V eingestellt werden.

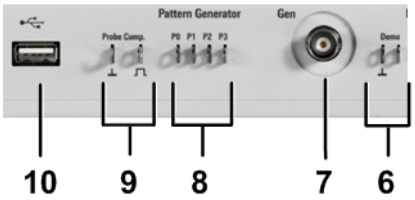
Für Kanalanschlüsse ist der Eingangswiderstand auswählbar; die Werte sind 50 Ω und 1 MΩ.

Die maximale Eingangsspannung beträgt 400 V (Spitze), 300 V (eff.) bei 1 MΩ Eingangswiderstand und 30 V (Spitze), 5 V (eff.) bei 50 Ω Eingangswiderstand.

Für den *externen Triggereingang* beträgt die maximale Eingangsspannung 400 V (Spitze) und 300 V (eff.) bei 1 MΩ Eingangswiderstand.

Transiente Überspannungen dürfen 400 V (Spitze) nicht überschreiten.

3.2.1.2 Weitere Anschlüsse an der Frontplatte



[Demo] (6)
Die Pins sind für Demonstrationszwecke vorgesehen.

[Gen]: Funktionsgenerator (7)
BNC-Ausgang des Funktionsgenerators (mit Option R&S RTA-B6).

[Pattern Generator] (8)
Anschlüsse für den Mustergenerator P0, P1, P2, P3.

[Probe Comp.] (9)
Tastkopfkompensations-Klemme für das Abstimmen von passiven Tastköpfen auf den Oszilloskopkanal.

⎍	Rechtecksignal für Tastkopfkompensation.
⊥	Masseanschluss für Tastköpfe.

[USB] Typ A (10)
USB 2.0-Schnittstelle vom Typ A zum Anschließen einer Maus oder Tastatur oder eines USB-Sticks zum Speichern und erneuten Laden von Geräteeinstellungen und Messdaten und für die Durchführung von Firmware-Updates.

3.2.2 Seitenansicht

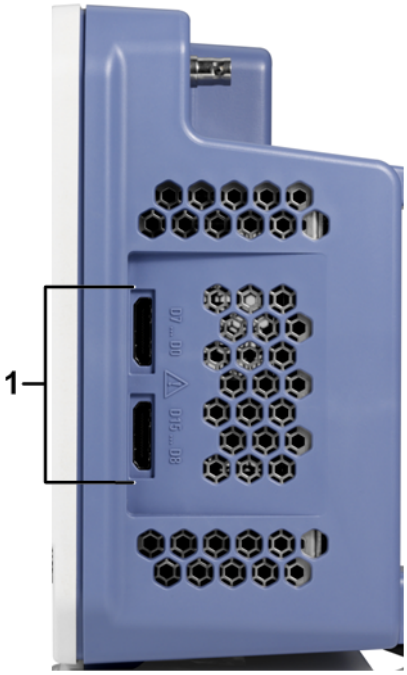


Bild 3-2: Seitenansicht des R&S RTA4000

1 = Anschlüsse für Logiktastkopf (Mixed-Signal-Option R&S RTA-B1)

Logiktastkopf

Die Anschlüsse für Logikkanäle sind nutzbar, wenn Mixed-Signal-Option R&S RTA-B1 installiert ist. Die Option stellt Anschlüsse für zwei logische Tastköpfe mit jeweils acht digitalen Kanälen (D0 bis D7 und D8 bis D15) bereit.

Die maximale Eingangsspannung beträgt 40 V (Spitze) bei 100 kΩ Eingangswiderstand. Die maximale Eingangsfrequenz für ein Signal mit dem minimalen Eingangsspannungshub und mittlerer Hysterese von 800 mV (Vpp) beträgt 400 MHz.

3.2.3 Rückseite

Bild 3-3 zeigt die Rückseite des R&S RTA4000 mit den dort vorhandenen Anschlüssen.

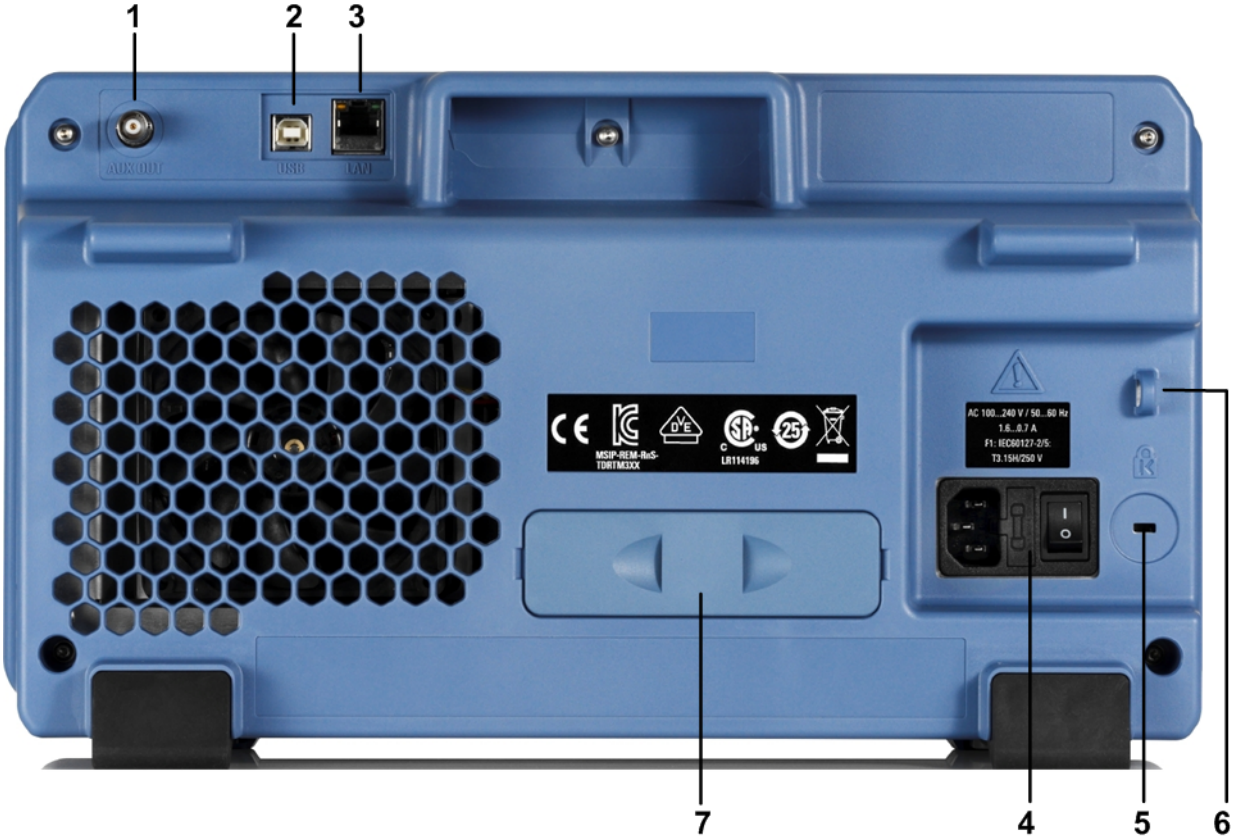


Bild 3-3: Rückseitenansicht des R&S RTA4000

1 = Aux Out-Anschluss
2 = USB-Anschluss, Typ B
3 = LAN-Anschluss
4 = Anschluss für Wechselstromversorgung und Hauptnetzschalter
5 = Kensington-Schloss zum Sichern des Geräts gegen Diebstahl
6 = Ring für Schloss zum Sichern des Geräts gegen Diebstahl
7 = Nicht belegt

[Aux Out] (1)
Mehrzweck-BNC-Ausgang, nutzbar als Pass/Fail- und Triggerausgang und als Ausgang von 10 MHz-Referenzfrequenz.

[USB] Typ B (2)
USB 2.0-Schnittstelle vom Typ B (Geräte-USB) für Fernsteuerung des Geräts.

[LAN] (3)
8-poliger RJ-45-Anschluss für die Anbindung des Geräts an ein LAN (Local Area Network). Unterstützt bis zu 1 Gbit/s.

Anschluss für Wechselstromversorgung und Netzhauptschalter (4)
Das Gerät hat ein Weitbereichsnetzteil. Es stellt sich somit automatisch auf die anliegende Netzspannung ein. Ein Netzspannungswähler ist nicht vorhanden.

Der Wechselstrom-Hauptnetzschalter trennt das Gerät von der Wechselstromnetzleitung.

4 Grundlegende Informationen zur Bedienung des Geräts

4.1 Das Display im Überblick

Auf dem Touchscreen des Geräts werden die Messkurven und Messergebnisse sowie Informationen und alle zur Steuerung des Geräts benötigten Bedienelemente angezeigt.

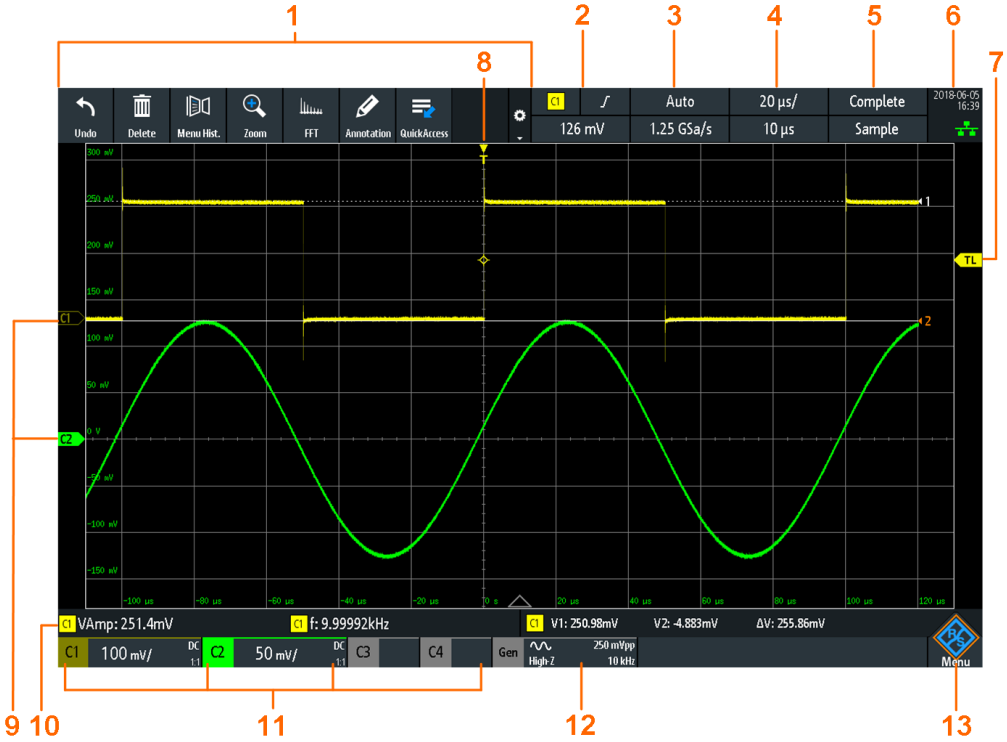


Bild 4-1: Display des R&S RTA4000 mit vier Kanälen

1 = Symbolleiste
2 = Triggerquelle, Haupttriggerparameter (hier: Flanke für Flankentrigger), Triggerpegel
3 = Triggermodus und Abtastrate
4 = Horizontale Skalierung (Zeitskala) und horizontale Position
5 = Erfassungsstatus und Erfassungsmodus
6 = Datum, Uhrzeit, Ausbildungsmodus, falls aktiv (hier: Aus), LAN-Verbindungsstatus (grün = verbunden, grau = nicht verbunden, gelb = Verbindung wird aufgebaut)
7 = Triggerpegelmarker, hat die Farbe der Triggerquelle
8 = Triggerpositionsmarker, hat die Farbe der Triggerquelle
9 = Kanalmarkierungen zeigen die Masseebenen an. Kanal C2S ist ausgewählt, d.h. er hat den Fokus
10 = Messergebnisse (hier: automatische Messungen links, Cursor-Messungen rechts)

11 = Vertikale Einstellungen der aktiven analogen Kanäle: vertikale Skala, Bandbreitenbegrenzung (kein Indikator = volle Bandbreite, B_W= begrenzte Frequenz), Kopplung (AC, DC, Masse), Tastkopfdämpfung. Kanal 2 ist ausgewählt.
12 = Einstellungen für Messkurvengenerator (Option R&S RTA-B6erforderlich)
13 = Menütaste

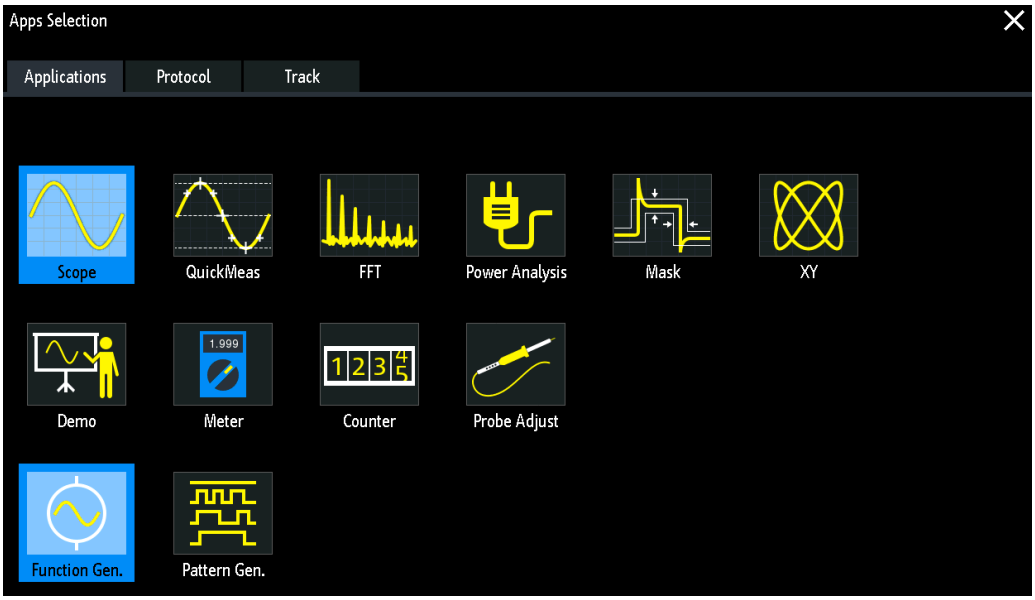
4.2 Anwendung auswählen

Der Dialog „Auswahl Applikationen“ ermöglicht einen schnellen Zugriff auf alle verfügbaren Anwendungen.

► Es gibt mehrere Möglichkeiten zum Öffnen des Dialogs „Auswahl Applikationen“:

- Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
- Tippen Sie auf das „Menü“-Rhombussymbol rechts unten auf dem Bildschirm.

  – Blättern Sie abwärts.
  – Wählen Sie „Apps“aus.



4.3 Nutzung des berührungsempfindlichen Bildschirms

4.3.1 Der Zugriff auf Funktionen erfolgt über das Hauptmenü

Die Verwendung des Touchscreens des R&S RTA4000 ist so einfach wie bei einem Handy. Tippen Sie zum Öffnen des Hauptmenüs auf die Taste „Menü“ (das R&S-Logo in der rechten unteren Ecke des Displays).

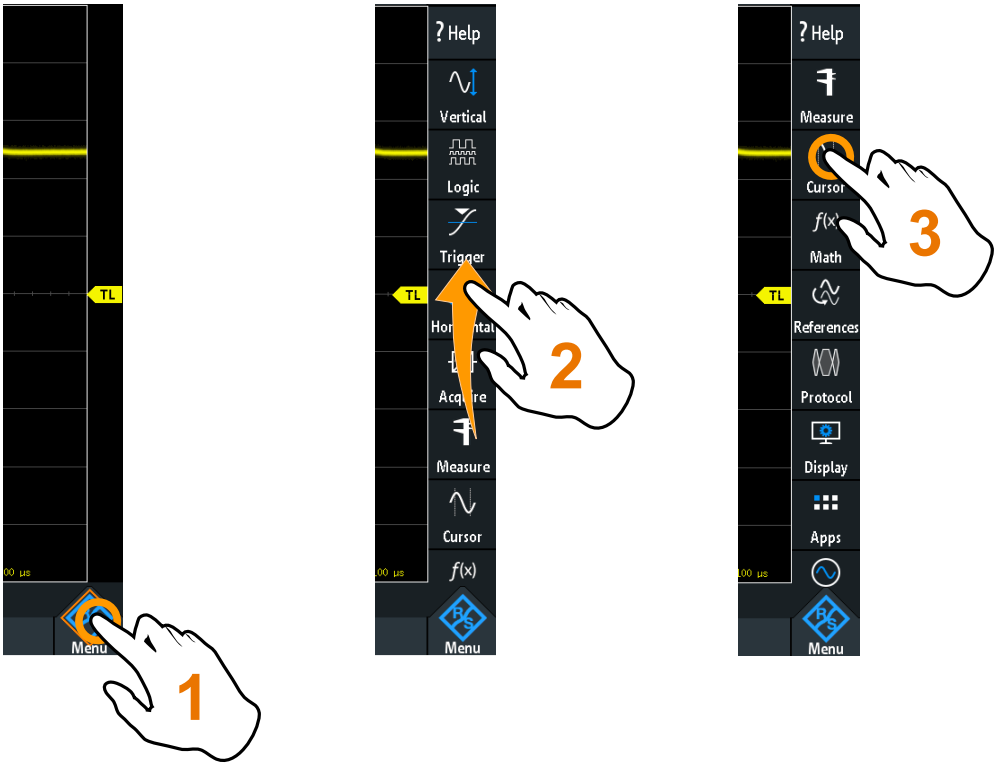


Bild 4-2: Hauptmenü öffnen und einen Menüpunkt auswählen

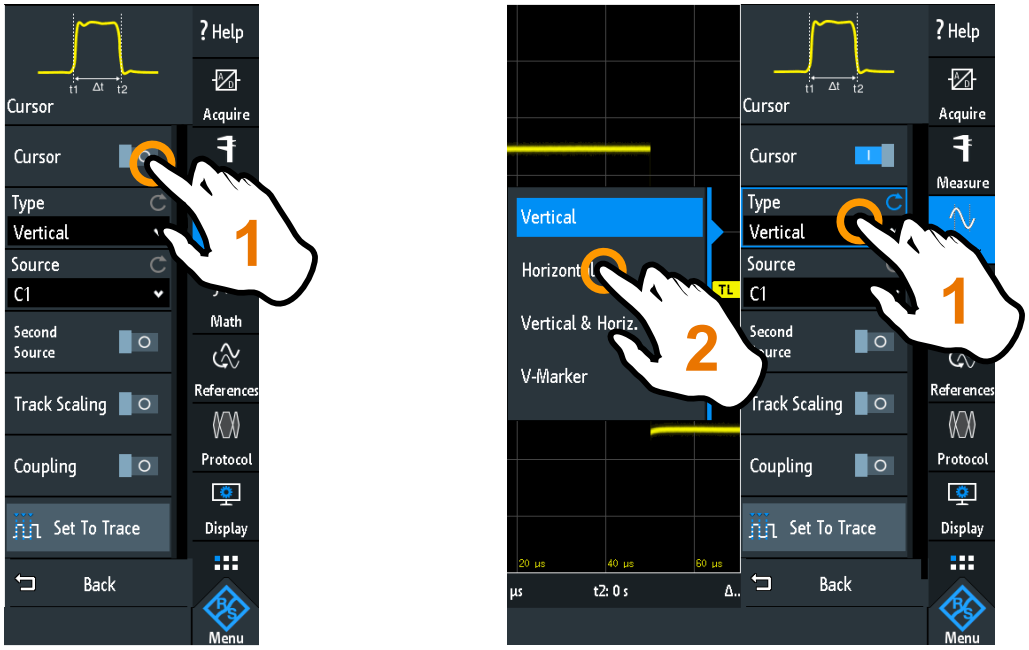


Bild 4-3: Ein- oder ausschalten (links) und einen Parameterwert auswählen (rechts)

► Zum Schließen des Menüs:
Tippen Sie auf „Zurück“ oder außerhalb des Menüs auf das Diagramm.

4.3.2 Direktzugriff auf Funktionen

Die Kompaktanzeigen in der Informationsleiste am oberen Rand des Displays, die Kanal-Kompaktanzeigen und auch die Ergebnisse am unteren Rand ermöglichen einen Direktzugriff auf die wichtigsten Einstellungen. Wenn Sie auf eine Kompaktanzeige tippen, wird ein Kurzmenü, das Nummernfeld für numerische Eingaben, der jeweilige Einstellungsschalter oder das zugehörige Menü geöffnet. Was geöffnet wird, ist vom ausgewählten Parameter abhängig.

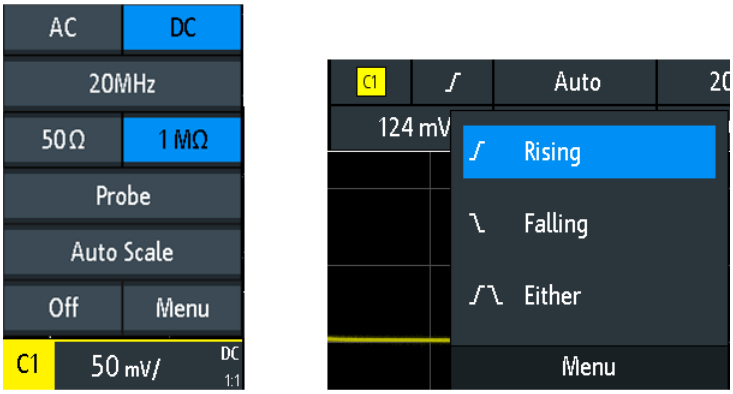


Bild 4-4: Kurzmenüs für Kanal (links) und Triggerflanke (rechts)

Über das Kurzmenü können Sie auch das entsprechende Vollmenü öffnen.
Sie können auch die Kanäle ausschalten.

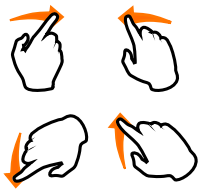
4.3.3 Daten eingeben

Zur Eingabe genauer numerischer Werte bietet das Gerät ein On-Screen-Nummernfeld an. Texteingabe über die On-Screen-Tastatur funktionieren entsprechend.

Bild 4-5: Numerischen Wert und die Einheit eingeben

4.3.4 Bedienung durch Gesten

Mit einem Finger ziehen



Ziehen Sie *horizontal* im Diagramm, um die horizontale Position aller Messkurven zu ändern. Im Frequenzbereich wird die Mittenfrequenz geändert.

Ziehen Sie *vertikal* im Diagramm, um die vertikale Position der ausgewählten Messkurve zu ändern.

Durch Ziehen der entsprechenden Marker auf dem Display können Sie die vertikale Position jeder Messkurve, den Triggerpegel und die Triggerposition anpassen.

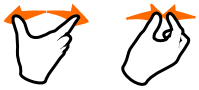
Sie können eine Cursor-Linie verschieben, indem Sie auf die Linie tippen und sie an die gewünschte Position ziehen.

Mit einem Finger wischen

Wischen Sie im Menü, um darin zu blättern.

Zwei Finger spreizen und zusammenführen

Indem Sie zwei Finger in *vertikaler* Richtung spreizen oder zusammenführen, können Sie die vertikale Skalierung der ausgewählten Messkurve ändern.



Indem Sie zwei Finger in *horizontaler* Richtung spreizen oder zusammenführen, können Sie die horizontale Skalierung aller Messkurven ändern. Im Frequenzbereich wird die Frequenzdarstellbreite geändert.

Mit zwei Fingern wischen

Wenn die History-Option R&S RTA-K15 installiert ist, können Sie mit zwei Fingern im Diagramm wischen, um durch die History-Segmente zu blättern.

4.4 Tasten an der Frontplatte

Einen Überblick über die Tasten an der Frontplatte gibt Bild 3-1 auf Seite 32.

Die Tasten und Knöpfe an der Frontplatte sind zu Funktionsblöcken zusammengefasst:

- Horizontal Abschnitt: siehe Kapitel 5.2.1, „HORIZONTAL-Bedienelemente“, auf Seite 52.
- Vertical Abschnitt: siehe Kapitel 5.3.1, „VERTICAL-Bedienelemente“, auf Seite 55.
- Trigger Abschnitt: siehe Kapitel 6.1, „Trigger-Bedienelemente“, auf Seite 82
- Action Abschnitt: siehe Kapitel 4.4.1, „Bedienelemente für Aktionen“, auf Seite 42.
- Analysis Abschnitt: siehe Kapitel 4.4.2, „Bedienelemente für Analysen“, auf Seite 43.

4.4.1 Bedienelemente für Aktionen

Mit den Tasten Action kann das Gerät in einen definierten Zustand versetzt werden und sie bieten Funktionen zum Speichern und Laden.

[Camera]
Speichert Screenshots, Messkurven und/oder Einstellungen gemäß der Konfiguration in [Save Load] > „onetouch“.

[Save Load]
Öffnet das Menü „Datei“, in dem Sie folgende Aktionen ausführen können:
- Speicherung von Geräteeinstellungen, Messkurven, Referenzmesskurven und Screenshots
- Wiederherstellung (Laden) von Daten, die zuvor gespeichert wurden
- Import und Export von Einstellungen und Referenzmesskurven
- Konfiguration der Screenshot-Ausgabe
- Konfiguration der Taste [Camera]

[Touch Lock]
Sperrt den Touchscreen, um eine unabsichtliche Nutzung zu verhindern. Ist der Touchscreen gesperrt, leuchtet die Taste. Erneutes Drücken der Taste gibt den Touchscreen frei.

[Clear Screen]
Löscht alle Messkurven, Beschriftungen und die Messergebnisse von gelöschten Messkurven. Alle Einstellungen bleiben unverändert.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:CLEar[:SCReen]` auf Seite 612

4.4.2 Bedienelemente für Analysen

Die Bedienelemente im Funktionsblock [Analysis] öffnen verschiedene Menüs zur Signalanalyse.

[Navigation]
Die Funktion dieses universellen Drehknopfs ist vom jeweiligen Verwendungskontext abhängig:
- Wenn das Auswahlmenü geöffnet ist: Drehen Sie den Knopf, um einen Wert zu ändern.
- Wenn im Menü ein numerischer Wert ausgewählt wurde und die Tastatur geschlossen ist: Drehen Sie den Knopf, um einen Wert einzustellen.
- Sind die Cursor ausgewählt, drücken Sie die Taste, um eine Cursor-Linie auszuwählen. Drehen Sie den Knopf, um die Position der ausgewählten Cursor-Linie zu ändern.
- Wenn ein Bildschirmtastenfeld oder eine Bildschirmtastatur geöffnet ist: Drehen Sie den Knopf, bis das gewünschte Zeichen hervorgehoben ist, und drücken Sie dann den Knopf, um die Auswahl zu übernehmen.

- Anderenfalls: Drehen Sie den Knopf, um die Anzeigeintensität der Messkurve einzustellen, oder drücken Sie den Knopf, um die Anzeigeintensität auf 50 % zu setzen.

[Cursor]
Aktiviert den Cursor mit der letzten konfigurierten Cursor-Einstellung. Beim zweiten Drücken der Taste wird das Menü „Cursor“ geöffnet. Ist das Menü geöffnet, wird durch Drücken der Taste der Cursor deaktiviert und das Menü geschlossen.

[Meas]
Öffnet das Menü „Messung“, in dem Sie bis zu 8 parallele Messungen konfigurieren können. Welche Messarten verfügbar sind, hängt vom Typ der ausgewählten Messkurve ab.

[Intensity]
Öffnet das Menü „Intensitäten“ zum Einstellen der Helligkeit von Anzeigeelementen und des Nachleuchtens.

[QuickMeas]
Zeigt die Ergebnisse grundlegender automatischer Messungen für den ausgewählten Kanal unter dem Raster und direkt an der Messkurve an.

Drücken Sie die Taste, um Schnellmessungen zu stoppen.

Hinweis: Alle Kanäle außer dem ausgewählten Kanal sind ausgeblendet, wenn die Schnellmessung aktiv ist. Wenn Sie Schnellmessungen aktivieren, werden Cursor-Messungen automatisch deaktiviert. Deaktivieren Sie Schnellmessungen, bevor Sie die Cursor auswählen.

[History]
Aktiviert die History-Funktion und zeigt die Segmenttabelle an. Beim Aktivieren der History-Funktion wird eine laufende Erfassung gestoppt.

[FFT]
Aktiviert die Spektrumanalysefunktionen mit der letzten konfigurierten Einstellung. Beim zweiten Drücken der Taste wird das Menü „FFT“ geöffnet.

Drücken Sie zum Deaktivieren der Spektrumanalyse die Taste [FFT], bis die Zeitbereichsmesskurve angezeigt wird.

[Protocol]
Öffnet das Menü „Bus“, das die Konfiguration serieller und paralleler Busse und die Einstellungen für die Decodierung der Signale enthält. Die Schlüsselfunktion erfordert mindestens die Option R&S RTA-B1 oder eine der seriellen Protokolloptionen. Verfügbare Optionen finden Sie im Datenblatt.

[Gen]
Öffnet das Menü „Funktionsgenerator“, in dem Sie verschiedene Messkurven erstellen können. Für die Tastenfunktion ist Option R&S RTA-B6erforderlich.

[Apps Selection]
Öffnet den Dialog „Auswahl Applikationen“, in dem Sie die erforderliche Anwendung oder das erforderliche Protokoll für Ihre Aufgabe auswählen können, z. B. Maskentest oder CAN-Protokoll.

4.5 Symbolleiste verwenden

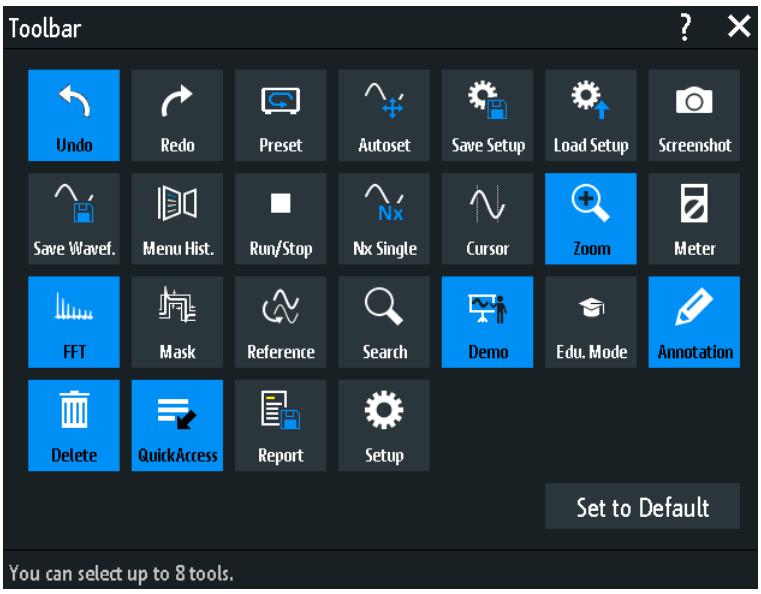
Die Werkzeugleiste am oberen Rand des Displays ermöglicht einen direkten Zugriff auf wichtige Steuerungs- und Messfunktionen. Die ausgewählte Funktion wird hervorgehoben. Standardmäßig enthält die Werkzeugleiste die am häufigsten verwendeten Funktionen. Sie können den Inhalt der Werkzeugleiste so konfigurieren, dass nur die gewünschten Funktionen angezeigt werden.

Einige der Werkzeugleistenfunktionen sind Ein-Klick-Aktionen. Sie werden sofort ausgeführt, wenn Sie auf das Symbol tippen. Andere Werkzeugleistenfunktionen sind interaktive Aktionen. Wenn Sie auf eine interaktive Aktion tippen, wird in einer Nachricht erläutert, was als Nächstes zu tun ist.

Werkzeugleiste konfigurieren

1. Tippen Sie auf das Symbol für „Werkzeugleisteneinstellungen“.

2. Deaktivieren Sie die nicht benötigten Funktionen.
3. Tippen Sie auf die Funktionen, die Sie benötigen. Sie können maximal acht Funktionen auswählen.



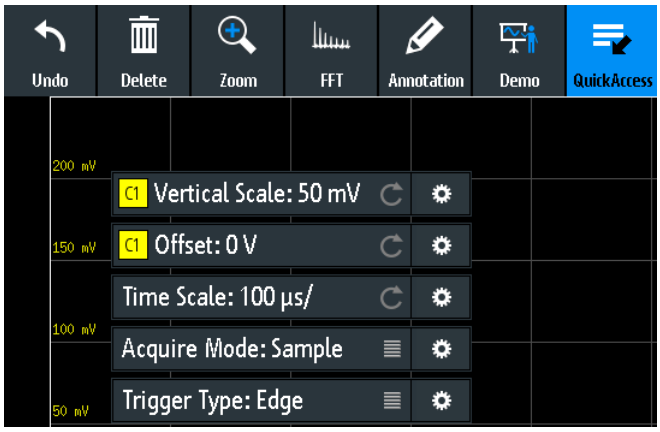
4. Schließen Sie das Dialogfeld.

4.6 Schnellzugriff

Wenn die Messaufgabe es erfordert, die Einstellungen in verschiedenen Menüs wiederholt zu ändern, können Sie den „Schnellzugriff“ verwenden. Der „Schnellzugriff“ ist ein benutzerdefiniertes Menü, das der Symbolleiste hinzugefügt werden kann.

Um den „Schnellzugriff“ zu konfigurieren gehen Sie wie folgt vor:

1. Fügen Sie das Symbol „Schnellzugriff“ der Symbolleiste hinzu, wie in „Werkzeugleiste konfigurieren“ auf Seite 45 beschrieben.
2. Fügen Sie dem Menü „Schnellzugriff“ die gewünschten Einstellungen und Funktionen hinzu:
   a) Öffnen Sie das Menü, das die Einstellung enthält.
   b) Ziehen Sie die Einstellung aus dem Menü und legen Sie sie im Diagramm ab. Die Einstellung wird dem „Schnellzugriff“ hinzugefügt.
   c) Wiederholen Sie die Schritte a) und b) für jede Einstellung und Funktion, die Sie für die Messaufgabe benötigen.



3. Um unerwünschte Einstellungen und Funktionen zu entfernen:
   a) Tippen Sie auf das Symbol ⚙ „Einstellungen“ der Funktion.
   b) Um die ausgewählte Einstellung oder Funktion zu löschen, tippen Sie auf „Löschen“.
   c) Um das gesamte Menü „Schnellzugriff“ zu löschen, tippen Sie auf „Alles löschen“.

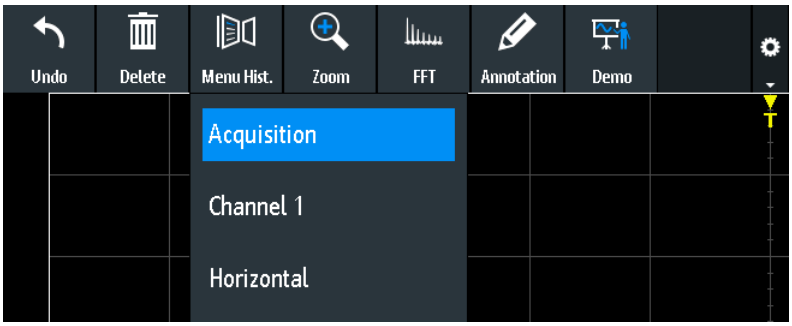
► Um das Menü „Schnellzugriff“ aus- oder einzublenden, tippen Sie auf das Symbol „Schnellzugriff“ auf der Symbolleiste.

4.7 Menü-History

Die Menü-History ist eine weitere Möglichkeit, die Nutzung des R&S RTA4000zu beschleunigen und zu vereinfachen.Die Menü-History ist ebenfalls ein benutzerdefi-

niertes Menü, das der Symbolleiste hinzugefügt werden kann. Sie protokolliert alle Menüs, die Sie während der aktuellen Sitzung verwendet haben.

1. Fügen Sie das Symbol „Menü-History“ der Symbolleiste hinzu, wie in „Werkzeugleiste konfigurieren“ auf Seite 45beschrieben.
2. Öffnen Sie einige Menüs und stellen Sie Parameter ein.
3. Tippen Sie auf das Symbol „Menü-History“ auf der Symbolleiste.
4. Tippen Sie auf das Menü, das Sie öffnen möchten.

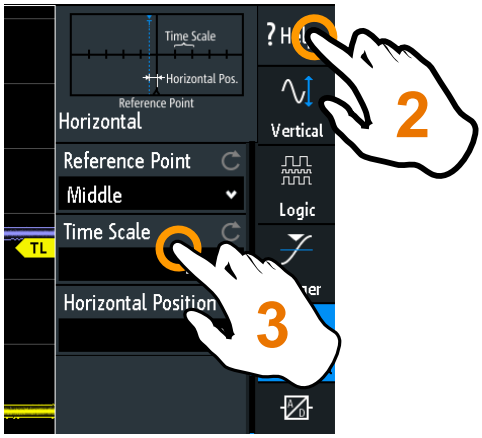


4.8 Hilfe

In den meisten Menüs und Dialogen erklären Grafiken die Bedeutung der ausgewählten Einstellung. Für weitere Informationen können Sie die Hilfe mit einer Funktionsbeschreibung der ausgewählten Einstellung aufrufen.

Hilfefenster öffnen

1. Tippen Sie auf das Symbol „Menü“ rechts unten auf dem Bildschirm.
2. Tippen Sie auf „Hilfe“ am Anfang des Hauptmenüs.
3. Tippen Sie auf die Einstellung, zu der Sie Informationen benötigen.



Hilfefenster schließen

► Tippen Sie auf „Hilfe“ am Anfang des Hauptmenüs oder auf das Symbol für „Schließen“ rechts oben im Hilfefenster.

5 Messkurveneinrichtung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Tastköpfe angeschlossen und eingestellt, die horizontalen und vertikalen Einstellungen angepasst und Erfassungen gesteuert werden.

5.1 Tastköpfe anschließen und ein Signal anzeigen

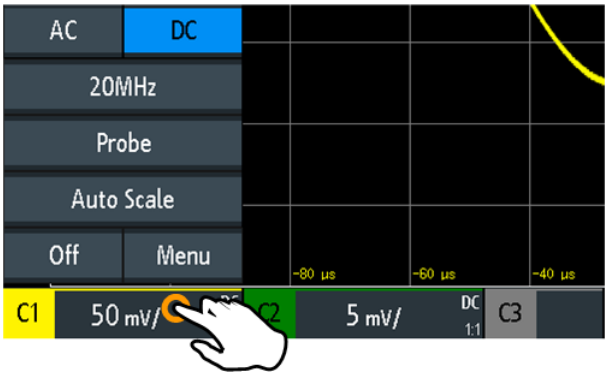
ACHTUNG

Gefahr eines Geräteschadens

Stellen Sie sicher, dass das Teilerverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

Die Dämpfung der mit dem Gerät gelieferten Tastköpfe entspricht dem Standardteilerfaktor 10:1 des Geräts. Wenn Sie nur die gelieferten Tastköpfe verwenden und den Teilerfaktor nicht geändert haben, ist keine Anpassung erforderlich.

1. Verbinden Sie die Tastköpfe zuerst mit den Kanaleingängen, dann mit dem Messobjekt.
2. Tippen Sie auf die Kompaktanzeige des genutzten Kanals in der unteren Zeile des Displays.



3. Tippen Sie auf „Tastkopf“.
4. Wählen Sie den Teilerfaktor des Tastkopfs aus.
   Der Teilerfaktor des Tastkopfs wird am Tastkopf angezeigt.

   Keine Dämpfung passiver Tastköpfe bei AC-Kopplung:
   Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

Strommessungen:
Bei Strommessungen mit einem Nebenschlusswiderstand als Strommesskopf müssen Sie den V/A-Wert des Widerstands mit der Dämpfung des Tastkopfs multiplizieren. Werden beispielsweise ein 1 Ω-Widerstand und ein 10:1-Tastkopf verwendet, hat der Widerstand den Wert 1 V/A. Der Teilerfaktor des Tastkopfs ist 0,1 und es ergibt sich eine Stromtastkopfdämpfung von 100 mV/A.

5. Wenn Sie mehrere Tastköpfe anschließen, wiederholen Sie die Schritte 2 bis 4 für die übrigen Kanäle.
6. Drücken Sie die Taste [Autoset].

[Autoset]
Die aktivierten analogen Kanalsignale werden analysiert und die horizontalen, vertikalen und Triggereinstellungen so angepasst, dass stabile Messkurven angezeigt werden.

Die Autoset-Funktion passt insbesondere die folgenden Einstellungen an:
- Vertikale Einstellungen der analogen Kanäle: vertikale Skala, Offset und Position
- Horizontale Einstellungen: Zeitskala (auch im Zoom-, Schnellmess-, FFT- und XY-Modus), horizontale Position des Triggers
- Trigger: automatischer Triggermodus und Flankentriggertyp (außer Mustertrigger), Triggerquelle auf aktives vorhandenes Signal, automatische Hysterese, Triggerkopplung auf DC, HF / Rauschunterdrückung ausschalten und Hold-Off
- Referenz- und mathematische Messkurven sind ausgeschaltet
- Anmerkungen werden gelöscht
- Menüs werden geschlossen

Bei der automatischen Einstellung werden die analogen und vertikalen Kanäle nicht ausgeschaltet, und die Einstellungen für den Gerätemodus, den Cursor, die Messung und den Messkurvengenerator werden nicht geändert.

Wenn Sie nur die vertikalen Einstellungen eines Kanals anpassen möchten, verwenden Sie die Funktion „Auto-Skalierung“ im Kanal-Kurzmenü, siehe Kapitel 5.3.2, „Kurzmenü für analoge Kanäle“, auf Seite 57.

Fernsteuerbefehl:
`AUToscale` auf Seite 454

[Preset]
Setzt das Gerät in den Scope-Modus und in den Grundzustand zurück, ohne das Signal zu analysieren. Die benutzerdefinierte Konfiguration, die Messungen und andere Einstellungen werden entfernt, und alle Kanäle und Messkurven, mit Ausnahme von Kanal 1, werden deaktiviert.

Eine Voreinstellung verändert die Geräteeinstellung nicht.

Siehe auch Kapitel 11.3, „Zurücksetzen“, auf Seite 245.

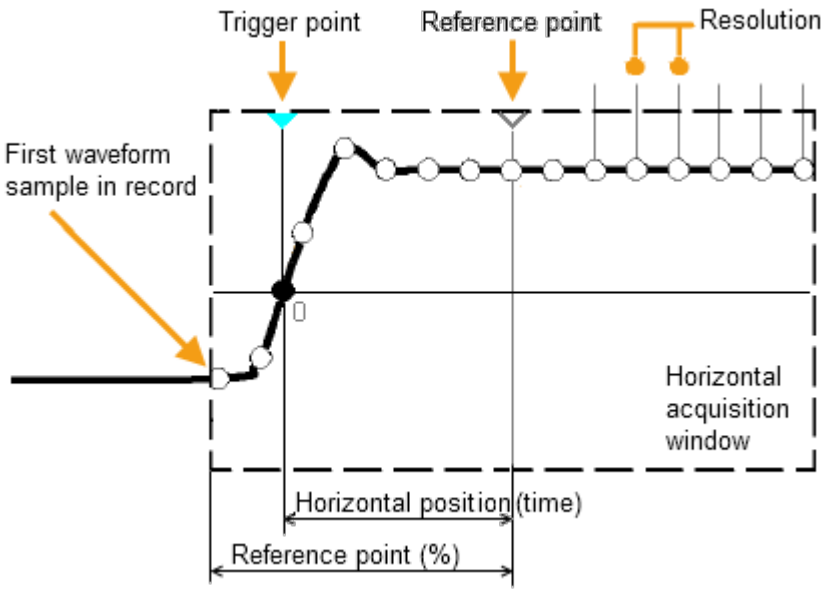
Fernsteuerbefehl:
`*RST` auf Seite 453

5.2 Horizontale Einstellung

Horizontale Einstellungen, auch als Zeitbasiseinstellungen bekannt, passen die Messkurven in horizontaler Richtung an.

Üblicherweise ist der Trigger der entscheidende Punkt in der Messkurvenaufzeichnung. In vielen Szenarien soll die Messkurve einige Zeit vor oder nach dem Trigger analysiert werden. Mithilfe der folgenden Parameter können Sie das horizontale Erfassungsfenster auf den gewünschten Messkurvenbereich einstellen:

- Die **horizontale Position** definiert den Zeitabstand des Triggerzeitpunkts (Nullpunkt des Diagramms) vom Referenzpunkt. Indem Sie die horizontale Position ändern, können Sie den Triggerzeitpunkt verschieben, sogar an eine Position außerhalb des Bildschirms.
- Der **Referenzpunkt** ist bei einer Neuskalierung das Zentrum der Zeitskala auf dem Bildschirm. Wird die Zeitskala geändert, bleibt der Referenzpunkt an seiner Position auf dem Bildschirm und die Skala wird zu beiden Seiten des Referenzpunkts gestreckt oder komprimiert.

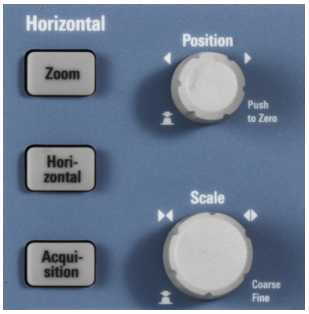


Anders als bei vertikalen Einstellungen, die messkurvenspezifisch sind, gelten die horizontalen Einstellungen für alle aktiven Messkurven.

Es gibt mehrere Möglichkeiten zum Anpassen horizontaler Einstellungen:

- Mit den Bedienelementen im Horizontal-Funktionsblock an der Frontplatte können Sie die Messkurven skalieren und die Position festlegen.
- Ziehen Sie einen Finger horizontal über den Bildschirm, um die horizontale Position zu ändern. Durch Spreizen oder Zusammenführen von zwei Fingern können Sie die horizontale Skalierung ändern.
- Über das Kurzmenü lassen sich Skalierung und Position anpassen.
- Über das Vollmenü lassen sich alle horizontalen Einstellungen anpassen.

5.2.1 HORIZONTAL-Bedienelemente



[Position]
Ändert die Triggerposition, den Zeitabstand zwischen Triggerzeitpunkt und Referenzpunkt (Triggeroffset). Der Triggerzeitpunkt ist der Nullpunkt des Diagramms. Damit kann der Triggerzeitpunkt auch außerhalb des Diagramms gesetzt und das Signal für einen gewissen Zeitraum vor und nach dem Trigger analysiert werden.

Drehen im Uhrzeigersinn verschiebt die Position nach rechts, durch Drücken des Knopfs wird der Wert auf null zurückgesetzt. Der aktuelle Wert wird in der Informationsleiste angezeigt.

Im Zoom- und FFT-Modus wird mit dem Knopf die Position im aktiven Diagramm festgelegt. Tippen Sie auf das Diagramm, das Sie anpassen möchten. Ist ein Zoom aktiv, wird entweder die Position des Zoomfensters oder die Triggerposition geändert. In einem FFT-Diagramm wird mit dem Knopf die Mittenfrequenz im Frequenzbereich oder die Triggerposition im Zeitbereich geändert.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:POSition` auf Seite 473
`REFCurve<m>:HORizontal:POSition` auf Seite 506
`TIMebase:ZOOM:TIME` auf Seite 498

[Scale]
Passt die Zeitskala der horizontalen Achse für alle Signale an (auch als Zeitbasis bekannt).

Durch Drehen im Uhrzeigersinn werden die Messkurven gestreckt, der Skalierungswert time/div wird verkleinert. Drücken Sie den Knopf, um zwischen Grob- und Feinjustierung der Skala zu wechseln. Der aktuelle Wert wird in der Informationsleiste angezeigt.

In einem Zoomdiagramm wird mit dem Knopf die Zoomskala geändert. In einem FFT-Diagramm wird mit dem Knopf die Darstellbreite geändert. Tippen Sie auf das Diagramm, das Sie anpassen möchten.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:SCALe` auf Seite 473
`REFCurve<m>:HORizontal:SCALe` auf Seite 506
`TIMebase:ZOOM:SCALe` auf Seite 498

[Zoom]
Aktiviert oder deaktiviert den Zoom mit der letzten Konfiguration.

Siehe auch Kapitel 7.1, „Zoom“, auf Seite 106.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:ZOOM:STATe` auf Seite 498

[Horizontal]
Öffnet das Menü zum Konfigurieren von horizontaler Skalierung, Position und Referenzpunkt. Die aktuelle Skalierung und Position werden in der oberen Informationsleiste angezeigt.

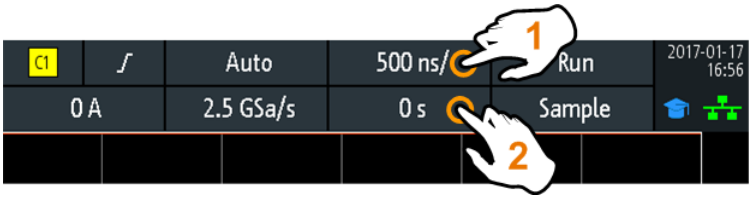
Wenn der Zoom aktiv ist, enthält dieses Menü auch die Zoomskala und Zoomposition.

[Acquisition]
Öffnet das Menü „Erfassung“. Hier können Sie die Verarbeitung der Daten steuern, also wie die Messkurve aus den erfassten Abtastwerten erstellt wird. Der aktuelle Erfassungsmodus wird in der oberen Informationsleiste angezeigt.

Siehe auch Kapitel 5.5, „Erfassungseinstellungen“, auf Seite 76.

5.2.2 Direktzugriff auf horizontale Einstellungen

Sie können die horizontale Skalierung und die Position über Direktzugriffe am oberen Rand des Displays anpassen. Die Kompaktanzeigen enthalten die aktuellen Werte.

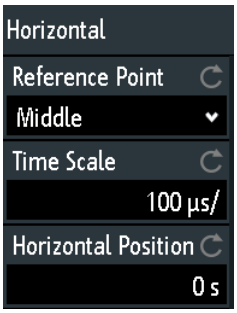


1 = Horizontale Skalierung anpassen
2 = Horizontale Position anpassen

5.2.3 Horizontale Einstellungen

Das „Horizontal“-Vollmenü enthält alle horizontalen Einstellungen. Im Zoommodus enthält das Menü auch Zoomeinstellungen.

► Drücken Sie zum Öffnen des Menüs die Taste [Horizontal].



Referenzpunkt
Definiert den Zeitreferenzpunkt im Diagramm. Er wird durch ein graues Dreieck am unteren Rand des Diagramms markiert.

Der Referenzpunkt bestimmt, welcher Teil der Messkurve angezeigt wird. Standardmäßig wird der Referenzpunkt in der Mitte des Fensters angezeigt. Sie können ihn nach links oder rechts verschieben.

Der Referenzpunkt ist bei einer Neuskalierung das Zentrum der Zeitskala auf dem Bildschirm. Wird die Zeitskala mit dem [Scale]-Drehknopf geändert, bleibt der Referenzpunkt an seiner Position auf dem Bildschirm und die Skala wird zu beiden Seiten des Referenzpunkts gestreckt oder komprimiert. Wenn Sie die Zeitskala durch Spreizen und Zusammenführen von zwei Fingern auf dem Touchscreen ändern, wird der Referenzpunkt zwischen den Fingern festgelegt.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:REFerence` auf Seite 473

Zeitbasis
Gibt die Zeitskala der horizontalen Achse für alle Signale an (auch als Zeitbasis bekannt). Die Skalierung wird in der Informationsleiste über dem Raster angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:SCALe` auf Seite 473

Horizontale Position
Gibt die Triggerposition an, den Zeitabstand zwischen Triggerzeitpunkt und Referenzpunkt (Triggeroffset). Der Triggerzeitpunkt ist der Nullpunkt des Diagramms. Indem Sie die horizontale Position ändern, können Sie den Triggerzeitpunkt verschieben, auch an eine Position außerhalb des Bildschirms.

Wenn ein Abschnitt der Messkurve, der eine bestimmte Zeit vor oder nach dem Trigger liegt, angezeigt werden soll, geben Sie diese Zeit als horizontale Position ein. Der gewünschte Messkurvenabschnitt wird rund um den Referenzpunkt angezeigt. Geben Sie positive Werte ein, um Messkurvenabschnitte nach dem Trigger zu sehen. Die Messkurve und das ursprüngliche Diagramm werden nach links verschoben.

Der Wert wird in der Informationsleiste über dem Raster angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:POSition` auf Seite 473

5.3 Vertikale Einstellungen

Die Bedienelemente und Parameter des vertikalen Systems passen die vertikale Skalierung und Position der Messkurve und die Messkurvenanzeige an. Auch die Tastkopfeinstellungen gehören zur vertikalen Einstellung.

Die Kanalbezeichnungen am unteren Rand des Displays zeigen die grundlegenden vertikalen Einstellungen: vertikale Skala (z. B. Kanal 3 in der Abbildung unten: 500 mV/Div), Kopplung (AC), Sondenabschwächung (10:1) und Bandbreite (falls begrenzt). Begrenzungen einer Messkurve werden durch orange Pfeile angezeigt. Am oberen

Rand der Kompaktanzeige des ausgewählten Kanals befindet sich eine hellere farbige Linie.

Bild 5-1: Kanal-Kompaktanzeigen. Kanal 3 ist ausgewählt. Messkurve von Kanal 1 ist begrenzt.

Es gibt mehrere Methoden zum Anpassen vertikaler Einstellungen:

- Mit den Bedienelementen im Vertical-Funktionsblock der Frontplatte können Sie den Kanal auswählen, die Messkurve skalieren und die Position einstellen.
- Ziehen Sie einen Finger vertikal über den Bildschirm, um die Position der ausgewählten Kanalmesskurve zu ändern.
- Indem Sie zwei Finger in vertikaler Richtung spreizen oder zusammenführen, können Sie die vertikale Skalierung der ausgewählten Messkurve ändern.
- Verwenden Sie das Kurzmenü, um die Kopplung und den Tastkopf einzustellen und um die vertikale Skala automatisch zu setzen.
- Über das Vollmenü lassen sich alle vertikalen Einstellungen anpassen.

5.3.1 VERTICAL-Bedienelemente

[Ch <n>]
Es ist für jeden analogen Kanal eine Kanaltaste verfügbar. Ist der Kanal aktiv, leuchtet die Taste in der Farbe des Kanals.

Welche Auswirkung das Drücken der Taste hat, hängt vom Status des Kanals ab:

- Wenn der Kanal deaktiviert ist: Aktiviert den Kanal und wählt ihn aus. Der Drehknopf daneben leuchtet in der Farbe des Kanals auf.
- Wenn der Kanal aktiviert ist und im Fokus (ausgewählt): Das entsprechende Kanalmenü wird geöffnet.
- Der Kanal ist aktiviert, jedoch nicht im Fokus (nicht ausgewählt): Die Messkurve des Kanals wird ausgewählt.
- Wenn der Kanal ausgewählt und das Menü geöffnet ist: Durch Drücken der Taste wird der Kanal deaktiviert.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:STATe` auf Seite 456

[Offset/Position (upper knob)]
Der obere Drehknopf ermöglicht abhängig von der ausgewählten Messkurve folgende Anpassungen:

- Offset oder Position eines analogen Kanals (Einstellung: Hauptmenü > „Vertikal“). Der visuelle Effekt ist derselbe. Während das Offset eine Spannung einstellt, ist die Position eine grafische Einstellung, angegeben in Skalenteilen.
- Vertikale Position einer mathematischen oder Referenzmesskurve, serieller Bus oder Logiktastkopf

Der Knopf leuchtet in der Farbe der ausgewählten Messkurve auf. Drehen im Uhrzeigersinn verschiebt die Messkurve nach oben. Ein Drücken der Taste hat folgende Auswirkungen:

- Analoge Kanäle, mathematische Messkurven und Busse: Der Wert wird auf Null gesetzt.
- Referenzmesskurven: Stellt auf die Originalposition oder auf 0 div ein.
- FFT und einzelne Bits eines Logiktastkopfs (Pod): Es wird der Standardwert eingestellt.
- Logiktastköpfe (Pods): Einstellung auf die Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:POSition` auf Seite 457
`CHANnel<m>:OFFSet` auf Seite 457
`CALCulate:MATH<m>:POSition` auf Seite 501
`REFCurve<m>:VERTical:POSition` auf Seite 506

[Scale]
Stellt die vertikale Skalierung auf Volt pro Skalenteil (V/div) ein, um die angezeigte Amplitude der ausgewählten Messkurve zu ändern. Für analoge Messkurven wird der Skalierungswert in der Messkurven-Kompaktanzeige am unteren Rand angezeigt. Der Knopf leuchtet in der Farbe der ausgewählten Messkurve auf.

Durch Drehen von [Scale] im Uhrzeigersinn wird die Messkurve gestreckt. Dabei wird der Skalierungswert V/div verkleinert. Drücken Sie den Knopf, um zwischen Fein- und Grobjustierung zu wechseln.

Um die maximale Auflösung der Messkurvenamplitude zu erhalten, sollten die Messkurven einen möglichst großen Teil der Anzeigehöhe abdecken.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:SCALe` auf Seite 457
`CALCulate:MATH<m>:SCALe` auf Seite 501
`REFCurve<m>:VERTical:SCALe` auf Seite 506

[Logic]
Aktiviert die Logikkanäle. Das zweite Drücken der Taste öffnet das Menü, in dem Sie digitale Kanäle für die Analyse auswählen und konfigurieren können. Ist das Menü geöffnet, werden die Logikkanäle durch Drücken der Taste deaktiviert.

Für die Tastenfunktion ist die MSO-Option R&S RTA-B1erforderlich.

Die Logikanalysatorfunktionen werden in Kapitel 15, „Logikanalysator (Option R&S RTA-B1, MSO)“, auf Seite 409beschrieben.

[Ref]
Zeigt die Referenzmesskurven mit ihrer letzten Konfiguration an. Der zweite Tastendruck öffnet das Menü, in dem Sie Referenzmesskurven auswählen, erstellen, speichern und laden können. Ist das Menü geöffnet, werden die Referenzmesskurven durch Drücken der Taste deaktiviert.

Referenzmesskurven werden in Kapitel 7.3, „Referenzmesskurven“, auf Seite 122beschrieben.

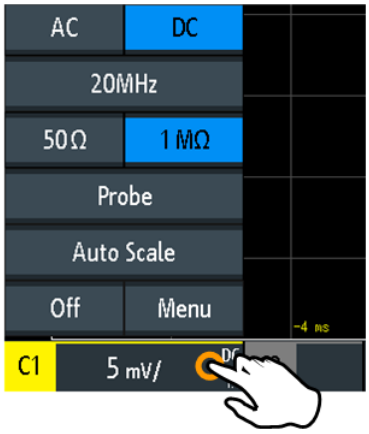
[Math]
Zeigt die mathematischen Messkurven mit ihrer letzten Konfiguration an. Eine mathematische Messkurve ist eine aus den erfassten Daten berechnete Messkurve. Der zweite Tastendruck öffnet das Menü, in dem Sie mathematische Messkurven konfigurieren und Formelsätze speichern und laden können. Ist das Menü geöffnet, werden die mathematischen Messkurven durch Drücken der Taste deaktiviert.

Die Mathematik wird in Kapitel 7.2, „Mathematik“, auf Seite 110beschrieben.

5.3.2 Kurzmenü für analoge Kanäle

Der Tastkopf und die Kopplung können über das Kurzmenü angepasst werden. Dort können Sie auch das Vollmenü öffnen und den Kanal ausschalten.

► Tippen Sie zum Öffnen des Kurzmenüs für einen Kanal auf die Kanal-Kompaktanzeige in der unteren Zeile des Displays.
Wenn der Kanal nicht ausgewählt wurde, tippen Sie zweimal: einmal zum Auswählen der Messkurve und einmal zum Öffnen des Kurzmenüs.



Funktionen im Kurzmenü:

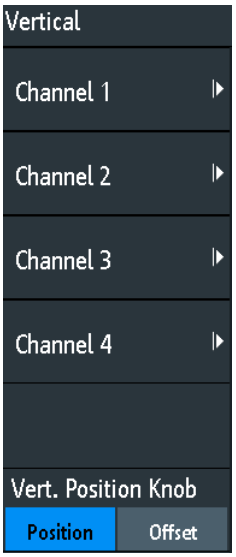
- „AC | DC“: siehe „Kopplung “ auf Seite 59.
- „<aktuelle Bandbreite>“ („20 MHz“ im Beispiel oben): siehe „Bandbreite“ auf Seite 60.
- Abschlusswiderstand: „1 MΩ“ oder „50 Ω“, siehe „Eingangswiderst.“ auf Seite 60.

- „Tastkopf“: Öffnet das Menü „Tastkopf“, siehe Kapitel 5.4.2, „Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker“, auf Seite 65.
- „Auto-Skalierung“: Analysiert das ausgewählte Kanalsignal und passt die vertikale Skalierung an. Diese Funktion ist nur im Kanal-Kurzmenü verfügbar.
- „Aus“: Schaltet den Kanal aus.
- „Menü“: Öffnet das Kanalmenü.

5.3.3 Vertikale Einstellungen

Das „Vertikal“-Vollmenü enthält alle vertikalen Einstellungen.

1. Um das Menü „Vertikal“ zu öffnen:
   a) Öffnen Sie das Hauptmenü.
   b) Wählen Sie „Vertikal“aus.
2. Wählen Sie den Parameter aus, der dem oberen vertikalen Drehknopf zugewiesen ist: „Offset“oder „Position“.
3. Öffnen Sie das Kanalmenü.



► Sie können das Kanalmenü direkt öffnen, indem Sie die entsprechende Kanaltaste drücken.
Wenn der Kanal aktiv war, jedoch nicht ausgewählt wurde, tippen Sie zweimal: einmal zum Auswählen der Messkurve und einmal zum Öffnen des Kurzmenüs.

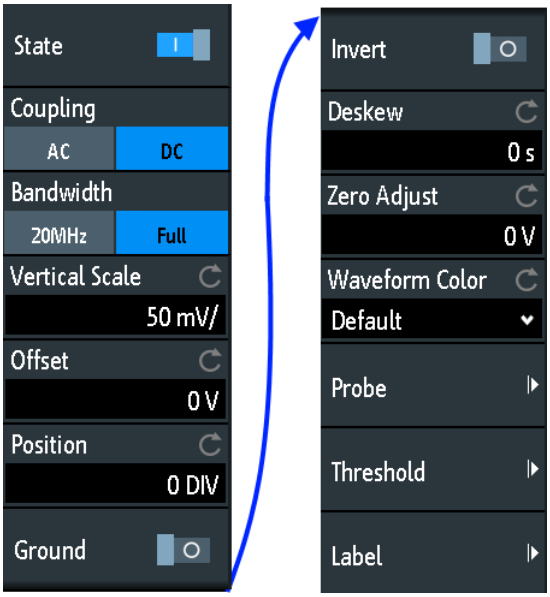


Bild 5-2: Kanalmenü, aufgeteilt in zwei Hälften

Vert. Positionsdrehknopf
Gibt den Parameter an, der mit [Offset/Position (upper knob)]: „Offset“ oder „Position“geändert werden soll. Als Standardeinstellung ist die Position gesetzt. [Preset] Dies hat keine Auswirkung auf die Zuweisung.

Kanal <n>
Öffnet das Kanalmenü.

Status
Schaltet den ausgewählten Kanal ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:STATe` auf Seite 456

Kopplung
Gibt die Eingangskopplung an, die den Signalpfad zwischen Eingangsanschluss und der folgenden internen Signalstufe beeinflusst. Die aktuelle Kopplung jedes Kanals wird in den Messkurven-Kompaktanzeigen unter dem Raster angezeigt.

„AC“ AC-Kopplung ist nützlich, wenn der DC-Anteil eines Signals nicht von Interesse ist. AC-Kopplung blockiert den DC-Anteil des Signals, sodass die Messkurve bei null Volt zentriert wird.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

„DC“ Bei DC-Kopplung passiert das Signal den Eingang unverändert, alle Signalanteile werden angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:COUPling` auf Seite 458

Eingangswiderst.
Passt die Eingangsimpedanz des Geräts an die Impedanz des Messobjekts an. Bei einem aktiven Tastkopf von Rohde & Schwarz wird der Eingangswiderstand aus dem Tastkopf gelesen - und beträgt normalerweise 50 Ω.

„1 MΩ“ Ein hoher Eingangswiderstand minimiert die Rückwirkung auf das Messobjekt. Dieser Wert wird automatisch eingestellt, wenn ein passiver Tastkopf angeschlossen ist, und ist nicht änderbar.

„50 Ω“ Wird für Messsysteme mit einem Wellenwiderstand von 50 Ω verwendet. Der Eingangswiderstand des Oszilloskops minimiert die Reflexionen entlang des Signalpfads und erhöht die Genauigkeit von Messergebnissen. Die DC-Kopplung wird automatisch eingestellt. Der 50 Ω-Eingangswiderstand wird in den Messkurven-Kompaktanzeigen durch ein Ωangezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:COUPling` auf Seite 458

Bandbreite
Gibt die Bandbreitengrenze an. Bei voller Bandbreite werden alle Frequenzen im angegebenen Bereich des Geräts erfasst und exakt mit weniger als 3 dB-Dämpfung angezeigt. Für die meisten Anwendungen wird die volle Bandbreite verwendet.

Um Rauschen zu verringern, können Sie eine Frequenzgrenze festlegen. Höhere Frequenzen werden aus dem Signal entfernt. Eine begrenzte Bandbreite wird durch „B_W“ in der Messkurven-Kompaktanzeige angezeigt.

Bei analogen Anwendungen bestimmt die höchste Signalfrequenz die erforderliche Oszilloskopbandbreite. Die Oszilloskopbandbreite sollte mindestens um das Dreifache über der maximalen Frequenz im analogen Testsignal liegen, um die Amplitude ohne Alias-Effekt zu messen.

Die meisten Testsignale sind komplexer als eine einfache Sinuswelle und enthalten mehrere Spektralanteile. Ein digitales Signal setzt sich beispielsweise aus mehreren ungeraden Harmonischen zusammen. Bei digitalen Signalen sollte die Oszilloskopbandbreite mindestens um das Fünffache über der zu messenden Taktfrequenz liegen.

Das Oszilloskop ist kein autonomes System. Sie benötigen einen Tastkopf zum Messen des Signals und der Tastkopf hat auch eine begrenzte Bandbreite. Durch die Kombination von Oszilloskop und Tastkopf entsteht eine Systembandbreite. Um den Einfluss des Tastkopfs auf die Systembandbreite zu verringern, sollte die Tastkopfbandbreite die Bandbreite des Oszilloskops überschreiten; der empfohlene Faktor ist 1,5 x Oszilloskopbandbreite.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:BANDwidth` auf Seite 458

Vertikale Skala
Stellt die vertikale Skalierung auf Volt pro Skalenteil (V/div) ein, um die angezeigte Amplitude der ausgewählten Messkurve zu ändern. Der aktuelle Wert wird in der Messkurven-Kompaktanzeige unter dem Raster angezeigt.

Die vertikale Skalierung wirkt sich direkt auf die Auflösung der Messkurvenamplitude aus. Um die volle Auflösung des A/D-Wandlers zu erhalten, sollten die Messkurven einen möglichst großen Teil der Diagrammhöhe abdecken.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:SCALe` auf Seite 457

Offset
Stellt die Offset-Spannung ein, die ein offset-beeinflusstes Signal korrigiert. Die vertikale Mitte des ausgewählten Kanals wird um den Offsetwert verschoben und das Signal innerhalb des Diagrammbereichs neu positioniert. Mit [Autoset] wird das Offset automatisch eingestellt.

Das Offset wird beim Messen von kleinen AC-Spannungen verwendet, die von höheren DC-Spannungen überlagert werden. Anders als bei der AC-Kopplung, geht der DC-Anteil des Signals bei einem eingestellten Offset nicht verloren.

Ist ein aktiver Tastkopf angeschlossen, werden die Offsetgrenzwerte durch den Tastkopf bestimmt. Die zulässigen Werte finden Sie in der Dokumentation zum Tastkopf.

Ist ein aktiver differenzieller Tastkopf angeschlossen, stellen Sie das Gleichtaktoffset ein, um eine Gleichspannung, die an beiden Eingangsanschlussdosen (bezogen auf die Masseanschlussdose) anliegt, zu kompensieren. Auf diese Weise können Sie auf differenziellen Signalen mit hohen Gleichtaktpegeln messen. Die Gleichtakteingangsspannung kann mit dem R&S ProbeMeter gemessen werden.

Wenn Sie einen modularen R&S RT-ZM Tastkopf verwenden, ist „Offset“ das Differenz-Offset. Der Differenz-Offset ist eine Gleichspannung, die zwischen dem (V_p) und dem negativen (V_n) Eingangsanschluss an der Tastkopfspitze angelegt wird. Der Gleichtakt-Offset wird separat im Menü „Tastkopf“ eingestellt.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:OFFSet` auf Seite 457

Position
Verschiebt das ausgewählte Signal im Diagramm nach oben oder unten. Während das Offset eine Spannung einstellt, ist die Position eine grafische Einstellung, angegeben in Skalenteilen. Der visuelle Effekt ist derselbe wie für das Offset.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:POSition` auf Seite 457

Masse
Verbindet den Eingang mit einer virtuellen Masse. Alle Kanaldaten werden auf 0 V gesetzt. Die Masseverbindung ist mit ⏚ gekennzeichnet. Die Masseeinstellung hat keine Auswirkung auf die Kopplung.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:COUPling` auf Seite 458

Invertieren
Schaltet die Invertierung der Signalamplitude ein oder aus. Invertieren bedeutet, dass die Spannungswerte aller Signalanteile gegen das Erdpotenzial reflektiert werden. Die Invertierung wirkt sich nur auf die Anzeige des Signals aus, nicht auf den Trigger.

Beispiel: Wenn das Oszilloskop auf der steigenden Flanke triggert, wird der Trigger durch die Invertierung nicht geändert, aber die eigentlich steigende Flanke wird als fallende Flanke angezeigt.

Invertierung wird in den Messkurven-Kompaktanzeigen durch eine Linie über dem Kanalnamen angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:POLarity` auf Seite 459

Deskew
Gibt eine Zeitverzögerung für den ausgewählten Kanal an.

Deskew kompensiert Laufzeitdifferenzen zwischen Kanälen, die durch unterschiedliche Kabellängen, Tastköpfe und andere Quellen verursacht werden. Korrekte Deskew-Werte sind wichtig für eine genaue Triggerung. Signale, die über Leitungen mit unterschiedlichen Längen geführt werden, haben eine andere Signallaufzeit. Diese Verzögerung kann zu einer nicht synchronen Messkurvenanzeige führen. Zum Beispiel hat ein Koaxkabel mit einer Länge von 1 Meter eine Laufzeit von typischerweise 5,3 ns.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:SKEW` auf Seite 459

Nullpunktabgleich
Unterschiede bei den Erdpotenzialen von Messobjekt und Oszilloskop können größere Nullpunktfehler verursachen, die sich auf die Messkurve auswirken. Ist das Messobjekt massebezogen, korrigiert der „Nullpunktabgleich“ den Nullpunktfehler und setzt den Tastkopf auf den Nullpegel.

Sie können den Nullpunktfehler bewerten, indem Sie den Mittelwert eines Signals, das null zurückgibt, messen.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:ZOFFset[:VALue]` auf Seite 459

Kurvenfarbe
Gibt die Farbskala für die Messkurvenfarbe an. Jede Skala besteht aus mehreren Farben, von denen jede für eine bestimmte Vorkommenshäufigkeit steht.

„Temperatur“	Anzeige in Temperaturfarben. Blau steht für ein seltenes Vorkommen der Abtastwerte, während weiß ein häufiges Vorkommen anzeigt.
„Regenbogen“	Anzeige in Regenbogenfarben. Blau steht für ein seltenes Vorkommen der Abtastwerte, während rot ein häufiges Vorkommen anzeigt.
„Feuer“	Anzeige in Feuerfarben. Gelb steht für ein seltenes Vorkommen der Abtastwerte, während rot ein häufiges Vorkommen anzeigt.
„Einfarbig“	Die Messkurve wird in ihrer Standardfarbe angezeigt (monochrom).

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:WCOLor` auf Seite 460

Tastkopf
Siehe Kapitel 5.4.2, „Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker“, auf Seite 65 und Kapitel 5.4.3, „Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit Rohde & Schwarz-Schnittstelle“, auf Seite 66.

Schwellenwert
Siehe Kapitel 5.3.4, „Schwellenwerteinstellungen“, auf Seite 63.

Bezeichnung
Siehe Kapitel 5.3.5, „Beschriftungseinstellungen“, auf Seite 64.

5.3.4 Schwellenwerteinstellungen

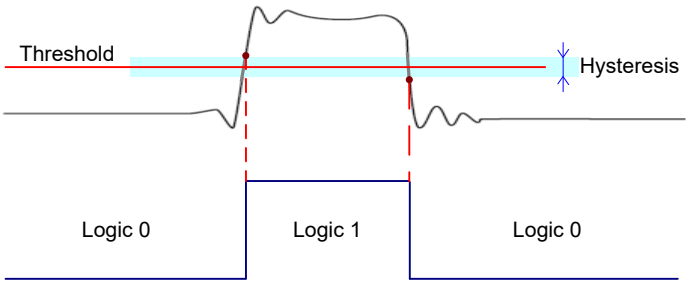
Ein Schwellenwert wird zur Digitalisierung von analogen Signalen verwendet. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High (1 bzw. "true" für boolesche Logik). Liegt der Signalwert dagegen unter dem Schwellenwert, gilt der Signalzustand als Low (0 bzw. "false").

Zugriff: [Ch <n>] > „Schwellenwert“ (abwärts blättern).

Schwellenwert
Ein Schwellenwert wird zur Digitalisierung von analogen Signalen verwendet. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High (1 bzw. "true" für boolesche Logik). Liegt der Signalwert dagegen unter dem Schwellenwert, gilt der Signalzustand als Low (0 bzw. "false").

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

Hysterese
Geben Sie die Hysterese an, um zu verhindern, dass sich Signalzustände durch Rauschen ändern. Wenn das Signal innerhalb des Hysteresebereichs oszilliert und den Schwellenwert kreuzt, findet kein Zustandsübergang statt.



Die numerischen Werte von „Klein“, „Mittel“ und „Groß“ für Hysterese entsprechen der vertikalen Skalierung.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

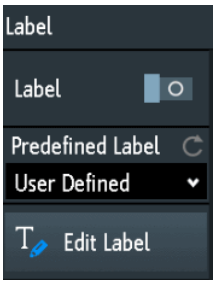
Schwelle suchen
Das Gerät analysiert den Kanal und stellt den Schwellenwert für die Digitalisierung ein. Kann kein Pegel gefunden werden, bleibt der bestehende Wert unverändert und Sie können die Schwellenwerte manuell festlegen.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461

5.3.5 Beschriftungseinstellungen

Im Menü „Bezeichnung“ können Sie einen Namen für die ausgewählte Messkurve angeben.

Zugriff: [Ch <n>] > „Bezeichnung“ (abwärts blättern).



Bezeichnung
Aktiviert oder deaktiviert die Anzeige der Beschriftung. Die Beschriftung wird an der Messkurve am rechten Rand des Displays angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:LABel:STATe` auf Seite 462
`CHANnel<m>:LABel` auf Seite 461

Vordefiniert
Ermöglicht die Auswahl einer vordefinierten Beschriftung. Der Text kann mit „Bezeichnung editieren“ bearbeitet werden.

Bezeichnung editieren
Öffnet eine On-Screen-Tastatur zur Eingabe einer Beschriftung. War bereits eine vordefinierte Beschriftung ausgewählt, wird sie im Eingabefeld angezeigt und Sie können sie ändern.

Der Name darf maximal acht Zeichen lang sein und kann nur ASCII-Zeichen enthalten, die auf der On-Screen-Tastatur verfügbar sind.

5.4 Tastköpfe

Bei einem R&S RTA4000 können Sie verschiedene Tastkopfvarianten einsetzen. Meistens handelt es sich dabei um passive und aktive Spannungstastköpfe, aber auch Stromtastköpfe werden unterstützt.

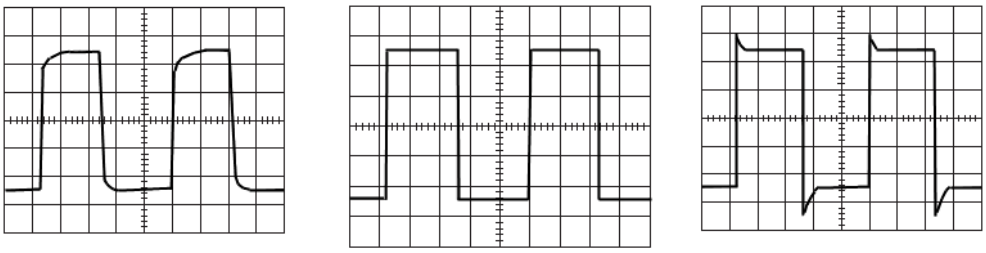
Das Menü „Tastkopf“ enthält alle tastkopfrelevanten Informationen. Die Funktionalität des Menüs ändert sich je nach Art des angeschlossenen Tastkopfs. Tastköpfe mit Rohde & Schwarz Tastkopfschnittstelle (Tastkopfbox) werden vom Gerät erkannt. Das R&S RTA4000 liest die wichtigsten Merkmale des Tastkopfs aus und zeigt sie an. Tastköpfe, die nicht automatisch erkannt werden, erfordern eine manuelle Einstellung von Messeinheit und Dämpfung.

5.4.1 Passive Tastköpfe abgleichen

Wenn Sie einen passiven Tastkopf verwenden, müssen Sie ihn abgleichen, wenn Sie ihn das erste Mal an das Gerät anschließen. Beim Abgleich wird die Kapazität des Tastkopfkabels an die Kapazität des Oszilloskopeingangs angepasst. Diese Anpassung gewährleistet eine hohe Amplitudengenauigkeit von DC bis zur Maximalfrequenz. Ein schlecht abgeglichener Tastkopf mindert die Leistung des Tastkopf/Oszilloskop-Systems und führt zu Messfehlern und damit zu verzerrten Messkurven und ungenauen Ergebnissen.

An der Frontplatte befinden sich zwei Steckerpins für den Abgleich. Der linke Pin hat Erdpotenzial. Der andere Pin liefert ein Rechtecksignal für den Abgleich.

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Tippen Sie auf „TK-Abgleich“.
3. Folgen Sie den Anweisungen des Assistenten. Er führt Sie durch den Kompensationsprozess.
   Nutzen Sie den Kompensationstrimmer des Tastkopfs, um eine optimale Rechteckanzeige zu erhalten. Ausführliche Informationen hierzu finden Sie in der Dokumentation zum jeweiligen Tastkopf.



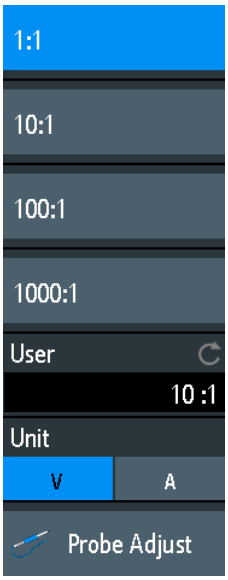
unterkompensiert optimal überkompensiert

5.4.2 Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker

Für passive Tastköpfe, die mit einem BNC-Anschluss verbunden sind, geben Sie die Tastkopfdämpfung und die Einheit an. Außerdem können Sie einen Abgleich für den Tastkopf starten. Alle Einstellungen sind kanalspezifisch. Bei der Angabe der Dämpfung können Sie einen vordefinierten Faktor, z. B. „10:1“, auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert eingeben.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts blättern). Oder: Kurzmenü > „Tastkopf“.



Benutzer
Wenn die Standardwerte nicht passen, können Sie einen beliebigen Dämpfungsfaktor eingeben. Die vertikale Skalierung und die Messwerte werden mit diesem Faktor multipliziert, sodass die angezeigten Werte mit den ungeteilten gemessenen Signalwerten übereinstimmen.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual` auf Seite 462
`PROBe<m>:SETup:GAIN:MANual` auf Seite 463

Einheit
Gibt die Einheit an, die mit dem Tastkopf gemessen werden kann.
- V - für Spannungsmessungen
- A - für Strommessungen

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT` auf Seite 462
`PROBe<m>:SETup:GAIN:UNIT` auf Seite 463

TK-Abgleich
Startet den Tastkopfabgleich. Ein Assistent führt Schritt für Schritt durch den Abgleich.

5.4.3 Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit Rohde & Schwarz-Schnittstelle

Tastköpfe mit der Tastkopfschnittstelle von Rohde & Schwarz verfügen über einen integrierten Datenspeicher, der Identifikationsdaten und individuelle Tastkopfkorrektur-

parameter enthält. Das R&S RTA4000 kann diese Tastköpfe erkennen und die Daten auslesen, z. B. Bandbreite, Eingangswiderstand und Dämpfung. Für diese Parameter ist kein Abgleich erforderlich.

Andere Parameter wie der Offsetwert für den ausgewählten Kanal, die Mikrotasteraktion und weitere tastkopfspezifische Einstellungen werden im Tastkopfmenü definiert. Das Tastkopfmenü öffnet sich automatisch, wenn der Tastkopf eingesteckt wird.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts blättern). Oder: Kurzmenü > „Tastkopf“.

Das Menü enthält die Einstellungen für den erkannten Tastkopf. Wird kein Tastkopf erkannt, wird das Standardmenü für Tastköpfe am BNC-Anschluss angezeigt. Die Kanal-Kompaktanzeige am unteren Rand gibt den Tastkopftyp und Kopplung oder Widerstand an.

5.4.3.1 Aktive massebezogene Breitbandtastköpfe

Aktive massebezogene Tastköpfe wie R&S RT-ZS10 und R&S RT-ZS20 stellen spezielle Funktionen bereit: die Mikrotaste und das ProbeMeter. Das ProbeMeter misst DC-Spannungen zwischen der Tastkopfspitze und Masse. Wenn der Tastkopf angeschlossen ist und vom Gerät erkannt wird, sind im Menü „Tastkopf“ spezielle Funktionen verfügbar.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts scrollen) oder Kurzmenü > „Tastkopf“

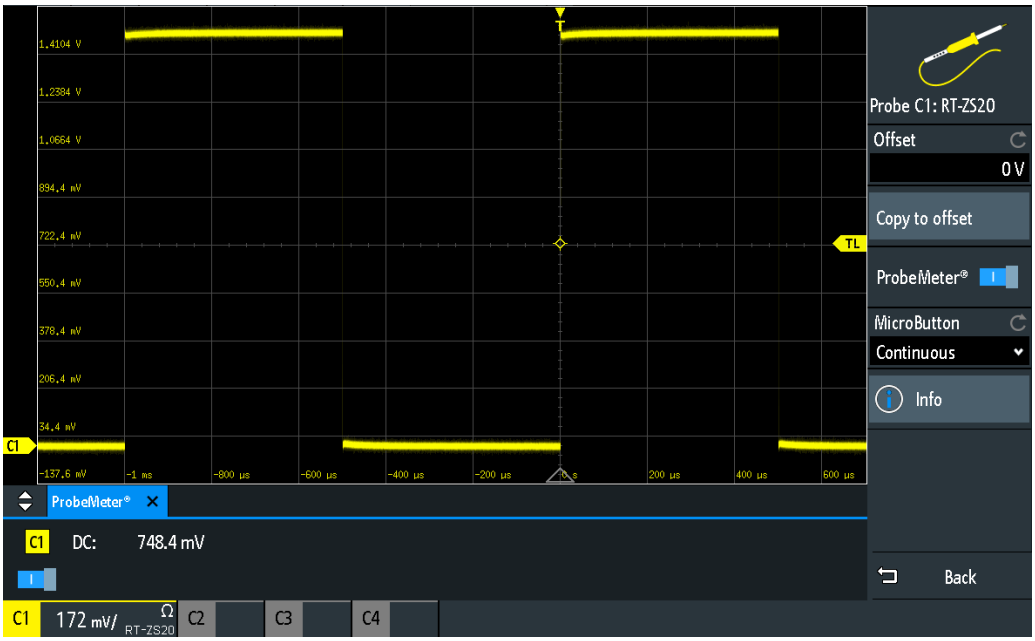


Bild 5-3: Tastkopfeinstellungen des R&S RT-ZS20 mit ProbeMeter-Messung

Offset
Wie „Offset“ im Menü „Vertikal“ (siehe „Offset“ auf Seite 61).

Nach Offset kopieren
Setzt den Offset auf den Mittelwert der DC-Messung des ProbeMeter.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:PMToffset` auf Seite 467

ProbeMeter®
Zeigt das Messergebnis des integrierten R&S ProbeMeter von aktiven Rohde & Schwarz Spannungstastköpfen.

Wenn ein massebezogener oder Power-Rail-Tastkopf angeschlossen ist, misst das ProbeMeter Gleichspannungen zwischen der Sondenspitze und dem Erdungsanschluss und ermöglicht erdungsbezogene Messungen von Spannungen.

Wenn ein Differenztastkopf angeschlossen ist, misst das ProbeMeter Differenz- und Gleichtaktspannungen.

Das ProbeMeter misst kontinuierlich und parallel zu den Messungen des Oszilloskops. Das Ergebnis wird unter dem Raster angezeigt. Sie können das ProbeMeter über die Schaltfläche unter den Ergebnissen ausschalten.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:PMETer:VISibility`, `PROBe<m>:SETup:OFFSwitch` auf Seite 471
`PROBe<m>:PMETer:RESults:SINGle?`, `PROBe<m>:SETup:DCOFfset?` auf Seite 471
`PROBe<m>:PMETer:RESults:COMMon?` auf Seite 471
`PROBe<m>:PMETer:RESults:DIFFerential?` auf Seite 472
`PROBe<m>:PMETer:RESults:NEGative?` auf Seite 472
`PROBe<m>:PMETer:RESults:POSitive?` auf Seite 472

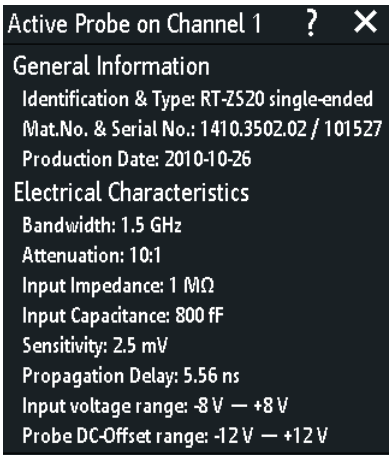
MicroButton
Aktive Tastköpfe von Rohde & Schwarz besitzen einen konfigurierbaren Mikrotaster an der Tastkopfspitze. Durch Drücken dieses Tasters können Sie eine Aktion auf dem Gerät direkt über den Tastkopf ausführen. Während der Ausführung interner, automatischer Prozesse, z. B. Selbstabgleich, Autoset und Pegelsuche, ist der Taster deaktiviert.

Wählen Sie die Aktion aus, die Sie über den Tastkopf starten möchten.

„Keine“	Wählen Sie diese Option aus, um unerwünschte Aktionen aufgrund einer unabsichtlichen Betätigung des Mikrotasters zu verhindern.
„Start/Stopp“	Startet die kontinuierliche Erfassung (entspricht der Taste [Run Stop]). Die Erfassung läuft so lange, bis der Mikrotaster erneut gedrückt wird.
„Einzel“	Startet eine einzelne Erfassung.
„Autoset“	Startet das Autoset-Verfahren.
„TK-Einstellung“	Öffnet das Tastkopfmenü.
„ProbeMeter®“	Zeigt das Ergebnis der ProbeMeter-Messung oder blendet es aus.
„Screenshots“	Speichert einen Screenshot.
„OneTouch“	Löst die zugewiesenen OneTouch-Aktionen aus, mit der gleichen Wirkung wie das Drücken der Taste 📷.
„Nach Offset kopieren“	Setzt den Offset auf den Mittelwert der DC-Messung des ProbeMeter.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:MODE` auf Seite 464

Info
Zeigt allgemeine Informationen über den angeschlossenen Tastkopf an, z. B. Typ, Seriennummer und Produktionsdatum. Darunter werden elektrische Eigenschaften wie Bandbreite, Teilerfaktor, Eingangskapazität und -impedanz, Spannung und DC-Offsetbereich angezeigt.



Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:NAME?` auf Seite 466
`PROBe<m>:ID:BUILd?` auf Seite 464
`PROBe<m>:ID:PARTnumber?` auf Seite 464
`PROBe<m>:ID:PRDate?` auf Seite 465
`PROBe<m>:ID:SRNumber?` auf Seite 465
`PROBe<m>:ID:SWVersion?` auf Seite 465
`PROBe<m>:SETup:BANDwidth?` auf Seite 466
`PROBe<m>:SETup:ATTenuation[:AUTO]?` auf Seite 466
`PROBe<m>:SETup:GAIN[:AUTO]?` auf Seite 466
`PROBe<m>:SETup:CAPacitance?` auf Seite 467
`PROBe<m>:SETup:IMPedance?` auf Seite 467

5.4.3.2 Aktive differenzielle Breitbandtastköpfe

Aktive differenzielle Tastköpfe wie R&S RT-ZD10 und R&S RT-ZD20 stellen spezielle Funktionen bereit: die Mikrotaste und das ProbeMeter. Das ProbeMeter misst die differenzielle oder Gleichtaktspannung. Wenn der Tastkopf angeschlossen ist und vom Gerät erkannt wird, sind im Menü „Tastkopf“ spezielle Funktionen verfügbar.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts scrollen) oder Kurzmenü > „Tastkopf“

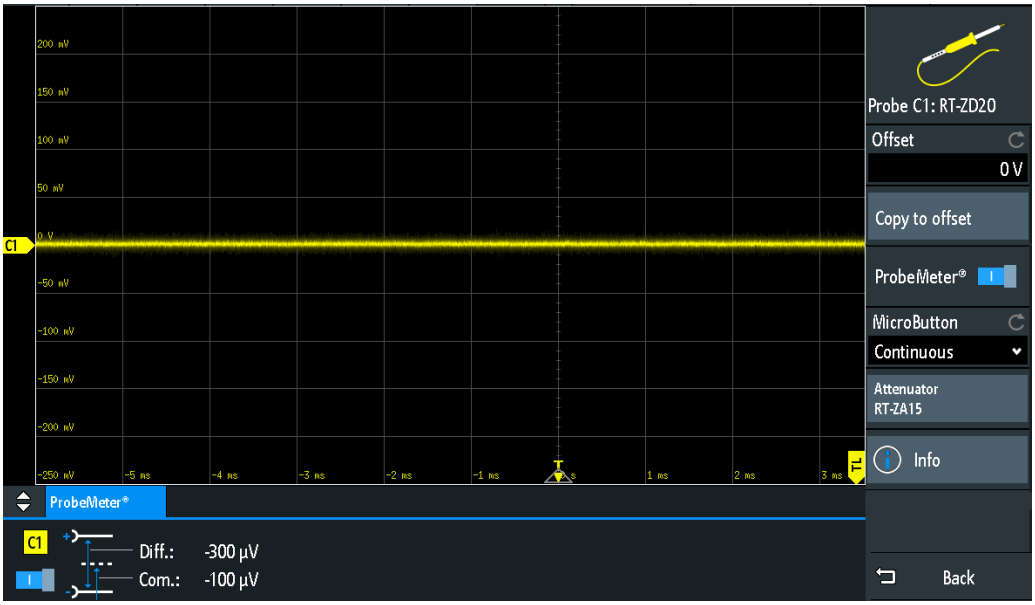


Bild 5-4: Tastkopfeinstellungen des R&S RT-ZD20 mit ProbeMeter-Messung

Offset
Wie „Offset“ im Menü „Vertikal“ (siehe „Offset“ auf Seite 61).

Nach Offset kopieren
Wie „Nach Offset kopieren“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „Nach Offset kopieren“ auf Seite 67). Der Offset-Wert wird auch im Menü „Kanal <n>“ angezeigt.

ProbeMeter®
Wie „ProbeMeter®“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „ProbeMeter®“ auf Seite 68).

MicroButton
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „MicroButton“ auf Seite 68).

Info
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „Info“ auf Seite 69).

Dämpfungsglied RT-ZA15
Wenn Sie das externe Dämpfungsglied R&S RT-ZA15 zusammen mit einem der aktiven differenziellen Tastköpfe R&S RT-ZD10, R&S RT-ZD20 oder R&S RT-ZD30 verwenden, aktivieren Sie „Dämpfungsglied RT-ZA15“, um die externe Dämpfung in die Messungen einzubeziehen.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ZAXV` auf Seite 469

5.4.3.3 Stromzangen

Rohde & Schwarz ermöglicht Stromzangen mit verschiedenen Ausgangsanschlüssen: BNC oder Rohde & Schwarz Tastkopfbox.

Stromzangen R&S RT-ZCxx

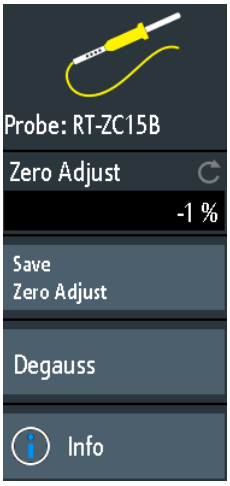
Die Stromzangen **R&S RT-ZCxx** besitzen BNC-Anschlüsse. Die Einstellungen werden in Kapitel 5.4.2, „Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker“, auf Seite 65 beschrieben. Entmagnetisierung und Nullabgleich erfolgen auf dem Tastkopf (Details siehe Bedienhandbuch des Tastkopfs). Entmagnetisierung und Abgleich des Tastkopfs sind erforderlich, bevor Messungen durchgeführt werden.

Stromzangen R&S RT-ZCxxB

Die Stromzangen **R&S RT-ZCxxB** verfügen über eine Rohde & Schwarz Tastkopfschnittstelle. Sie werden über das Oszilloskop mit Strom versorgt und von ihm ferngesteuert.

Die Entmagnetisierung erfolgt automatisch, wenn der Tastkopf angeschlossen wird.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts scrollen) oder Kurzmenü > „Tastkopf“



Nullpunktabgleich
Setzt die Messkurve auf die Nullposition. Führen Sie nach der Entmagnetisierung immer einen Nullpunktabgleich durch. Die Einstellung entspricht dem Nullpunktabgleich im Kanalmenü, der Wert wird jedoch in % angegeben.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:ZADJust` auf Seite 468

Nullpunktabgleich speichern
Speichert den „Nullpunktabgleich“-Wert in der Tastkopfanschlussbox. Wenn Sie den Tastkopf an einen anderen Kanal oder ein anderes Oszilloskop mit Rohde & Schwarz Tastkopfschnittstelle anschließen, wird der Wert wieder ausgelesen.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:STPRobe` auf Seite 468

Entmagnetisieren
Entmagnetisiert den Kern, falls er durch Ein-/Ausschalten der Stromversorgung oder eine überhöhte Eingangsleistung magnetisiert wurde. Führen Sie vor einer Messung immer eine Entmagnetisierung durch. Der Entmagnetisierungsvorgang dauert etwa eine Sekunde. Während der Entmagnetisierung ist eine Entmagnetisierungsmesskurve am Ausgang vorhanden.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:DEGauss` auf Seite 468

Info
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „Info“ auf Seite 69).

5.4.3.4 Differenzielle Hochspannungstastköpfe

Differenzielle Hochspannungstastköpfe von Rohde & Schwarz der R&S RT-ZHD Serie haben dieselben Einstellungen wie aktive differenzielle Breitbandtastköpfe, erweitert um zusätzliche Bereichseinstellungen. Andere differenzielle Hochspannungstastköpfe besitzen eine BNC-Schnittstelle (Einstellungen siehe Kapitel 5.4.2, „Tastkopfeinstellungen für Tastköpfe mit BNC-Stecker“, auf Seite 65).

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts scrollen) oder Kurzmenü > „Tastkopf“

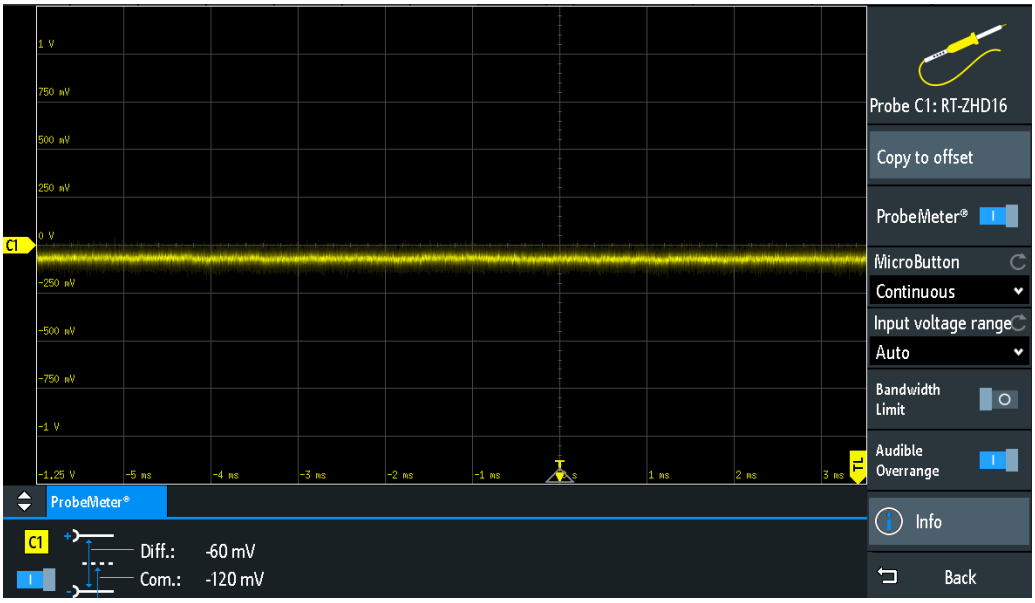


Bild 5-5: Tastkopfeinstellungen des R&S RT-ZHD16 mit Ergebnissen aus der ProbeMeter-Messung

Nach Offset kopieren
Wie „Nach Offset kopieren“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „Nach Offset kopieren“ auf Seite 67). Der Offset-Wert wird auch im Menü „Kanal <n>“ angezeigt.

ProbeMeter®
Wie „ProbeMeter®“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „ProbeMeter®“ auf Seite 68).

MicroButton
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „MicroButton“ auf Seite 68).

Eingangsspannungsbereich
Stellt den Spannungsbereich eines R&S RT-ZHD Tastkopfs ein. Sie können den Bereich an der Tastkopfsteuereinheit oder am Oszilloskop einstellen.

„Auto“	Der Spannungsbereich wird nur am Oszilloskop durch Einstellen der vertikalen Skala eingestellt.
„<Oberer Wert>“	Legt den oberen Wert des Spannungsbereichs des angeschlossenen Tastkopfs fest. Die Auswahlliste zeigt den Wert, der auf dem Tastkopf angegeben ist.
„<Unterer Wert>“	Legt den unteren Wert des Spannungsbereichs des angeschlossenen Tastkopfs fest. Die Auswahlliste zeigt den Wert, der auf dem Tastkopf angegeben ist.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:RANGe` auf Seite 470

Bandbreiten- beschränkung
Aktiviert den Tiefpassfilter in der Tastkopfsteuereinheit. Sie können den Filter auch direkt auf der Steuereinheit festlegen. Die Beschränkung hängt vom Tastkopftyp ab und wird auf der Steuereinheit angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:FILTer` auf Seite 470

Hörbare Messbereichs- überschreitung
Aktiviert die akustische Messbereichsüberschreitungswarnung in der Tastkopfsteuereinheit. Sie können den Warnton auch direkt auf der Steuereinheit aktivieren.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ADVanced:AUDioverload` auf Seite 469

Info
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „Info“ auf Seite 69).

5.4.3.5 Modulare Tastköpfe

Die Tastköpfe der R&S RT-ZM Familie sind modulare Tastköpfe mit Multimode-Funktion. Sie bestehen aus einem Sondenkopf und einem Tastkopfverstärker, die durch ein Kabel verbunden sind, sowie aus verschiedenen Tastkopfspitzenmodulen und Spitzenkabeln für unterschiedliche Anwendungen. R&S RT-ZM Tastköpfe sind mit einer Rohde & Schwarz Tastkopfschnittstelle ausgestattet, und verfügen über besondere Merkmale: ProbeMeter, Mikrotaste und ein großer Offset-Kompensationsbereich.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts blättern).

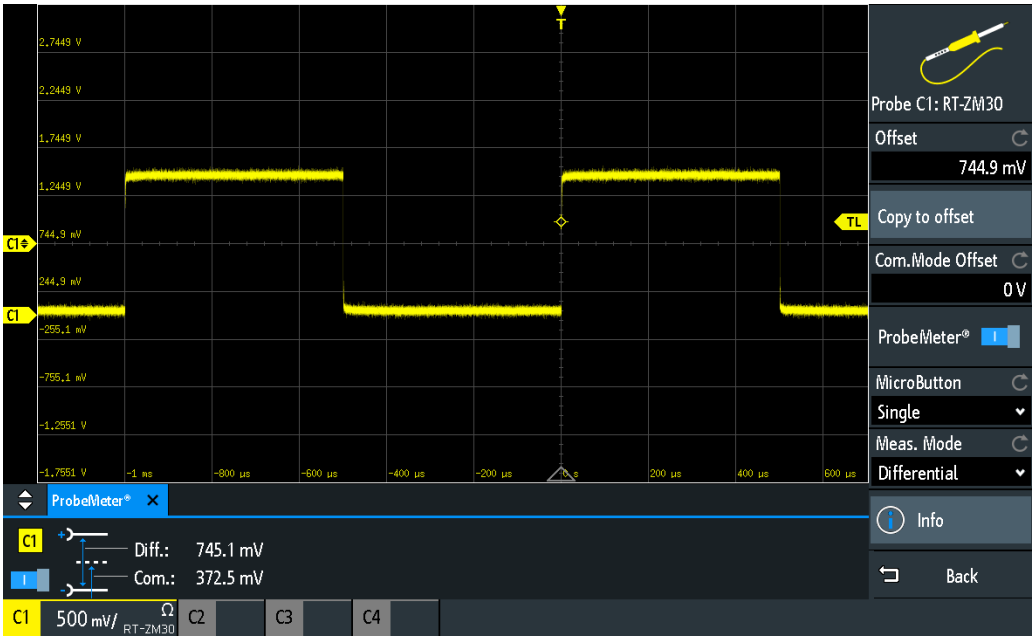


Bild 5-6: Tastkopfeinstellungen des R&S RT-ZM30 mit ProbeMeter-Messung

Offset
Wie „Offset“ im Menü „Vertikal“ (siehe „Offset“ auf Seite 61).

Nach Offset kopieren
Wie „Nach Offset kopieren“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „Nach Offset kopieren“ auf Seite 67). Der Offset-Wert wird auch im Menü „Kanal <n>“ angezeigt.

Com Mode Offset
Stellt den Gleichtakt-Offset ein, um eine gemeinsame Gleichspannung zu kompensieren, die an beiden Eingangsanschlüssen anliegt und auf Masse bezogen ist. Die Gleichtakteingangsspannung kann mit dem ProbeMeter gemessen werden.

ProbeMeter®
Wie „ProbeMeter®“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „ProbeMeter®“ auf Seite 68).

MicroButton
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „MicroButton“ auf Seite 68).

Meas. Mode
Legt den Messmodus für modulare Tastköpfe fest. Sie können zwischen massebezogenen, differenziellen und Gleichtaktmessungen umschalten, ohne den Tastkopf umstecken oder neu anlöten zu müssen.

Wenn Sie das R&S RT-ZMA30-Browser-Modul verwenden, sind nur DM-Messungen möglich, da dieses Modul keinen Masseanschluss hat.

Es stehen folgende Messverfahren zur Verfügung:

„DM“ Eingangsspannung im Differenzialmodus (V_{dm}), die Spannung zwischen dem positiven und dem negativen Eingangsanschluss.

$$V_{dm} = V_p - V_n$$

„CM“ Eingangsspannung im Gleichtaktmodus (V_{cm}), die mittlere Spannung zwischen der positiven und negativen Eingangsklemme gegen Masse.

$$V_{cm} = \frac{V_p + V_n}{2}$$

„P“ Positive massebezogene Eingangsspannung (V_p). Die Spannung zwischen der positiven Eingangsklemme und Masse.

„N“ Negative massebezogene Eingangsspannung (V_N). Die Spannung zwischen der negativen Eingangsklemme und Masse.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:PRMode` auf Seite 468

Info
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „Info“ auf Seite 69).

5.4.3.6 Power-Rail-Tastköpfe

Power-Rail-Tastköpfe von R&S RT-ZPR verfügen über eine Rohde & Schwarz Tastkopfschnittstelle mit ProbeMeter, besitzen jedoch keinen Mikrotaster. R&S RT-ZPR-Tastköpfe erfordern einen Eingangswiderstand von 50 Ω, der automatisch eingestellt wird. Das ProbeMeter misst DC-Spannungen zwischen der Tastkopfspitze und Masse.

Zugriff: [Ch <n>] > „Tastkopf“ (abwärts blättern).

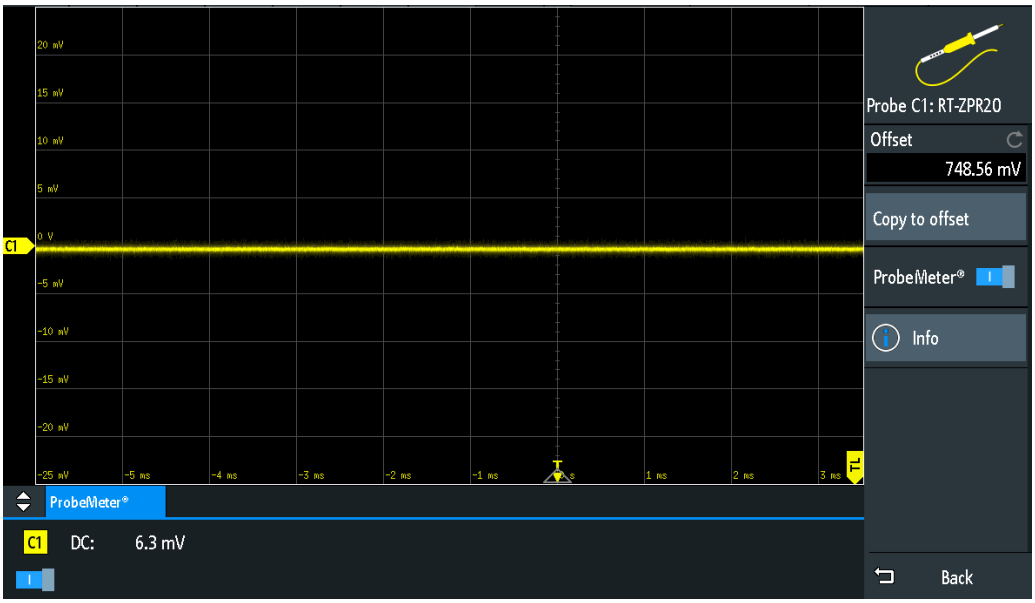


Bild 5-7: Tastkopfeinstellungen des R&S RT-ZPR20 mit ProbeMeter-Messung

Offset
Wie „Offset“ im Menü „Vertikal“ (siehe „Offset“ auf Seite 61).

Nach Offset kopieren
Wie „Nach Offset kopieren“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „Nach Offset kopieren“ auf Seite 67). Der Offset-Wert wird auch im Menü „Kanal <n>“ angezeigt.

ProbeMeter®
Wie „ProbeMeter®“ für aktive massebezogene Breitbandtastköpfe (siehe „ProbeMeter®“ auf Seite 68).

Info
Wie für aktive massebezogene Tastköpfe (siehe „Info“ auf Seite 69).

AC-Kopplung für Power Rail-Tastköpfe
Für den erforderlichen 50 Ω-Eingangsabschluss steht die übliche AC-Kopplung nicht zur Verfügung. Daher können Sie die AC-Kopplung direkt im R&S RT-ZPRTastkopf aktivieren, wodurch Gleichstrom- und sehr niederfrequente Komponenten entfernt werden.

Um die AC-Kopplung zu aktivieren, verwenden Sie das Kanalmenü oder das Kurzkanalmenü.

Fernsteuerbefehl:
`PROBe<m>:SETup:ACCoupling` auf Seite 470

5.5 Erfassungseinstellungen

Bei einer Erfassung erfasst das R&S RTA4000 das Signal und wandelt es in digitale Abtastwerte um. Die digitalen Abtastwerte werden gemäß den Erfassungseinstellungen verarbeitet. Das Ergebnis ist eine Messkurvenaufzeichnung, die auf dem Bildschirm angezeigt und im Speicher abgelegt wird.

Die Anzahl der in einer einzigen Messkurvenaufzeichnung enthaltenen Messkurvenabtastwerte wird als Aufzeichnungslänge bezeichnet. Die Rate bei der Aufzeichnung von Messkurvenabtastwerten - die Anzahl Abtastwerte pro Sekunde - ist die Abtastrate. Je höher die Abtastrate, desto besser die Auflösung und umso mehr Details der Messkurve sind sichtbar.

Eine ausreichend hohe Auflösung ist wichtig für die korrekte Rekonstruktion der Messkurve. Bei zu wenig Abtastwerten für ein Signal kommt es zum Alias-Effekt - es wird eine falsche Messkurve angezeigt. Um dies zu vermeiden und ein Signal möglichst genau zu rekonstruieren, muss die Abtastrate mindestens das Drei- bis Fünffache des schnellsten Frequenzanteils des Signals betragen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, die Erfassung einzustellen und zu steuern:

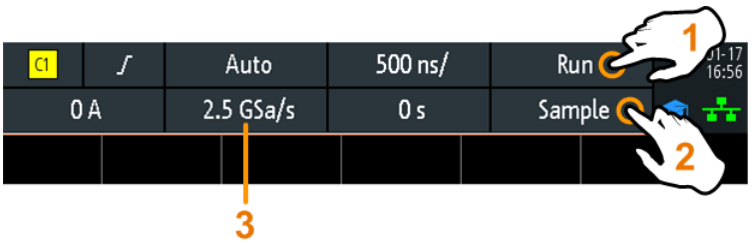
- Mit den Bedienelementen im Trigger-Funktionsblock an der Frontplatte kann eine Erfassung gestartet und gestoppt werden. Siehe Kapitel 6.1, „Trigger-Bedienelemente“, auf Seite 82.

- Über Direktzugriffe kann der Erfassungsmodus angepasst und eine Einzelerfassung durchgeführt werden.
- Über das Vollmenü können alle Erfassungseinstellungen angepasst werden.

► Starten oder stoppen Sie eine Erfassung mithilfe der Tasten [Run Stop] und [Single] im Trigger-Bereich an der Frontplatte.

5.5.1 Direktzugriff auf Erfassungseinstellungen

Über die Direktzugriffe am oberen Rand des Displays können Sie den Erfassungsmodus anpassen und eine Einzelerfassung durchführen. Die Kompaktanzeigen enthalten die aktuellen Werte.

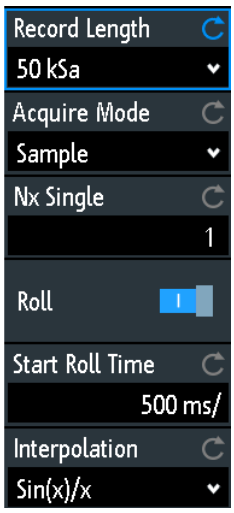


1 = Kontinuierliche Erfassung starten oder stoppen oder Einzelerfassung starten, wenn [Single] aktiv ist
2 = Erfassungsmodus anpassen
3 = Anzeige der aktuellen Abtastrate zur Information

5.5.2 Erfassungseinstellungen

Die Erfassungseinstellungen legen die Verarbeitung der erfassten Abtastwerte im Gerät fest. Der aktuelle Erfassungsmodus und die Abtastrate werden in der oberen Informationsleiste angezeigt.

► Drücken Sie zum Anpassen der Erfassungseinstellungen die Taste [Acquisition].



Die History wird in Kapitel 7.4.3, „History-Einstellungen“, auf Seite 129 beschrieben.

Speichertiefe
Gibt die Aufzeichnungslänge an, die Anzahl der Messkurvenabtastwerte, die in einer einzigen Messkurvenaufzeichnung gespeichert sind.

Bei Verwendung der History-Option können Sie die Aufzeichnungslänge „Auto“ deaktivieren und einen Wert im Menü „History“ eingeben. In diesem Fall wird die aktuelle Aufzeichnungslänge unter „Erfassung“ angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:POINts:AUTomatic` auf Seite 475
`ACQuire:POINts[:VALue]` auf Seite 475

Erfassungsmodus
Gibt an, wie die Messkurve aus den erfassten Abtastwerten erstellt wird. Es gibt zwei allgemeine Verfahren zur Erstellung der Messkurvenaufzeichnung: Abtastdezimierung und Messkurvenarithmetik.

Bei der Abtastdezimierung wird der Datenstrom des ADC zu einem Strom von Messkurvenpunkten mit niedriger Abtastrate und einer weniger genauen Zeitbereichsauflösung reduziert. Das R&S RTA4000 verwendet Dezimierung, wenn die Messkurvenabtastrate kleiner als die ADC-Abtastrate ist. Die Erfassungsmodi „Spitzenwert“ und „High Resolution“ sind Dezimierungsmethoden.

Bei der Messkurvenarithmetik wird die endgültige Messkurve aus mehreren aufeinanderfolgenden Erfassungen des Signals erstellt. Die Erfassungsmodi „Mittelwert“ und „Hüllkurve“ sind arithmetische Methoden.

„Einzelwert“ In der Regel werden mit diesem Erfassungsmodus die meisten Signale optimal angezeigt, aber sehr kurze Störimpulse bleiben bei dieser Methode möglicherweise unerkannt.
Wenn die Abtastrate der Messkurve kleiner ist als die ADC-Abtastrate, reduziert das Gerät die Anzahl der Abtastungen: eine von n Abtastungen in einem Abtastintervall wird als Messkurvenpunkt aufgezeichnet, die anderen Abtastungen werden verworfen (Dezimierung). Ist die Abtastrate der Messkurve dagegen höher als die ADC-Abtastrate, fügt das Gerät unter Verwendung einer Interpolationsmethode Messkurvenpunkte zu den erfassten Abtastwerten hinzu.

„Spitzenwert“ Das Minimum und Maximum von n Abtastwerten werden als Messkurvenpunkte aufgezeichnet, die anderen Abtastwerte werden verworfen. So kann das Gerät schnelle Signalspitzen bei langsamen Zeitskalaeinstellungen erkennen, die mit anderen Erfassungsmethoden nicht erkannt würden.

„High Resolution“ Der Mittelwert von n erfassten Abtastpunkten wird als ein einziger Messkurvenabtastwert aufgezeichnet. Die Mittelung reduziert das Rauschen; das Ergebnis ist eine genauere Messkurve mit höherer vertikaler Auflösung.

„Mittelwert“	Der Mittelwert wird aus den Daten der aktuellen Erfassung und einer Anzahl vorhergehender aufeinanderfolgender Erfassungen berechnet. Die Methode reduziert Zufallsrauschen. Sie erfordert ein stabiles, getriggertes und periodisches Signal. Die Anzahl der Erfassungen für die Mittelwertberechnung wird mit „Anzahl der Mittelungen“ auf Seite 79 festgelegt.
„Mittelwert + HR“	Kombiniert den hochauflösenden Modus über mehrere Erfassungen hinweg mit der Mittelung.
„Hüllkurve“	Jede Erfassung erfolgt im Abtastmodus und die Minimum- und Maximumwerte über mehrere aufeinanderfolgende Erfassungen bilden die Hüllkurve. Das resultierende Diagramm zeigt zwei Hüllkurven unterhalb und oberhalb der normalen Messkurve: Die Minima (Boden) und Maxima (Dach) stellen die Grenzen dar, in denen das Signal auftritt. Diese Methode ist zum Beispiel dann hilfreich, wenn die Messkurve rauschig ist, aber das Rauschen für die Messung nicht relevant ist.
„Hüll-kurve + PD“	Jede Erfassung erfolgt im Peak-Detect-Modus und die extremsten Werte aller aufeinanderfolgenden Erfassungen bilden die Hüllkurve. Diese Methode ist genauer als „Hüllkurve“.
„Hüllkurve + HR“	Jede Erfassung erfolgt im hochauflösenden Modus und die Minimum- und Maximumwerte über mehrere aufeinanderfolgende Erfassungen bilden die Hüllkurve.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:ARIThmetics` auf Seite 476
`CHANnel<m>:TYPE` auf Seite 476
`ACQuire:PEAKdetect` auf Seite 477
`ACQuire:HRESolution` auf Seite 477

Anzahl der Mittelungen
Gibt die Anzahl Messkurven für die Berechnung der Mittelwertmesskurve an. Je höher die Anzahl, desto besser wird das Rauschen verringert.

Drücken Sie für einen Neustart der Mittelwertberechnung die Taste [Clear Screen].

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:AVERage:COUNt` auf Seite 477
`ACQuire:AVERage:RESet` auf Seite 478

Nx Single
Gibt die Anzahl Messkurven an, die mit einer [Single]-Erfassung erfasst werden.

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:NSINgle:COUNt` auf Seite 455

Rollen
Aktiviert das automatische Rollen. Das Gerät schaltet in den Rollmodus um, wenn die Zeitbasis gleich oder langsamer als Startzeit Rollen ist.

Im Rollmodus wird das ungetriggerte Eingangssignal angezeigt und die erfassten Eingangsdaten werden auf dem Display von links nach rechts verschoben. Das Gerät zeigt die Messkurve sofort an, ohne auf die vollständige Erfassung der Messkurvenaufzeichnung zu warten. Die Aufzeichnungslänge wird automatisch eingestellt („Auto-Modus“). Einige mathematische Funktionen können nicht berechnet werden, wenn der Rollmodus aktiv ist.

Sie können den horizontalen und vertikalen Zoom im Rollmodus verwenden, wenn die Erfassung gestoppt ist.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:ROLL:AUTomatic` auf Seite 478

Startzeit Rollen
Gibt den Zeitgrenzwert für den Rollmodus an. Das Gerät schaltet automatisch in den Rollmodus um, wenn:

- die Zeitbasis den hier angegebenen Wert überschreitet.
- der Rollmodus aktiviert ist (Rollen).

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:ROLL:MTIMe` auf Seite 478

Interpolation
Gibt die Interpolationsmethode an, wenn eine Interpolation erforderlich ist, um die definierte Aufzeichnungslänge zu erhalten.

„Sin(x)/x“ Zwei benachbarte ADC-Abtastpunkte werden durch eine sin(x)/x-Kurve verbunden, wobei auch die angrenzenden Abtastpunkte von dieser Kurve berücksichtigt werden. Die interpolierten Punkte werden auf der Ergebniskurve platziert. Diese Interpolationsmethode ist die Standardmethode. Sie ist exakt und zeigt die beste Signalkurve an.

„Linear“ Zwei benachbarte ADC-Abtastpunkte werden durch eine gerade Linie verbunden und die interpolierten Punkte auf der Linie platziert. Sie sehen eine polygonale Messkurve ähnlich dem realen Signal und auch die ADC-Abtastwerte als Eckpunkte.

„Sample-Hold“ Die ADC-Abtastpunkte werden wie ein Histogramm angezeigt. Für jedes Abtastintervall wird die Spannung vom Abtastpunkt genommen und als Konstante betrachtet; die Intervalle werden durch vertikale Linien verbunden. Auf diese Weise sehen Sie die einzelnen Werte des ADC.

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:INTerpolate` auf Seite 478

6 Trigger

Triggerung bedeutet, den interessanten Teil der relevanten Messkurven zu erfassen. Durch Auswahl des richtigen Triggertyps und bei richtiger Konfiguration aller Triggereinstellungen können verschiedene Ereignisse in Signalen erkannt werden.

Ein Trigger tritt auf, wenn die Triggerbedingungen erfüllt sind. Das Gerät erfasst kontinuierlich und behält die Abtastpunkte bei, um den Pretrigger-Teil der Messkurvenaufzeichnung zu füllen. Nach Auftreten des Triggers setzt das Gerät die Erfassung fort, bis der Posttrigger-Teil der Messkurvenaufzeichnung gefüllt ist. Danach wird die Erfassung gestoppt und die Messkurve angezeigt. Wird ein Trigger erkannt, akzeptiert das Gerät einen weiteren Trigger erst, wenn die Erfassung abgeschlossen ist.

Es gibt folgende Triggerbedingungen:

- Quelle des Triggersignals (Kanal)
- Triggertyp und seine Einstellungen
- Triggermodus

Darüber hinaus sind die horizontale Position des Triggerzeitpunkts und der Referenzpunkt für die Anzeige des interessanten Teils des Signals wichtig. Siehe Kapitel 5.2, „Horizontale Einstellung“, auf Seite 51.

Triggerpegel und -position sind im Raster markiert. Die Marker haben die Farbe der Triggerquelle. Informationen zu den wichtigsten Triggereinstellungen werden in der oberen Informationsleiste angezeigt.

Es gibt mehrere Möglichkeiten zum Einstellen des Triggers:

- Sie können die Bedienelemente im Trigger-Funktionsblock an der Frontplatte verwenden.
- Sie können die Triggerquelle, den Triggermodus und die wichtigsten Parameter des Triggertyps über Direktzugriffe anpassen.
- Sie können über das Vollmenü den Triggertyp auswählen und alle Triggereinstellungen anpassen.

Das R&S RTA4000 kann einen Puls am Anschluss Aux Out ausgeben, wenn das Gerät triggert. Siehe „Puls“ auf Seite 104.

- Trigger-Bedienelemente....82
- Direktzugriff auf Triggereinstellungen....83
- Allgemeine Triggereinstellungen....84
- Flankentrigger....86
- Flanke-A/B-Trigger....88
- Pulsbreitentrigger....89
- Video-Trigger....93
- Trigger....95
- Runt-Trigger....97
- Anstiegszeit-Trigger....99
- Timeout-Trigger....101
- Aktionen bei einem Trigger....103

6.1 Trigger-Bedienelemente

Mit den Tasten und dem Drehknopf im Trigger-Funktionsblock lässt sich der Trigger einstellen und eine Erfassung starten oder stoppen.

Die grüne LED über dem [Levels]-Drehknopf leuchtet auf, wenn das Gerät triggert.

[Trigger]
Öffnet das Menü „Trigger“.

[Source]
Ändert die analoge Triggerquelle. Drücken Sie diese Taste mehrmals, bis die gewünschte analoge Quelle ausgewählt ist. Wenn im Menü „Trigger“ eine digitale Quelle oder ein serieller Bus ausgewählt wurde oder der „Triggertyp“ auf „Muster“ eingestellt ist, wird mit der Taste das Menü geöffnet.

Die Taste leuchtet in der Farbe des ausgewählten Kanals auf und die ausgewählte Quelle wird in der Informationsleiste angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SOURce` auf Seite 481

[Auto Norm]
Schaltet zwischen den Triggermodi „Auto“ und „Normal“ um. Die Taste leuchtet weiß, wenn „Normal“ als Triggermodus eingestellt ist. Der aktuelle Modus wird auch in der Informationsleiste angezeigt.

„Auto“ Wenn die Triggerbedingungen nicht erfüllt sind, wiederholt das Gerät die Triggerung nach einer bestimmten Zeitspanne. Tritt ein echter Trigger auf, wird dieser vorrangig behandelt. Dieser Modus erleichtert es, bereits vor Festlegen des Triggers die Messkurve darzustellen. Die Messkurve auf dem Bildschirm ist nicht synchronisiert und nachfolgende Messkurven werden nicht am selben Punkt der Messkurve getriggert.

„Normal“ Das Gerät erfasst eine Messkurve nur, wenn ein Trigger auftritt, d. h., wenn alle Triggerbedingungen erfüllt sind. Tritt kein Trigger auf, wird keine Messkurve erfasst und stattdessen die zuletzt erfasste Messkurve angezeigt. Wurde zuvor noch keine Messkurve aufgezeichnet, wird nichts angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MODE` auf Seite 480

[Levels]
Ändern Sie mit dem Drehknopf den Triggerpegel. Drehen im Uhrzeigersinn erhöht den Triggerpegel.

Durch Drücken des Knopfs wird der Pegel auf 50 % der Signalamplitude eingestellt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482
`TRIGger:A:FINDlevel` auf Seite 483

[Force Trigger]
Veranlasst eine unverzügliche Einzelerfassung. Verwenden Sie diese Taste, wenn die Erfassung im Normalmodus aktiv ist und kein gültiger Trigger auftritt. Auf diese Weise können Sie bestätigen, dass ein Signal verfügbar ist, und über die Messkurvenanzeige festlegen, wie auf das Signal getriggert werden soll.

Fernsteuerbefehl:
`*TRG` auf Seite 453

[Run Stop]
Startet und stoppt die kontinuierliche Erfassung. Ein grünes Licht bedeutet, dass eine Erfassung läuft. Ein rotes Licht zeigt an, dass die Erfassung gestoppt ist.

Der Status wird auch am rechten Ende der Informationsleiste angezeigt: „Start“ oder „Abgeschlossen“ „Triggerung?“ (Warten auf Trigger, im normalen Triggermodus) oder „Nicht bereit“ (ist aktiv). Bei einer langsamen Zeitbasis wird der Status „Pre“ oder „Post“ zusammen mit einem Indikator, der den Füllungsgrad des Puffers anzeigt, angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`RUN` auf Seite 454
`RUNContinous` auf Seite 454
`STOP` auf Seite 455
`ACQuire:STATe` auf Seite 455

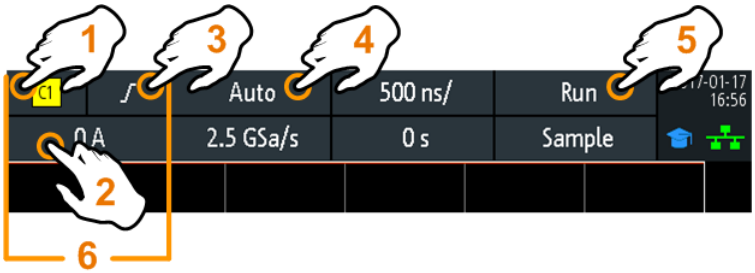
[Single]
Startet eine angegebene Anzahl von Erfassungen. Ein weißes Licht bedeutet, dass sich das Gerät im Einzelerfassungsmodus befindet. In der Informationsleiste wird „Fertig“ angezeigt, sobald die Erfassung beendet ist.

Geben Sie die Anzahl der Erfassungen an, indem Sie die Taste [Acquisition] drücken und „Nx Single“ eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`SINGle` auf Seite 455
`RUNSingle` auf Seite 455

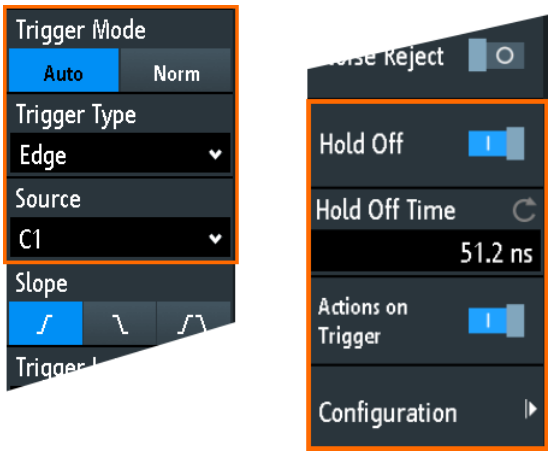
6.2 Direktzugriff auf Triggereinstellungen

Über die Direktzugriffe am oberen Rand des Displays können Sie die Triggerquelle, den Modus und triggertypspezifische Einstellungen anpassen. Die Kompaktanzeigen enthalten die aktuellen Werte.



1 = Triggerquelle anpassen
2 = Nummernfeld für Eingabe des Werts für Triggerpegel oder Schwelle öffnen
3 = Flanke oder Polarität anpassen
4 = Triggermodus anpassen
5 = Kontinuierliche Erfassung starten oder stoppen oder Einzelerfassung starten, wenn [Single] aktiv ist
6 = Verfügbare Einstellungen sind vom Triggertyp abhängig

6.3 Allgemeine Triggereinstellungen



Allgemeine Triggereinstellungen sind unabhängig vom Triggertyp. Sie sind in der Abbildung oben hervorgehoben und werden in diesem Abschnitt beschrieben. Die anderen Triggereinstellungen sind für einzelne Triggertypen spezifisch und werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Triggermodus
Schaltet zwischen den Triggermodi „Auto“ und „Normal“ um. Der Triggermodus bestimmt das Verhalten des Geräts, wenn kein Trigger auftritt. Die aktuelle Einstellung wird in der Informationsleiste angezeigt.

„Auto“ Wenn die Triggerbedingungen nicht erfüllt sind, wiederholt das Gerät die Triggerung nach einer bestimmten Zeitspanne. Tritt ein echter Trigger auf, wird dieser vorrangig behandelt. Dieser Modus erleichtert es, bereits vor Festlegen des Triggers die Messkurve darzustellen. Die Messkurve auf dem Bildschirm ist nicht synchronisiert und nachfolgende Messkurven werden nicht am selben Punkt der Messkurve getriggert.

„Normal“ Das Gerät erfasst eine normale Messkurve nur, wenn ein Trigger auftritt, d. h., wenn alle Triggerbedingungen erfüllt sind. Tritt kein Trigger auf, wird keine Messkurve erfasst und stattdessen die zuletzt erfasste Messkurve angezeigt. Wurde zuvor noch keine Messkurve aufgezeichnet, wird nichts angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MODE` auf Seite 480

Triggertyp
Gibt den Triggertyp an.

„Flanke“ Triggert auf Signalflanken.
Siehe Kapitel 6.4, „Flankentrigger“, auf Seite 86.

„Flanke A/B“ Triggert auf eine Sequenz von zwei Flankentriggerbedingungen.
Siehe Kapitel 6.5, „Flanke-A/B-Trigger“, auf Seite 88.

„Breite“ Triggert auf Pulsbreite.
Siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89.

„Video“ Triggert auf verschiedene PAL-, NTSC- und HDTV-Standardvideosignale.
Siehe Kapitel 6.7, „Video-Trigger“, auf Seite 93.

„Muster“ Triggert auf logische Kombinationen der Eingangskanäle.
Siehe Kapitel 6.8, „Trigger“, auf Seite 95.

„Runt“ Triggert auf Pulse kleiner als normal in der Amplitude.
Siehe Kapitel 6.9, „Runt-Trigger“, auf Seite 97.

„Anstiegszeit“ Triggert auf schnell oder langsam steigende oder fallende Flanken.
Siehe Kapitel 6.10, „Anstiegszeit-Trigger“, auf Seite 99.

„Zeitüberschreitung“ Triggert auf Signalpegelzeitüberschreitung.
Siehe Kapitel 6.11, „Timeout-Trigger“, auf Seite 101.

„Zeile“ Der Netzfrequenztrigger nutzt die Messkurve der Wechselspannung der Stromversorgung (üblicherweise 50 Hz oder 60 Hz AC) als Triggersignalquelle. Verwenden Sie diesen Trigger, um Probleme mit der Frequenz des Stromnetzes zu erkennen.
Für den Netzfrequenztrigger sind keine Einstellungen verfügbar.

„Serielle Busse“ Triggert auf einen seriellen Bus. Es muss mindestens eine der Protokolloptionen R&S RTA-K1, K2 oder K3 installiert, ein serieller Bus konfiguriert und ein decodiertes Signal verfügbar sein.
Siehe Kapitel 13.1.1, „Protokoll - Allgemeine Einstellungen“, auf Seite 263.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TYPE` auf Seite 481

Quelle
Gibt die Triggerquelle an.

„C1, C2, C3, C4“ Wählen Sie einen der analogen Eingangskanäle als Triggerquelle aus.

„D0 bis D15“	Wählen Sie einen der digitalen Kanäle als Triggerquelle aus, wenn MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist. Nicht verfügbar für Video-, Runt- und Anstiegszeit-Trigger.
„Extern“	Stellt den externen Triggereingang an der Frontplatte als Triggerquelle ein. Verfügbar für Flanken- und Videotrigger.
„B1, B2, B3 oder B4“	Serieller Bus, der für Triggerung auf Protokolle verwendet wird. Nur verfügbar, wenn der Triggertyp „Serielle Busse“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SOURce` auf Seite 481

Hold- Off-Zeit, Hold -Off -Zeit
Aktiviert Hold-Off und legt die „Hold -Off -Zeit“ fest. Der nächste Trigger tritt nur auf, wenn die Hold-Off-Zeit abgelaufen ist.

Der Trigger „Hold- Off-Zeit“ gibt an, wann nach dem aktuellen Triggerereignis das nächste Triggerereignis erkannt wird. Es wirkt sich daher auf den Trigger aus, der nach dem aktuellen Trigger auftreten soll. Hold-Off trägt zu einer stabilen Triggerung bei, wenn das Oszilloskop auf nicht erwünschte Ereignisse triggert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:HOLDoff:MODE` auf Seite 482
`TRIGger:A:HOLDoff:TIME` auf Seite 482

Aktionen bei Trigger, Konfiguration
Aktiviert und wählt die Aktionen aus, die bei einem Triggerereignis ausgeführt werden sollen. Details finden Sie unter Kapitel 6.12, „Aktionen bei einem Trigger“, auf Seite 103.

6.4 Flankentrigger

Der Flankentrigger ist der gebräuchlichste Triggertyp. Der Trigger tritt auf, wenn das Signal von der Triggerquelle den Triggerpegel in der angegebenen Richtung (Flanke) passiert.

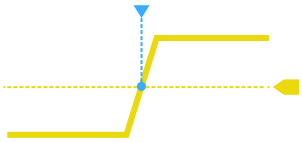
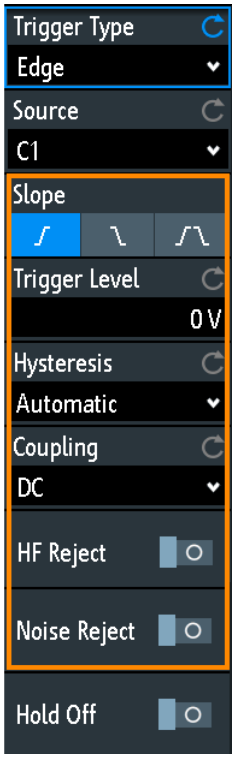


Bild 6-1: Flankentriggerereignis mit positiver Flanke (steigende Flanke)

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Flanke“



Flanke 87
Triggerpegel, Schwellenwert 87
Hysterese 88
Kopplung 88
HF- Filter 88
Rauschunter 88

Flanke

Legt die Flankenrichtung für den Trigger fest. Sie können triggern auf:

- steigende Flanke, d. h. eine positive Spannungsänderung
- fallende Flanke, d. h. eine negative Spannungsänderung
- steigende und fallende Flanke. Nach dem Start einer Erfassung triggert das Gerät auf der ersten erkannten Flanke.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:EDGE:SLOPe` auf Seite 482

Triggerpegel, Schwellenwert

Stellt den Spannungspegel bzw. Schwellenwert für den Trigger ein.

Sie können auch den Triggerpegelmarker auf dem Display verschieben oder den Levels-Drehknopf verwenden. Wenn Sie den Triggerpegel auf 50 % der Signalamplitude einstellen möchten, drücken Sie den Levels-Drehknopf.

Für Breiten- und Timeout-Trigger ist der Triggerpegel die Schwelle der Triggerquelle.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482
`TRIGger:A:FINDlevel` auf Seite 483

Hysterese
Stellt einen Hysteresebereich rund um den Triggerpegel ein. Hysterese vermeidet unerwünschte Triggerereignisse, die durch Rauschschwingungen rund um den Triggerpegel verursacht werden. Die automatischen kleinen, mittleren und großen Hysteresewerte hängen von der vertikalen Skalierung ab.

Die Hysterese ist nicht verfügbar, wenn „Quelle“ = „Extern“.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:HYSTeresis` auf Seite 483

Kopplung
Gibt die Kopplung für die Triggerquelle an.

„AC“	Wechselstromkopplung. Ein Hochpassfilter entfernt die DC-Offsetspannung aus dem Triggersignal.
„DC“	Gleichstromkopplung. Das Triggersignal bleibt unverändert.
„LF Unterdrückung“	Stellt die Triggerkopplung auf hohe Frequenzen ein. Ein 15 kHz-Hochpassfilter entfernt niedrige Frequenzen aus dem Triggersignal. Verwenden Sie diesen Modus nur bei Signalen mit sehr hoher Frequenz.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:EDGE:COUPling` auf Seite 483

HF- Filter
Aktiviert oder deaktiviert ein zusätzliches 5 kHz-Tiefpassfilter im Triggerpfad. Dieser Filter entfernt höhere Frequenzen und ist mit AC- und DC-Kopplung verfügbar.

Sie können entweder „HF- Filter“ oder „Rauschunter.“ verwenden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:EDGE:FILTer:HFReject` auf Seite 483

Rauschunter.
Erweitert die Hysterese, um unerwünschte Triggerereignisse zu vermeiden, die durch Rauschschwingungen rund um den Triggerpegel verursacht werden.

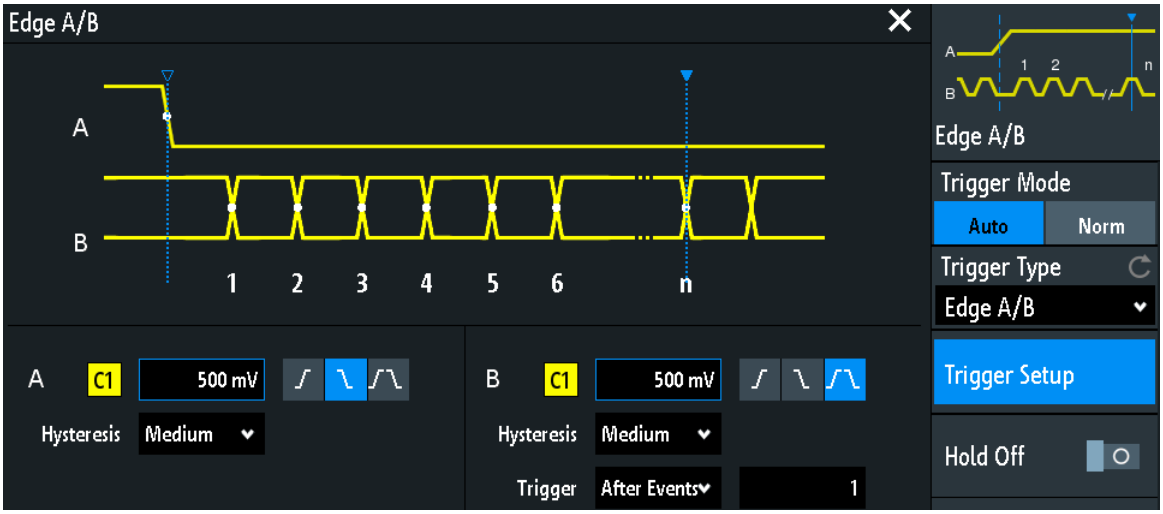
Sie können entweder „HF- Filter“ oder „Rauschunter.“ verwenden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:EDGE:FILTer:NREJect` auf Seite 484

6.5 Flanke-A/B-Trigger

Der Flanke-A/B-Trigger ist eine Sequenz von zwei Flankentriggerbedingungen. Das Gerät triggert, wenn beide Flankentriggerbedingungen (A und B) erfüllt sind. Sie können eine Verzögerung zwischen A- und B-Trigger konfigurieren.

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Flanke A/B“ > „Einstellungen“



Einstellungen
Öffnet einen Dialog zum Konfigurieren der Triggersequenz. Links wird der erste Flankentrigger (A) wie üblich definiert. Rechts wird ein zweiter Flankentrigger (B) mit denselben Parametern definiert: Quelle, Pegel, Flanke und Hysterese. Die Bedingungen des B-Triggers werden berücksichtigt, wenn die Bedingungen des A-Triggers erfüllt sind.

Sie können zusätzlich eine Verzögerung für den B-Trigger angeben („Trigger“).

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:B:ENABle` auf Seite 484
`TRIGger:B:SOURce` auf Seite 484
`TRIGger:B:EDGE:SLOPe` auf Seite 485

Trigger
Legt eine Zeit- oder Ereignisverzögerung für den B-Trigger fest. Das Gerät wartet diese Zeit nach einem A-Trigger ab, bevor es den B-Trigger anerkennt.

„Nach Zeit“	Gibt die Zeit an, die das Gerät wartet, bevor es die B-Triggerbedingung überprüft.
„Nach Ereignissen“	Gibt eine Anzahl B-Trigger-Ereignisse an, die die B-Triggerbedingung erfüllen, aber den Trigger nicht auslösen. Das Oszilloskop triggert auf das n-te Ereignis, das letzte der angegebenen Ereignisanzahl.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:B:MODE` auf Seite 485
`TRIGger:B:DELay` auf Seite 485
`TRIGger:B:EVENt:COUNt` auf Seite 485

6.6 Pulsbreitentrigger

Der Pulsbreitentrigger vergleicht die Pulsbreite (Dauer) mit vorgegebenen Zeitgrenzwerten. Er erkennt Pulse mit einer exakten Pulsbreite, Pulse, die kürzer oder länger

als eine vorgegebene Zeit sind, sowie Pulse, die innerhalb oder außerhalb des zulässigen Zeitraums liegen. Die Pulsbreite wird am Triggerpegel gemessen.

Sie können mit dem Pulsbreitentrigger beispielsweise auf Glitches triggern.

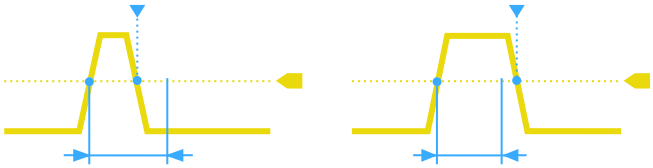


Bild 6-2: Pulsbreite ist kürzer (links) oder länger (rechts) als eine vorgegebene Dauer (auch als Glitch-Trigger bekannt)

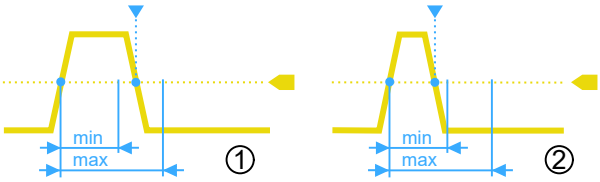


Bild 6-3: Pulsbreite liegt innerhalb oder außerhalb eines zulässigen Zeitbereichs

1 = Innen: minimale Breite < Puls < maximale Breite
2 = Außen: Puls < minimale Breite ODER Puls > maximale Breite

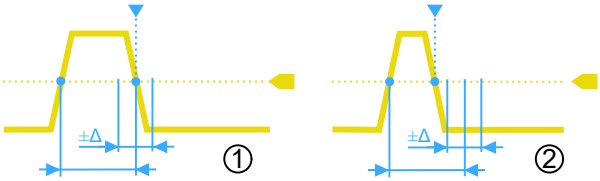
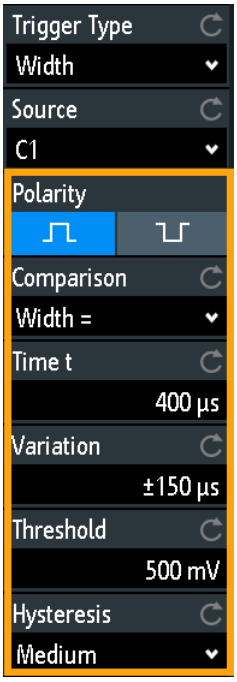


Bild 6-4: Die Pulsbreite ist gleich oder ungleich einer vorgegebenen Dauer, mit optionaler Abweichung (Δ)

1 = Gleichheit: (Breite - Abweichung) < Puls < (Breite + Abweichung)
2 = Ungleichheit: Puls < (Breite - Abweichung) ODER Puls > (Breite + Abweichung)

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Breite“



Polarität 91
Vergleich 91
Zeit t 92
Abweichung 92
Zeit t1, Zeit t2 92
Schwellenwert 92
Hysterese 92

Polarität

Gibt die Polarität des Pulses an. Sie können triggern auf:

- positiv laufender Puls; die Breite wird von den steigenden zu den fallenden Flanken definiert.
- negativ laufender Puls; die Breite wird von den fallenden zu den steigenden Flanken definiert.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:WIDTh:POLarity` auf Seite 486

Vergleich

Gibt an, wie die gemessene Pulsbreite mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

„Breite >“	Triggert auf Pulsbreite größer als die Referenz „Zeit t“.
„Breite <“	Triggert auf Pulsbreite kleiner als die Referenz „Zeit t“.
„Breite =“	Triggert auf Pulsbreite gleich der Referenz „Zeit t“, wenn „Abweichung“ $\Delta t = 0$ ist. Ist „Abweichung“ $\neq 0$, wird bei dieser Einstellung auf Pulse innerhalb des Bereichs $t \pm \Delta t$ getriggert.

„Breite ≠“ Triggert auf Pulse ungleich der Referenz „Zeit t“, wenn „Abweichung“ Δt = 0 ist.
Ist „Abweichung“ ≠ 0, wird bei dieser Einstellung auf Pulse außerhalb eines Bereichs von *t ± Δt* getriggert.

„Innerhalb“[,] „Außerhalb“ Triggert auf Pulse innerhalb oder außerhalb eines mit „Zeit t1“ und „Zeit t2“ angegebenen Bereichs.
Diese Methode ist eine alternative Einstellung zur Bereichsdefinition mit „Zeit t“ und „Abweichung“. Die Werte sind voneinander abhängig. „Abweichung“ und „Zeit t“ werden angepasst, wenn Sie t1 und t2 ändern, und umgekehrt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:WIDTh:RANGe` auf Seite 486

Zeit t
Gibt die Referenzzeit an, den Nennwert für Vergleichseinstellungen „Breite >“, „Breite <“, „Breite =“ und „Breite ≠“.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:WIDTh:WIDTh` auf Seite 486

Abweichung
Gibt einen Bereich Δt zur Referenz „Zeit t“ an, wenn der Vergleich auf „Breite =“ oder „Breite ≠“ eingestellt ist. Das Gerät triggert auf Pulse innerhalb oder außerhalb des Bereichs t±Δt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:WIDTh:DELTa` auf Seite 487

Zeit t1, Zeit t2
Legen Sie den unteren und oberen Zeitgrenzwert zur Definition des Zeitraums fest, wenn „Breite =“ oder „Breite ≠“ für Vergleiche eingestellt ist. „Zeit t“ und „Abweichung“ werden entsprechend angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:WIDTh:RANGe` auf Seite 486
`TRIGger:A:WIDTh:DELTa` auf Seite 487

Schwellenwert
Schwelle des Triggerquellenkanals; dient als Triggerpegel für den Pulsbreitentrigger.

Siehe auch „Schwellenwert“ auf Seite 63 und „Triggerpegel, Schwellenwert“ auf Seite 87.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

Hysterese
Hysterese des Triggerquellenkanals (siehe „Hysterese“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

6.7 Video-Trigger

Der Video- oder TV-Trigger wird zur Analyse analoger Basisbandvideosignale verwendet. Es kann auf Basisbandvideosignale von normal- und hochauflösenden Standards, angeschlossen an einen analogen Kanaleingang oder an den externen Triggereingang, getriggert werden.

Das Gerät triggert auf die Synchronimpulse.

Wählen Sie zuerst den Standard und die Signalpolarität aus, entscheiden Sie dann, ob auf Zeilen oder Halbbilder getriggert werden soll, und geben Sie die spezifischen Einstellungen ein.

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Video“

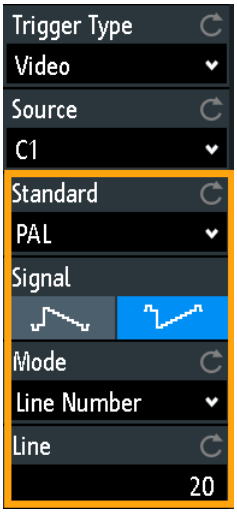


Bild 6-5: Menü Video-Trigger

Standard....93
Signal....94
Modus....94
Zeile....94

Standard
Gibt den Farbfernsehstandard an.

Es kann auf verschiedene normalauflösende Fernsehsignale (SDTV) getriggert werden:
- „PAL“
- „NTSC“
- „SECAM“
- „PAL-M“
- „SDTV 576i“ (PAL und SECAM)

Bei hochauflösenden Fernsehstandards (HDTV) werden die Anzahl aktiver Zeilen und das Abtastungssystem angegeben:
- „HDTV 720p“

- „HDTV 1080p“ (p für progressives Abtastverfahren)
- „HDTV 1080i“ (i für Zeilensprungabtastung)

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TV:STANdard` auf Seite 487

Signal
Gibt die Polarität des Signals an. Es ist zu beachten, dass der Synchronimpuls die gegensätzliche Polarität hat. Wenn die Videomodulation positiv ist, sind die Synchronimpulse negativ. Ist die Modulation negativ, sind die Synchronimpulse positiv. Die Triggerung erfolgt auf den Flanken der Synchronimpulse, weshalb eine falsche Polaritätseinstellung eine sporadische Triggerung durch die Videoinformation verursacht.

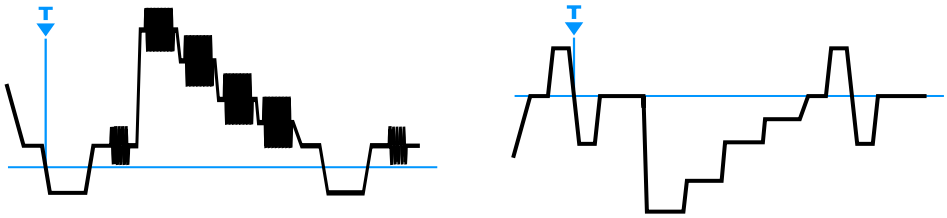


Bild 6-6: Positives Videosignal mit negativem Bi-Level-Synchronimpuls (SDTV, links) und negatives Signal mit positivem Tri-Level-Synchronimpuls (HDTV, rechts)

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TV:POLarity` auf Seite 487

Modus
Gibt eine der folgenden Triggerbedingungen an:

„Jedes Bild“	Das Oszilloskop triggert auf den Anfang aller Videosignalbilder.
„Jedes ungerade Bild“	Das Oszilloskop triggert auf den Anfang von Videosignalbildern mit einer ungeraden Bildnummer.
„Jedes gerade Bild“	Das Oszilloskop triggert auf den Anfang von Videosignalbildern mit einer geraden Bildnummer.
„Alle Zeilen“	Das Oszilloskop triggert auf den Anfang aller Videosignalzeilen.
„Zeilennummer“	Triggert bei einer genau gleichen „Zeile“-Zahl.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TV:FIELd` auf Seite 488

Zeile
Gibt eine exakte Zeilennummer an, wenn „Modus“ auf „Zeilennummer“ eingestellt ist. Das Oszilloskop triggert genau auf den Anfang der ausgewählten Zeile in jedem Halbbild.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TV:LINE` auf Seite 488

6.8 Trigger

Der Mustertrigger ist ein Logiktrigger. Er stellt beliebige logische Kombinationen der Eingangskanäle bereit und unterstützt Sie bei der Prüfung der Digitallogik. Darüber hinaus können Sie eine Zeitbegrenzung für das Muster festlegen. Es kann daher auch auf Busmuster von parallelen Bussen getriggert werden.

Das Kanalmuster wird im Dialogfeld „Logik Editor“ konfiguriert.

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Muster“ > „Pattern bearbeiten“

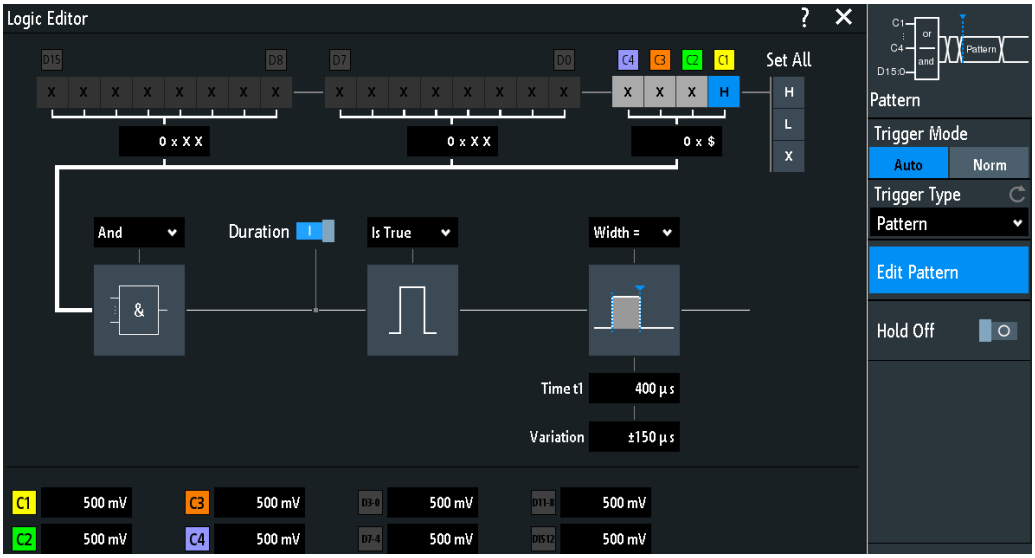


Bild 6-7: Mustertrigger mit Logik-Editor

Schwellenwerte

Am unteren Rand des „Logik-Editors“ sehen Sie die aktuellen Schwellenwerteinstellungen aller Kanäle. Dort können Sie die Kanäle direkt aktivieren und die Schwellenwerte ändern.

Die Schwellenwerte von Analogkanälen werden auch im Menü „Kanal <n>“ > „Schwellenwert“ eingestellt (siehe auch Kapitel 5.3.4, „Schwellenwerteinstellungen“, auf Seite 63).

Die Schwellenwerte von Logikkanälen werden auch im Dialog [Logic] > „Schwelle und Zeit-Offset“ eingestellt (siehe Kapitel 15.2, „Einstellungen des Logikanalysators“, auf Seite 411).

Logikeinstellungen

H | L | X, Auf alle anwenden....96
Und | Oder....96
Dauer....96
Wahr | Unwahr....96
Zeitbegrenzung....96

H | L | X, Auf alle anwenden
Hier wird das Muster durch Auswahl des Zustands „H“ (High), „L“ (Low) oder „X“ (Ignorieren) für jeden aktiven analogen und digitalen Kanal angegeben.

Die Wortlänge des Musters ist von der Anzahl verfügbarer analoger und digitaler Kanäle abhängig.

Analogkanäle: 2 Bit für Zweikanal-Geräte, 4 Bit für Vierkanal-Geräte.

Digital (16 bit): Die Logikkanäle D0, D1,..., D15 sind nur mit der MSO-Option R&S RTA-B1 verfügbar.

Das Muster kann daher 2, 4, 18 oder 20 Bits haben.

Mit „Auf alle anwenden“ versetzen Sie alle Kanäle in denselben Zustand.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:PATTern:SOURce` auf Seite 489

Und | Oder
Gibt die logische Kombination der Kanalzustände an.

„UND“	Alle definierten Zustände müssen wahr sein.
„ODER“	Mindestens einer der definierten Zustände muss wahr sein.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:PATTern:FUNCtion` auf Seite 489

Dauer
Der Schalter hat zwei Wirkungen:

- Er dient zur Auswahl des Modus für den Vergleich Wahr | Unwahr.
- Er aktiviert oder deaktiviert die Zeitbegrenzung.

Wahr | Unwahr
Gibt an, ob das Gerät auf Erfüllung der logischen Bedingung oder auf Verletzung triggert.

- Ist Dauer = Ein, triggert das Gerät, wenn für die logische Kombination eine bestimmte Zeit lang „Ist Wahr“ oder „Ist Unwahr“ zutrifft.
- Ist Dauer = Aus, triggert das Gerät, wenn die logische Kombination im Signal gefunden wird („Wird Wahr“) oder wenn sie verschwindet („Wird Unwahr“).

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:PATTern:CONDition` auf Seite 489

Zeitbegrenzung
Sie haben mehrere Möglichkeiten, eine Zeitbegrenzung für das Muster festzulegen. Es ist ähnlich wie bei der Einstellung einer Pulsbreite (siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89).

- „Zeitüberschreitung“ und „Zeit t“
  Gibt eine Mindestzeit an, während der die Signale der Musterbedingung entsprechen.
- „Breite >“ oder „Breite <“ und „Zeit t“
  Triggert, wenn sich die Musterbedingung vor oder nach der angegebenen Zeit ändert.
- „Breite =“, „Zeit t1“ und „Abweichung“

Triggert, wenn die Musterbedingung für die Dauer von „Zeit t1“ ± „Abweichung“ erfüllt wird.

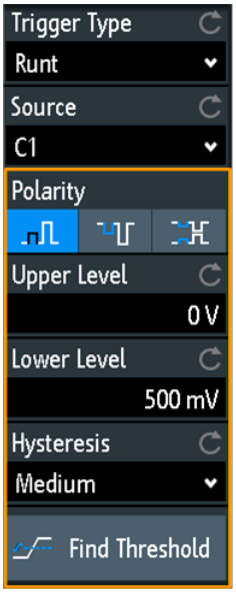
- „Breite ≠“, „Zeit t1“ und „Abweichung“
  Triggert, wenn die Musterbedingung für eine Dauer, die kürzer als „Zeit t1“ - „Abweichung“ oder länger als „Zeit t1“ + „Abweichung“ ist, erfüllt wird.
- „Innerhalb“, „Zeit t1“ und „Zeit t2“
  Triggert, wenn die Musterbedingung für eine Dauer zwischen „Zeit t1“ und „Zeit t2“ erfüllt wird. Diese Einstellungen sind eine alternative Einstellung zur Definition mit „Breite =“. Die Zeitwerte sind voneinander abhängig und werden entsprechend angepasst.
- „Außerhalb“, „Zeit t1“ und „Zeit t2“
  Triggert, wenn die Musterbedingung für eine Dauer, die kürzer als „Zeit t1“ oder länger als „Zeit t2“ ist, erfüllt wird. Diese Einstellungen sind eine alternative Einstellung zur Definition mit „Breite ≠“. Die Zeitwerte sind voneinander abhängig und werden entsprechend angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:PATTern:MODE` auf Seite 490
`TRIGger:A:PATTern:WIDTh:RANGe` auf Seite 490
`TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh]` auf Seite 490
`TRIGger:A:PATTern:WIDTh:DELTa` auf Seite 491

6.9 Runt-Trigger

Ein Runt ist ein Puls unterhalb der normalen Amplitude. Die Amplitude kreuzt die erste Schwelle zweimal nacheinander, ohne die zweite zu kreuzen. Dieser Trigger kann beispielsweise logische, digitale und analoge Signale erkennen, die unter einer angegebenen Schwellenwertamplitude bleiben, weil sich E/A-Anschlüsse in einem undefinierten Zustand befinden.

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Runt“



Polarität 98
Oberer Pegel 98
Unterer Pegel 98
Hysterese 98
Schwelle suchen 99

Polarität

Gibt die Polarität eines Pulses an, also die Richtung der ersten Pulsflanke.

- positiv laufender Puls; die Breite wird von den steigenden zu den fallenden Flanken definiert.
- negativ laufender Puls; die Breite wird von den fallenden zu den steigenden Flanken definiert.
- sowohl positiv als auch negativ laufende Pulse.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:RUNT:POLarity` auf Seite 492

Oberer Pegel

Gibt die obere Spannungsschwelle für die Runt-Erkennung an. Ein negativer Runt kreuzt den oberen Pegel zwei Mal, ohne den unteren Pegel zu kreuzen.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:UPPer` auf Seite 491

Unterer Pegel

Gibt die untere Spannungsschwelle für die Runt-Erkennung an. Ein positiver Runt kreuzt den unteren Pegel zwei Mal, ohne den oberen Pegel zu kreuzen.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:LOWer` auf Seite 491

Hysterese

Hysterese des Triggerquellenkanals (siehe „Hysterese“ auf Seite 63).

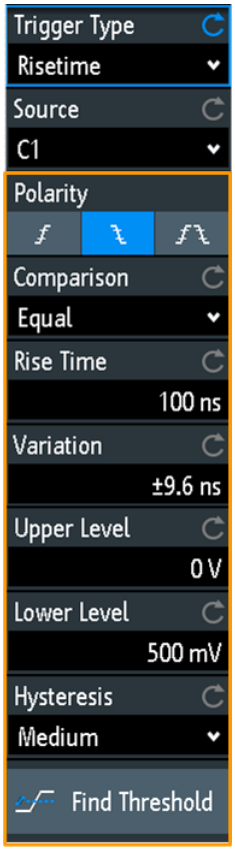
Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

Schwelle suchen
Das Gerät analysiert das Signal und legt den oberen und den unteren Triggerpegel fest. Kann kein Pegel gefunden werden, bleiben die bestehenden Werte unverändert und Sie können die Schwellenwerte manuell festlegen.

6.10 Anstiegszeit-Trigger

Der Anstiegszeit-Trigger, auch als Anstiegsraten- oder Übergangstrigger bekannt, kann schnell oder langsam steigende oder fallende Flanken selektiv erkennen. Er triggert auf Flanken, wenn die Anstiegs- oder Abfallzeit vom niedrigeren zum höheren Spannungspegel (oder umgekehrt) kürzer oder länger als definiert ist oder innerhalb oder außerhalb eines angegebenen Zeitbereichs liegt. Der Trigger findet Anstiegsraten, die schneller als erwartet oder zulässig sind, um Überschwinger und andere störende Effekte zu vermeiden. Er erkennt auch sehr langsame Flanken, die vom Zeitabstand in Pulsfolgen abweichen.

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Anstiegszeit“



Polarität 100
Vergleich 100
Anstiegszeit 100
Abweichung 100
Oberer Pegel 100
Unterer Pegel 101
Hysterese 101
Schwelle suchen 101

Polarität

Gibt die Flanke an, die zu analysierende Übergangszeit:

- Anstiegszeit-Trigger
- Abfallzeit-Trigger
- Anstiegszeit- und Abfallzeit-Trigger

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:RISetime:SLOPe` auf Seite 493

Vergleich

Gibt an, wie das Zeitlimit für die Anstiegsrate definiert wird. Die Zeitmessung beginnt, wenn das Signal den ersten Triggerpegel kreuzt (den oberen oder unteren Pegel je nach ausgewählter Flanke), und endet, wenn das Signal den zweiten Pegel kreuzt.

„Größer als“	Triggert auf Übergangszeiten, die länger als die angegebene „Anstiegszeit“ sind.
„Kleiner als“	Triggert auf Übergangszeiten, die kürzer als die angegebene „Anstiegszeit“ sind.
„Gleich“	Triggert auf Übergangszeiten innerhalb des Zeitbereichs *Anstiegszeit ± Abweichung*.
„Ungleich“	Triggert auf Übergangszeiten außerhalb des Zeitbereichs *Anstiegszeit ± Abweichung*.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:RISetime:RANGe` auf Seite 493

Anstiegszeit

Gibt die Referenzanstiegszeit an, den Nennwert für Vergleiche.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:RISetime:TIME` auf Seite 494

Abweichung

Definiert einen Zeitbereich rund um den angegebenen „Anstiegszeit“-Wert.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:RUNT:DELTa` auf Seite 491

Oberer Pegel

Gibt die obere Spannungsschwelle an. Wenn das Signal diese Schwelle kreuzt, wird die Anstiegsratenmessung je nach ausgewählter Polarität gestartet oder gestoppt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:UPPer` auf Seite 493

Unterer Pegel
Gibt die untere Spannungsschwelle an. Wenn das Signal diese Schwelle kreuzt, wird die Anstiegsratenmessung je nach ausgewählter Flanke gestartet oder gestoppt.

Der Wert entspricht dem Schwellenwert des Triggerkanals.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:LOWer` auf Seite 492

Hysterese
Hysterese des Triggerquellenkanals (siehe „Hysterese“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

Schwelle suchen
Siehe „Schwelle suchen“ auf Seite 99.

6.11 Timeout-Trigger

Der Timeout-Trigger prüft, ob das Signal eine angegebene Zeit lang über oder unter der Schwellenspannung bleibt. Das heißt, der Trigger tritt dann auf, wenn das Triggerquellensignal die Schwelle in der angegebenen Zeit nicht kreuzt.

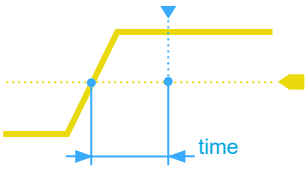


Bild 6-8: Timeout-Trigger mit Bereich Bleibt auf High

► [Trigger] > „Triggertyp“ = „Zeitüberschreitung“

Bild 6-9: Menü Zeitüberschreitung-Trigger

Bereich
Gibt den Bezug des Signalpegels zur Schwelle an:

Bleibt auf High Der Signalpegel bleibt über dem Triggerpegel.

Bleibt auf Low Der Signalpegel bleibt unter dem Triggerpegel.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TIMeout:RANGe` auf Seite 494

Zeit
Gibt das Zeitlimit für das Timeout an, bei dem das Gerät triggert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:TIMeout:TIME` auf Seite 494

Schwellenwert
Schwelle des Triggerquellenkanals; dient als Triggerpegel für den Timeout-Trigger.

Siehe auch „Schwellenwert“ auf Seite 63 und „Triggerpegel, Schwellenwert“ auf Seite 87.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

Hysterese
Hysterese des Triggerquellenkanals (siehe „Hysterese“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

6.12 Aktionen bei einem Trigger

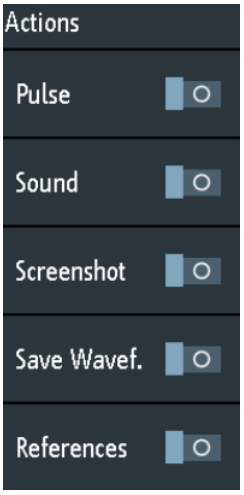
Ein Triggerereignis kann dazu dienen, eine oder mehrere Aktionen auszulösen. Alle verfügbaren Aktionen können gleichzeitig und für alle Triggerarten ausgelöst werden.

Triggeraktionen sind nicht verfügbar, wenn die folgenden Anwendungen aktiv sind:

- Maskentest
- Leistungsanalyse
- Bode-Diagramm

Zum Einrichten von Triggeraktionen gehen Sie wie folgt vor:

1. Stoppen Sie die Erfassung.
2. Drücken Sie die Taste [Trigger].
3. Aktivieren Sie im „Trigger“-Menü „Aktionen bei Trigger“.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die Aktionen aus.
6. Wenn „Screenshot“ ausgewählt ist, konfigurieren Sie die Einstellungen für den Screenshot im Menü „Datei“ > „Screenshots“.
7. Wenn „Messkurve Speichern“ ausgewählt ist, konfigurieren Sie den Export (Messkurve, Ziel, Dateiname und Format) im Menü „Datei“ > „Messkurven“.
8. Starten Sie die Erfassung mit [Run Stop] oder [Single].



Aktionen bei Trigger
Es werden die ausgewählten Aktionen bei einem Triggerereignis aktiviert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:EVENt[:ENABle]` auf Seite 495

Konfiguration
Es wird ein Menü geöffnet, in dem Sie die Aktionen auswählen können, die bei einem Triggerereignis ausgelöst werden.

Puls
Es wird bei einem Triggerereignis ein Puls am Anschluss Aux Out erzeugt. Die Erfassung wird nicht verzögert, die Pulserzeugung läuft asynchron.

Die Aktivierung von„Puls“ setzt die „Einstellungen“ > „Aux Out“-Auswahl auf „Trigger Out“ und umgekehrt. Wenn Sie im Menü „Aux Out“ einen anderen Menüpunkt auswählen, wird die Pulsfunktion deaktiviert.

Sie können die Pulsbreite und Polarität des Trigger Out-Pulses mit Fernsteuerbefehlen einstellen.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:OUT:MODE` auf Seite 622 (`TRIGger:OUT:MODE TRIGger`)
`TRIGger:OUT:PLENgth` auf Seite 622
`TRIGger:OUT:POLarity` auf Seite 622

Ton
Erzeugt bei einem Triggerereignis einen Signalton. Die Erfassung wird nicht verzögert, die Tonerzeugung läuft asynchron. Die Mindestzeit zwischen zwei Signaltönen beträgt 1 Sekunde. Wenn das Gerät schneller triggert, werden nicht alle Ereignisse durch einen Signalton gemeldet.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:EVENt:SOUNd` auf Seite 495

Screenshot
Speichert bei jedem Triggerereignis einen Screenshot. Der Screenshot wird gespeichert, wenn die Erfassung abgeschlossen ist. Während der Speicherung wird die Erfassung gestoppt und nach Abschluss der Speicherung wieder aufgenommen. Dadurch verringert sich die Aktualisierungsrate der Messkurve erheblich.

Stellen Sie das Zielverzeichnis, die Farbe, den Dateinamen und das Dateiformat im Menü „Datei“ > „Screenshots“ ein, bevor Sie mit der Erfassung beginnen.

Wenn die schnelle Segmentierung aktiviert ist, wird nur die letzte Erfassung gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:EVENt:SCRSave` auf Seite 496
`TRIGger:EVENt:SCRSave:DESTination` auf Seite 496

Messkurve Speichern
Die Daten einer ausgewählten Messkurve werden bei jedem Triggerereignis gespeichert. Die Messkurve wird gespeichert, wenn die Erfassung abgeschlossen ist. Während der Speicherung wird die Erfassung gestoppt und nach Abschluss der Speicherung wieder aufgenommen. Dadurch verringert sich die Aktualisierungsrate der Messkurve erheblich.

Stellen Sie das Zielverzeichnis, die Farbe, den Dateinamen und das Dateiformat im Menü „Datei“ > „Messkurven“ ein, bevor Sie mit der Erfassung beginnen.

Wenn die schnelle Segmentierung aktiviert ist, wird nur die letzte Erfassung gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:EVENt:WFMSave` auf Seite 497
TRIGger:EVENt:WFMSave:DESTination, 1, en_US

Referenzen
Speichert die Referenzmesskurven aller aktiven Kanäle und aktiviert die Referenzen. Diese Aktion funktioniert nur bei Einzelerfassung.

Die Kanäle werden den Referenzen zugewiesen: C1 zu R1, C2 zu R2 etc. Wenn ein Kanal ausgeschaltet ist, ist auch die zugewiesene Referenz nicht aktiv.

Wenn „Nx Single“ > 1 ist , werden die Messkurven der letzten Erfassung als Referenzmesskurven gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:EVENt:REFSave` auf Seite 496

7 Messkurvenanalyse

- Zoom 106
- Mathematik 110
- Referenzmesskurven 122
- History und segmentierter Speicher 127
- Suche 137

7.1 Zoom

Der Zoom vergrößert einen Teil der Messkurve, um mehr Details anzuzeigen. Er wird auf alle aktiven analogen und digitalen Kanäle und mathematischen Messkurven angewendet.

Es stehen die folgenden Zoom-Arten zur Verfügung:

- Horizontaler Zoom: Die Messkurven werden mit einer kürzeren Zeitskala angezeigt, während die vertikale Skala unverändert bleibt.
- Vertikaler Zoom: Die Zoom-Messkurven werden in vertikaler und horizontaler Richtung vergrößert.

7.1.1 Heranzoomen

Wenn Sie den Zoom aktivieren, werden zwei Fenster angezeigt: das Originalmesskurvendiagramm oben und das Zoomfenster unten.

Wenn der Zoom aktiviert ist, ist die Zeitskala des ursprünglichen Messkurvendiagramms mindestens 40 ns/div. Wenn Sie den Zoom bei einer kleineren Zeitskala aktivieren, ändert das Gerät die Zeitskala auf den Mindestwert.

► Drücken Sie zum Aktivieren des horizontalen Zooms die Taste [Zoom].

► Aktivieren des vertikalen Zooms:

a) Tippen Sie auf das Symbol „Zoom“ in der Symbolleiste.
b) Ziehen Sie Ihren Finger über den Bildschirm, um die Diagonale des Zoombereichs zu bestimmen. Sie können den Zoombereich auf die ursprüngliche Messkurve oder auf eine vorhandene Zoom-Messkurve zeichnen. Ein Rechteck zeigt den Zoombereich an.

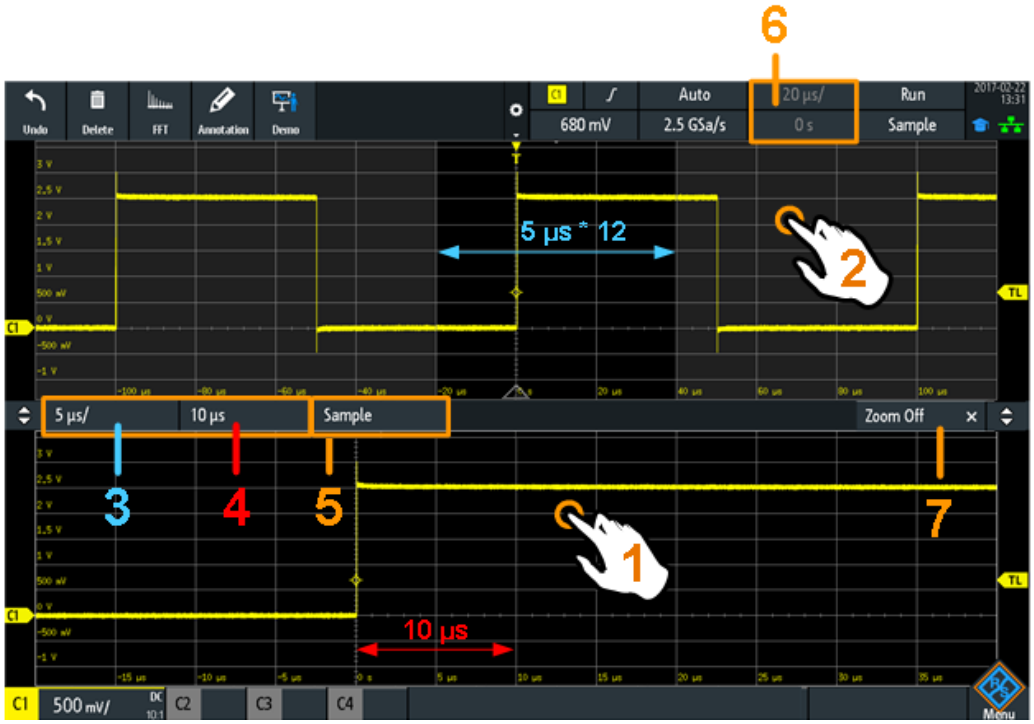


Bild 7-1: Anzeige des horizontalen Zooms: Zoom im unteren Fenster, normale Messkurve im oberen Fenster

1 = Tippen, um Zoomeinstellungen zu aktivieren
2 = Tippen, um normale Messkurveneinstellungen zu aktivieren
3 (blau) = Horizontale Zoomskala und Breite des Zoombereichs
4 (rot) = Horizontale Zoom-Position
5 = Der Erfassungsmodus kann im Zoomfenster oder in der oberen Statusleiste eingestellt werden
6 = Horizontale Skala und Position der normalen Messkurve
7 = Zoomfenster schließen

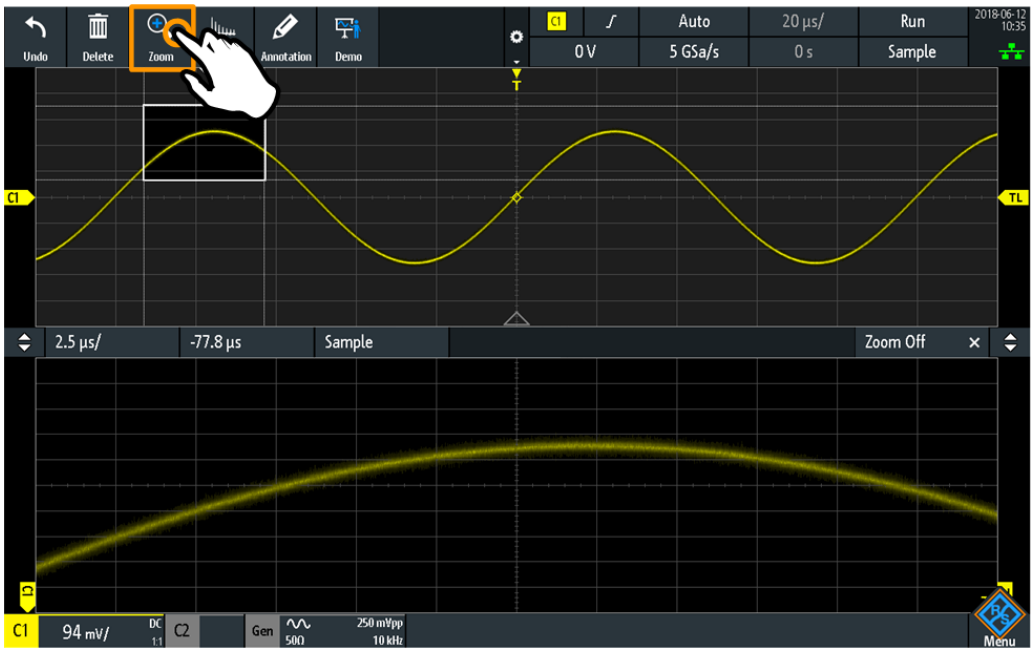


Bild 7-2: Anzeige des vertikalen Zooms

7.1.2 Verändern des Zooms

Es gibt mehrere Möglichkeiten zum Anpassen des Zooms:

- Durch Fingergesten auf dem Bildschirm.
- Mit den horizontalen [Scale]- und [Position]-Drehknöpfen.
- Tippen Sie auf die Zoomskala- oder Zoompositionsanzeige im Zoomfenster und geben Sie über das Nummernfeld einen Wert ein. Diese Einstellungen sind horizontale Werte, die in horizontalen und vertikalen Zoomfenstern wirksam werden. Siehe Nummer 3 und 4 in Bild 7-1.
- Geben Sie über das Menü exakte numerische Werte ein. Siehe Kapitel 7.1.3, „Zoomeinstellungen“, auf Seite 109.

Zoom mit Gesten anpassen

1. Für horizontalen und vertikalen Zoom:
   a) Ziehen Sie einen Finger horizontal über das Zoomfenster, um die horizontale Zoomposition zu ändern.
   b) Indem Sie zwei Finger in horizontaler Richtung spreizen oder zusammenführen, ändern Sie die Zoomskala und die Breite des Zoombereichs.
2. Nur beim vertikalen Zoom:
   a) Ziehen Sie einen Finger vertikal über das Zoomfenster, um die vertikale Zoomposition zu ändern.
   b) Indem Sie zwei Finger in vertikaler Richtung spreizen oder zusammenführen, ändern Sie die vertikale Zoomskala und die Höhe des Zoombereichs.

3. Ändern der Position des Zoombereichs beim vertikalen Zoom:
   Ziehen Sie den Zoombereich auf die Originalmesskurve im oberen Fenster.

Zoom mit den horizontalen Drehknöpfen anpassen

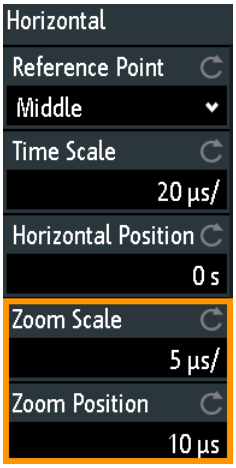
1. Tippen Sie in das Zoomfenster, um den Fokus auf das Zoomfenster (unteres Fenster) zu setzen.
2. Für horizontalen und vertikalen Zoom:
   a) Drehen Sie den horizontalen [Scale]-Knopf, um die horizontale Zoomskala und die Breite des Zoombereichs zu ändern.
   b) Drehen Sie den horizontalen [Position]-Knopf, um die horizontale Zoomposition zu ändern.
3. Nur beim vertikalen Zoom:
   a) Drehen Sie den vertikalen [Scale]-Knopf, um die vertikale Zoomskala und die Höhe des Zoombereichs zu ändern.
   b) Um die vertikale Zoomposition zu ändern, drehen Sie den [Offset/Position] Drehknopf (oberer Knopf im Abschnitt.Vertical).
4. Tippen Sie auf das obere Fenster, um den Fokus auf die normale Messkurve zu setzen.

   Jetzt gelten die Knöpfe für die normale Messkurve und Sie können Zeitskala und horizontale Position der Messkurve anpassen.

7.1.3 Zoomeinstellungen

Die Zoomeinstellungen werden im Menü „Horizontal“ aufgeführt, wenn der Zoom aktiv ist.

1. Wenn der Zoom ausgeschaltet ist, aktivieren Sie den Zoom.
2. Drücken Sie die Taste [Horizontal].



Zoomskala
Gibt die horizontale Skala für das Zoomfenster in Sekunden pro Skalenteil an. Die Skalierung bestimmt die Breite des Zoombereichs (12 Skalenteile * Skalierung pro Skalenteil), die Zeitbasis des Zoomfensters. Der Zoombereich wird im Originalmesskurvenfenster angezeigt.

„Zoomskala“ wirkt sich nur beim horizontalen Zoom aus.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:ZOOM:SCALe` auf Seite 498

Zoomposition
Gibt den Abstand des Triggerzeitpunkts zum Referenzpunkt im Zoomfenster an. Der Wert bestimmt die Position des Zoombereichs im oberen Fenster.

„Zoomposition“ wirkt sich beim horizontalen und vertikalen Zoom aus.

Fernsteuerbefehl:
`TIMebase:ZOOM:TIME` auf Seite 498

7.2 Mathematik

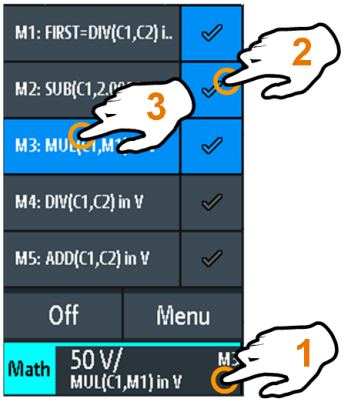
Eine mathematische Messkurve ist eine berechnete Messkurve. Sie wird mithilfe mehrerer vordefinierter Operationen aus einem oder zwei Kanälen, einer Konstanten oder einer anderen mathematischen Messkurve berechnet. Sie können bis zu fünf Gleichungen definieren. Die vollständige Konfiguration wird Formelsatz genannt und kann für eine spätere Nutzung gespeichert werden.

Sie können mathematische Messkurven auf dieselbe Weise analysieren wie Kanalmesskurven: Sie können zoomen, automatische und Cursor-Messungen durchführen und die Werte als Referenzmesskurve speichern.

Wenn sich das Gerät im Rollmodus befindet, sind einige mathematische Funktionen nicht berechenbar, und die Beschriftung der mathematischen Messkurve zeigt „Nicht verfügbar“ an.

7.2.1 Kurzmenü für mathematische Messkurven

Die Bezeichnung mathematische Messkurve am unteren Rand des Bildschirms enthält die Haupteinstellungen für mathematische Messkurven: Quellen, Vorgang, Einheit und vertikale Skala. Das Kurzmenü zeigt den Status aller mathematischen Messkurven an:



1 = Kurzmenü öffnen
2 = Mathematische Messkurve anzeigen
3 = Mathematische Messkurve für Skalierung und Positionierung auswählen
Menü = Menü „Mathematik“ und „Formelsatz-Editor“ öffnen
Aus = Mathematik deaktivieren

7.2.2 Mathematische Messkurven konfigurieren

1. Drücken Sie die Taste [Math].

   Die mathematischen Messkurven werden mit den letzten Einstellungen aktiviert.

2. Drücken Sie erneut die Taste[Math].

   Das Menü „Mathematik“ und der „Formelsatz-Editor“ werden angezeigt.

3. Konfigurieren Sie die Gleichungen für die mathematischen Messkurven im „Formelsatz-Editor“. Sie können bis zu fünf Gleichungen definieren. Die vollständige Konfiguration wird Formelsatz genannt und kann für eine spätere Nutzung gespeichert werden.

   a) Tippen Sie auf die Zeile der mathematischen Messkurve, die Sie konfigurieren möchten.
   b) Legen Sie den „Status“ der Messkurve fest, um sie zu aktivieren.
   c) Wählen Sie die „Operation“ aus.
   d) Wählen Sie die „Quelle(n)“, die Operanden der mathematischen Gleichung aus: 1 oder 2 analoge Kanäle, konstante Werte oder mathematische Messkurven. Es sind nur mathematische Messkurven mit niedrigerer Nummer verfügbar, z. B. kann M2 eine Quelle für M3, M4 und M5 sein. Für M1 sind keine mathematischen Messkurvenquellen verfügbar.
   e) Wählen Sie die „Einheit“ aus.
   f) Optional: Fügen Sie eine Beschriftung zur mathematischen Messkurve hinzu. Die Beschriftung wird am rechten Rand des Rasters angezeigt.

4. Schließen Sie den „Formelsatz-Editor“.

5. Einstellen der vertikalen Skala und Position mit den vertikalen Knöpfen:

   a) Wählen Sie eine mathematische Messkurve im Kurzmenü aus.

b) Verwenden Sie die Drehknöpfe im Vertical-Bereich an der Frontplatte. Siehe Kapitel 5.3.1, „VERTICAL-Bedienelemente“, auf Seite 55.

6. Eingabe exakter Werte für die vertikale Skala und die Position:
   a) Öffnen Sie das Menü „Mathematik“.
   b) Wählen Sie im „Formelsatz-Editor“ eine mathematische Messkurve aus.
   c) Im Menü geben Sie „Vertikale Skala“ und „Position“ ein.

7.2.3 Einstellungen für mathematische Messkurven

Das Menü „Mathematik“ enthält die allgemeinen Einstellungen für mathematische Messkurven. Folgende Aktionen sind möglich:

- Ein-/Ausschalten der Mathematik.
- Konfigurierte Gleichungen in einer Gleichungssatzdatei speichern, siehe Kapitel 7.2.7, „Formelsätze speichern und laden“, auf Seite 122.
- Laden eines zuvor gespeicherten Gleichungssatzes.
- Stellen Sie die Anzeige der mathematischen Messkurve ein, die im „Formelsatz-Editor“ ausgewählt wurde:
  – Vertikale Position
  – Vertikale Skala
  – Messkurvenfarbe

Fernsteuerbefehle:

- `CALCulate:MATH<m>:STATe` auf Seite 499
- `CALCulate:MATH<m>:POSition` auf Seite 501
- `CALCulate:MATH<m>:SCALe` auf Seite 501
- `CALCulate:MATH<m>:WCOLor` auf Seite 502
- Messkurvenübertragung: siehe Kapitel 17.9.1.3, „Mathematische Messkurven“, auf Seite 594
- History-Daten: siehe Kapitel 17.6.5.2, „History-Segmente anzeigen“, auf Seite 525 und Kapitel 17.6.5.3, „Zeitmarken“, auf Seite 529

7.2.4 Mathematische Funktionen

Wenn Sie das Menü „Mathematik“ öffnen, wird parallel auch der „Formelsatz-Editor“ geöffnet.

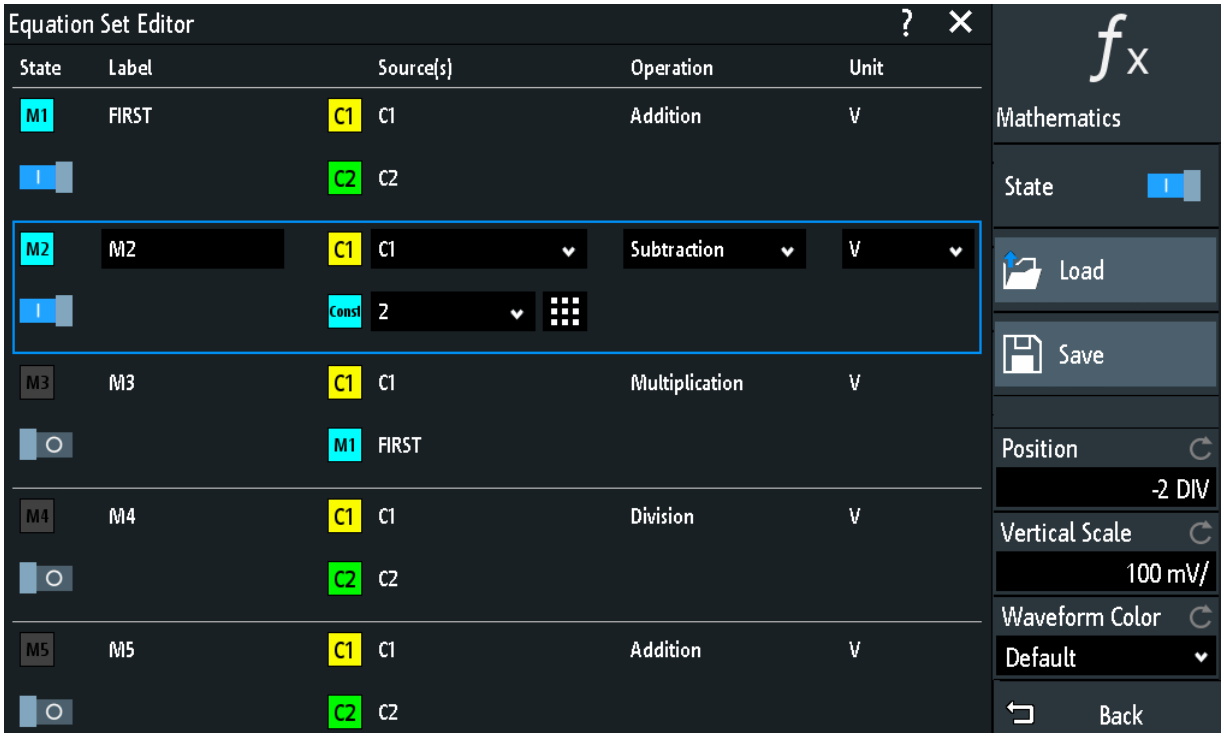
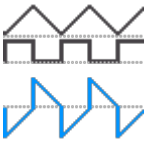


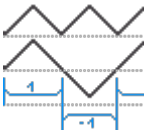
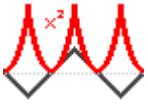
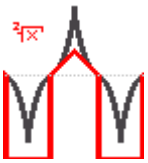
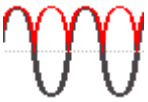
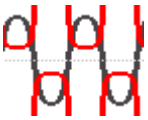
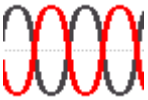
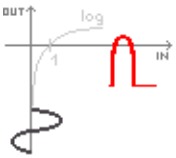
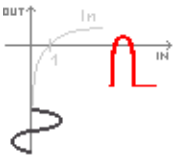
Bild 7-3: Menü Mathematik und Formelsatz-Editor

Das Menü „Mathematik“ wird in Kapitel 7.2.3, „Einstellungen für mathematische Messkurven“, auf Seite 112 beschrieben.

Konfigurieren Sie im „Formelsatz-Editor“ bis zu fünf mathematische Messkurven, machen Sie sie sichtbar und definieren Sie eine Bezeichnung für jede Messkurve. Jede Gleichung besteht aus einem oder zwei Operanden und einem Operator. Ein Operand (Quelle) kann ein Eingangskanal, ein konstanter Wert oder eine mathematische Messkurve mit niedrigerer Nummer sein.

Folgende Operationen sind verfügbar:

Addition		Quelle 1 + Quelle 2 Addiert die Werte von 2 Quellen (Kanal oder mathematische Messkurve oder Konstante).
Subtraktion		Quelle 1 - Quelle 2 Subtrahiert die zweite Quelle von der ersten Quelle.
Multiplikation		Quelle 1 * Quelle 2 Multipliziert die zwei Quellen.

Division		Quelle 1 / Quelle 2 Dividiert die erste Quelle durch die zweite Quelle. Bei kleinen Amplituden der zweiten Quelle erhöht sich das Ergebnis schnell. Wenn die zweite Quelle Null kreuzt, läge das Ergebnis im Bereich +∞ bis -∞. In diesem Fall wird für die Berechnung statt 0 V der Wert verwendet, der das niedrigstwertige Bit (LSB) der zweiten Quelle darstellt. (Bei einem 8-Bit-Wert ist dies beispielsweise 1/256).
Quadratur		Quelle 1 * Quelle 2 Quadriert die Quelle. Enthält die Quelle negative Werte, die begrenzt wurden, enthält das Ergebnis eine positive Begrenzung.
Wurzel		Quadratwurzel (Quelle) Berechnet die Wurzel der Quelle. Es ist zu beachten, dass die Wurzel einer negativen Zahl undefiniert ist und das Ergebnis begrenzt wird.
Betrag		|Quelle| Berechnet den Betrag der Quelle. Alle negativen Werte werden in positive Werte invertiert. Die positiven Werte bleiben unverändert. Hat die Quelle negative Werte, die begrenzt wurden, enthält das Ergebnis eine positive Begrenzung.
Reziprok		1 V / Quelle Dividiert 1 V durch die Quellenwerte. Bei kleinen Quellenamplituden erhöht sich das Ergebnis schnell. Wenn die Quelle Null kreuzt, läge das Ergebnis im Bereich +∞ bis -∞. Von diesem Fall wird für die Berechnung statt 0 V der Wert verwendet, der das niedrigstwertige Bit (LSB) des Operanden darstellt. (Bei einem 8-Bit-Wert ist dies beispielsweise 1/256.).
Invertiert		Invertiert alle Spannungswerte der Quelle, d. h. alle Werte werden am Erdpotenzial gespiegelt. Auf diese Weise wird ein positives Spannungsoffset negativ. Wenn die Amplitude der Quelle begrenzt wird, ist die invertierte Begrenzung das Ergebnis.
dek. Logarith.		log(Quelle) Berechnet den Logarithmus zur Basis 10 der Quelle. Es ist zu beachten, dass der Logarithmus einer negativen Zahl undefiniert ist und das Ergebnis begrenzt wird.
nat. Logarith.		ln(Quelle) Berechnet den Logarithmus zur Basis e (Eulersche Zahl) der Quelle. Es ist zu beachten, dass der Logarithmus einer negativen Zahl undefiniert ist und das Ergebnis begrenzt wird.
Ableitung		f'(Quelle), siehe Kapitel 7.2.4.1, „Ableitung“, auf Seite 115.

Integral		Berechnet das bestimmte Integral der Quelle. Die Berechnung wird in der Darstellung angezeigt. Die Integration startet bei Punkt „a“ und fügt den Bereich unter der Messkurve hinzu. Punkt „b“ gibt den aktuell berechneten Wert an. Am Ende der positiven Halbwelle erreicht die Integralfunktion ihr Maximum. Aufgrund des gleichpoligen Operanden, der in diesem Beispiel verwendet wird, erreicht die Messkurve des Bereichs den Wert Null nach der negativen Halbwelle. Messen Sie den Bereich mit einem „V-Marker“-Cursor, um ein Extrakt der Messkurve zu erhalten.
Tiefpass Hochpass		Tiefpassfilter und Hochpassfilter, siehe Kapitel 7.2.5, „Filter“, auf Seite 116.
Track ...		Track-Funktionen, siehe Kapitel 7.2.6, „Tracks“, auf Seite 116.

Fernsteuerbefehl:

- `CALCulate:MATH<m>[:EXPRession][:DEFine]` auf Seite 499
- `CALCulate:MATH<m>:LABel` auf Seite 501
- `CALCulate:MATH<m>:LABel:STATe` auf Seite 501

7.2.4.1 Ableitung

Die Ableitung entspricht der Steigung der Tangente durch einen Funktionspunkt und charakterisiert die Quantitätsänderung der Quelle in der Zeit. Je größer die Quantitätsänderung des Operanden in der Zeit ist, desto größer ist das Ergebnis der Ableitung.

Die Berechnung wird mithilfe des Sekanten auf Basis des aktuellen berechneten Werts und eines Werts mit einem Abstand von 0,1 DIV angenähert. Die Zeitachse hat also eine endlich kleine Auflösung. Skalieren Sie deshalb das Eingangssignal, um eine geeignete Anzeige des gewünschten Bereichs zu erhalten. Die Formel lautet:

DERI(Source,dx) in <unit>

Die Konstante dx legt fest, wie viele Stichproben gemittelt werden, bevor der Mittelwert für die Berechnung der Ableitung verwendet wird. Der optimale Wert hängt von der Frequenz des Signals, dem Rauschen des Signals und der konfigurierten Aufzeichnungslänge und Zeitskala (Zeitbasis) ab. Empfohlene Werte liegen zwischen 50 und 5000. Wählen Sie einen kleineren Wert für eine kleinere Zeitbasis oder kleinere Aufzeichnungslängen.

7.2.5 Filter

Das R&S RTA4000 verfügt über mehrere Möglichkeiten, das Eingangssignal zu filtern:

- Tiefpassfilter durch Auswahl einer Bandbreitenbegrenzung im Erfassungspfad (vertikale Kanaleinstellungen), siehe Kapitel 5.3.3, „Vertikale Einstellungen“, auf Seite 58.
- Erstellung einer gefilterten mathematischen Messkurve (Tiefpass oder Hochpass). Gefilterte mathematische Messkurven werden im Folgenden beschrieben.

Um einen Tief- oder Hochpass-Filter zu erzeugen, wird der Filter mit unendlicher Impulsantwort (IIR) verwendet. Der Filter erfordert eine zusätzliche Einstellung: die Grenzfrequenz „BW“.

Tabelle 7-1: Verfügbare mathematische Filter

Tiefpass	LP(Quelle,BW) Berechnet eine tiefpassgefilterte Messkurve der Quellmesskurve unter Verwendung einer IIR zweiter Ordnung. Die Grenzfrequenz BW wird als konstanter Wert festgelegt. Signalanteile mit höheren Frequenzen als der Grenzfrequenz werden stark gedämpft.
Hochpass	HP(Quelle,BW) Berechnet eine hochpassgefilterte Messkurve der Quellmesskurve unter Verwendung einer IIR erster Ordnung. Die Grenzfrequenz BW wird als konstanter Wert festgelegt. Signalanteile mit Frequenzen unter der Grenzfrequenz werden stark gedämpft.

Ein IIR-Filter benötigt eine Einschwingzeit. Während der Einschwingzeit wird die gefilterte Messkurve nicht auf dem Bildschirm angezeigt, sodass die gefilterte Messkurve kürzer ist als die Quellenmesskurve. Die Dauer der Einschwingzeit hängt von der Grenzfrequenz „BW“ ab. Je niedriger der Grenzwert ist, desto länger ist die Einschwingzeit und desto kürzer die gefilterte Messkurve.

Die Grenzfrequenz ist begrenzt und hängt von der horizontalen Auflösung der Anzeigedaten ab. Wenn die ausgewählte Grenzfrequenz den Grenzwert überschreitet, wird sie in der Beschriftung der mathematischen Messkurve rot angezeigt.

7.2.6 Tracks

Ein Track ist eine Messkurve, die Messwerte in Zeitkorrelation zum gemessenen Signal anzeigt. Es handelt sich um die grafische Interpretation der Messwerte einer einzelnen Erfassung. Das R&S RTA4000 kann Frequenz, Periode, Impulsbreite und Tastverhältnis von impulsbreitenmodulierten Messkurven (PWM) und impulsdichtemodulierten Messkurven (PDM) verfolgen. Die mathematischen Tracks sind unabhängig von den Messfunktionen.

Tracks werden beispielsweise bei der Leistungsanalyse oder bei der Analyse von Motorsteuerungen verwendet, die PWM-Signale zur Steuerung der Drehzahl verwenden. PDM-Signale werden beispielsweise für die Modellflugsteuerung verwendet.

Bipolare Signale haben negative und positive Pulse. Bipolare PWM-Signale werden beispielsweise verwendet, um die Richtung des Motors zu ändern und können mit Differenztastern gemessen werden.

Tabelle 7-2: Verfügbare Track-Messkurven

Periodenverfolgung	TPER(Quelle) in s Verfolgt die Periodenwerte der Quellenmesskurve, d. h. die Zeit zwischen den Kreuzungspunkten zweier aufeinander folgender Ein- oder Ausschaltflanken mit dem Schwellenwert. Siehe Bild 7-7.
Periodenverfolgung (bipolar)	TPERB(Quelle) in s Verfolgt die Periodenwerte einer bipolaren Quellenmesskurve. Siehe Bild 7-6.
Frequenzverfolgung	TFREQ(Quelle) in Hz Verfolgt die Frequenzwerte der Quellenmesskurve.
Frequenzverfolgung (bipolar)	TFREQB(Quelle) in Hz Verfolgt die Frequenzwerte einer bipolaren Quellenmesskurve.
Pulsbreitenverfolgung	TPWQuelle) in s Verfolgt die Pulsbreite der Quellenmesskurve. Bei einem PWM-Quellensignal ist das Ergebnis die demodulierte Messkurve. Siehe Bild 7-5.
Pulsbreitenverfolgung (bipolar)	TPWB(Quelle) in s Verfolgt die Pulsbreite einer bipolaren Quellenmesskurve. Bei einem PWM-Quellensignal ist das Ergebnis die demodulierte Messkurve. Siehe Bild 7-8.
Tastverhältnisverfolgung	TDCY(Quelle) in % Verfolgt das Tastverhältnis der Quellenmesskurve. Bei einem PWM-Quellensignal ist das Ergebnis die demodulierte Messkurve. Siehe Bild 7-4.
Tastverhältnisverfolgung (bipolar)	TDCYB(Quelle) in % Verfolgt das Tastverhältnis einer bipolaren Quellenmesskurve. Bei einem PWM-Quellensignal ist das Ergebnis die demodulierte Messkurve. Siehe Bild 7-6.

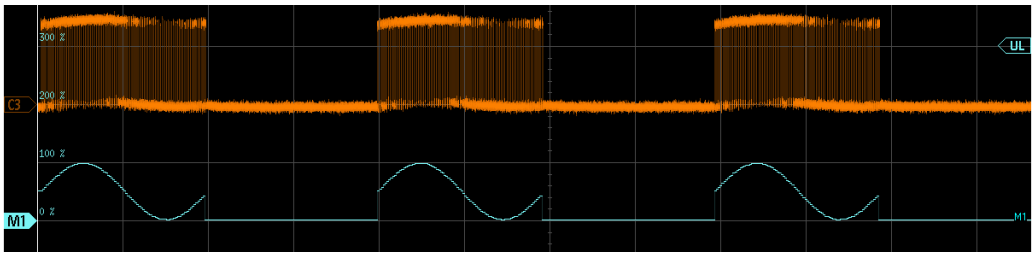


Bild 7-4: Unipolares PWM-Signal mit Tastverhältnisverfolgung M1, das die demodulierte Messkurve darstellt

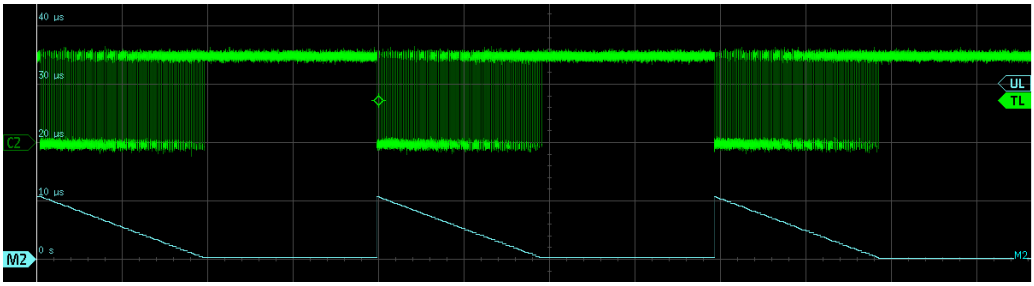


Bild 7-5: Unipolares PWM-Signal mit Pulsbreitenverfolgung M2

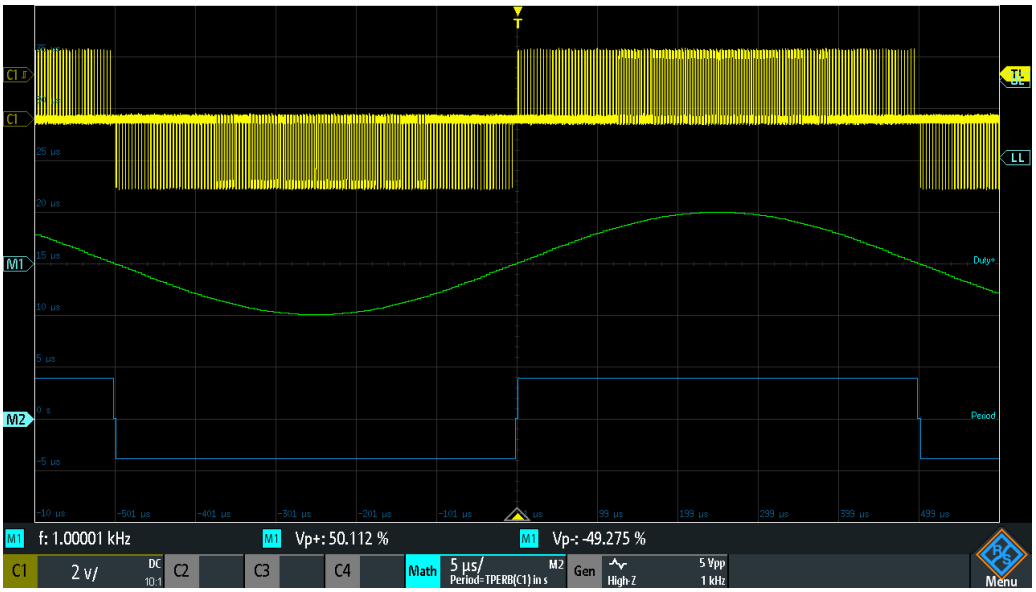


Bild 7-6: Bipolare PWM-Messkurve mit Tastverhältnisverfolgung M1 in Grün und Periodenverfolgung M2 in Blau

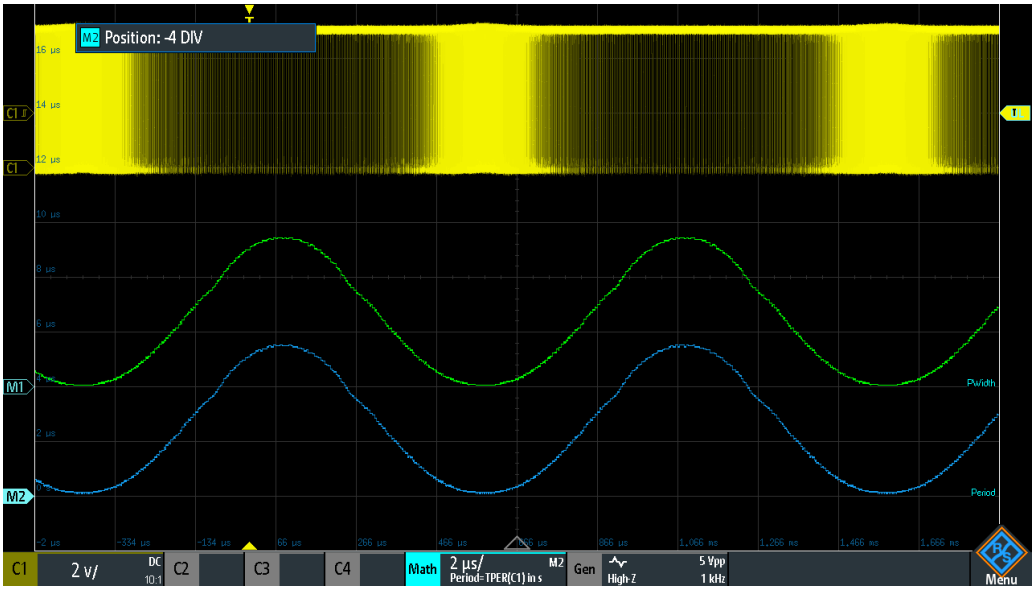


Bild 7-7: Unipolare PDM-Messkurve mit Pulsbreitenverfolgung M1 in Grün und Periodenverfolgung M2 in Blau

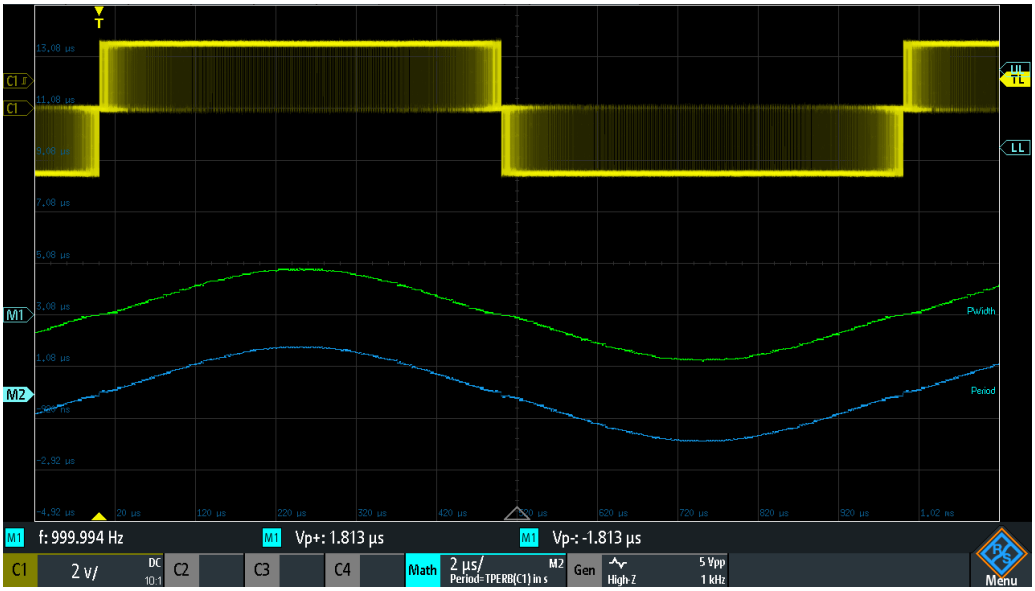
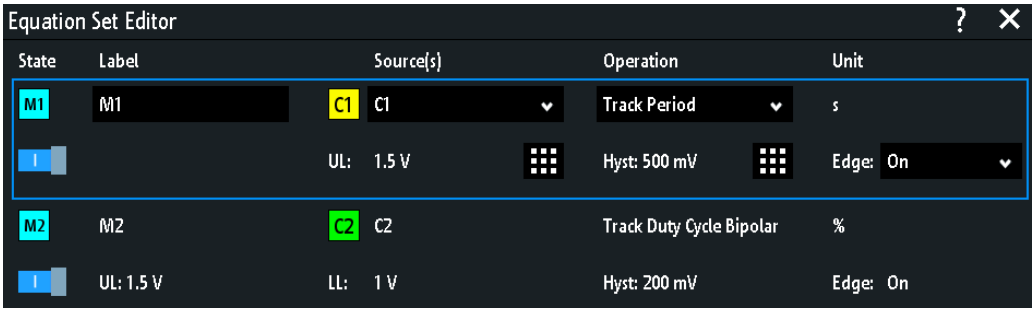


Bild 7-8: Bipolares PDM-Signal mit Pulsbreitenverfolgung M1 in Grün und Periodenverfolgung M2 in Blau. Bei PDM-Messkurven ist die Pulsbreite und die Periode synchron.

7.2.6.1 Einstellungen für Tracks

Die Bestimmung der Track-Werte erfordert einen Schwellenwert für unipolare PWM-Signale und zwei Schwellenwerte für bipolare PWM-Signale. Wenn der Puls den Schwellenwert überschreitet, wird die Pulsbreite gemessen und als Track-Wert angezeigt. Um die tatsächlichen Übergänge des Pulssignals zu erkennen, wird die Hysterese verwendet. Die Einheit wird automatisch eingestellt.

Für die Bestimmung der Track-Werte ist ein Schwellenwert erforderlich. Wenn der Puls den Schwellenwert überschreitet, wird die Pulsbreite gemessen und als Track-Wert angezeigt. Um die tatsächlichen Übergänge des Pulssignals zu erkennen, wird die Hysterese verwendet. Die Einheit wird automatisch eingestellt.



UL

Legt den Schwellenwert für unipolare Track-Quellen bzw. den oberen Wert für bipolare Quellen fest. Das Signal wird an den Kreuzungspunkten des Signals mit dem Schwellenwert gemessen.

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer]` auf Seite 503

LL

Legt den unteren Pegel für bipolare Track-Quellen fest, der die Kreuzungspunkte bei negativen Pulsen bestimmt.

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:LOWer` auf Seite 503

Hyst

Legt die Hysterese für die korrekte Flankenerkennung fest.

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 503

Flanke

Legt die steigende oder fallende Flanke als Referenz für jede Messung fest. Die Einstellung hilft bei der Ermittlung von Werten für den Schaltzustand der Endstufe.

Bei unipolaren Quellen ist die Einschaltflanke die steigende Flanke und die Ausschaltflanke die fallende Flanke.

Im bipolaren Fall sind alle Übergänge für den negativen Zweig invertiert. Bei positiven Pulsen ist die Einschaltflanke die steigende Flanke und die Ausschaltflanke die fallende Flanke. Sie können auch den Effekt des Doppelpulses, der durch die Invertierung entsteht, herausrechnen: Wählen Sie dazu: „Ein, Doppelpuls“ oder „Aus, Doppelpuls“

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE` auf Seite 502

`CALCulate:MATH<m>:TRACk:DPULse[:ENABle]` auf Seite 502

7.2.6.2 Demo für Tracks

Kurze Demo-Tutorials erläutern PWM-Signale und die Track-Funktion.

Demo ansehen:

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Wählen Sie die Registerkarte „Applikationen“ aus.
3. Wählen Sie „Demo“.
4. Wählen Sie die Registerkarte „Track“ aus.
5. Wählen Sie das Signal aus.
6. Schließen Sie das Demosignal wie im Assistenten gezeigt an den Eingangskanal an.
7. Tippen Sie auf „Start“.

7.2.6.3 Beispielsignale für Tracks

Wenn die Signalerzeugungsoption R&S RTA-B6 installiert ist, können Sie den Mustergenerator verwenden, um PWM-Signale zu erzeugen, siehe Kapitel 16.2.7, „Einstellungen für PWM-Signale“, auf Seite 439.

Um sich mit den Track-Funktionen vertraut zu machen, verfügt das R&S RTA4000 über mehrere vorkonfigurierte Signale mit Track-Messkurven. Diese Beispiele für Track-Messkurven erfordern Option R&S RTA-B6.

Anzeige eines Beispielsignals:

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Wählen Sie die Registerkarte „Track“ aus.
3. Wählen Sie das Signal aus.
4. Verbindung der Eingangskanäle. Die erforderliche Verbindung wird in der oberen linken Ecke des Displays angezeigt.

Signal	Quelle verbinden ...	mit Eingangskanal ...
PWM Unipolar	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
PWM Bipolar	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
PDM Unipolar	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
PDM Bipolar	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
Inverter	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
Gleichstrommotor	„Gen“ Generatorausgang	„Kanal 1“
3-Phasenmotor	Mustergenerator: P0, P1, P2	„Kanal 1“, „Kanal 2“, „Kanal 3“
PWM - RGB LED	Mustergenerator: P0, P1, P2	„Kanal 1“, „Kanal 2“, „Kanal 3“

Der Track des bipolaren Inverter-Signals zeigt die echte Sinuskurve, die den durch die Inversion entstehenden Doppelimpuls berücksichtigt. Diese Sinuskurve kann mit dem idealen Steuersignal verglichen werden.

7.2.7 Formelsätze speichern und laden

Sie können bis zu fünf Formelsätze im internen Speicher des Geräts oder auf einem USB-Stick speichern und später laden. Außerdem können Sie gespeicherte Formelsätze aus dem internen Speicher auf einen USB-Stick verschieben oder kopieren und umgekehrt (siehe Kapitel 10.6, „Export und Import“, auf Seite 236).

Formelsatz speichern

1. Tippen Sie im Menü „Mathematik“ auf „Speichern“.
2. Wählen Sie „Ziel“ interner Speicher oder USB-Stick und das Verzeichnis aus. Das Ziel `/USB_FRONT` ist nur aktiv, wenn ein USB-Stick an der vorderen USB-Schnittstelle angeschlossen ist.
3. Geben Sie den Dateinamen ein.
4. Optional: Geben Sie einen Kommentar ein.
5. Tippen Sie auf „Speichern“.

7.3 Referenzmesskurven

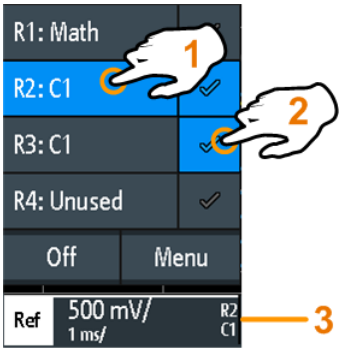
Zum Vergleichen von Messkurven und Analysieren von Differenzen zwischen den Kurven können Referenzmesskurven angezeigt werden.

Referenzmesskurven sind Messkurvendaten, die in internen Referenzspeichern enthalten sind. Es sind vier Referenzmesskurven verfügbar, die angezeigt werden können: R1 bis R4.

Die Anzeige einer Referenzmesskurve ist von der Anzeige der Quellenmesskurve unabhängig. Sie können die vertikale und auch die horizontale Skala und Position ändern. Die aktuelle Skalierung ist in der Messkurven-Kompaktanzeige der Referenzmesskurve angegeben.

Kurzmenü

Das Kurzmenü zeigt den Status aller Referenzmesskurven an.



1 = Referenzmesskurve auswählen
2 = Referenzmesskurve anzeigen
3 = Kompaktanzeige der Referenzmesskurve mit vertikaler und horizontaler Skalierung, Referenznummer und Quellenmesskurve

Dateiformat

Messkurven können als Referenzmesskurven gespeichert werden. Das Dateiformat ist TRF. Dateien können im internen Speicher oder auf einem externen USB-Stick gespeichert und von dort geladen werden.

TRF ist das spezifische Binärformat für Referenzmesskurven des R&S RTA4000. Es enthält den Amplitudenwert jedes Abtastwerts, der auf dem Bildschirm angezeigt wird (8 Bit oder 16 Bit lang). Für Peak-Detect-Messkurven werden zwei Werte pro Abtastwert gespeichert. Die Datei enthält auch Zeitinformationen (Zeit des ersten Abtastwerts und das Abtastintervall) und aktuelle Geräteeinstellungen.

Die Daten können als Referenzmesskurve zur weiteren Nutzung auf dem Gerät geladen werden. Analysen der Daten außerhalb des R&S RTA4000 sind nicht vorgesehen.

7.3.1 Referenzen verwenden

Referenzmesskurve erstellen und anzeigen

1. Drücken Sie zum Aktivieren der Referenzmesskurve und Öffnen des Menüs „Referenzen“ zweimal die Taste [Ref].
2. Referenzmesskurve aus einer aktiven Messkurve erstellen:
   a) Wählen Sie die „Quelle“ für die Messkurve aus.
   b) Wählen Sie die Ziel-„Referenz“ aus.
   c) Tippen Sie auf „Kopieren“.

   Die neue Referenzmesskurve wird über der Originalkurve erstellt und erhält den Fokus.
3. Ändern Sie die Skalierung und Position mithilfe der horizontalen und vertikalen [Position]- und [Scale]-Drehknöpfe.

   Siehe auch:
   - Kapitel 5.3.1, „VERTICAL-Bedienelemente“, auf Seite 55

- Kapitel 5.2.1, „HORIZONTAL-Bedienelemente“, auf Seite 52

Messkurve als Referenzmesskurve speichern

Sie können jede aktive Messkurve direkt als Referenzmesskurve in einer Datei speichern.

1. Öffnen Sie das Menü „Referenzen“, indem Sie auf das Menüsymbol ❖ tippen und wählen Sie „Referenzen“ aus.
2. Tippen Sie auf „Kurve speichern“.
3. Wählen Sie die zu speichernde Messkurve aus: „Quelle“.
4. Tippen Sie auf „Ziel“.
5. Wählen Sie den „Speicherort“ aus (intern oder USB).
6. Beim Speichern der Datei auf einem USB-Stick können Sie einen Zielordner angeben.
   a) Tippen Sie doppelt auf den Zielordner. Falls der Ordner nicht existiert, können Sie einen neuen erstellen.
   Der Ordner wird geöffnet.
   b) Tippen Sie auf „Verz. annehmen“ .
7. Falls nötig, kann der „Dateiname“ geändert werden.
8. Optional: Fügen Sie einen Kommentar hinzu.
9. Tippen Sie auf „Speichern“.
10. Schließen Sie das Dialogfeld.

Referenzmesskurve laden

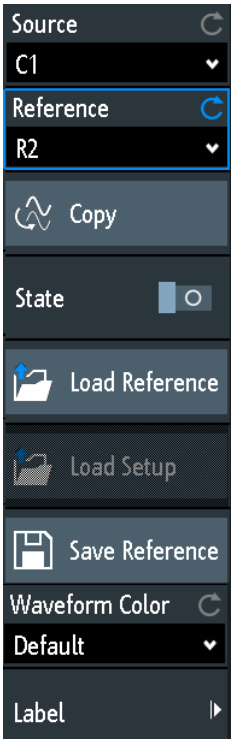
1. Öffnen Sie das Menü „Referenzen“, indem Sie auf das Menüsymbol ❖ tippen und wählen Sie „Referenzen“ aus.
2. Wählen Sie die gewünschte „Referenz“-Messkurve aus.
3. Tippen Sie auf „Kurve laden“.
4. Wählen Sie den „Speicherort“, den Ordner und die Referenzdatei aus.
5. Tippen Sie auf „Laden“.

   Das Gerät schreibt die Messkurvendaten in die ausgewählte Referenzmesskurve und zeigt sie an.

7.3.2 Einstellungen für Referenzmesskurven

► Öffnen Sie das Menü „Referenzen“:

a) Tippen Sie auf das Menüsymbol ❖ rechts unten auf dem Bildschirm.
b) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Referenzen“ aus.



Quelle....125
Referenz....125
Kopieren....126
Status....126
Kurve laden....126
Einstell. laden....126
Kurve speichern....126
Kurvenfarbe....127
Bezeichnung....127
└ Bit....127
└ Bezeichnung....127
└ Vordefiniert....127
└ Bezeichnung editieren....127

Quelle
Gibt die Quelle für die Referenzmesskurve an. Dies kann ein beliebiger aktiver Kanal oder eine beliebige mathematische oder Referenzmesskurve sein.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:SOURce` auf Seite 504
`REFCurve<m>:SOURce:CATalog?` auf Seite 504

Referenz
Gibt eine der vier möglichen Referenzmesskurven an.

Kopieren
Kopiert die „Quelle“ für die Messkurve in die ausgewählte Referenzmesskurve. Die Referenzmesskurve bleibt erhalten, bis Sie sie aktualisieren oder eine andere Messkurve in die Referenz laden.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:UPDate` auf Seite 505

Status
Aktiviert die Referenzmesskurve und zeigt sie an.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:STATe` auf Seite 504

Kurve laden
Bietet Funktionen zum Laden einer Referenzmesskurve. Sie können CSV- und TRF-Dateien laden.

Wählen Sie den „Speicherort“ der Messkurvendatei (intern oder USB) und die Datei aus. Tippen Sie auf „Kurve laden“.

In diesem Dialogfeld können Sie auch nicht mehr benötigte Dateien löschen.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:LOAD` auf Seite 505

Einstell. laden
Lädt die Geräteeinstellungen, die zum Abrufen der gespeicherten Referenzmesskurve verwendet wurden. Die Einstellungen sind nur verfügbar, wenn sich die Datei im internen Speicher befindet und nie auf einen USB-Stick geschrieben wurde.

Laden Sie zuerst die Referenzmesskurve und dann die Einstellungen. Wurden keine Einstellungen gespeichert, ist „Einstell. laden“ nicht aktiv.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:LOAD:STATe` auf Seite 505

Kurve speichern
Öffnet ein Dialogfeld zum Speichern einer Messkurve als Referenzmesskurve:

„Quelle“	Wählen Sie die zu speichernde Messkurve aus. Dies kann jeder aktive analoge Kanal, eine mathematische oder Referenzmesskurve oder ein Logiktastkopf sein.
„Ziel“	Wählen Sie den „Speicherort“ (internes Verzeichnis oder USB-Stick) und das Zielverzeichnis aus.
„Dateiname“	Geben Sie den Dateinamen ein. Wenn bereits eine Datei mit dem Namen im Zielverzeichnis enthalten ist, wird sie ohne Benachrichtigung überschrieben. Das Dateiformat ist TRF.
„Kommentar“	Geben Sie optional einen Text zur Beschreibung der Messkurve ein.
„Speichern“	Die Daten werden gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:SAVE` auf Seite 505

Kurvenfarbe
Gibt eine Farbe für die Referenzmesskurve an. Die Standardfarbe ist Weiß. Sie können eine andere monochrome Farbe oder eine Farbskala auswählen.

Die Farbskalen werden in „Kurvenfarbe“ auf Seite 62 beschrieben.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:WCOLor` auf Seite 507

Bezeichnung
Öffnet ein Menü zur Angabe benutzerdefinierter Beschriftungen für die einzelnen Referenzmesskurven.

Bit ← Bezeichnung
Gibt die zu beschriftende Referenzmesskurve an.

Bezeichnung ← Bezeichnung
Aktiviert oder deaktiviert die benutzerdefinierte Beschriftung für die ausgewählte Referenzmesskurve.

Vordefiniert ← Bezeichnung
Ermöglicht die Auswahl einer vordefinierten Beschriftung. Der Text kann mit „Bezeichnung editieren“ bearbeitet werden.

Bezeichnung editieren ← Bezeichnung
Öffnet eine On-Screen-Tastatur zur Eingabe einer Beschriftung. War bereits eine vordefinierte Beschriftung ausgewählt, wird sie im Eingabefeld angezeigt und Sie können sie ändern.

Der Name darf maximal acht Zeichen lang sein und kann nur ASCII-Zeichen enthalten, die auf der On-Screen-Tastatur verfügbar sind.

Fernsteuerbefehl:
`REFCurve<m>:LABel` auf Seite 507

7.4 History und segmentierter Speicher

Mithilfe der History-Funktion und dem segmentierten Speicher können Sie auf zuvor erfasste Messkurven zugreifen und diese analysieren. Sie können beispielsweise Signale, die in kurzen Bursts mit langen Leerlaufzeiten auftreten, Paketübertragungen in seriellen Bussen, Radarpulse und Laserpulse analysieren. Der segmentierte Speicher dient zum Speichern der Messkurven und verfügt über eine Segmenttabelle zum Analysieren gespeicherter Messkurven.

History-Segmente können auf dieselbe Weise wie die Messkurve der letzten Erfassung analysiert werden. Alle R&S RTA4000 Mess- und Analysewerkzeuge stehen zur Verfügung: Zoom, Cursor-Messungen, schnelle und automatische Messungen, Maskentest, Analyse serieller Protokolle, Mixed-Signal-Funktionen etc.

Die Segmenttabelle und die Messkurvendaten von History-Segmenten können in einer Datei gespeichert werden.

Bei der schnellen Segmentierung verkürzt sich die Blindzeit der Erfassung.

7.4.1 Segmentierter Speicher

Während einer Erfassung speichert das Gerät die erfassten Daten im Speicher, verarbeitet die Daten und zeigt die Messkurve an. Der segmentierte Speicher enthält die Daten der angezeigten Messkurve und auch die Daten der Messkurven, die zuvor erfasst wurden. Jede gespeicherte Messkurve wird als Segment bezeichnet. Die Aufzeichnungslänge der Segmente kann definiert werden. Die Anzahl der Segmente ist von der Aufzeichnungslänge abhängig. Je kürzer die Aufzeichnungslänge, desto mehr Segmente können gespeichert werden.

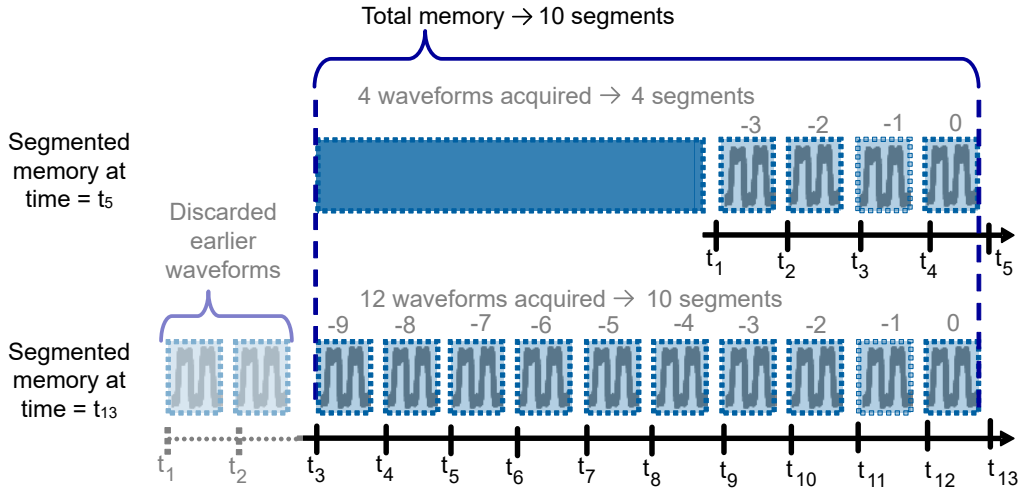


Bild 7-9: Segmentierter Speicher. In diesem Beispiel können zehn Segmente gespeichert werden.

Jedes Segment hat einen Zeitstempel, der den Zeitpunkt der aufgetretenen Ereignisse angibt.

Die History-Funktion kann auf die gespeicherten Segmente zugreifen und sie anzeigen. Beim Starten einer neuen Erfassung wird der Speicher gelöscht und die Segmente werden neu geschrieben.

Die History-Funktion speichert während der Erfassung folgende Daten:

- Alle aktiven Analogkanäle.
- Alle Logikkanäle, wenn mindestens eine Logik aktiv ist (mit Option R&S RTA-B1).
- Decodierte Busdaten, wenn der Bus aktiv ist (mit mindestens einer Option für serielle Protokolle, z. B. R&S RTA-K1 oder K2).

Schnelle Segmentierung

Bei normalen Erfassungen wird nur eine kurze Zeit des Erfassungszyklus für die Abtastung verwendet. Verarbeitung und Anzeige nehmen die meiste Zeit in Anspruch. Die Zeit für Verarbeitung und Anzeige ist Blindzeit, die eine Lücke im aufgezeichneten Signal verursacht. Sehr kurze und unregelmäßige Ereignisse, die in dieser Blindzeit auftreten, werden bei normalen Erfassungen möglicherweise nicht erkannt.

Um die Blindzeit zu verkürzen und so die Möglichkeit, dass Ereignisse übersehen werden, zu verringern, gibt es eine schnelle Segmentierung. Die schnelle Segmentierung kommt bei [Single] Erfassungen und „Nx Single“ > 1 zum Einsatz.

Bei schneller Segmentierung finden nachfolgende getriggerte Erfassungen sehr schnell statt, nahezu ohne Blindzeit zwischen den Erfassungen. Nachdem alle Segmente erfasst wurden, werden die Daten verarbeitet und die letzte Messkurve angezeigt. In der History-Ansicht können alle gespeicherten Messkurvensegmente angezeigt und analysiert werden.

7.4.2 History aktivieren

History aktivieren

1. Drücken Sie die Taste [History]. Mit dem ersten Drücken der Taste wird die History-Funktion aktiviert, mit dem zweiten das Menü „History“ geöffnet.
2. Stoppen Sie die Erfassung.

   Die erfassten Segmente werden in der Segmenttabelle aufgelistet, und die Schaltflächen im History Player sind aktiv.

History deaktivieren

► Drücken Sie die Taste [History].

Wenn Sie nur die Segmenttabelle schließen, können Sie den History Player verwenden und die Messkurvensegmente detaillierter betrachten. Um die Segmenttabelle wieder zu öffnen, öffnen Sie das Menü „History“ und tippen auf „History anzeigen“.

7.4.3 History-Einstellungen

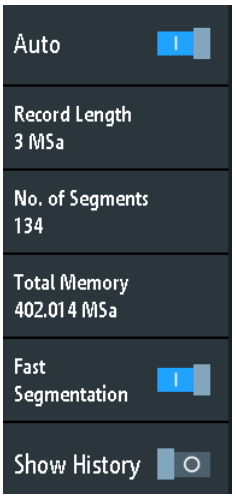
History- und Segmentierungseinstellungen befinden sich im Menü „History“. Darüber hinaus liefert „Erfassung“ eine zusätzliche Einstellung: „Nx Single“.

1. Aktivieren Sie die History-Funktion.
2. Öffnen Sie das Menü „History“.
3. Wenn Sie eine individuelle Aufzeichnungslänge oder Segmentanzahl festlegen möchten, deaktivieren Sie „Auto“.

   Wenn „Auto“ aktiviert ist, wird die Aufzeichnungslänge im Menü „Erfassung“ ausgewählt.
4. Legen Sie die „Speichertiefe“ oder „Anzahl der Segmente“ fest.

   Die Aufzeichnungslänge und die Anzahl der Segmente sind voneinander abhängig. Ist einer der Parameter angegeben, wird der andere vom Gerät angepasst.
5. Falls nötig, aktivieren Sie Schnelle Segmentierung.

6. Geben Sie die Anzahl Messkurven an, die von einer [Single]-Erfassung aufgezeichnet werden sollen:
   a) Drücken Sie die Taste [Acquisition].
   b) Stellen Sie Nx Single ein.



Das Menü „History“ hat folgende Einstellungen:

Auto
Hier wird festgelegt, wie die Aufzeichnungslänge und die Anzahl der Segmente eingestellt werden: automatisch durch das Gerät oder durch manuelle Einstellung der Aufzeichnungslänge oder der Anzahl der Segmente.

Im automatischen Modus können Sie die Aufzeichnungslänge im Menü „Erfassung“ einstellen. Die automatische Einstellung der Anzahl der Segmente wird nur wirksam, wenn Auto-Trigger eingestellt ist. Wenn Sie vom automatischen in den normalen Triggermodus wechseln, bleibt die aktuelle Segmentgröße erhalten.

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:MEMory[:MODE]` auf Seite 523

Speichertiefe
Die Aufzeichnungslänge wird abhängig von der Einstellung „Auto“ angezeigt und festgelegt. Die Aufzeichnungslänge ist die Anzahl der Messkurvenabtastwerte, die in einer einzigen Messkurvenaufzeichnung gespeichert sind. Die Anzahl der verfügbaren History-Segmente wird automatisch angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:POINts:AUTomatic` auf Seite 475
`ACQuire:POINts[:VALue]` auf Seite 475

Anzahl der Segmente
Zeigt die Anzahl der gespeicherten Segmente an oder stellt sie ein, je nach gewähltem Modus „Auto“. Die Aufzeichnungslänge wird entsprechend angepasst. Wenn Sie die Anzahl der Segmente ändern, wird die History gelöscht.

Siehe auch: Kapitel 7.4.1, „Segmentierter Speicher“, auf Seite 128

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:COUNt` auf Seite 524

Schnelle Segmentierung
Wenn aktiviert, werden die Erfassungen so schnell wie möglich durchgeführt, ohne Verarbeitung und Anzeige der Messkurven. Nach dem Stoppen der Erfassung werden die Daten verarbeitet und es wird die letzte Messkurve angezeigt. Ältere Messkurven sind in Segmenten gespeichert. Die Segmente können mit der History-Funktion angezeigt und analysiert werden.

Die schnelle Segmentierung kommt bei [Single] Erfassungen und „Nx Single“ > 1 zum Einsatz.

Siehe auch: Kapitel 7.4.1, „Segmentierter Speicher“, auf Seite 128

Fernsteuerbefehl:
`ACQuire:SEGMented:STATe` auf Seite 525

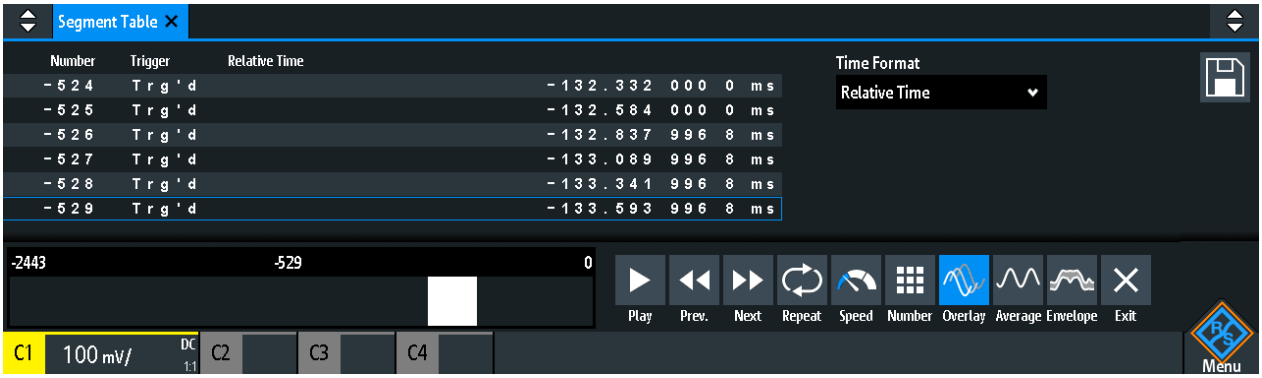
History anzeigen
Aktiviert oder deaktiviert die History.

7.4.4 Segmenttabelle und History-Player

Die Speichersegmente werden fortlaufend geschrieben, während eine Erfassung läuft. Wenn Sie die History aktivieren, wird die Segmenttabelle geöffnet, die jedoch leer ist, während die Erfassung läuft. Wenn Sie die Erfassung beenden, werden die erfassten Segmente in der Segmenttabelle aufgelistet, und der History Player wird aktiviert.

Die Segmenttabelle zeigt den Index und Zeitstempel aller History-Segmente an und ob das Segment bei einem Triggerereignis oder im automatischen Modus erfasst wurde. Unter der Tabelle finden Sie den History Player mit Funktionen zum Anzeigen der Segmente, die im Speicher enthalten sind.

In den History-Segmenten sind die Daten der aktuell aktiven Kanäle gespeichert. Sie können mehrere Kanäle gleichzeitig erfassen und die Kanäle einzeln anzeigen und analysieren.



Es können alle History-Segmente der Reihe nach oder ein einzelnes Segment angezeigt werden.

History-Segmente anzeigen

1. Aktivieren Sie die History-Funktion.
2. Stoppen Sie die Erfassung.
3. Geben Sie das „Zeitformat“ an, das in der Tabelle angezeigt werden soll: absolute oder relative Zeit.
4. Geben Sie die Geschwindigkeit („Geschw.“) an.
5. Tippen Sie auf „Start“, um alle Segmente einmal wiederzugeben.
6. Um alle Segmente wiederholt wiederzugeben:
   a) Aktivieren Sie die Taste „Wiederh.“
   b) Tippen Sie auf „Start“.
7. Sie können wie folgt auf ein bestimmtes Segment zugreifen:
   - Tippen Sie in der Segmenttabelle auf das Segment.
   - Ziehen Sie den Schieberegler, bis die gewünschte Segmentnummer angezeigt wird.
   - Tippen Sie auf „Nummer“ und geben Sie die Segmentnummer ein. Das neueste Segment hat immer die Nummer "0". Ältere Segmente haben eine negative Nummer.
   - Mit „Vorh.“ und „Nächste“ kann das benachbarte Segment angezeigt werden.
8. Wenn die History-Segmente die Daten mehrerer Kanäle enthalten und Sie nur einen oder einige Kanäle analysieren möchten, deaktivieren Sie alle nicht benötigten Kanäle.

Funktionen in der Segmenttabelle und im History-Player

Zeitformat
Gibt das Format des Zeitstempels an. Der Zeitstempel zeigt die Zeit des aktuell angezeigten History-Segments an. Auf diese Weise ist der Zeitbezug zwischen Erfassungen immer verfügbar. Genauer gesagt, ist der Zeitstempel die Zeit des Triggerereignisses.

Der Zeitstempel kann absolut oder relativ sein:
- Absolut: Datum und Tageszeit des Triggerereignisses des angezeigten Segments. Je nach horizontaler Position kann die Messkurve bis zu 100.000 Sekunden nach dem Triggerereignis erfasst werden und damit nach dem angezeigten Zeitstempel. Das Gerät berücksichtigt diese Verzögerung automatisch; alle Messungen beziehen sich auf das Triggerereignis.
- Relativ: Zeitdifferenz des aktuellen Segments zum neuesten Segment (Index = 0).

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:HISTory:TMODe` auf Seite 530
Kapitel 17.6.5.3, „Zeitmarken“, auf Seite 529

Speichern
Speichert die Segmenttabelle in einer CSV-Datei auf einem angeschlossenen USB-Stick. Die Datei enthält alle Zeitstempel: relative Zeit, Zeit zum Vorgänger und absolute Zeit. Speichern Sie die Messkurvensegmente über die Taste [Save Load] > „Messkurven“.

Siehe auch Kapitel 7.4.5, „History-Daten exportieren“, auf Seite 134.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:ATABle:NAME` auf Seite 533
`EXPort:ATABle:SAVE` auf Seite 534

Wiedergabe starten
Startet und stoppt die Wiedergabe der History-Segmente.

Fernsteuerbefehl:
`...:HISTory:PLAYer:STATe`

Vorh.
Geht zurück zum nächsten älteren Segment.

Nächste
Geht vorwärts zum nächsten neueren Segment.

Wiederh.
Wenn aktiviert, wird die Wiedergabe der ausgewählten History-Segmente automatisch wiederholt.

Fernsteuerbefehl:
`...:HISTory:REPLay`

Geschwindigkeit
Legt die Geschwindigkeit für die Wiedergabe der History fest: automatisch, langsam, mittel oder schnell.

Fernsteuerbefehl:
`...:HISTory:PLAYer:SPEed`

Nummer
Ermöglicht den Zugriff auf ein bestimmtes History-Segment im Speicher, um es anzuzeigen. Das neueste Erfassungssegment hat immer den Index "0". Ältere Segmente haben einen negativen Index. Sie können auch den Schieberegler über den Symbolen verwenden. Das aktuelle Segment wird in der Indexleiste angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`...:HISTory:CURRent`

Overlay
Zeigt die Segmente mit unendlichem Nachleuchten an. So können Sie alle Datenpunkte aller angezeigten Segmente eines Player-Zyklus sehen.

Mittelwert
Berechnet den Mittelwert des aktuellen Segments und der Segmente davor und zeigt ihn an. Am neuesten Segment wird der Mittelwert aller Segmente angezeigt. Beim Player-Neustart wird die Mittelwertberechnung zurückgesetzt. Die Mittelwertberechnung erfordert ein stabiles, getriggertes und periodisches Signal.

Hüllkurve
Zeigt die Hüllkurve an, die aus den Maximum- und Minimumwerten der aktuellen Segmente und der Segmente davor gebildet wird. Am neuesten Segment wird die Hüllkurve aller Segmente angezeigt. Beim Player-Neustart wird die Hüllkurvenberechnung zurückgesetzt.

Beenden
Beendet die History-Funktion und schließt die Segmenttabelle und den History Player.

7.4.5 History-Daten exportieren

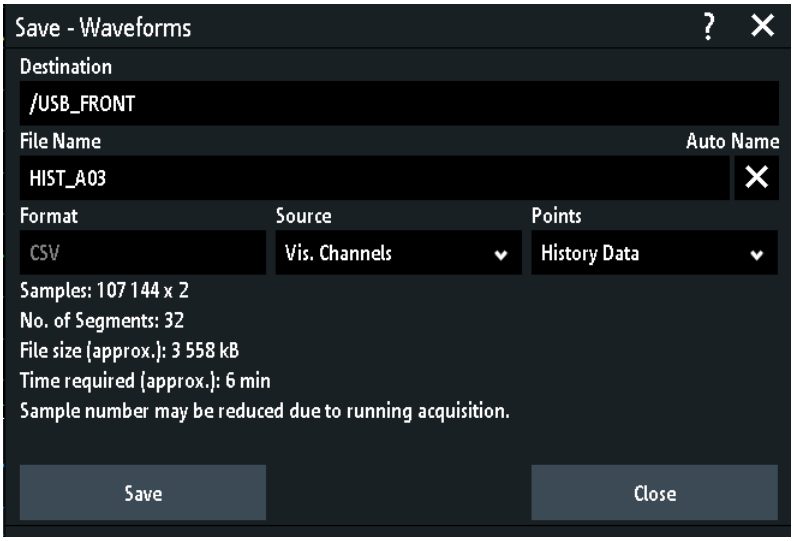
History-Segmente können in Dateien auf einem USB-Stick gespeichert werden, auch wenn die History-Funktion nicht aktiv ist („History anzeigen“ ist deaktiviert). Sie können angeben, ob alle sichtbaren Kanäle gespeichert werden oder ein einzelner Kanal. Zusätzlich können die vollständigen Zeitinformationen der Segmenttabelle gespeichert werden.

7.4.5.1 History in Datei speichern

Bevor Sie History-Daten speichern können, müssen Sie die Messkurve erfassen und die History-Funktion aktivieren, sodass die Segmenttabelle sichtbar ist.

History-Segmente der Messkurve speichern

1. Stecken Sie einen USB-Stick in das Gerät.
2. Drücken Sie die Taste [Save Load].
3. Wählen Sie „Messkurven“ im Menü aus.
4. Wählen Sie unter„Punkte“ „Alle Erfassungen“ aus.
5. Wählen Sie unter „Quelle“ aus, ob alle sichtbaren Kanäle gespeichert werden sollen oder nur einer davon.
6. Geben Sie unter „Dateiname“ den Dateinamen ein. Dies ist der Name des Ordners, der die Segmentdateien enthält.
   Das Dateiformat ist CSV.



7. Tippen Sie auf das Feld „Ziel“, um den Zielordner auszuwählen.
   Der Speicherort ist immer „/USB_FRONT“, der interne Speicher ist nicht verfügbar.
8. Tippen Sie auf „Speichern“.

   Eine Nachricht zeigt den Fortschritt des Speichervorgangs an.
9. Schließen Sie das Dialogfeld.

Segmenttabelle speichern

1. Stecken Sie einen USB-Stick in das Gerät.
2. Tippen Sie im Segmenttabellenfenster auf „Speichern“.
3. Tippen Sie doppelt darauf, um den Zielordner auszuwählen.
4. Tippen Sie auf „Neue Datei“.
5. Geben Sie den Dateinamen ein.
6. Tippen Sie auf „Eingabe“.

   Die Datei wird sofort gespeichert und das Fenster geschlossen.

7.4.5.2 Dateiorganisation und Inhalt

Die Segmenttabelle und History-Segmente werden in CSV-Dateien gespeichert.

Segmenttabelle

Die Segmenttabellendatei enthält alle Informationen, die in der Tabelle angezeigt werden, und auch alle Zeitstempel: relative Zeit, Zeit zum Vorgänger und absolute Zeit.

1		Date	Time				
2	Start of Acquisition	2017-10-13	13:55:19				
3	Last Acquisition	2017-10-13	13:55:27				
4	Acquisitions	53					
5	Number	Relative Time	Time to Previous	Date	Time		Trigger
6	0	-0.000000000000000E+00	5.029015392000000E-01	2017-10-13	13:55:27	0.0000000000E+00	Auto
7	-1	-5.029015392000000E-01	1.234122592000000E-01	2017-10-13	13:55:26	4.9709846080E-01	Trg'd
8	-2	-6.263137984000000E-01	1.004664000000000E-02	2017-10-13	13:55:26	3.7368620160E-01	Trg'd
9	-3	-6.363604384000000E-01	1.001169600000000E-02	2017-10-13	13:55:26	3.6363956160E-01	Trg'd

Bild 7-10: Inhalt einer Segmenttabellendatei

Messkurven

Jedes History-Segment wird in einer separaten Datei gespeichert und alle Segmentdateien werden in einem Ordner abgelegt, der nur die Dateien der gespeicherten Erfassung enthält. Sie können den Namen des Ordners festlegen. Die Namen der Datendateien schließen den Segmentindex ein.

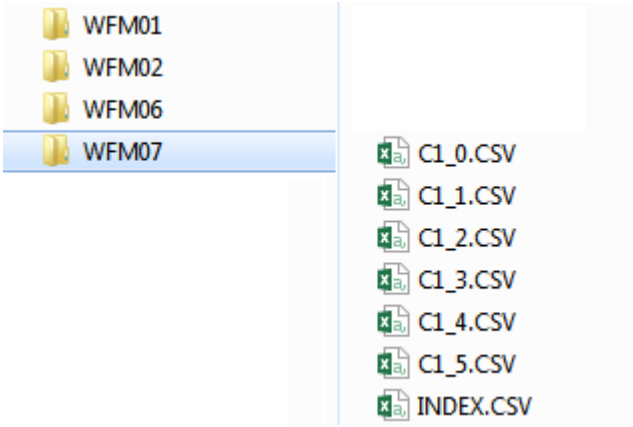


Bild 7-11: Inhalt eines History-Messkurvenordners

Die Datendateien enthalten die Zeit- und Spannungsdaten der Abtastwerte. Wenn Sie alle sichtbaren Kanäle speichern, werden die Spannungen aller Kanäle in eine einzige Datei geschrieben.

in s,C1 in V,C2 in V
-3.00000E-04,-5.518E-03,2.540E-01
-2.99994E-04,-6.982E-03,2.510E-01
-2.99989E-04,-6.982E-03,2.515E-01
-2.99983E-04,-6.982E-03,2.510E-01
-2.99978E-04,-6.006E-03,2.515E-01
-2.99972E-04,-6.982E-03,2.530E-01
-2.99966E-04,-9.424E-03,2.505E-01
-2.99961E-04,-6.982E-03,2.500E-01
-2.99955E-04,-6.494E-03,2.544E-01
-2.99950E-04,-5.518E-03,2.505E-01

Bild 7-12: Inhalt einer History-Segmentdatei mit zwei gespeicherten Kanälen

Zusätzlich zu den Datendateien wird eine Indexdatei gespeichert. Die Indexdatei enthält Informationen zu den Dateien und Segmenten. Für jedes Segment werden der Segmentindex, Datum und Uhrzeit der Speicherung und der Datenname aufgeführt.

```
Number,Date,Time,Thousandths in ms,Filename
0,2017-04-18,16:18:10,0.000000000e0,C1_0.CSV
-1,2017-04-18,16:18:09,994.600019200e-3,C1_1.CSV
-2,2017-04-18,16:18:09,989.699993600e-3,C1_2.CSV
-3,2017-04-18,16:18:09,984.800000000e-3,C1_3.CSV
-4,2017-04-18,16:18:09,979.499961600e-3,C1_4.CSV
-5,2017-04-18,16:18:09,974.599961600e-3,C1_5.CSV
```

Bild 7-13: Inhalt einer History-Indexdatei

7.5 Suche

7.5.1 Suchbedingungen und Ergebnisse

Mit den Suchfunktionen des R&S RTA4000 können alle Flanken, Pulsbreiten und Spitzen oder andere Ereignisse in einer Erfassung, die den Suchbedingungen entsprechen, gefunden werden. Für jeden Suchtyp sind spezifische Einstellungen verfügbar. Suchen können je nach Suchtyp für Kanäle, mathematische oder Referenzmesskurven und verfügbare Quellen durchgeführt werden.

Suche konfigurieren

1. Drücken Sie die Taste [Search].
2. Wählen Sie die Messkurve für die Suche nach Ereignissen aus: „Quelle“.
3. Wählen Sie den Ereignistyp aus, der gefunden werden soll: „Suchtyp“.
4. Konfigurieren Sie die Suchbedingungen: „Einstellungen“.

Die gefundenen Ereignisse und die Suchbedingungen werden in der Ergebnistabelle am unteren Rand des Displays angezeigt. Die Tabelle enthält folgende Ergebnisse: Ergebnisnummer, Zeitwert und einen optionalen Wert je nach Suchtyp (Spannung, Breite).

Während der Erfassung werden die Ergebnisse in der Tabelle ständig aktualisiert und die Ereignisse werden am oberen Rand des Diagramms durch einen braunen Dreieckumriss markiert.

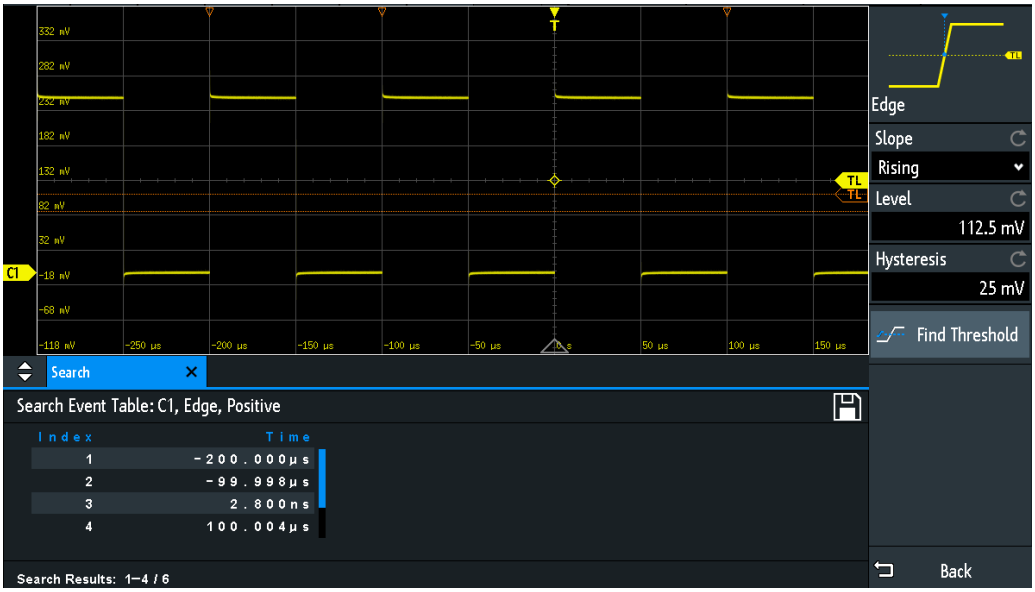


Bild 7-14: Suchergebnisse und Einstellungen während der Erfassung

Fernsteuerbefehle zum Abrufen von Suchergebnissen:

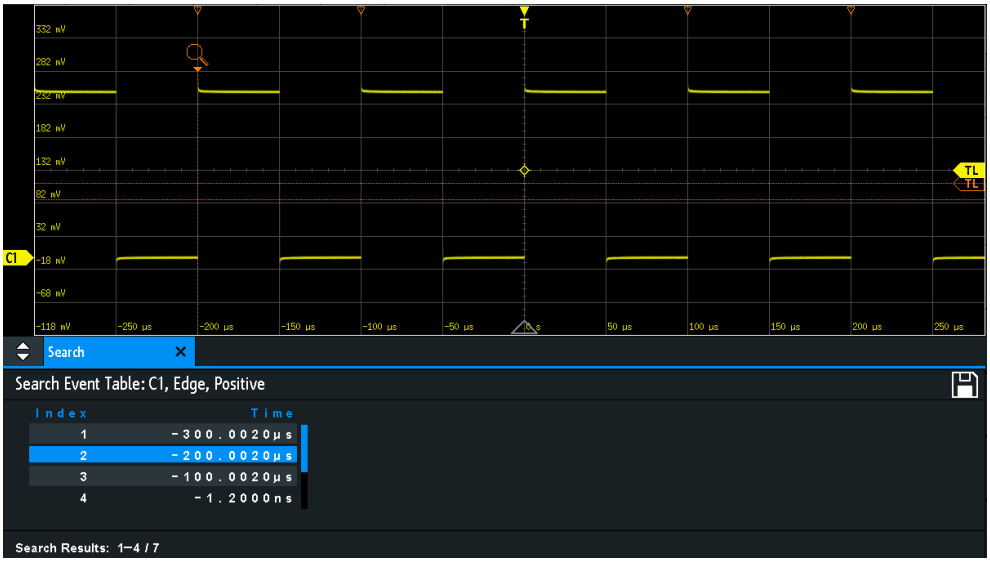
- `SEARch:RCOunt?` auf Seite 522
- `SEARch:RESult:ALL?` auf Seite 521
- `SEARch:RESult<n>?` auf Seite 522
- `SEARch:RESDiagram:SHOW` auf Seite 521
- `SEARch:RESult:BCOunt?` auf Seite 521

Suchergebnisse anzeigen

Nach dem Stoppen der Erfassung können Sie die Suchergebnisse anzeigen.

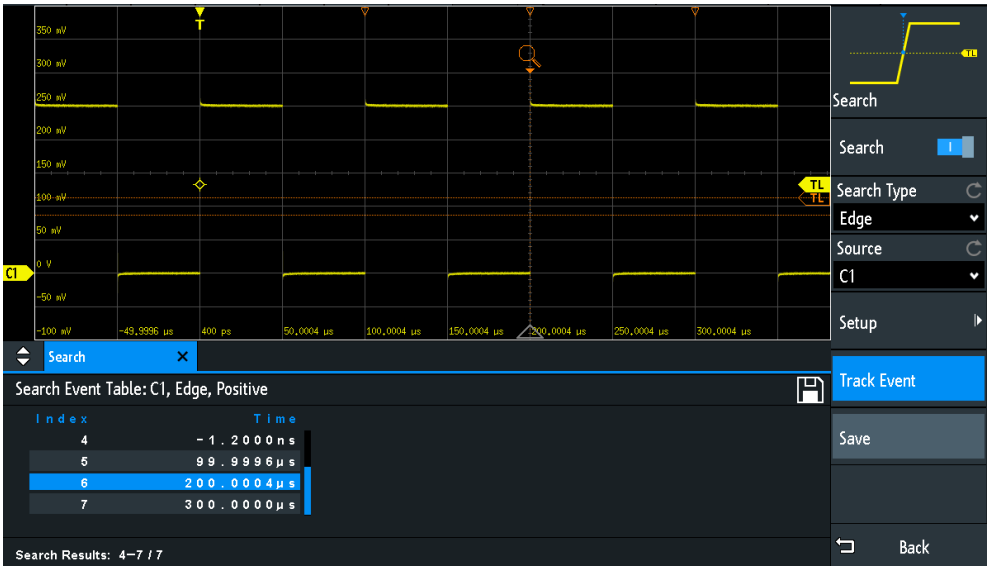
1. Stoppen Sie die Erfassung.
2. Tippen Sie auf das Suchergebnis, das Sie analysieren möchten. Falls nötig, blättern Sie durch die Liste.

   Das ausgewählte Ergebnis wird durch ein gefülltes Dreieck und eine Lupe markiert.



3. Wählen Sie im Menü „Suchen“ „Ereignis“ aus.

   Das ausgewählte Ereignis wird zum Referenzpunkt verschoben. Wenn Sie ein anderes Ereignis auswählen, wird es an derselben Position angezeigt.



Suchergebnisse speichern

1. Tippen Sie rechts oben in der Suchergebnistabelle auf das Symbol „Speichern“.
2. Schließen Sie einen USB-Stick an, wenn Sie die Daten außerhalb des Geräts speichern möchten.
3. Wählen Sie das richtige „Ziel“ und den Pfad aus.
   Sie können die Daten auch auf dem Gerät speichern. Wählen Sie in diesem Fall das „Ziel“ „/INT/SEARCH“ aus.

4. Ändern Sie, falls erforderlich, den Dateinamen und geben Sie einen Kommentar ein.
5. Tippen Sie auf „Speichern“.

   Die Daten werden in einer CSV-Datei gespeichert.

7.5.2 Allgemeine Sucheinstellungen

Die allgemeinen Sucheinstellungen sind unabhängig vom Suchtyp. Sie werden in diesem Abschnitt beschrieben. Die spezifischen Einstellungen für einzelne Suchtypen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

► Drücken Sie zum Öffnen des Menüs „Suchen“ die Taste [Search].

Suchen
Aktiviert und deaktiviert den Suchmodus.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:STATe` auf Seite 508

Suchtyp
Gibt den Ereignistyp an, nach dem gesucht werden soll.

„Flanke“ Wie beim Flankentrigger wird ein Flankensuchergebnis gefunden, wenn die Messkurve den vorgegebenen Pegel in der angegebenen Richtung passiert.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.3, „Flankensuche“, auf Seite 142.

„Breite“ Diese Suche findet Pulse mit einer exakten Pulsbreite, Pulse, die kürzer oder länger als eine vorgegebene Zeit sind, oder Pulse innerhalb oder außerhalb des angegebenen Zeitbereichs. Sie ist vergleichbar mit dem Pulsbreitentrigger.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.4, „Breitensuche“, auf Seite 143.

„Peak“ Diese Suche findet Pulse, die einen vorgegebenen Peak-to-Peak-Wert überschreiten.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.5, „Spitzensuche“, auf Seite 144.

„Anst./Abf.-zeit“ Diese Suche findet Flanken mit einer exakten Anstiegs- oder Abfallzeit, mit Anstiegs-/Abfallzeiten, die kürzer oder länger als eine vorgegebene Zeit sind, oder mit Anstiegs-/Abfallzeiten innerhalb oder außerhalb eines angegebenen Zeitbereichs.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.6, „Anstiegszeit-/Abfallzeit-Suche“, auf Seite 145.

„Runt“ Diese Suche findet Pulse mit einer Amplitude, die kleiner als normal ist. Für den Runt kann zusätzlich ein Zeitgrenzwert definiert werden.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.7, „Runt-Einstellungen“, auf Seite 147.

„Daten zu Takt“ Diese Suche - auch als Setup/Hold bekannt - findet eine Verletzung von Setup- und Hold-Zeiten. Sie analysiert das relative Timing zwischen zwei Signalen: einem Datensignal und dem synchronen Taktsignal.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.8, „Daten zu Takt“, auf Seite 148.

„Muster“ Diese Suche findet logische Kombinationen von Kanalzuständen innerhalb oder außerhalb eines angegebenen Zeitbereichs. Für jeden Kanal werden Zustand und Schwellenwert definiert. Die Zustände werden logisch kombiniert und die Zeit von wahren Musterergebnissen wird mit einem angegebenen Zeitbereich verglichen.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.9, „Mustersuche“, auf Seite 150.

„Protokoll“ Diese Suche findet verschiedene Ereignisse in decodierten Daten serieller Signale. Die Ereignisse sind protokollspezifisch und entsprechen den Triggereinstellungen des seriellen Protokolls.

„Fenster“ Diese Suche prüft die Signal-History in Bezug zu einem "Fenster". Das Fenster wird durch die oberen und unteren Spannungspegel gebildet. Die Suchbedingung ist erfüllt, wenn die Messkurve in das Fenster eintritt oder es verlässt oder wenn sie länger oder kürzer als angegeben innerhalb oder außerhalb des Fensters bleibt.
Zu den Einstellungen siehe Kapitel 7.5.10, „Fenstersuche“, auf Seite 152.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:CONDition` auf Seite 508

Quelle
Gibt die Messkurve an, die durch die Suche analysiert werden soll. Welche Quellen verfügbar sind, hängt vom ausgewählten Suchtyp ab.

Flanken-, Breiten- und Mustersuchen sind für Analog- und Logikkanäle durchführbar. Peak-, Anstieg/Abfall- und Runt-Suchen sind für aktive Analogkanäle, mathematische und Referenzmesskurven möglich. Für eine Daten-zu-Takt-Suche sind zwei aktive Analogkanäle erforderlich.

Wählen Sie für eine Protokollsuche den konfigurierten Bus aus.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:SOURce` auf Seite 509

Einstellungen
Öffnet ein Menü zum Festlegen der Suchparameter für den ausgewählten Suchtyp.

Ereignis
Wenn aktiviert, wird das ausgewählte Ergebnis zum Referenzpunkt verschoben. Dadurch ist das ausgewählte Ereignis immer im Diagramm sichtbar.

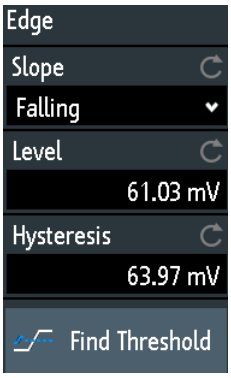
Speichern
Öffnet ein Dialogfeld zum Speichern der Suchergebnisse. Das Dateiformat ist CSV.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:SEARch:NAME` auf Seite 523
`EXPort:SEARch:SAVE` auf Seite 523

7.5.3 Flankensuche

Wie beim Flankentrigger wird ein Flankensuchergebnis gefunden, wenn die Messkurve den vorgegebenen Pegel in der angegebenen Richtung passiert.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Flanke“ > „Einstellungen“



Flanke
Legt die zu suchende Flanke fest: steigend, fallend oder beide Flanken.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:EDGE:SLOPe` auf Seite 509

Pegel
Gibt den Spannungspegel für die Suche an. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät den Pegel einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel` auf Seite 510

Hysterese
Gibt einen Hysterese-Bereich für den Suchpegel an, um unerwünschte Suchergebnisse, die durch Rauschschwingungen rund um den Pegel verursacht werden, zu vermeiden. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät die Hysterese einstellen soll.

Für eine steigende Flanke liegt die Hysterese unter dem Suchpegel. Dagegen liegt sie bei einer fallenden Flanke über dem Pegel.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel:DELTa` auf Seite 510

Schwelle suchen
Analysiert das Signal und stellt den Pegel auf 50 % der Signalamplitude und auch die Hysterese ein.

7.5.4 Breitensuche

Diese Suche findet Pulse mit einer exakten Pulsbreite, Pulse, die kürzer oder länger als eine vorgegebene Zeit sind, oder Pulse innerhalb oder außerhalb des zulässigen Zeitbereichs. Sie ist vergleichbar mit dem Pulsbreitentrigger.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Breite“ > „Einstellungen“

Polarität
Gibt die Polarität des zu suchenden Pulses an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:POLarity` auf Seite 510

Pegel
Gibt den Spannungspegel an, auf dem die Pulsbreite gemessen wird. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät den Pegel einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel` auf Seite 510

Hysterese
Gibt einen Hysterese-Bereich für den Suchpegel an, um unerwünschte Suchergebnisse, die durch Rauschschwingungen rund um den Pegel verursacht werden, zu vermeiden. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät die Hysterese einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel:DELTa` auf Seite 510

Vergleich
Gibt die Bedingung dafür an, wie die gemessene Pulsbreite mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

Der Vergleich funktioniert wie der Vergleich des Pulsbreitentriggers (siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89).

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:RANGe` auf Seite 511

Breite
Gibt die Referenzpulsbreite an, den Nennwert für Vergleiche.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh` auf Seite 511

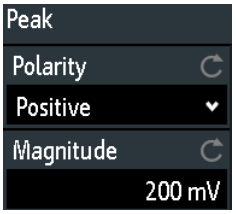
Abweichung
Gibt einen Bereich Δt zur Referenz-„Breite“ an, wenn der Vergleich auf „Gleich“ oder „Ungleich“ eingestellt ist. Das Gerät findet Pulse innerhalb oder außerhalb des Bereichs Breite ± Δt.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WIDTh:DELTa` auf Seite 511

7.5.5 Spitzensuche

Diese Suche findet Pulse, die einen vorgegebenen Peak-to-Peak-Wert (Betrag) überschreiten.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Peak“ > „Einstellungen“



Polarität
Gibt die Polarität des Pulses für die Suche nach einem Peak an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:MEASure:PEAK:POLarity` auf Seite 512

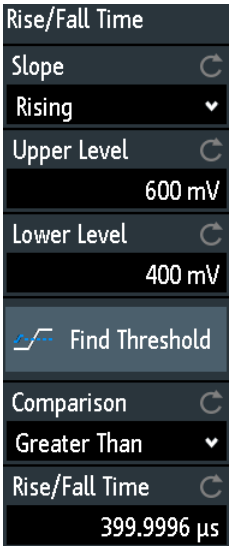
Auslenkung
Gibt den Peak-to-Peak-Grenzwert an. Wenn das Signal diesen Grenzwert überschreitet, wird ein Suchereignis aufgelistet.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:MEASure:LEVel:PEAK:MAGNitude` auf Seite 512

7.5.6 Anstiegszeit-/Abfallzeit-Suche

Diese Suche findet Flanken mit einer exakten Anstiegs- oder Abfallzeit, mit Anstiegs-/Abfallzeiten, die kürzer oder länger als eine vorgegebene Zeit sind, oder mit Anstiegs-/Abfallzeiten innerhalb oder außerhalb des zulässigen Zeitbereichs.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Anst./Abf.-zeit“ > „Einstellungen“



Flanke
Gibt die zu suchende Flanke an:
- „Steigend“ für Suche nach Anstiegszeit
- „Fallend“ für Suche nach Abfallzeit

- „Beide“ für Suche nach Anstiegs- und Abfallzeit

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RISetime:SLOPe` auf Seite 512

Oberer Pegel, Unterer Pegel
Geben die obere und die untere Spannungsschwelle an. Wenn das Signal den ersten Pegel kreuzt, wird die Anstiegs-/Abfallzeitmessung gestartet. Sie wird gestoppt, wenn das Signal den zweiten Pegel kreuzt. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät die Pegel einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:LOWer` auf Seite 512
`SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:UPPer` auf Seite 513

Vergleich
Gibt an, wie die gemessene Anstiegs- oder Abfallzeit mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

„Größer als“	Findet Anstiegs-/Abfallzeiten, die länger als die angegebene „Anst./Abf.-zeit“ sind.
„Kleiner als“	Findet Anstiegs-/Abfallzeiten, die kürzer als die angegebene „Anst./Abf.-zeit“ sind.
„Gleich“	Findet Anstiegs-/Abfallzeiten gleich der Referenz-„Anst./Abf.-zeit“, wenn „Abweichung“ $\Delta t = 0$ ist. Ist „Abweichung“ $\neq 0$, werden Anstiegs-/Abfallzeiten innerhalb des Bereichs Zeit $\pm \Delta t$ gefunden.
„Ungleich“	Findet Anstiegs-/Abfallzeiten ungleich dem Referenzwert, wenn „Abweichung“ $\Delta t = 0$ ist. Ist „Abweichung“ $\neq 0$, werden Anstiegs-/Abfallzeiten außerhalb des Bereichs Zeit $\pm \Delta t$ gefunden.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RISetime:RANGe` auf Seite 513

Anst./Abf.-zeit
Gibt die Referenzanstiegszeit oder -abfallzeit an, den Nennwert für Vergleiche.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RISetime:TIME` auf Seite 513

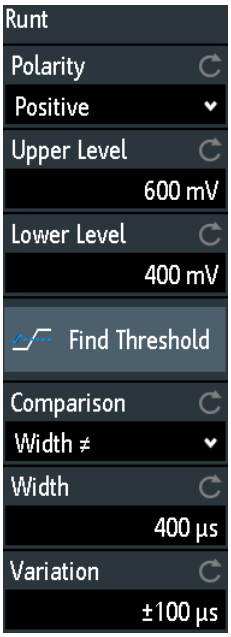
Abweichung
Gibt einen Bereich Δt zur Referenz-„Anst./Abf.-zeit“ an, wenn der Vergleich auf „Gleich“ oder „Ungleich“ eingestellt ist. Das Gerät findet Anstiegs-/Abfallzeiten innerhalb oder außerhalb des Bereichs Zeit $\pm \Delta t$.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RISetime:DELTa` auf Seite 513

7.5.7 Runt-Einstellungen

Diese Suche findet Pulse mit einer Amplitude, die kleiner als normal ist. Die Amplitude kreuzt die erste Schwelle zwei Mal, ohne die zweite zu kreuzen. Zusätzlich zu den Schwellenwertamplituden können Sie wie bei der Breitensuche ein Zeitlimit für den Runt festlegen: Runts mit exakter Breite, kürzer oder länger als eine bestimmte Zeit, oder Runts innerhalb oder außerhalb des zulässigen Zeitbereichs.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Runt“ > „Einstellungen“



Polarität
Gibt die Polarität des zu suchenden Pulses an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RUNT:POLarity` auf Seite 514

Oberer Pegel
Gibt die obere Spannungsschwelle für die Runt-Erkennung an. Ein negativer Runt kreuzt den oberen Pegel zwei Mal, ohne den unteren Pegel zu kreuzen.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:UPPer` auf Seite 514

Unterer Pegel
Gibt die untere Spannungsschwelle für die Runt-Erkennung an. Ein positiver Runt kreuzt den unteren Pegel zwei Mal, ohne den oberen Pegel zu kreuzen.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:LOWer` auf Seite 514

Vergleich
Gibt die Bedingung dafür an, wie die gemessene Runt-Breite mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

Der Vergleich funktioniert wie der Vergleich des Breitentriggers (siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89).

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RUNT:RANGe` auf Seite 514

Breite
Gibt die Referenz-Runt-Pulsbreite an, den Nennwert für Vergleiche.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh` auf Seite 515

Abweichung
Gibt einen Bereich Δt zur Referenz-„Breite“ an, wenn der Vergleich auf „Gleich“ oder „Ungleich“ eingestellt ist. Das Gerät findet Pulse innerhalb oder außerhalb des Bereichs Breite ± Δt.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:RUNT:DELTa` auf Seite 515

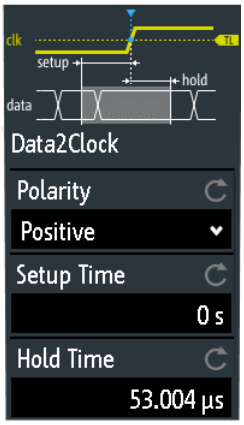
7.5.8 Daten zu Takt

Die Daten-zu-Takt-Suche - auch als Setup/Hold-Suche bekannt - findet eine Verletzung von Setup- und Hold-Zeiten. Sie analysiert das relative Timing zwischen zwei Signalen: einem Datensignal und dem synchronen Taktsignal.

Bei vielen Systemen ist es erforderlich, dass das Datensignal für einige Zeit vor und nach der Taktflanke stabil ist. Setup Time ist die Zeit, in der das Datensignal vor der Taktflanke stabil ist. Hold Time ist die Zeit, in der das Datensignal nach der Taktflanke stabil ist.

► [Search] > „Suchtyp“ = „Daten zu Takt“ > „Einstellungen“

Die Einstellungen für die Daten-zu-Takt-Suche sind auf zwei Menüs verteilt. Im Menü „Einstellungen“ legen Sie die Taktpolarität sowie die Setup- und Haltezeiten fest. Im Menü "„Quellen-Einstellungen“ definieren Sie die zu verwendenden Messkurven sowie die Pegel und Hysterese für jede Quelle.



Takt
Gibt den Eingangskanal des Taktsignals an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:CSOurce` auf Seite 515

Daten
Gibt den Eingangskanal des Datensignals an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:SOURce` auf Seite 509

Pegel
Gibt die Spannungspegel für Takt- und Datensignale an. Der Schnittpunkt von Taktpegel und Taktflanke markiert den Startpunkt für die Setup- und Hold-Zeit. Der Datenpegel definiert die Schwelle für den Datenübergang. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät den Pegel einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel` auf Seite 516
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel` auf Seite 516

Hysterese
Gibt einen Hysterese-Bereich für den Suchpegel des ausgewählten Signals an, um unerwünschte Suchergebnisse, die durch Rauschschwingungen rund um den Pegel verursacht werden, zu vermeiden. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät die Hysterese einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel:DELTa` auf Seite 516
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel:DELTa` auf Seite 516

Polarität
Gibt die Flanke des Taktsignals zur Definition des Startpunkts für die Setup- und Hold-Zeit an.

„Steigend“ Es werden nur positive Taktflanken berücksichtigt.

„Fallend“ Es werden nur negative Taktflanken berücksichtigt.

„Beides“ Es werden die Taktflanken neben der Datenflanke berücksichtigt (ungeachtet der Taktflanke). Verwenden Sie diese Einstellung zum Beispiel für Signale mit doppelter Datenrate.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:CEDGe` auf Seite 516

Einstellungszeit
Gibt die minimale Zeit **vor** der Taktflanke an, in der das Datensignal stabil über oder unter dem Datenpegel liegen muss.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:STIMe` auf Seite 516

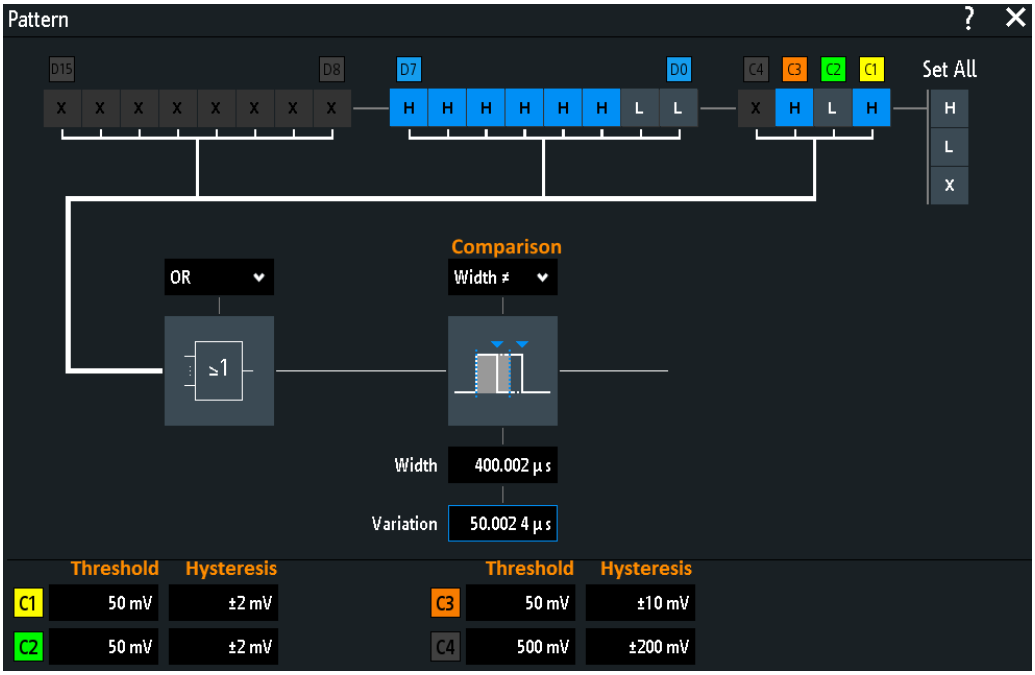
Haltezeit
Gibt die minimale Zeit **nach** der Taktflanke an, in der das Datensignal stabil über oder unter dem Datenpegel liegen muss.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:DATatoclock:HTIMe` auf Seite 516

7.5.9 Mustersuche

Für die Mustersuche können bis zu vier analoge Kanäle als Quelle genutzt werden. Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle im Muster enthalten sein. Sie geben für jeden Kanal den Zustand an. Die Zustände werden logisch kombiniert und die Zeit von wahren Musterergebnissen wird mit einem angegebenen Zeitbereich verglichen. So können Sie Zustandsübergänge innerhalb oder außerhalb dieses Zeitbereichs finden.

► Wählen Sie [Search] > „Suchtyp“ = „Muster“ > „Einstellungen“ aus.



Schwelle, Hysterese

Gibt den Suchschwellenwert für jeden analogen Kanal an. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Geben Sie für jeden analogen Kanal eine Hysterese an, um unerwünschte Suchergebnisse, die durch Rauschschwingungen des Signals verursacht werden, zu vermeiden.

Fernsteuerbefehl:

`SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>` auf Seite 518

`SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>:DELTa` auf Seite 518

H | L | X, Auf alle anwenden

Definiert das Muster durch Auswahl des Zustands "H" (High), "L" (Low) oder "X" (Ignorieren, Kanal hat keinen Einfluss auf die Suche) für jeden aktiven analogen und digitalen Kanal.

Die Wortlänge des Musters ist von der Anzahl verfügbarer analoger und digitaler Kanäle abhängig. Logikkanäle sind nur mit MSO-Option R&S RTA-B1 verfügbar. Mit „Auf alle anwenden“ versetzen Sie alle Kanäle in denselben Zustand.

Fernsteuerbefehl:

`SEARch:TRIGger:PATTern:SOURce` auf Seite 517

UND, ODER, NAND, NOR

Gibt die logische Kombination der Kanalzustände an.

„UND“	Die geforderten Zustände aller Kanäle müssen zur selben Zeit im Eingangssignal eintreten.
„ODER“	Mindestens einer der Kanäle muss den geforderten Zustand aufweisen.

„NAND“ "Not and"-Operator; mindestens einer der Kanäle hat nicht den geforderten Zustand.

„NOR“ "Not or"-Operator; kein Kanal hat den geforderten Zustand.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:PATTern:FUNCtion` auf Seite 517

Vergleich
Gibt die Bedingung dafür an, wie die Dauer eines stabilen Musters mit dem vorgegebenen Grenzwert verglichen wird. Die drei Einstellungen „Breite“, „Abweichung“ und „Vergleich“ geben den Zeitbereich an, also wie lange das wahre Ergebnis des Schwellenwertmusters gültig sein muss.

Der Vergleich funktioniert wie der Vergleich des Breitentriggers (siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:RANGe` auf Seite 518

Breite
Gibt die Grenzwertzeit eines stabilen Musters an, den Nennwert für Vergleiche.

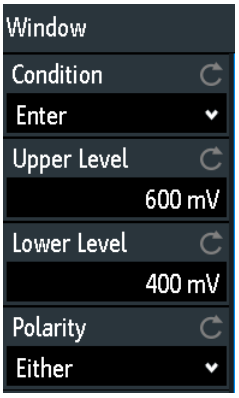
Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh]` auf Seite 519

Abweichung
Gibt einen Bereich Δt zur Referenz-„Breite“ an, wenn der Vergleich auf „Gleich“ oder „Ungleich“ eingestellt ist. Das Gerät findet wahre Ergebnisse des Zustandsmusters innerhalb oder außerhalb des Bereichs Breite ± Δt.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:DELTa` auf Seite 519

7.5.10 Fenstersuche

Diese Suche prüft die Signal-History in Bezug zu einem "Fenster". Das Fenster wird durch die oberen und unteren Spannungspegel gebildet. Die Suchbedingung ist erfüllt, wenn die Messkurve in das Fenster eintritt oder es verlässt oder wenn sie länger oder kürzer als angegeben innerhalb oder außerhalb des Fensters bleibt.



Bedingung
Gibt an, wie das Signal in Bezug zum Fenster verläuft. Zusätzlich können mit „Vergleich“ für die meisten Fensterbedingungen verschiedene Zeitbegrenzungen festgelegt werden.

„Eintritt“	Das Signal kreuzt den oberen oder unteren Pegel und tritt so in das durch die beiden Pegel gebildete Fenster ein.
„Beenden“	Sucht nach Ereignissen, bei denen das Signal das Fenster verlässt.
„Bleibt innerhalb“	Das Signal bleibt eine angegebene Zeit lang zwischen dem oberen und unteren Pegel.
„Bleibt außerhalb“	Das Signal bleibt eine angegebene Zeit lang über dem oberen oder unter dem unteren Pegel.
„Überquert“	Das Signal kreuzt in einer angegebenen Zeit beide Pegel. Die Zeitmessung beginnt, wenn das Signal den ersten Pegel kreuzt.
„Überquert nicht“	Das Signal kreuzt in einer angegebenen Zeit einen der Pegel, aber nicht den zweiten Pegel.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WINDow:RANGe` auf Seite 520

Oberer Pegel, Unterer Pegel
Geben die obere und die untere Spannungsschwelle an. Wenn das Signal den ersten Pegel kreuzt, wird die Fenstermessung gestartet. Sie wird gestoppt, wenn das Signal den zweiten Pegel kreuzt. Tippen Sie auf „Schwelle suchen“, wenn das Gerät die Pegel einstellen soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:LOWer` auf Seite 519
`SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:UPPer` auf Seite 519

Polarität
Gibt die Polarität des zu suchenden Pulses an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WINDow:POLarity` auf Seite 519

Vergleich
Gibt die Bedingung dafür an, wie die gemessene Pulsbreite mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

Der Vergleich funktioniert wie der Vergleich des Breitentriggers (siehe Kapitel 6.6, „Pulsbreitentrigger“, auf Seite 89.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange` auf Seite 520

8 Messungen

8.1 Schnellmessungen

Bei der Schnellmessung finden mehrere automatische Messungen auf einem ausgewählten Eingangskanal statt. Die Messungen sind nicht konfigurierbar. Die Ergebnisse werden direkt an der Messkurve oder unten in der Ergebniszeile angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

Erkennt das Gerät eine Periode im Signal, misst die Schnellmessung den ersten Zyklus und zeigt die Ergebnisse an. Wird keine Periode erkannt, wird die gesamte Messkurve gemessen.

► Drücken Sie die Taste [QuickMeas], um die Schnellmessung zu aktivieren.

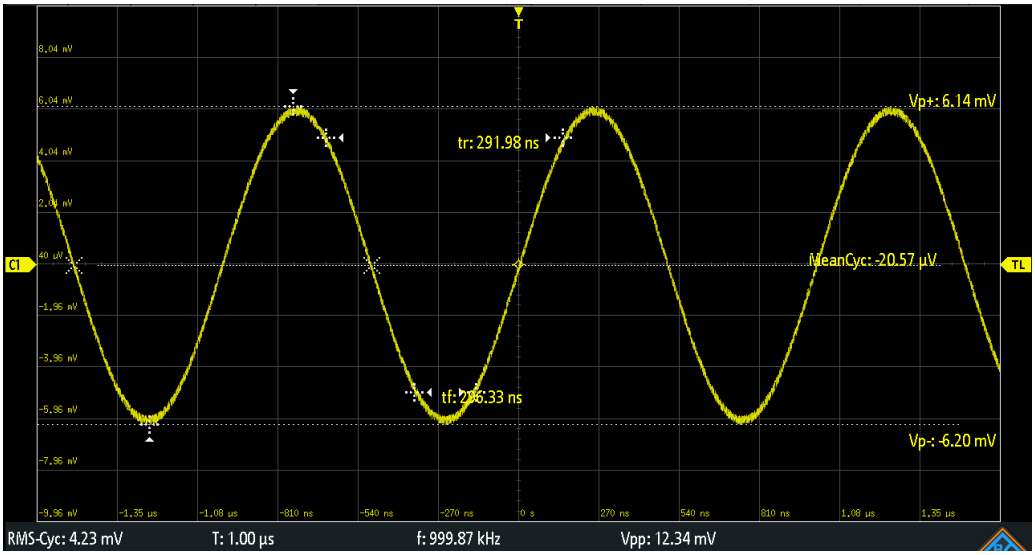


Tabelle 8-1: Ergebnisse der Schnellmessung

Bezeichnung	Beschreibung	Display
Vp+	Positiver Spitzenwert	Kurve
Vp–	Negativer Spitzenwert	Kurve
tr	Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke	Kurve
tf	Abfallzeit der ersten fallenden Flanke	Kurve
MeanCyc	Mittelwert	Kurve
RMS-Cyc	RMS	Zeile
T	Periodenlänge	Zeile

Bezeich-nung	Beschreibung	Display
f	Frequenz	Zeile
Vpp	Spitze-Spitze-Wert	Zeile

Für mathematische und Referenzmesskurven ist die Schnellmessung nicht verfügbar. Alle Kanäle außer dem ausgewählten Kanal sind ausgeblendet, wenn die Schnellmessung aktiv ist. Ist sie aktiv, sind Cursor-Messungen nicht möglich, aber Sie können parallel automatische Messungen durchführen.

► Drücken Sie die Taste [QuickMeas] erneut, um die Schnellmessung zu deaktivieren.

Die Ergebnisse werden vom Display gelöscht.

Fernsteuerbefehle:

- `MEASurement<m>:AON` auf Seite 535
- `MEASurement<m>:AOFF` auf Seite 535
- `MEASurement<m>:ALL[:STATe]` auf Seite 535
- `MEASurement<m>:ARESult?` auf Seite 535

8.2 Automatische Messungen

Es können bis zu 8 verschiedene Messungen gleichzeitig durchgeführt werden.

Automatische Messungen im Messung-Menü konfigurieren

1. Drücken Sie die Taste [Meas].
2. Wählen Sie im Menü den „Messplatz“ aus, die Nummer der Messung, die Sie konfigurieren möchten.
3. Wenn die Messung deaktiviert ist, aktivieren Sie „Messung <n>“.
4. Wählen Sie die Messart aus:
   a) Tippen Sie auf „Typ“
   b) Wählen Sie den Tab der gewünschten Messkategorie aus.
   c) Wählen Sie die Messart aus.

   Die Messarten werden in Kapitel 8.2.2, „Messtypen“, auf Seite 158 beschrieben.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus.
   Die Auswahlliste enthält alle möglichen Quellen. Wenn die Messkurve nicht aktiv ist, wird sie bei der Auswahl als Messquelle automatisch aktiviert.
6. Einige Messarten erfordern zusätzliche Einstellungen. Blättern Sie im Menü nach unten und passen Sie bei Bedarf die zusätzlichen Einstellungen an.

Siehe auch Kapitel 8.2.3, „Einstellungen für automatische Messungen“, auf Seite 162.

8.2.1 Messergebnisse

Die Messergebnisse werden in einer Zeile unter dem Raster angezeigt.

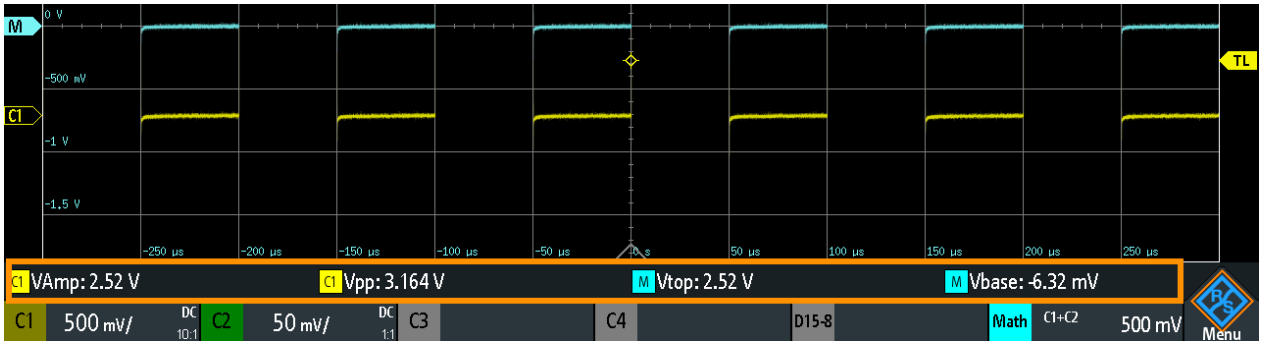


Bild 8-1: Ergebnisse von vier aktiven Messungen

Messfehler werden wie folgt angegeben:

?	Es kann kein Ergebnis ermittelt werden. Passen Sie die horizontalen und vertikalen Einstellungen an, falls das Gerät keine Messungen durchführen kann.
„abgeschnitten+“ oder „abgeschnitten-“	Das Messergebnis liegt außerhalb des Messbereichs und wird abgeschnitten. Passen Sie die vertikale Skala an, um gültige Ergebnisse zu erhalten.
n/a	Es ist keine gültige Messkurve verfügbar, beispielsweise, wenn die Quellenmesskurve ausgeschaltet ist.

Fernsteuerbefehle werden beschrieben in:

- Kapitel 17.7.2.2, „Messergebnisse“, auf Seite 541

8.2.1.1 Statistik

Zusätzlich zu den aktuellen Messergebnissen kann eine statistische Auswertung aktiviert werden. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück. Die Ergebnisse werden in einem separaten Register unter dem Raster angezeigt. Wenn die Cursor-Messung gleichzeitig aktiv ist, werden ihre Ergebnisse neben den Statistikergebnissen angezeigt.

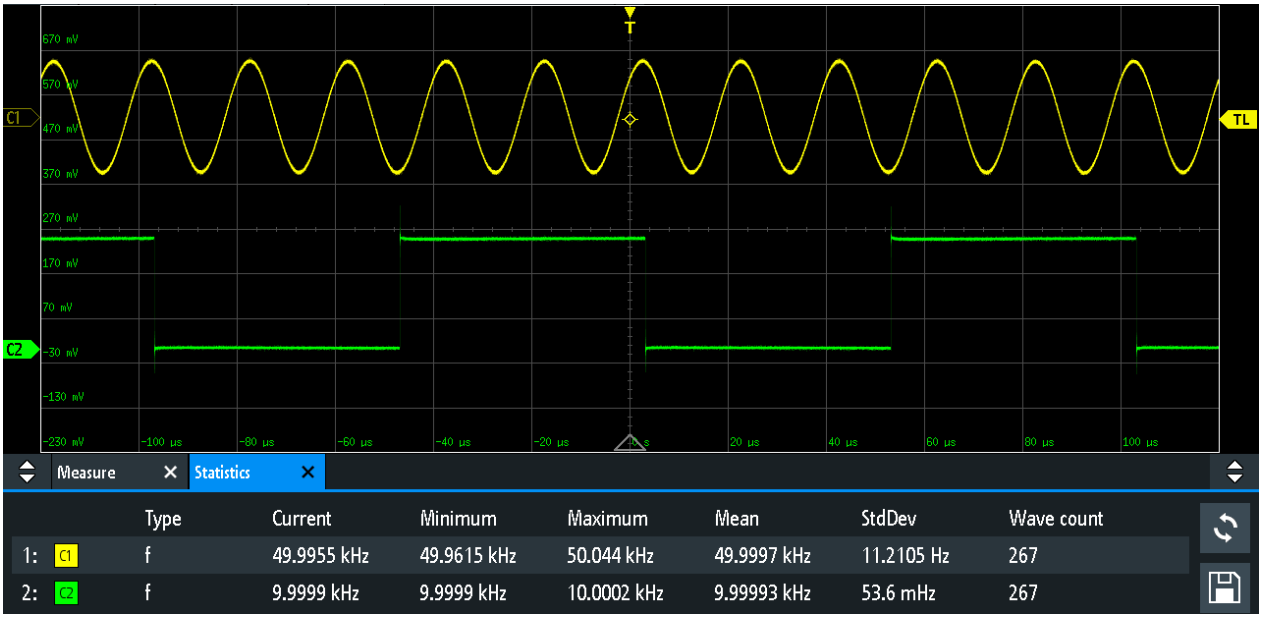


Bild 8-2: Statistikergebnisse von vier aktiven Messungen

1. Um alle Messergebnisse zu löschen und die statistische Auswertung neu zu starten, tippen Sie auf die Schaltfläche „Zurücksetzen“.
2. Um die Statistik- und Messergebnisse in eine CSV-Datei zu schreiben, tippen Sie auf die Schaltfläche „Speichern“.

Sie können die Statistikergebnisse zur weiteren Auswertung in einer CSV-Datei speichern. Die Datei enthält die auf dem Bildschirm angezeigten Statistikwerte sowie die Messergebnisse der einzelnen gemessenen Messkurven.

9	Meas. Place		1		2
10	Type		Frequency		Frequency
11	Source 1		C1		C2
12	Source 2				
13	Unit		Hz		Hz
14	Upper Level [%]		9,00E+07		9,00E+07
15	Middle Level [%]		5,00E+07		5,00E+07
16	Lower Level [%]		1,00E+07		1,00E+07
17	Wave count		267		267
18	Current		5,00E+10		1,00E+10
19	Average No.		1,00E+09		1,00E+09
20	Minimum		5,00E+10		1,00E+10
21	Maximum		5,00E+10		1,00E+10
22	Mean		5,00E+10		1,00E+10
23	StdDev		1,12E+07		5,35E+04
24	Time of first value				
25	Time of last value				
26	Long term Minimum		5,00E+10		1,00E+10
27	Long term Maximum		5,00E+10		1,00E+10
28	Long term Mean		5,00E+10		1,00E+10
29	Long term StdDev		1,12E+07		5,36E+04
30	Long term start time				
31	Long term end Time				
32					
33					
34	Index	Time Offset	Value	Time Offset	Value
35	1		5,00E+10		1,00E+10
36	2		5,00E+10		1,00E+10
37	3		5,00E+10		1,00E+10
38	4		5,00E+10		1,00E+10
39	5		5,00E+10		1,00E+10
300	...				
301	266		5,00E+10		1,00E+10
302	267		5,00E+10		1,00E+10

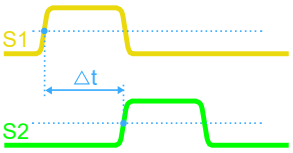
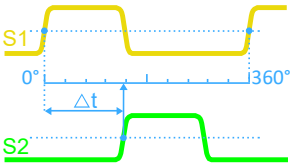
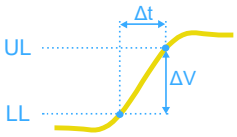
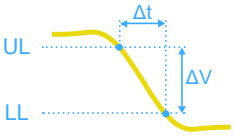
Bild 8-3: Exportierte Statistikergebnisse, umgewandelt in Spalten mit Komma als Trennzeichen

8.2.2 Messtypen

Das R&S RTA4000 verfügt über viele Messarten zum Messen von Zeit- und Amplitudeneigenschaften und Zählen von Pulsen und Flanken.

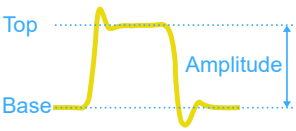
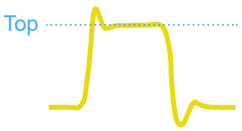
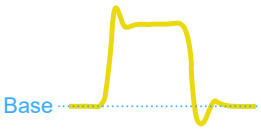
8.2.2.1 Horizontale Messungen (Zeit)

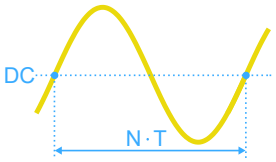
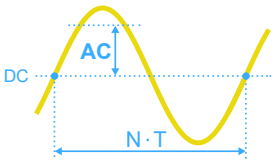
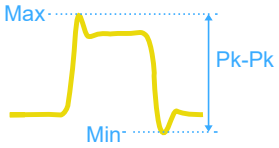
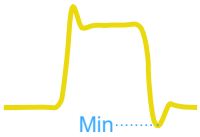
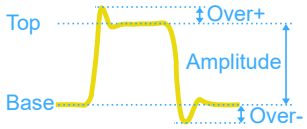
Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
Frequenz	f in Hz	Frequenz des Signals, reziproker Wert der gemessenen ersten Periode.	f = 1 / T T ML
Periode	T in s	Zeitpunkt der ersten Periode, gemessen am mittleren Referenzpegel. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	T ML
Tastverhältnis +	Dty+ in %	Breite des ersten positiven Pulses im Verhältnis zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	Dty+ = t+ / T * 100% 0% T 100% t+
Tastverhältnis -	Dty- in %	Breite des ersten negativen Pulses im Verhältnis zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	Dty- = t- / T * 100% 0% T 100% t-
Anstiegszeit	tr in s	Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke. Die Zeit, die das Signal für den Anstieg vom unteren Referenzpegel zum oberen Referenzpegel benötigt.	Rise UL LL
Abfallzeit	tf in s	Abfallzeit der ersten abfallenden Flanke. Die Zeit, die das Signal für den Abfall vom oberen Referenzpegel zum unteren Referenzpegel benötigt.	Fall UL LL
Pulsbreite +	PW+ in s	Dauer des ersten positiven Pulses: Zeit zwischen einer steigenden Flanke und der folgenden fallenden Flanke, gemessen am mittleren Referenzpegel.	t+ ML
Pulsbreite -	PW- in s	Dauer des ersten negativen Pulses: Zeit zwischen einer fallenden Flanke und der folgenden steigenden Flanke, gemessen am mittleren Referenzpegel.	t- ML
Triggerverzögerung	Dly Trg in s	Zeit zwischen dem Triggerpunkt und einer wählbaren Flanke, gemessen am mittleren Referenzpegel. Liegt die Flanke links vom Trigger (vor dem Trigger), ist das Ergebnis negativ.	△t

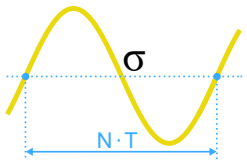
Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
Verzögerung	Dly in s	Zeitdifferenz zwischen zwei Flanken derselben oder verschiedener Messkurven, gemessen am mittleren Referenzpegel. Die Einstellungen für die Flankenauswahl sind beschrieben in Kapitel 8.2.4, „Einstellung der Verzögerung“, auf Seite 165. Ein negatives Ergebnis bedeutet, dass die Flanke der zweiten Quelle vor der Flanke der ersten Quelle liegt.	
Phase	Phs in °	Phasenversatz zwischen zwei Messkurven, gemessen am mittleren Referenzpegel.	Phase = Δt / T * 360° 
Anstiegsrate+	Slewrt+	Steilheit der ersten steigenden Flanke, gemessen zwischen den unteren und oberen Referenzpegeln.	Slewrt = ΔV / Δt 
Anstiegsrate-	Slewrt-	Steilheit der ersten fallenden Flanke, gemessen zwischen den oberen und unteren Referenzpegeln.	Slewrt = ΔV / Δt 
Burstbreite	Bst	Dauer eines Bursts, gemessen am mittleren Referenzpegel von der ersten Flanke zur letzten Flanke.	

8.2.2.2 Vertikale Messungen (Amplitude)

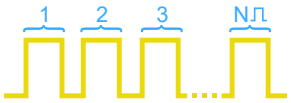
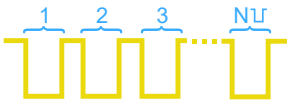
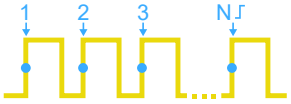
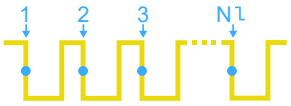
Die Einheit der meisten Amplitudenmessergebnisse ist von der gemessenen Quelle abhängig.

Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
Amplitude	VAmp	Differenz zwischen oberem Pegel und unterem Pegel des Signals. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	
Oberer Pegel	Vtop	Oberer Pegel der angezeigten Messkurve - das obere Maximum der Abtastwerteverteilung oder der Mittelwert des oberen Pegels eines Rechtecksignals ohne Überschwinger. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	
Unterer Pegel	Vbase	Unterer Pegel der angezeigten Messkurve - das untere Maximum der Abtastwerteverteilung oder der Mittelwert des unteren Pegels eines Rechtecksignals ohne Überschwinger. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	

Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
Mittelwertzyklus	MeanCyc in V	Mittelwert der höchstwertigen Signalperiode.	
Effektivwertzyklus	RMS-Cyc in V	Effektivwert (Root Mean Square) der Spannung der höchstwertigen Signalperiode.	
Spitze Spitze	Vpp	Differenz von Maximum- und Minimumwerten.	
Spitze +	Vp+	Maximumwert innerhalb der angezeigten Messkurve.	
Spitze -	Vp–	Minimumwert innerhalb der angezeigten Messkurve.	
Pos. Überschwing. Neg. Überschwing.	+Ovr -Ovr in %	Überschwinger eines Rechtecksignals nach einer steigenden oder fallenden Flanke. Wird aus den Messwerten für oberer Pegel, unterer Pegel, lokales Maximum, lokales Minimum und Amplitude berechnet.	$\text{Over+} = \frac{\text{Max}_{\text{local}} - \text{Top}}{\text{Amplitude}} \cdot 100\%$ $\text{Over–} = \frac{\text{Base} - \text{Min}_{\text{local}}}{\text{Amplitude}} \cdot 100\%$ 
Mittelwert	Mittelwert	Arithmetischer Mittelwert der gesamten angezeigten Messkurve.	$\text{Mean} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} x_k$
RMS-Wert	RMS	Effektivwert (Root Mean Square) der Spannung der gesamten angezeigten Messkurve.	$\text{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} x_k^{\,2}}$
σ-Standardabweichung	σ	Standardabweichung der angezeigten Messkurve.	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{k=1}^{N}(x_k - \text{Mean})^2}$

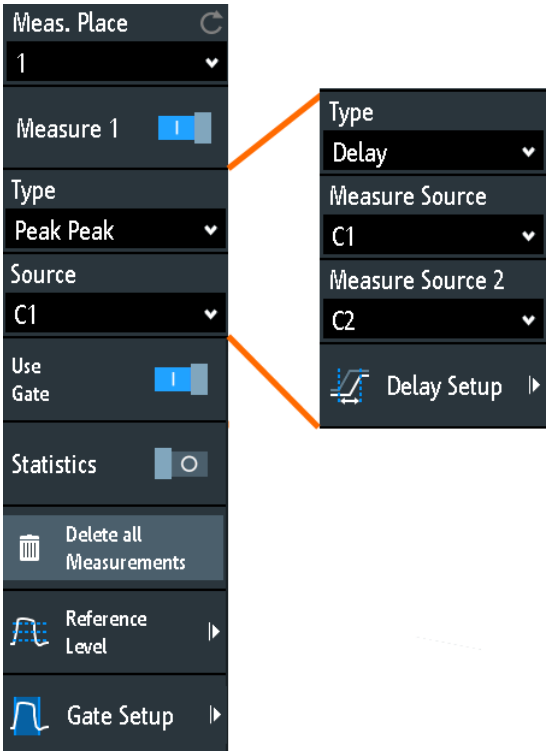
Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
σ-Std. Abweichungszyklus	σ-Cyc	Standardabweichung eines einzigen Zyklus, normalerweise der ersten, höchstwertigen Signalperiode.	
Scheitelfaktor	Crest	Der Scheitelfaktor wird auch als Spitzenfaktor bezeichnet. Es ist der Maximumwert, geteilt durch den RMS-Wert der angezeigten Messkurve.	$\text{Crest} = \frac{\text{Max}\,\lvert x_k \rvert}{\text{RMS}}$

8.2.2.3 Zählung

Messart	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel
Positiver Puls	CntP+	Anzahl positiver Pulse auf dem Display. Es wird der Mittelwert des Signals bestimmt. Wenn das Signal den Mittelwert passiert, wird eine Flanke gezählt. Ein positiver Puls wird gezählt, wenn eine steigende Flanke und eine folgende fallende Flanke erkannt werden.	
Negativer Puls	CntP-	Anzahl negativer Pulse auf dem Display. Es wird der Mittelwert des Signals bestimmt. Wenn das Signal den Mittelwert passiert, wird eine Flanke gezählt. Ein negativer Puls wird gezählt, wenn eine fallende Flanke und eine folgende steigende Flanke erkannt werden.	
Positive Flanke	CntS+	Anzahl steigender Flanken auf dem Display. Das Gerät bestimmt den Mittelwert des Signals und zählt jedes Mal eine Flanke, wenn das Signal den Mittelwert in der angegebenen Richtung passiert.	
Negative Flanke	CntS-	Anzahl fallender Flanken auf dem Display. Das Gerät bestimmt den Mittelwert des Signals und zählt jedes Mal eine Flanke, wenn das Signal den Mittelwert in der angegebenen Richtung passiert.	

8.2.3 Einstellungen für automatische Messungen

► Drücken Sie zum Öffnen des Menüs „Messung“ die Taste [Meas].



Im Menü für Messungen können Sie bis zu 8 parallele Messungen (auch Messplätze genannt) konfigurieren. Welche Messarten verfügbar sind, hängt vom Typ der ausgewählten Messkurve ab.

Messplatz
Gibt einen der 8 verfügbaren Messplätze an, der konfiguriert oder aktiviert werden soll.

Messung <n>
Aktiviert oder deaktiviert die ausgewählte Messung.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>[:ENABle]` auf Seite 536

Typ
Gibt die für die ausgewählte Quelle auszuführende Messart an. Abhängig von der Art werden unterschiedliche Ergebnisse in der Ergebniszeile angezeigt.

Wählen Sie den Tab der gewünschten Messkategorie und dann die Messart aus. Die Registerkarte „Basis“ bietet die gängigsten Messungen an: Spitze-Spitze, Periode, Frequenz, Anstiegszeit, Abfallzeit, mittlerer Zyklus und RMS-Zyklus.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:MAIN` auf Seite 536

Quelle
Gibt einen analogen Kanal, eine Referenz- oder eine mathematische Messkurve als Quelle für die ausgewählte Messung an. Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, sind aktive Digitalkanäle als Messquellen verfügbar.

Wenn die Messkurve nicht aktiv ist, wird sie bei der Auswahl als Messquelle automatisch aktiviert.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:SOURce` auf Seite 538

Messquelle, Messquelle 2
Geben die Quellenmesskurven für Verzögerungs- und Phasenmessungen an, für die zwei Quellen erforderlich sind.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:SOURce` auf Seite 538

Einstellung der Verzögerung
Öffnet ein Menü zum Konfigurieren der Verzögerungsmessung oder der Verzögerung zum Auslösen der Messung.

Siehe: Kapitel 8.2.4, „Einstellung der Verzögerung“, auf Seite 165

Bereich einschränken
Aktiviert oder deaktiviert den Messbereich. Blättern Sie abwärts und wählen Sie Gate Setup aus, um den Bereich anzugeben.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:GATE` auf Seite 547

Statistik
Aktiviert oder deaktiviert die statistische Auswertung für die ausgewählte Messung.

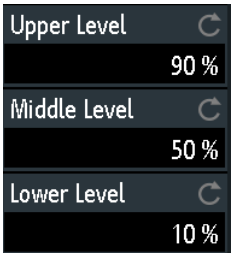
Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:STATistics[:ENABle]` auf Seite 540

Statistik zurücksetzen
Löscht die Statistikergebnisse für alle Messungen und startet eine neue statistische Auswertung, wenn die Erfassung läuft.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:STATistics:RESet` auf Seite 540

Alle Messungen löschen
Deaktiviert alle aktiven Messungen.

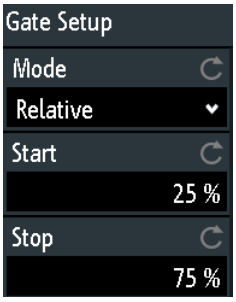
Referenzpegel



Gibt den unteren und oberen Referenzpegel für Anstiegs- und Abfallzeitmessungen an. Gibt außerdem den mittleren Referenzpegel für Phasen- und Verzögerungsmessungen an. Die Pegel werden als Prozentsätze des oberen Signalpegels definiert. Die Einstellungen sind für alle Messplätze gültig.

Fernsteuerbefehl:
`REFLevel:RELative:MODE` auf Seite 548
`REFLevel:RELative:LOWer` auf Seite 549
`REFLevel:RELative:MIDDle` auf Seite 549
`REFLevel:RELative:UPPer` auf Seite 549

Gate Setup



Gibt einen Bereich zur Begrenzung der Messung auf einen Zeitbereich an. Die „Start“- und „Stopp“-Zeit kann je nach „Mode“ in absoluten oder relativen Werten angegeben werden.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:GATE:MODE` auf Seite 547
`MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STARt` auf Seite 547
`MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STOP` auf Seite 547
`MEASurement<m>:GATE:RELative:STARt` auf Seite 548
`MEASurement<m>:GATE:RELative:STOP` auf Seite 548

8.2.4 Einstellung der Verzögerung

Zugriff: [Meas] > „Typ“ = „Verzögerung“ oder „Auslöseverzögerung“ > „Einstellung der Verzögerung“

Im Menü „Einstellung der Verzögerung“ konfigurieren Sie die Verzögerungsmessung oder die Verzögerung zum Auslösen der Messung.

Sie können die Flanke und den Erfassungsbereich ändern, um die Flanken für Verzögerungsmessungen zu definieren.

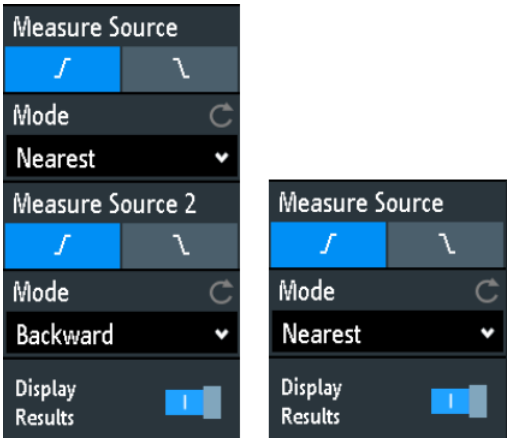


Bild 8-4: Links: Menü für die Verzögerungsmessung, rechts: Menü für die Verzögerung zum Auslösen der Messung

Messquelle
Wählt die steigende oder fallende Flanke der angegebenen Quelle aus.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:DELay:SLOPe` auf Seite 538

Modus für Messquelle, Verzögerungsmessung
Definiert die erste Flanke für die Verzögerungsmessung.

„Nächste“ Nächste Flanke zum Auslösepunkt.

„Vorwärts“ Erste Flanke der linken Fensterflanke.

„Rückwärts“ Erste Flanke der rechten Fensterflanke, die bei Zählung von der linken Fensterflanke aus die letzte Flanke ist.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:DELay:DIRection` auf Seite 539

Modus für Messquelle 2, Verzögerungsmessung
Definiert die zweite Flanke für die Verzögerungsmessung.

„Nächste“ Nächstgelegene Flanke zu der Flanke, die mit „Messquelle“ bestimmt wurde.

„Vorwärts“ Nächste Flanke rechts, gezählt ab der Flanke, die mit „Messquelle“ bestimmt wurde.

„Rückwärts“ Nächste Flanke links, gezählt ab der Flanke, die mit „Messquelle“ bestimmt wurde.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:DELay:DIRection` auf Seite 539

Modus, Verzögerung zum Auslösen der Messung
Legt die Richtung fest, in der die gemessene Flanke erkannt wird.

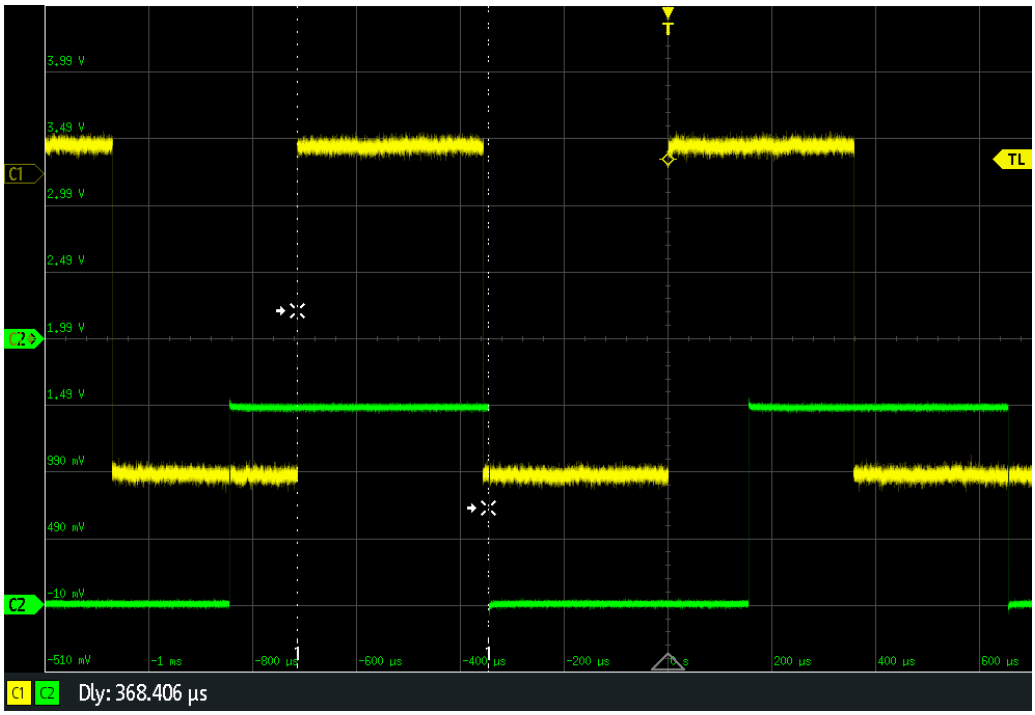
„Nächste“ Nächste Flanke zum Auslösepunkt.

„Vorwärts“ Nächste Flanke zum Auslösepunkt rechts.

„Rückwärts“ Nächste Flanke zum Auslösepunkt links.

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:DELay:DIRection` auf Seite 539

Ergebnisse anzeigen
Zeigt die ausgewählte Flanke oder die ausgewählten Flanken der Messkurve an. Die Markierungen zeigen die Flanke, den gemessenen Punkt auf der Flanke und die Richtung, in der die Flanke erkannt wird.



Die Abbildung zeigt die Verzögerungsmessung zwischen der äußersten linken steigenden Flanke von Kanal 1 („Messquelle“) und der äußersten linken fallenden Flanke von Kanal 2 („Messquelle 2“). Der Modus ist für beide Quellen „Vorwärts“ .

Fernsteuerbefehl:
`MEASurement<m>:DELay:MARKer` auf Seite 540

8.3 Cursor-Messungen

Die Cursor-Messung ermittelt die Ergebnisse an den aktuellen Cursor-Positionen. Die Cursor-Linien können manuell auf feste Positionen gesetzt werden oder sie können der Messkurve folgen. Cursor sind im Zeit- und Frequenzbereich verfügbar. Sie können an einer Messkurve oder an zwei verschiedenen Messkurven (Quellen) messen, wenn die Quellen im gleichen Bereich liegen (Zeitbereich oder Frequenzbereich).

Wenn es sich bei der gemessenen Quelle um eine Messkurve mit Hüllkurve handelt und Sie den Cursor langsam bewegen, werden die Minimal- und Maximalwerte abwechselnd gemessen. Zoom und Messung an der zweiten Quelle verhalten sich auf die gleiche Weise.

Welche Ergebnisse verfügbar sind, hängt vom Cursor-Typ und vom Typ der Messkurve ab. Sie werden unterhalb des Rasters angezeigt.

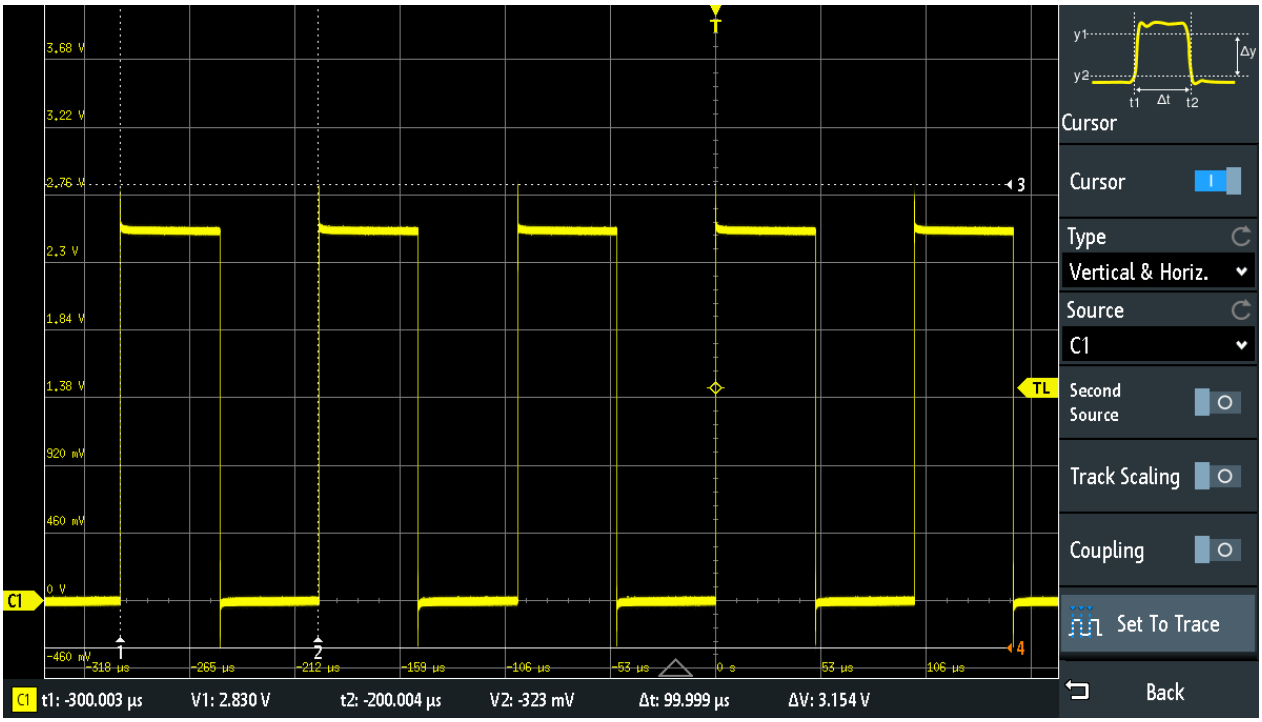


Bild 8-5: Cursor-Messung mit vertikalen und horizontalen Cursorn und Setzen

Ergebnisse = unter dem Raster
Cursor-Linien 1, 2, 3 = kein Focus
Cursor-Linie 4 = hat Fokus und kann mit dem [Navigation]-Drehknopf verschoben werden

Cursor-Messungen konfigurieren

1. Drücken Sie die Taste [Cursor].

   Die Cursor werden mit der letzten Einstellung aktiviert.

2. Drücken Sie erneut die Taste[Cursor].

   Das Menü „Cursor“ wird geöffnet.

3. Wählen Sie den „Typ“ des Cursors aus.

4. Wählen Sie die „Quelle“ aus, die zu messende Messkurve.

5. Wenn Sie verschiedene Quellen messen wollen, gehen Sie wie folgt vor:

   a) Aktivieren Sie „Zweite Quelle“.
   b) Wählen Sie die zweite Messkurve aus.

6. Nehmen Sie bei Bedarf zusätzliche Einstellungen vor: Skal. folgen, Kopplung oder Setzen.

7. Es gibt mehrere Methoden, die Position einer Cursor-Linie zu ändern:

   - Ziehen Sie die Cursor-Linie auf dem Bildschirm an eine andere Position.

- Drücken Sie so oft den [Navigation]-Drehknopf, bis die gewünschte Cursor-Linie aktiv ist (markiert durch eine durchgezogene Linie).
  Drehen Sie den Knopf, um die Linie zu verschieben.
- Tippen Sie auf den zugehörigen Ergebniswert unten in der Ergebniszeile.
  Das Nummernfeld wird geöffnet und Sie können einen exakten Wert eingeben.

8.3.1 Cursor-Einstellungen

► Öffnen Sie das Menü „Cursor“:

a) Tippen Sie auf das Symbol ❖ „Menü“ unten rechts auf dem Bildschirm.
b) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Cursor“ aus.

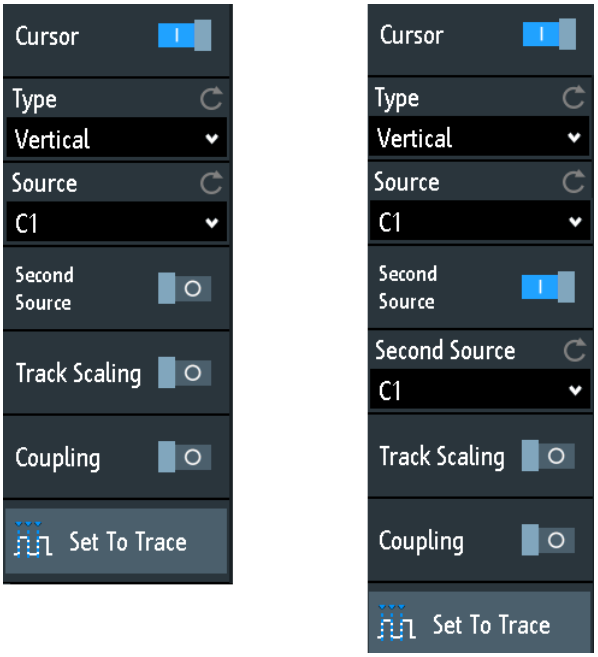


Bild 8-6: Cursor-Menü, Cursor auf einer Quelle (links), Cursor auf zwei Quellen (rechts)

Cursor
Aktiviert oder deaktiviert die Cursor-Messung.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:STATe` auf Seite 550

Typ
Gibt den Cursor-Typ an. Abhängig vom Typ werden unterschiedliche Ergebnisse in der Ergebniszeile am unteren Rand des Displays angezeigt.

Die Cursor-Linien können mit dem „Navigation“-Drehknopf oder durch Ziehen einer Linie auf dem Bildschirm auf die gewünschte Position gesetzt werden.

„Horizontal“ Legt zwei horizontale Cursor-Linien fest und misst die Spannungswerte an den Cursor-Positionen sowie die Differenz zwischen den Linien.
Ergebnis: V1, V2, ΔV (für Strommessungen: A1, A2, ΔA, für FFT-Messungen: L in dBm)

„Vertikal“ Legt zwei vertikale Cursor-Linien fest und misst die Zeit vom Triggerzeitpunkt zu jeder Linie, die Zeit zwischen den Linien und die Frequenz, die aus der Zeit berechnet wird.
Ergebnisse: t1, t2, Δt, 1/Δt (für FFT-Messungen: Frequenzen)

„Vertikal & Horiz.“ Kombiniert die Cursor-Messungen „Horizontal“ und „Vertikal“. Es werden zwei horizontale und zwei vertikale Cursor-Linien festgelegt. An den Cursor-Positionen werden die Spannungen und Zeiten gemessen, ebenso wie das Delta der Spannungs- und Zeitwerte.
Ergebnisse: t1, t2, Δt, V1, V2, ΔV

„V-Marker“ Legt zwei vertikale Cursor fest und misst die Werte der Messkurve an den Schnittpunkten der Cursor-Linien und der Messkurve. Außerdem werden die Differenzen der zwei Werte in x- und y-Richtung angezeigt.
Ergebnisse: t1, V1, t2, V2, Δt, ΔV

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:FUNCtion` auf Seite 550
`CURSor<m>:TRACking[:STATe]` auf Seite 552 (V-Marker)

Quelle
Gibt eine der aktiven Messkurven als Quelle der Cursor-Messung an.

Cursor können für analoge Eingangssignale, mathematische Messkurven, Referenzmesskurven, XY-Diagramme und FFT-Messkurven verwendet werden.

Wenn Option R&S RTA- B1 installiert ist, können Sie mit dem vertikalen Cursor einzelne Logikkanäle und mit dem V-Marker Logiktastköpfe messen.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:SOURce` auf Seite 551

Zweite Quelle
Aktiviert eine zweite Quelle für die Cursor-Messungen und wählt sie aus. Wenn aktiviert, misst der zweite Cursor auf der zweiten Quelle. Mit einer zweiten Quelle können Sie die Unterschiede zwischen zwei Messkurven mit Cursorn messen. Beide Quellen müssen sich im gleichen Bereich befinden (Zeit- oder Frequenzbereich). Bei FFT-Messkurven können Sie beispielsweise die Differenz zwischen Min-Hold- und Max-Hold-Messkurven messen.

Bild 8-7: Cursor auf einer Quelle

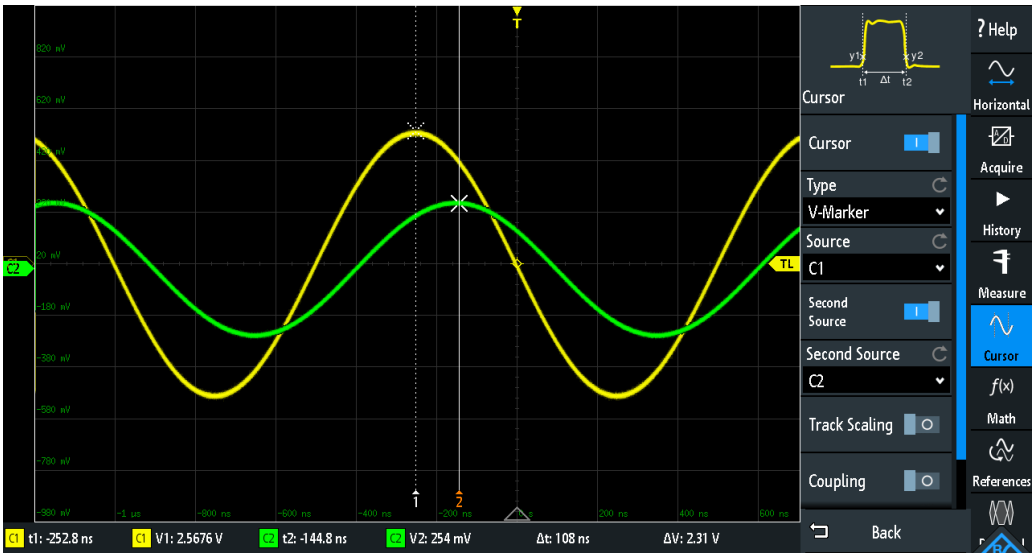


Bild 8-8: Cursor auf zwei Quellen. Die Quellen werden bei den Messergebnissen angegeben.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:USSOURce` auf Seite 552
`CURSor<m>:SSOURce` auf Seite 552

Skal. folgen

Wenn aktiviert, werden die Cursor-Linien bei einer Änderung der vertikalen oder horizontalen Skalierung angepasst. Die Cursor-Linien behalten ihre relative Position zur Messkurve bei.

Wenn deaktiviert, bleiben die Cursor-Linien an ihrer Position auf dem Display, wenn die Skalierung geändert wird.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:TRACking:SCALe[:STATe]` auf Seite 553

Kopplung
Wenn aktiviert, werden die Cursor-Linien gekoppelt und gemeinsam verschoben.

Drücken Sie die Taste [Navigation], um anzugeben, ob beide Cursor oder nur ein Cursor verschoben werden. Bei deaktivierter Kopplung wird durch Drücken der Taste [Navigation] zwischen den Cursor-Linien gewechselt.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:XCOupling` auf Seite 553
`CURSor<m>:YCOupling` auf Seite 553

Setzen
Autoset für Cursor-Linien: Die Linien werden abhängig vom ausgewählten Cursor-Typ auf typische Punkte der Messkurve gesetzt. Für eine Spannungsmessung („Horizontal“) werden die Linien zum Beispiel auf die obere und untere Spitze der Messkurve gesetzt. Für eine Zeitmessung („Vertikal“) werden die Linien auf die Flanken von zwei aufeinanderfolgenden positiven oder aufeinanderfolgenden negativen Impulsen gesetzt.

Fernsteuerbefehl:
`CURSor<m>:SWAVe` auf Seite 553

9 Applikationen

Alle verfügbaren Anwendungen werden über den Dialog „Auswahl Applikationen“ bereitgestellt.

► Drücken Sie zum Auswählen einer Anwendung die Taste [Apps Selection].

Siehe auch Kapitel 4.2, „Anwendung auswählen“, auf Seite 38.

Die Anwendungen sind auf mehreren Registerkarten angeordnet:

- Anwendungen, siehe unten
- Protokoll
  Protokollanwendungen werden in Kapitel 13, „Analyse serieller Bus“, auf Seite 262 beschrieben.
- Track

Auf der Registerkarte „Anwendungen“ sind folgende Anwendungen verfügbar:

- „QuickMeas“: siehe Kapitel 8.1, „Schnellmessungen“, auf Seite 154
- „TK-Abgleich“: siehe Kapitel 5.4.1, „Passive Tastköpfe abgleichen“, auf Seite 65
- „Funktionsgen.“: siehe Kapitel 16.1, „Funktionsgenerator“, auf Seite 419
- „Mustergen.“: siehe Kapitel 16.2, „Mustergenerator“, auf Seite 432

- Maskentests 173
- FFT-Analyse 181
- Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K18) 189
- Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K37) 200
- XY-Diagramm 211
- Digitalvoltmeter 212
- Trigger-Zähler 215
- Bode-Diagramm (Option R&S RTA-K36) 216

9.1 Maskentests

Mithilfe von Masken wird ermittelt, ob die Amplitude eines Signals innerhalb angegebener Grenzwerte bleibt, um beispielsweise Fehler zu erkennen oder die Konformität digitaler Signale zu testen.

9.1.1 Informationen zu Masken und Maskentests

Masken

Eine Maske wird durch eine obere und eine untere Grenzwertlinie spezifiziert. Das Signal muss sich innerhalb dieser Grenzen bewegen, andernfalls tritt eine Maskenverletzung auf.

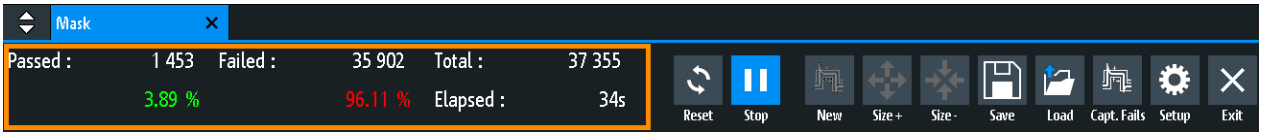
Eine neue Maske wird aus einem bestehenden Signal erstellt: Maskengrenzen werden durch Kopieren der Hüllkurve-Messkurve erstellt. Die Grenzen werden verschoben und gestreckt. Das Ergebnis ist ein Toleranzschlauch rund um das Signal, das als Maske verwendet wird.

Die Maske wird in der Farbe angezeigt, die für Referenzmesskurven verwendet wird.

Nachdem eine Maske definiert wurde, bleibt die kopierte Hüllkurve so lange im Gerät gespeichert, bis die nächste Maske definiert oder geladen wird. Wenn Sie mehrere Masken benötigen, können Sie die Maske im internen Speicher ablegen und zu einem späteren Zeitpunkt laden.

Ergebnisse von Maskentests

Bei Maskentests wird analysiert, ob sich das getestete Signal innerhalb der Maske bewegt. Das Gesamtergebnis des Tests wird im Maskenfenster angezeigt:



linke Spalte = Anzahl und Prozentsatz der Erfassungen, die den Test bestanden haben
mittlere Spalte = Anzahl und Prozentsatz der Erfassungen, die die Maske verletzt haben
rechte Spalte = Anzahl der getesteten Erfassungen und Testdauer

Während eines Maskentests können verschiedene Aktionen ausgeführt werden, wenn Maskenverletzungen auftreten: Benachrichtigung durch einen Ton, Stopp der Erfassung, Speichern eines Screenshots, Speichern der Messkurvendaten, Senden eines Pulses.

Fernsteuerbefehle:

- `MASK:STATe` auf Seite 556 zum Starten der Maskenanwendung
- `MASK:COUNt?` auf Seite 561
- `MASK:VCOunt?` auf Seite 561

Dateiformat für Masken: MSK

MSK ist das spezifische Binärformat des R&S RTA4000 für Masken. Es enthält Paare aus Amplitudenwerten (in Skalenteilen), deren Abtastwertindizes und aktuelle Geräteeinstellungen. Es gibt also keinen Bezug der Amplitudenwerte zu Zeit und Spannung. Die Maskendaten werden im internen Speicher abgelegt und können bei Bedarf wieder geladen werden. Das Format ist nicht für Analysen außerhalb des R&S RTA4000 vorgesehen.

9.1.2 Masken verwenden

Maskenanwendung starten

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].

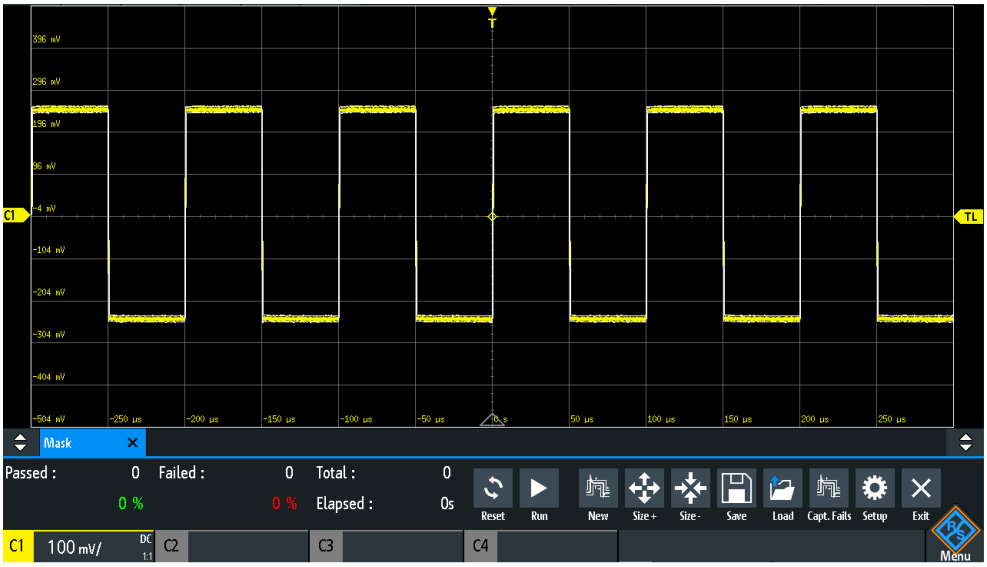
2. Tippen Sie auf „Maske“.

   Sie können auch das Maskensymbol zur Werkzeugleiste hinzufügen und die Anwendung dort starten. Siehe „Werkzeugleiste konfigurieren“ auf Seite 45.

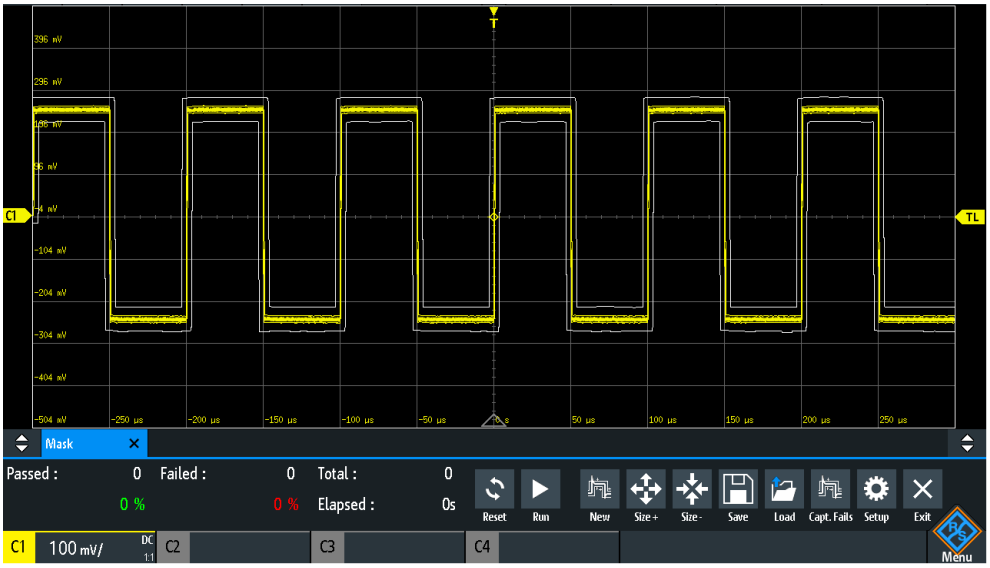
Maske erstellen und einrichten

Sie können eine Maske auf Grundlage einer Kanalmesskurve erstellen, sie dann optimieren, indem Sie ihre Position und Größe ändern, und sie speichern.

1. Wählen Sie die Kanalmesskurve aus, die als Grundlage für die Maske dienen soll, und passen Sie sie an.
2. Führen Sie eine kontinuierliche Erfassung durch.
3. Starten Sie die Maskenanwendung.
4. Tippen Sie im Maskenfenster auf „Neu“.



5. Passen Sie die Größe der Maske an:
   - Einfache Einstellung: Ändern Sie mit „Größer“ und „Kleiner“ die Maskenabmessungen in x- und y-Richtung.
   - Detaillierte Einstellung:
     – Tippen Sie auf „Einst.“ , um das Menü „Maske“ zu öffnen.
     – Ändern Sie „Breite Y“, „Breite X“ und/oder „Streckung Y“.



6. Tippen Sie auf „Speichern“, um die Maske für eine spätere Nutzung zu speichern.

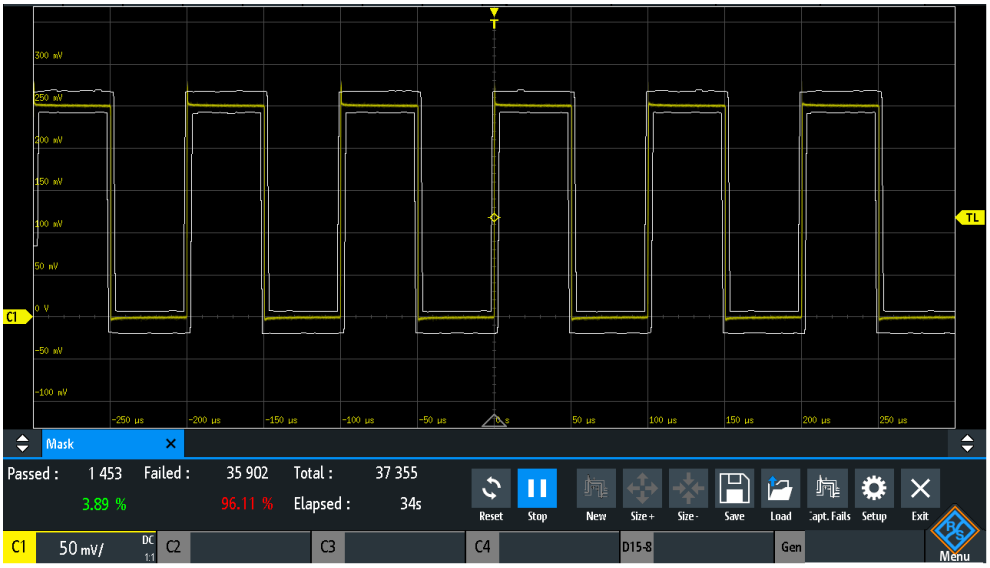
Maske laden

1. Drücken Sie die Taste ▦ [Apps Selection].
2. Tippen Sie auf „Maske“.
3. Tippen Sie auf „Laden“.
4. Wählen Sie die Maskendatei aus.
5. Tippen Sie auf „Laden“.

Maskentest durchführen

1. Richten Sie die Messkurve ein, die getestet werden soll.
2. Erstellen oder laden Sie eine Maske. Siehe:
   - „Maske erstellen und einrichten“ auf Seite 175
   - „Maske laden“ auf Seite 176
3. Tippen Sie, falls nötig, auf „Einst.“ und passen Sie die Y-Position der Maske an.
4. Legen Sie die „Aktionen“ fest, die bei einer Verletzung ausgeführt werden sollen.
5. Tippen Sie im Maskenfenster auf „Start“.

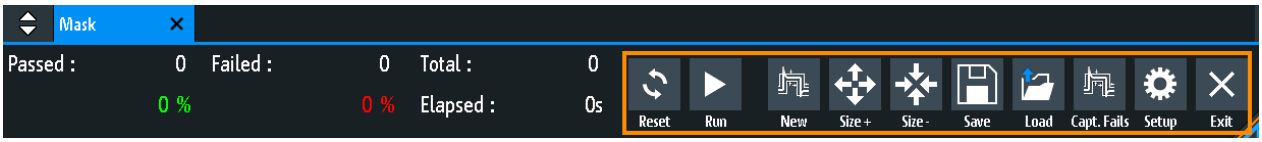
   Werden die Maskengrenzen verletzt, wird die angegebene Aktion ausgeführt. Das Gesamtergebnis wird im Maskenfenster angezeigt.



6. Tippen Sie auf „Rücksetzen“, um die Ergebnisse zu löschen.
7. Tippen Sie auf „Stopp“, um den Test zu beenden.

9.1.3 Maskenfenster

Das Maskenfenster enthält die wichtigsten Funktionen zum Einrichten einer Maske und Durchführen des Tests.



Zurücksetzen
Löscht alle Testergebnisse.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:RESet:COUNter` auf Seite 561

Start, Stopp
Startet oder beendet den Maskentest.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:TEST` auf Seite 561

Neu
Erstellt eine Maske aus der Hüllkurve der ausgewählten Kanalmesskurve.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:SOURce` auf Seite 556
`MASK:CHCopy` auf Seite 557

Größer, Kleiner
Vergrößert oder verkleinert die Maske in x- und y-Richtung.

Speichern, Laden
Speichert die erstellte Maske in einer Datei oder lädt eine zuvor gespeicherte Maske. Das Dateiformat ist MSK.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:SAVE` auf Seite 557
`MASK:LOAD` auf Seite 558

Verletzungen erfassen
Wenn ausgewählt, werden nur durchgefallene Erfassungen in Speichersegmenten gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:CAPTure[:MODE]` auf Seite 561

Einstellungen
Öffnet das Menü „Einstellungen“, um die genaue Maskengröße und die bei einer Maskenverletzung auszuführenden Aktionen festzulegen.

9.1.4 Maskenmenü

► Öffnen Sie das Menü „Maske“:

- Tippen Sie im Maskenfenster auf „Einst.“.
- Tippen Sie auf das Symbol „Menü“. Wählen Sie „Maske“ aus.

Test
Führt einen Maskentest für das ausgewählte Signal durch, d. h., die Signalamplituden werden mit der angegebenen Maske verglichen. Überschreitet die Amplitude die Grenzen der Maske, wird eine Verletzung erkannt.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:TEST` auf Seite 561

Kanal kopieren
Erstellt eine Maske aus der Hüllkurve-Messkurve des ausgewählten Kanals und speichert sie im Gerät.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:SOURce` auf Seite 556
`MASK:CHCopy` auf Seite 557

Y-Position
Verschiebt die Maske vertikal innerhalb der Anzeige. Die aktuelle Position wird in Skalenteilen angegeben.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:YPOSition` auf Seite 557

Streckung Y
Ändert die vertikale Skalierung, um die Maske in Y-Richtung zu strecken oder zu komprimieren.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:YSCale` auf Seite 557

Breite X
Ändert die Breite der Maske in horizontaler Richtung. Der angegebene Faktor in Skalenteilen wird zu den positiven x-Werten hinzugefügt und von den negativen x-Werten der Maskengrenzwerte in Bezug auf die Maskenmitte subtrahiert. Auf diese Weise wird die linke Hälfte der Maske nach links und die rechte Hälfte nach rechts gezogen.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:XWIDth` auf Seite 557

Breite Y
Ändert die Breite der Maske in vertikaler Richtung. Die angegebene Anzahl Skalenteile wird zu den y-Werten des oberen Maskengrenzwerts hinzugefügt und von den y-Werten des unteren Maskengrenzwerts subtrahiert. Auf diese Weise wird die obere Hälfte der Maske aufwärts und die untere Hälfte abwärts gezogen; die Gesamthöhe der Maske ist das Doppelte von „Breite Y“.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:YWIDth` auf Seite 557

Speichern
Speichert die Maske in einem gerätespezifischen Format (MSK). Es wird die vollständige Maskendefinition (Hüllkurve-Messkurve mit Breiten-, Streckungs- und Positionseinstellungen) gespeichert.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:SAVE` auf Seite 557 und in Kapitel 17.9.1.5, „Masken“, auf Seite 597 beschriebene Befehle.

Maske laden
Öffnet einen Datei-Explorer zum Auswählen einer zuvor gespeicherten Maske. Die ausgewählte Maske wird geladen und ist für anschließende Tests verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:LOAD` auf Seite 558

Aktionen
Öffnet ein Untermenü zum Auswählen der Aktionen, die bei einer Verletzung der Maskengrenzen ausgeführt werden sollen.

„Ton“	Erzeugt bei jeder Verletzung einen Warnton.
„Stopp“	Stoppt die Messkurvenerfassung. Geben Sie die Nummer der Stoppverletzung an. So lässt sich vor dem Stopp eine Anzahl von Verletzungen ignorieren.
„Puls“	Erzeugt einen Puls am Anschluss [Aux Out]. Diese Auswahl stellt die Konfiguration des Anschlusses [Aux Out] auf „Maskenverletzung“ ein.
„Screenshot“	Speichert einen Screenshot gemäß den Einstellungen in „Datei“ > „Screenshots“.
„Messkurve speichern“	Speichert die Messkurvendaten gemäß den Einstellungen in „Datei“ > „Messkurven“.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:ACTion:SOUNd:EVENt:MODE` auf Seite 558
`MASK:ACTion:STOP:EVENt:MODE` auf Seite 559
`MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt` auf Seite 559
`MASK:ACTion:PULSe:EVENt:MODE` auf Seite 558
`MASK:ACTion:SCRSave:EVENt:MODE` auf Seite 558
`MASK:ACTion:WFMSave:EVENt:MODE` auf Seite 558

Segmente erfassen
Gibt an, ob alle Erfassungen in Segmenten gespeichert werden oder nur durchgefallene Erfassungen. Die Segmente können mithilfe der History-Option analysiert werden.

Fernsteuerbefehl:
`MASK:CAPTure[:MODE]` auf Seite 561

9.2 FFT-Analyse

Das R&S RTA4000 stellt eine grundlegende FFT-Berechnung bereit, die Bestandteil der Firmware ist.

Bei einer FFT-Analyse wird eine zeitbasierte Messkurve in ein Frequenzspektrum umgewandelt. Als Ergebnis wird die Magnitude der ermittelten Frequenzen angezeigt: das Diagramm Leistung/Frequenz (Spektrum).FFT-Ergebnisse sind nützlich, um eine Übersicht über das Eingangssignal im Frequenzbereich zu erhalten und ungewöhnliche Signaleffekte (z. B. Nebenaussendungen oder Verzerrungen) visuell zu erkennen.

FFT-Analyse aktivieren

► Drücken Sie die Taste [FFT].
Tippen Sie alternativ auf das „FFT“-Symbol in der Werkzeugleiste.

Das Gerät passt die Zeitskala der Messkurve an und stellt die entsprechende Mittenfrequenz und die Frequenzdarstellbreite ein.

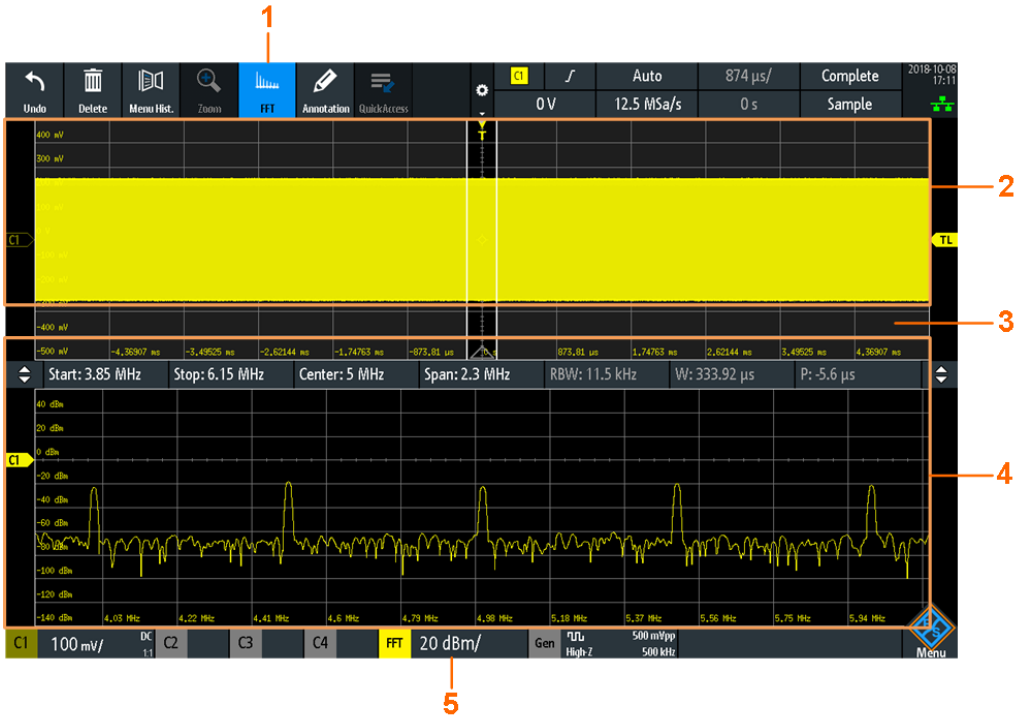
FFT-Analyse deaktivieren

► Es gibt mehrere Möglichkeiten, die FFT-Analyse zu beenden:

- Drücken Sie so oft die Taste [FFT], bis FFT ausgeschaltet ist.
- Tippen Sie auf das „FFT“-Symbol in der Werkzeugleiste.
- Tippen Sie im Kurzmenü auf „FFT Aus“.

9.2.1 FFT-Anzeige

Wenn FFT aktiv ist, werden zwei Diagramme angezeigt: oben das Signal im Zeitverlauf, unten das Ergebnis der FFT-Analyse (Spektrum). Zwischen den Diagrammen werden FFT-spezifische Parameter angezeigt, die direkt gesetzt werden können.



1 = FFT aktivieren
2 = Anzeige des Signals im Zeitverlauf
3 = FFT-Parameter
4 = Spektrum, Ergebnis der FFT-Analyse
5 = FFT-Kompaktanzeige mit vertikaler Skalierung (Bereich pro Skalenteil). Die Farbe kennzeichnet die Quellenmesskurve der FFT-Berechnung.

Datenquelle

Die FFT-Analyse wird für die Daten durchgeführt, die an einem der aktiven Eingangskanäle oder einer der aktiven mathematischen oder Referenzmesskurven erfasst werden. Es ist immer nur an einem einzigen Kanal eine Analyse durchführbar.

Zeitbasis

FFT wird für die erfassten Daten einer vollständigen Erfassung durchgeführt. Um die Berechnungszeit zu verkürzen, stellt das Gerät automatisch die Zeitskala (und damit die Erfassungszeit) und einen Ausschnitt der Zeitbasis ein, für die die FFT berechnet wird. Dieser Zeitabschnitt wird durch weiße Linien im Zeitdiagramm dargestellt.

Frequenzbereich

Die Ergebnisse der FFT-Analyse können auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränkt werden. Geben Sie dazu eine Mittenfrequenz und eine Frequenzdarstellbreite oder die Start- und Stoppfrequenzen an. Alternativ können Sie manuell die Auflösebandbreite (RBW) vergrößern. Wenn Sie die Frequenzparameter ändern, werden die Zeitbasis und das Zeitfenster in der Messkurve automatisch angepasst. Eine RBW-Änderung wirkt sich auf das Zeitfenster aus.

Vertikale Position und Größe der FFT-Messkurve

Um die Position und vertikale Skalierung einzustellen, wählen das FFT-Fenster mit dem vertikalen [Scale]-Drehknopf und dem [Offset/Position]-Drehknopf aus.

Fernsteuerbefehle:

- `SPECtrum:FREQuency:SCALe` auf Seite 564
- `SPECtrum:FREQuency:POSition` auf Seite 563

Zoom

Sie können den vertikalen Zoom („Zoom“-Symbol in der Symbolleiste) auf die FFT-Messkurve anwenden. Wenn Sie den Zoombereich in das FFT-Diagramm einzeichnen, werden Mitte, Darstellbreite und vertikale Skala angepasst, und der gezoomte FFT-Ausschnitt wird im FFT-Diagramm angezeigt.

9.2.2 FFT-Analyse durchführen

1. Drücken Sie die Taste [FFT], um die FFT-Analyse zu starten.
2. Drücken Sie die Taste [FFT] erneut, um das FFT-Menü zu öffnen.
3. Wählen Sie den Typ der „FFT-Fenster“ den Signaleigenschaften entsprechend aus, die für Ihre Messaufgabe am relevantesten sind (siehe „FFT-Fenster“ auf Seite 186).
4. Wählen Sie im Menü „Messkurve“ die Messkurventypen aus, die angezeigt werden sollen (siehe „Messkurve“ auf Seite 187).
5. Wenn Sie die Auflösebandbreite manuell anpassen möchten, deaktivieren Sie „Automatische Auflösebandbreite“.
6. Geben Sie oben im FFT-Fenster den Frequenzbereich an, der im Spektrumfenster angezeigt werden soll. Sie können die Start- und Stoppfrequenzen oder die Mittenfrequenz und den Frequenzdarstellbreite einstellen, wobei der Bereich als (Center - Span/2) bis (Center + Span/2) definiert ist.
   Details siehe Darstellbreite und Mittig.
7. Drücken Sie zum Starten und Stoppen der FFT-Analyse die Taste [Run Stop].

Wenn „Automatische Auflösebandbreite“ deaktiviert ist, können Sie auch das Zeitfenster einstellen, indem Sie seine Breite „W“ und Position „P“ oder die Auflösebandbreite „Auflösebandbreite“ ändern.

9.2.3 FFT-Einstellung

Sie können die Parameter für die FFT-Analyse im Spektrumfenster und im FFT-Menü einstellen. Darüber hinaus enthält das Kurzmenü häufig verwendete Einstellungen.

9.2.3.1 FFT-Kurzmenü

Im Kurzmenü sind häufig verwendete Einstellungen verfügbar. Sie können den Messkurventyp auswählen, die gesamte Darstellbreite einstellen, das Vollmenü öffnen und die FFT-Analyse deaktivieren.

► Tippen Sie zum Öffnen des Kurzmenüs auf die FFT-Kompaktanzeige in der unteren Zeile des Displays. Die Kompaktanzeige ist nur verfügbar, wenn die FFT-Analyse aktiv ist.

9.2.3.2 Einstellungen im FFT-Fenster

Typische FFT-Parameter können direkt im FFT-Fenster über dem Diagramm eingestellt werden.

1 = Startfrequenz
2 = Stoppfrequenz
3 = Mitte
4 = Darstellbreite
5 = Auflösebandbreite (RBW)
6 = Breite des Zeitbasisabschnitts
7 = Position des Zeitbasisabschnitts

Start
Legt die Startfrequenz des Frequenzbereichs fest. Das Gerät stellt den Frequenzbereich und die Mittenfrequenz ein und optimiert den Zeitbereich.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:STARt` auf Seite 565

Stopp
Gibt die Stoppfrequenz der angezeigten Frequenzdarstellbreite an. Das Gerät stellt den Frequenzbereich und die Mittenfrequenz ein und optimiert den Zeitbereich und die Erfassungszeit (Zeitbasis).

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:STOP` auf Seite 565

Mittig
Gibt die Frequenz in der Mitte der angezeigten Darstellbreite an. Das Gerät stellt die Start- und Stoppfrequenzen ein.

Wenn der Fokus auf dem Spektrumfenster liegt, können Sie die Mittenfrequenz auch mit dem horizontalen [Position]-Drehknopf einstellen.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:CENTer` auf Seite 564

Darstellbreite
Die Darstellbreite wird in Hertz angegeben und definiert die Breite des angezeigten Frequenzbereichs, d. h. (Center - Span/2) zu (Center + Span/2). Das Gerät stellt die Start- und Stoppfrequenzen ein.

Wenn der Fokus auf dem Frequenzfenster liegt, können Sie die Frequenzdarstellbreite auch mit dem horizontalen [Scale]-Drehknopf einstellen.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:SPAN` auf Seite 564

Auflösebandbreite
Die Auflösebandbreite (RBW) bestimmt die Auflösung des Spektrums, d. h.: den Mindestabstand zwischen zwei unterscheidbaren Spitzen. Je höher die Auflösung (je kleiner das Verhältnis), desto mehr Spitzen werden erkannt, aber umso länger dauert die Messung.

Wenn „Automatische Auflösebandbreite“ ausgewählt ist, wird der RBW-Wert automatisch angepasst, und der Wert wird zur Information angezeigt. Wenn Sie die RBW manuell einstellen, passt das Gerät das Zeitfenster an.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]` auf Seite 565
`SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio` auf Seite 565

W
Breite des Zeitfensters, für das die FFT berechnet wird. Der Wert kann geändert werden, wenn „Automatische Auflösebandbreite“ deaktiviert ist, und der RBW-Wert wird automatisch angepasst.

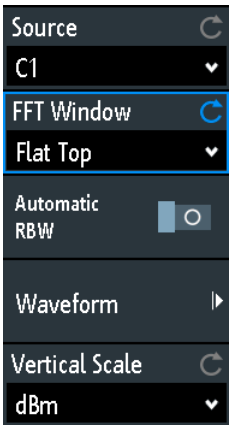
Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:TIME:RANGe` auf Seite 566

P
Zeigt die Breite des Zeitfensters, für das die FFT-Analyse ausgeführt wird. Die Position ist ein Offset der Zeitfenstermitte zum 0 s-Referenzpunkt. Der Wert kann geändert werden, wenn „Automatische Auflösebandbreite“ deaktiviert ist, und der RBW-Wert wird automatisch angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:TIME:POSition` auf Seite 565

9.2.3.3 FFT-Menü

► Drücken Sie die Taste [FFT].
Wenn sich das Menü nicht öffnet, tippen Sie zweimal: einmal, um FFT zu aktivieren, und ein zweites Mal, um das Menü zu öffnen.



Quelle
Gibt den Kanal an, für den die erfassten Daten mit FFT analysiert werden. Sie können einen der aktiven Eingangskanäle oder eine mathematische oder Referenzmesskurve auswählen.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:SOURce` auf Seite 562

FFT-Fenster
Frequenzbereichsgewichtung (Windowing) hilft dabei, die Unstetigkeiten am Ende des gemessenen Signalintervalls zu minimieren und so den spektralen Leckeffekt zu verringern und dadurch die Frequenzauflösung zu erhöhen.

Das R&S RTA4000 stellt verschiedene Fensterfunktionen für unterschiedliche Eingangssignale bereit. Jede Fensterfunktion verfügt über spezifische Eigenschaften, einschließlich einiger Vorteile und einiger Kompromisse. Beachten Sie diese Eigenschaften bei der Suche nach der optimalen Lösung für die Messaufgabe.

„Hanning“ Das Hanning-Fenster ist glockenförmig. Anders als das Hamming-Fenster hat es an den Grenzen des Messintervalls den Wert null. Daher ist der Rauschpegel innerhalb des Spektrums reduziert und vergrößert sich die Breite der Spektrallinien.
Verwenden Sie dieses Fenster, um Amplituden eines periodischen Signals exakt zu messen.

„Hamming“ Das Hamming-Fenster ist glockenförmig. Der Wert an den Grenzen des Messintervalls ist nicht null. Daher ist der Rauschpegel innerhalb des Spektrums höher als bei Hanning oder Blackman, aber kleiner als beim Rechteckfenster. Die Breite der Spektrallinien ist dünner als die anderen glockenförmigen Funktionen.
Verwenden Sie dieses Fenster, um Amplituden eines periodischen Signals exakt zu messen.

„Blackman“ Das Blackman-Fenster ist glockenförmig und weist in seiner Kurvenform den steilsten Fall von allen anderen verfügbaren Funktionen auf. Der Wert an beiden Grenzen des Messintervalls ist null. Im Blackman-Fenster können die Amplituden sehr genau gemessen werden. Die Frequenz zu bestimmen, ist jedoch schwieriger.
Verwenden Sie dieses Fenster zum Messen von Signalen mit Einzelfrequenzen, um Harmonische und genaue Einzeltonmessungen zu erkennen.

„Flat-Top“ Das Flat-Top-Fenster weist geringe Amplitudenmessfehler auf, hat aber eine schlechte Frequenzauflösung.
Verwenden Sie dieses Fenster für genaue Einzeltonmessungen und für Messungen von Amplituden sinusförmiger Frequenzanteile.

„Rechteck“ Das Rechteckfenster multipliziert alle Punkte mit eins. Das Ergebnis ist eine hohe Frequenzgenauigkeit mit dünnen Spektrallinien, aber auch mit erhöhtem Rauschen.
Verwenden Sie diese Funktion für Messungen der Trennung von zwei Tönen mit fast gleichen Amplituden und einem kleinen Frequenzabstand.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:WINDow:TYPE` auf Seite 562

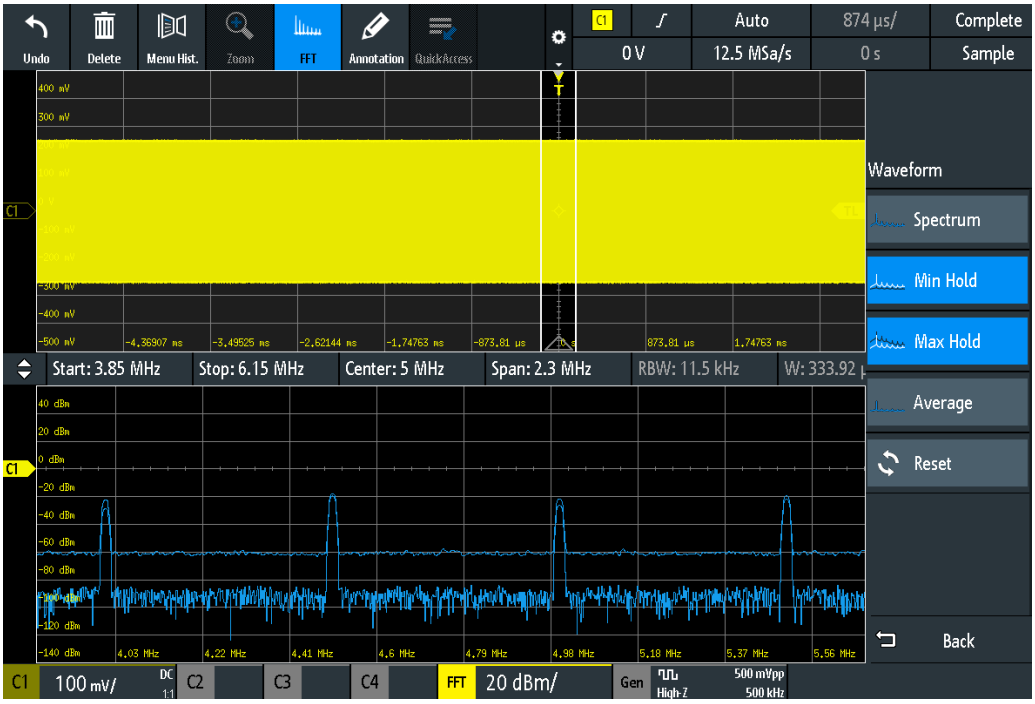
Automatische Auflösebandbreite
Wenn die Funktion aktiviert ist, wird die Auflösebandbreite automatisch eingestellt. Wenn sie deaktiviert ist, können Sie den „Auflösebandbreite“ Parameter im FFT-Fenster einstellen.

Siehe auch „Auflösebandbreite“ auf Seite 185.

Messkurve
Gibt den Messkurventyp an, der angezeigt werden soll. Es können mehrere Messkurventypen parallel angezeigt werden, aber mindestens ein Typ muss ausgewählt werden. Standardmäßig ist die Messkurve „Spektrum“ ausgewählt. Sie können auch aus jedem Messkurventyp eine Referenzmesskurve zur weiteren Analyse erstellen und Cursormessungen durchführen.

Wenn die Messkurvenauswahl geändert wird, wird die statistische Auswertung neu gestartet.

Wählen Sie „Zurücksetzen“ aus, um die Ergebnisse früherer Messungen, die statistisch ausgewertet wurden, zu löschen.



„Spektrum“ Es wird der aktuelle Wert für jede Frequenz angezeigt.

„Min Hold“ Es wird der Minimumwert für jede Frequenz über alle FFTs hinweg angezeigt.
Der Messkurventyp „Min Hold“ ist gut geeignet, um Signale im Rauschen hervorzuheben oder intermittierende Signale zu unterdrücken.

„Max Hold“ Es wird der Maximumwert für jede Frequenz über alle FFTs hinweg angezeigt.
Der Messkurventyp „Max Hold“ ist gut geeignet, um beispielsweise intermittierende Signale oder die Maximumwerte von schwankenden Signalen zu erkennen.

„Mittelwert“ Es wird der Mittelwert für jede Frequenz in der Messkurve über die angegebene „# Mittelwert“ berechnet.
Mittelung reduziert die Effekte durch Rauschen, hat aber keine Auswirkungen auf Sinussignale. Deshalb ist die Mittelung gut geeignet, um Signale in der Nähe von Rauschen zu erkennen.

„Zurücksetzen“ Löscht die ausgewählten Messkurven und startet die Berechnung neu.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:WAVeform:SPECtrum[:ENABle]` auf Seite 566
`SPECtrum:WAVeform:MINimum[:ENABle]` auf Seite 566
`SPECtrum:WAVeform:MAXimum[:ENABle]` auf Seite 566
`SPECtrum:WAVeform:AVERage[:ENABle]` auf Seite 566
`SPECtrum:FREQuency:AVERage:COUNt` auf Seite 566
`SPECtrum:FREQuency:RESet` auf Seite 566

Vertikale Skala
Gibt die Skalierungseinheit für die vertikale Skala an.

Die angezeigten Werte beziehen sich auf einen 50-Ohm-Abschlusswiderstand. Sie können einen externen Abschlusswiderstand parallel zum hochohmigen Eingang oder den 50-Ohm-Eingang direkt verwenden.

„dBm“	Logarithmische Skalierung, bezogen auf 1 mW
„dBV“	Logarithmische Skalierung, bezogen auf 1 Veff.
„dBµV“	Logarithmische Skalierung, bezogen auf 1 µVeff.
„Veff“	Lineare Skalierung, zeigt den Effektivwert der Spannung an.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe` auf Seite 563

9.3 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K18)

Die Option R&S RTA-K18 bietet zusätzliche Funktionen zur grundlegenden FFT-Berechnung:

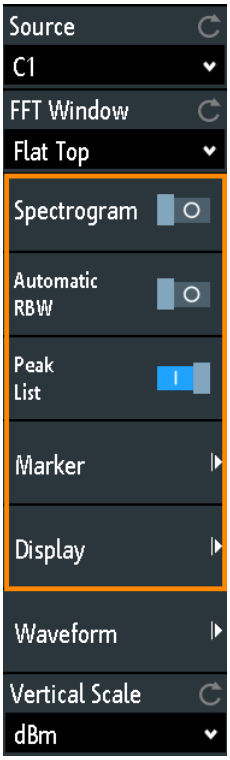
- Spektrogramm
- Peakliste und Marker

Mit der Spektrumanalyseoption können Sie frequenzabhängige Ereignisse analysieren und ein Spektrogramm anzeigen, das die Änderungen des Spektrums im Zeitverlauf darstellt. Sie können auch verschiedene Kriterien für die Peaksuche definieren und die Ergebnisse im Spektrumdiagramm anzeigen.

Erste FFT-Anzeige, Nutzung, Kurzmenü und FTT-Einstellungen im Spektrumfenster entsprechen denen in der grundlegenden FFT. Diese Grundlagen werden in Kapitel 9.2, „FFT-Analyse“, auf Seite 181 beschrieben.

9.3.1 FFT-Menü mit Spektrumanalyse

Wenn die Option Spektrumanalyse installiert ist, bietet das FFT-Menü zusätzliche Funktionen, die in diesem Kapitel beschrieben werden. Die grundlegenden Funktionen werden in Kapitel 9.2.3.3, „FFT-Menü“, auf Seite 186 beschrieben.



Spektrogramm
Aktiviert das Spektrogramm.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.2, „Spektrogramm“, auf Seite 191.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:SPECtrogram[:ENABle]` auf Seite 577

Automatische RBW
Wenn aktiviert, stellt das Gerät einen geeigneten Wert für die Auflösebandbreite ein. Wenn deaktiviert, können Sie einen manuellen Wert angeben (siehe „Auflösebandbreite“ auf Seite 185).

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO` auf Seite 576

Peakliste
Aktiviert die Peaksuche und zeigt die Peakliste und die Marker an.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.3, „Peakliste und Marker“, auf Seite 193.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:RTABle:ENABle` auf Seite 570

Marker
Öffnet ein Menü zum Einstellen der Marker und der Peakliste. Das Menü ist nur verfügbar, wenn „Peakliste“ aktiv ist.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.3, „Peakliste und Marker“, auf Seite 193.

Display
Öffnet ein Menü zum Einstellen der Anzeige des Spektrums und des Spektrogramms.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.4, „Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm“, auf Seite 198.

9.3.2 Spektrogramm

Ein Spektrogramm zeigt an, wie die Spektraldichte eines Signals im Zeitverlauf variiert. Die x-Achse zeigt die Frequenz, die y-Achse zeigt die Zeit. Eine dritte Dimension, der Leistungspegel, wird durch verschiedene Farben dargestellt. So können Sie sehen, wie die Stärke des Signals für verschiedene Frequenzen im Zeitverlauf variiert.

Das Spektrogramm wird mit jeder Datenerfassung aktualisiert. Das älteste Spektrum ist das ganz oben, das jüngste das in der untersten Zeile.

► Aktivieren Sie „Spektrogramm“ im FFT-Menü, um das Spektrogramm zu verwenden.

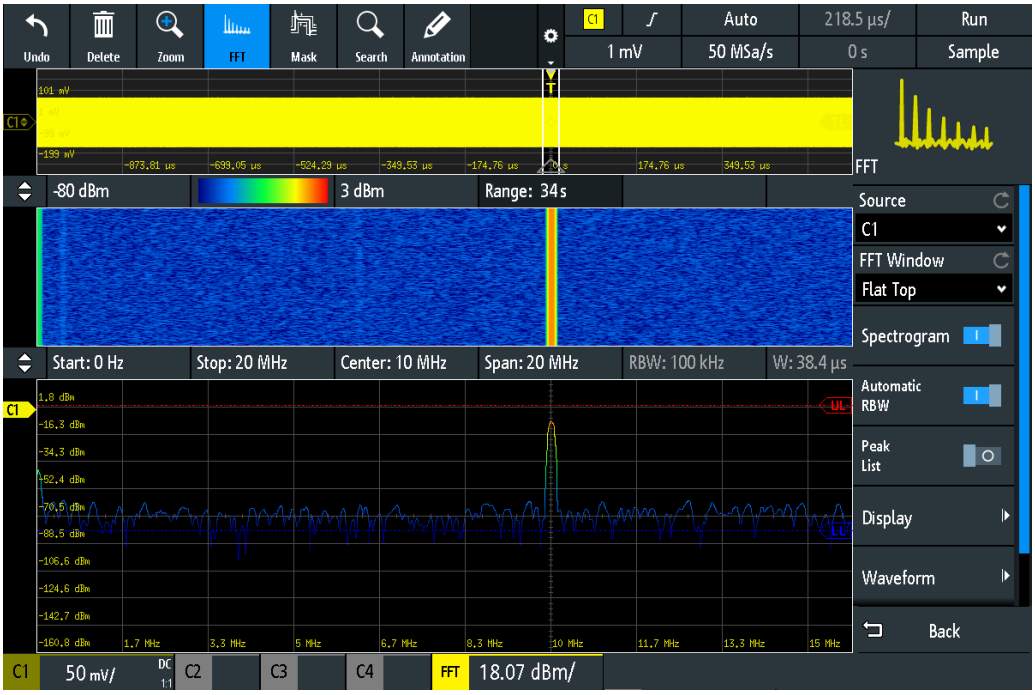


Bild 9-1: Spektrogramm und Spektrumfenster

Das Spektrogramm wird in einem separaten Fenster über dem Spektrumfenster angezeigt. Typische Spektrogrammparameter werden direkt im Spektrogrammfenster über dem Diagramm angezeigt.

1 = Maximumpegel für Farbskala (Einstellung)
2 = Anzeige der Farbskala
3 = Minimumpegel für Farbskala (Einstellung)
4 = Bereich (Information)
5, 6, 7 = Positionen der Zeitcursor im Spektrogramm und ihre Zeitdifferenz

Zeitcursor

Wenn die Erfassung gestoppt ist, können Sie zwei Zeitcursor im Spektrogramm setzen. Mithilfe der Zeitcursor lassen sich Unregelmäßigkeiten im Spektrogramm erkennen. Zeit und Zeitdifferenz werden oben im Spektrogrammfenster angezeigt.

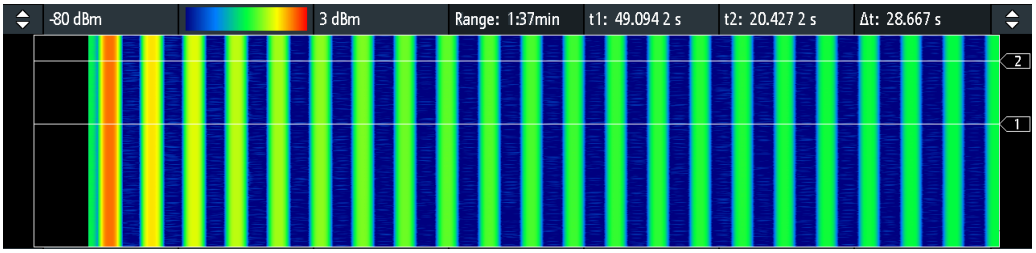


Bild 9-2: Spektrogramm mit Zeitcursorn

1. Zum Bewegen eines Zeitcursors im Spektrogramm:
   a) Tippen sie auf das Wertefeld „t1“ oder „t2“ über dem Spektrogramm.
   b) Drehen Sie den [Navigation]-Knopf, um den Zeitcursor nach oben und unten zu bewegen.
   c) Zum Umschalten des Cursors drücken Sie auf den [Navigation]-Knopf.
2. Um einen numerischen Wert für eine Cursorposition einzugeben, tippen Sie zweimal auf das Wertfeld „t1“ oder „t2“.
3. Um zu den normalen Cursorn zurückzukehren, tippen Sie auf das Spektrumfenster (unteres Fenster).

History und Spektrumanalyse

Die History-Funktion ermöglicht ein Blättern in den Spektren. Sie können nicht nur die aktuelle Frequenzmesskurve anzeigen und analysieren, sondern auch ältere. Sie können auch die zeitbasierte Messkurve, für die die ausgewählte FFT erfolgte, sehen und analysieren. Das angezeigte Spektrum ist im Spektrogramm durch eine weiße Linie mit der Beschriftung „Seg“ markiert.

1. Führen Sie eine FFT durch.
2. Aktivieren Sie das Spektrogramm.
3. Aktivieren Sie die History-Funktion.

Die Erfassung wird gestoppt und die Zeitcursor und der Segmentcursor sind sichtbar. Falls nicht, schließen Sie alle Menüs.

4. Wählen Sie ein Segment aus:
   - Verwenden Sie den History-Player (siehe Kapitel 7.4.4, „Segmenttabelle und History-Player“, auf Seite 131).
   - Ziehen Sie den Segmentmarker in das Spektrogramm.

   Das Spektrum und die zeitbasierte Messkurve des ausgewählten Segments werden angezeigt.

9.3.3 Peakliste und Marker

Sie können verschiedene Kriterien für eine Peaksuche definieren. Die Peaks werden im Frequenzdiagramm durch Marker gekennzeichnet; die gemessenen Peakfrequenzen und Magnituden werden in der Peakliste aufgeführt. Zusätzlich können Sie einen Referenzmarker definieren und die Peakergebnisse als Deltawerte zu den Werten des Referenzmarkers abrufen.

► Um die Ergebnisse zu speichern oder das Menü „Marker“ direkt zu öffnen, verwenden Sie die Symbole auf der rechten Seite der Peakliste.

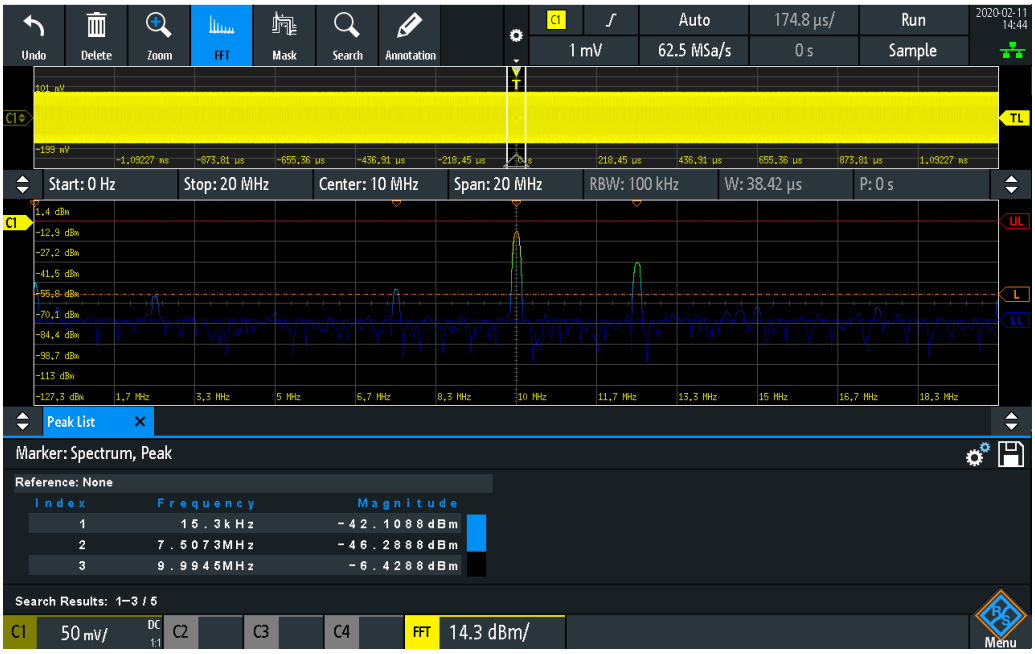


Bild 9-3: Spektrum mit markierten Peaks und Peakliste. Das Spektrogramm ist inaktiv.

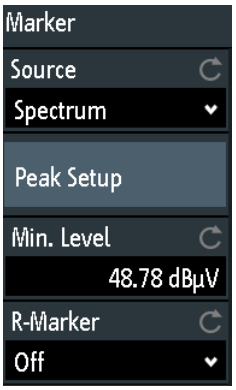
Peakliste und Referenzmarker einstellen

1. Öffnen Sie das FFT-Menü.
2. Aktivieren Sie das „Peakliste“.

3. Tippen Sie auf „Marker“.
4. Tippen Sie auf „Quelle“.
   Wählen Sie den Messkurventyp aus, für den die Peaks gesucht werden.
5. Tippen Sie auf „Peakeinstellung“.
6. Definieren Sie die Kriterien für die Peakerkennung:
   a) Legen Sie den „Min. Level“ fest. Magnituden höher als dieser Pegel werden als Peaks markiert.
   b) Ist eine detailliertere Peakerkennung gewünscht, aktivieren Sie „Erweiterte Peakeinstellung“.
      Stellen Sie „Auslenkung“, „Max. Breite“ und „Abstand“ ein.
7. Setzen Sie, falls nötig, einen Referenzmarker:
   a) Wählen Sie den Typ des „R-Marker“ aus.
   b) Wenn „R-Marker“ = „Indiziert“, geben Sie den „Index“ an.
   c) Wenn „R-Marker“ =„Bereich“, geben Sie die „Frequenz“ und „Bereich“ an.

9.3.3.1 Markermenü

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ aktivieren



Quelle
Gibt den Messkurventyp für die Suche nach Peaks an.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SOURce` auf Seite 571

Peakeinstellung
Siehe Kapitel 9.3.3.2, „Peakeinstellungen“, auf Seite 195.

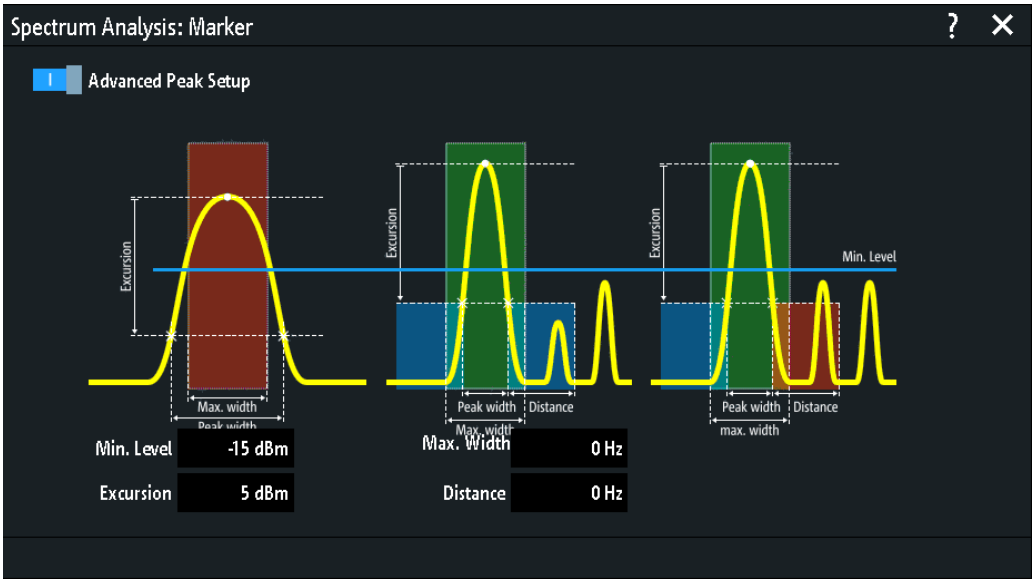
Min. Level
Gibt den minimalen absoluten Pegel für die Peakerkennung an. Siehe „Min. Level“ auf Seite 195.

R-Marker
Siehe Kapitel 9.3.3.3, „Einstellungen R-Marker“, auf Seite 196.

9.3.3.2 Peakeinstellungen

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ > „Peakeinstellung“ aktivieren

Zur einfachen Peakeinstellung genügt die Einstellung des minimalen Pegels für die Peakerkennung. In den erweiterten Einstellungen können komplexere Kriterien definiert werden.



Min. Level
Gibt den minimalen absoluten Pegel für die Peakerkennung an. Nur Peaks, die den minimalen Pegel überschreiten, werden erkannt, in der „Peakliste“ aufgeführt und im Spektrumdiagramm markiert.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel` auf Seite 571

Erweiterte Peakeinstellung
Aktiviert eine präzisere Peakerkennung.

Damit ein Peak erkannt wird, müssen Auslenkung, Max. Breite und Abstand innerhalb der definierten Grenzwerte liegen.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MMODe` auf Seite 571

Max. Breite
Gibt die maximale Breite an, die ein Peak haben kann, um erkannt zu werden.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MWIDth` auf Seite 571

Auslenkung
Gibt eine minimale Pegeldifferenz zwischen zwei nachfolgenden Peaks an, die eingehalten werden muss, damit der Peak erkannt wird. Um die Erkennung von Rauschspitzen zu vermeiden, müssen Sie hier einen Wert eingeben, der über den Rauschpegeln liegt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:EXCursion` auf Seite 571

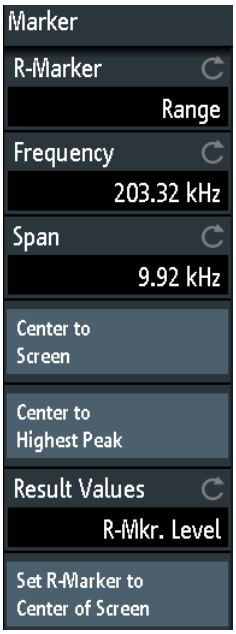
Abstand
Gibt einen Abstand zwischen zwei nachfolgenden Peaks an, der eingehalten werden muss, damit der Peak erkannt wird.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:DISTance` auf Seite 571

9.3.3.3 Einstellungen R-Marker

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ > „R-Marker“ aktivieren

Sie können einen Referenzmarker definieren und die Peakergebnisse als Deltawerte zu den Werten des Referenzmarkers abrufen. Der Referenzmarker wird auf der Messkurve als gefülltes, oranges Dreieck angezeigt.



R-Marker
Gibt den Modus für die Auswahl des Referenzpeaks an.

„Aus“	Deaktiviert den Referenzmarker.
„Indiziert“	Der Referenzmarker wird mit einer angegebenen Indexnummer auf den Peak gesetzt.
„Bereich“	Der Peak mit dem höchsten Pegel innerhalb des angegebenen Bereichs wird als Referenzmarker gesetzt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE` auf Seite 572

Index
Gibt die Nummer des Peaks an, auf den der Referenzmarker gesetzt wird, wenn „R-Marker“ = „Indiziert“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:INDex` auf Seite 572

Frequenz
Gibt die Mittenfrequenz für den Erfassungsbereich an, wenn „R-Marker“ = „Bereich“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:FREQuency` auf Seite 572

Bereich
Gibt den Frequenzbereich rund um die Mittenfrequenz an, wenn „R-Marker“ = „Bereich“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:SPAN` auf Seite 573

Auf Bildsch. setzen
Setzt die Mittenfrequenz auf die Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CSCReen` auf Seite 572

Zentriere auf höchst. Peak
Setzt den höchsten erkannten Peak auf die Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CMPeak` auf Seite 572

Ergebniswerte
Gibt die Werte an, die in der Peakliste angezeigt werden. Dies können absolute Werte oder Deltawerte im Vergleich zum Referenzmarker sein.

„Absolut“ Frequenz und Magnitude in absolute Werten.

„R-Marker Frequenz“
Frequenz relativ zur Referenzmarkerfrequenz, Magnitude in absoluten Werten.

„R-Marker Level“
Frequenz in absoluten Werten, Magnitude relativ zum Pegel des Referenzmarkers.

„R-Marker Freq. & Level“
Frequenz und Magnitude relativ zu den Referenzmarkerwerten.

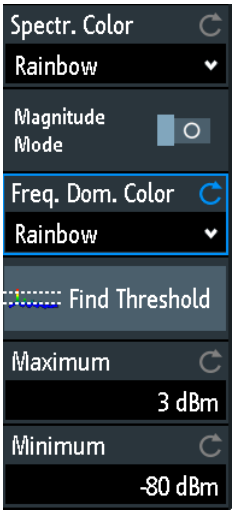
Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:RMODe` auf Seite 573

Zentriere Bildschirm auf R-Marker
Setzt den Referenzmarker auf die Mitte der Anzeige.

9.3.4 Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm

Sie können die Farbskala des Spektrogramms und des Spektrums und die Pegelgrenzwerte des Spektrogramms ändern.

1. Öffnen Sie das Menü „FFT“.
2. Tippen Sie auf „Display“.



Spektr.-farbe und FFT-Farbe
Gibt eine Farbskala an. Jede Skala besteht aus mehreren Farben, von denen jede für einen bestimmte Pegel oder eine Vorkommenshäufigkeit steht.

Ist „Auslenk.-modus“ aktiv, legt „Spektr.-farbe“ die Farbskala für das Spektrogramm und das Spektrum fest. Beide Diagramme verwenden dieselbe Farbskala.

Ist „Auslenk.-modus“ inaktiv, legt „Spektr.-farbe“ die Farbe für das Spektrogramm und „FFT-Farbe“ die Farbe für das Spektrum getrennt fest.

Sie können den Bereich der Farbskala mit Maximum und Minimum einstellen.

„Regenbogen“

Die Messkurve wird in Regenbogenfarben angezeigt. Blau entspricht den niedrigen Pegelwerten, während rot hohe Werte anzeigt.

„Temp. Farbe“

Die Messkurve wird in den Temperaturfarben angezeigt. Blau entspricht den niedrigen Pegelwerten, während weiß hohe Werte anzeigt.

„Monochrom“

Die Messkurve wird in Monochromfarben angezeigt, die von der Farbe des ausgewählten Quellenkanals abhängig sind. Schwarz entspricht den niedrigen Pegelwerten, während die Kanalfarbe für hohe Werte steht.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram` auf Seite 577
`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain` auf Seite 577

Auslenk.-modus
Aktiviert die magnitudenabhängige Farbgebung der Messkurve. Je höher der Pegel, desto höher die Farbe in der Farbskala.

Wenn „Auslenk.-modus“ deaktiviert ist, hängt die Farbe von der Vorkommenshäufigkeit eines Werts ab.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MAGNitude:MODE` auf Seite 576

Schwelle suchen
Setzt den Pegel automatisch auf *0,5 * (MaxPeak - MinPeak)*. *MinPeak* wird im Störpegel gesetzt und *MaxPeak* ist der höchste Punkt der Messkurve.

Maximum
Gibt den Pegel an, der als Maximum für die mit Spektr.-farbe und FFT-Farbe ausgewählte Farbskala dient.

Alle Pegelwerte höher als das Maximum werden mit der Maximumfarbe angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MAXimum[:LEVel]` auf Seite 576

Minimum
Gibt den Pegel an, der als Minimum der mit Spektr.-farbe und FFT-Farbe ausgewählten Farbskala dient.

Alle Pegelwerte kleiner als das Minimum werden mit der Minimumfarbe angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MINimum[:LEVel]` auf Seite 577

9.4 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K37)

Die Option R&S RTA-K37 bietet zusätzliche Funktionen zur grundlegenden FFT-Berechnung:

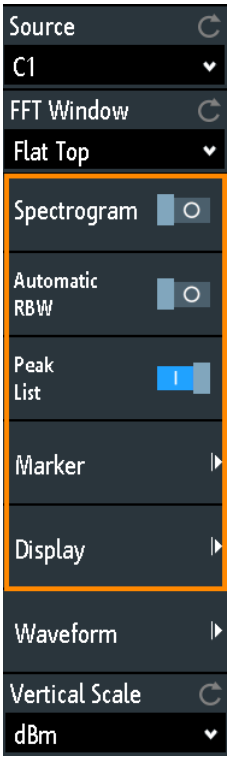
- Spektrogramm
- Peakliste und Marker

Mit der Spektrumanalyseoption können Sie frequenzabhängige Ereignisse analysieren und ein Spektrogramm anzeigen, das die Änderungen des Spektrums im Zeitverlauf darstellt. Sie können auch verschiedene Kriterien für die Peaksuche definieren und die Ergebnisse im Spektrumdiagramm anzeigen.

Erste FFT-Anzeige, Nutzung, Kurzmenü und FTT-Einstellungen im Spektrumfenster entsprechen denen in der grundlegenden FFT. Diese Grundlagen werden in Kapitel 9.2, „FFT-Analyse“, auf Seite 181 beschrieben.

9.4.1 FFT-Menü mit Spektrumanalyse

Wenn die Option Spektrumanalyse installiert ist, bietet das FFT-Menü zusätzliche Funktionen, die in diesem Kapitel beschrieben werden. Die grundlegenden Funktionen werden in Kapitel 9.2.3.3, „FFT-Menü“, auf Seite 186 beschrieben.



Spektrogramm
Aktiviert das Spektrogramm.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.2, „Spektrogramm“, auf Seite 191.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:SPECtrogram[:ENABle]` auf Seite 577

Automatische RBW
Wenn aktiviert, stellt das Gerät einen geeigneten Wert für die Auflösebandbreite ein. Wenn deaktiviert, können Sie einen manuellen Wert angeben (siehe „Auflösebandbreite“ auf Seite 185).

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO` auf Seite 576

Peakliste
Aktiviert die Peaksuche und zeigt die Peakliste und die Marker an.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.3, „Peakliste und Marker“, auf Seite 193.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:RTABle:ENABle` auf Seite 570

Marker
Öffnet ein Menü zum Einstellen der Marker und der Peakliste. Das Menü ist nur verfügbar, wenn „Peakliste“ aktiv ist.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.3, „Peakliste und Marker“, auf Seite 193.

Display
Öffnet ein Menü zum Einstellen der Anzeige des Spektrums und des Spektrogramms.

Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 9.3.4, „Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm“, auf Seite 198.

9.4.2 Spektrogramm

Ein Spektrogramm zeigt an, wie die Spektraldichte eines Signals im Zeitverlauf variiert. Die x-Achse zeigt die Frequenz, die y-Achse zeigt die Zeit. Eine dritte Dimension, der Leistungspegel, wird durch verschiedene Farben dargestellt. So können Sie sehen, wie die Stärke des Signals für verschiedene Frequenzen im Zeitverlauf variiert.

Das Spektrogramm wird mit jeder Datenerfassung aktualisiert. Das älteste Spektrum ist das ganz oben, das jüngste das in der untersten Zeile.

► Aktivieren Sie „Spektrogramm“ im FFT-Menü, um das Spektrogramm zu verwenden.

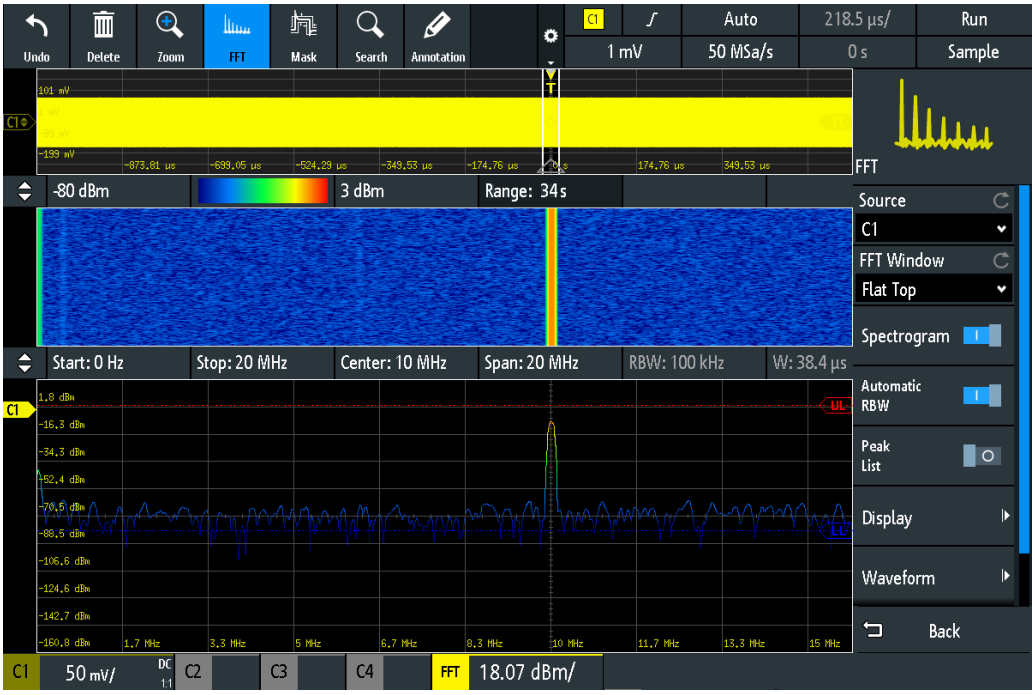


Bild 9-4: Spektrogramm und Spektrumfenster

Das Spektrogramm wird in einem separaten Fenster über dem Spektrumfenster angezeigt. Typische Spektrogrammparameter werden direkt im Spektrogrammfenster über dem Diagramm angezeigt.

1 = Maximumpegel für Farbskala (Einstellung)
2 = Anzeige der Farbskala
3 = Minimumpegel für Farbskala (Einstellung)
4 = Bereich (Information)
5, 6, 7 = Positionen der Zeitcursor im Spektrogramm und ihre Zeitdifferenz

Zeitcursor

Wenn die Erfassung gestoppt ist, können Sie zwei Zeitcursor im Spektrogramm setzen. Mithilfe der Zeitcursor lassen sich Unregelmäßigkeiten im Spektrogramm erkennen. Zeit und Zeitdifferenz werden oben im Spektrogrammfenster angezeigt.

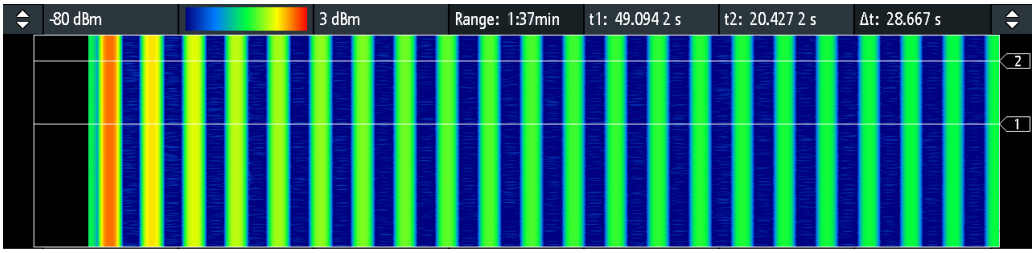


Bild 9-5: Spektrogramm mit Zeitcursorn

1. Zum Bewegen eines Zeitcursors im Spektrogramm:
   a) Tippen sie auf das Wertefeld „t1“ oder „t2“ über dem Spektrogramm.
   b) Drehen Sie den [Navigation]-Knopf, um den Zeitcursor nach oben und unten zu bewegen.
   c) Zum Umschalten des Cursors drücken Sie auf den [Navigation]-Knopf.
2. Um einen numerischen Wert für eine Cursorposition einzugeben, tippen Sie zweimal auf das Wertfeld „t1“ oder „t2“.
3. Um zu den normalen Cursorn zurückzukehren, tippen Sie auf das Spektrumfenster (unteres Fenster).

History und Spektrumanalyse

Die History-Funktion ermöglicht ein Blättern in den Spektren. Sie können nicht nur die aktuelle Frequenzmesskurve anzeigen und analysieren, sondern auch ältere. Sie können auch die zeitbasierte Messkurve, für die die ausgewählte FFT erfolgte, sehen und analysieren. Das angezeigte Spektrum ist im Spektrogramm durch eine weiße Linie mit der Beschriftung „Seg“ markiert.

1. Führen Sie eine FFT durch.
2. Aktivieren Sie das Spektrogramm.
3. Aktivieren Sie die History-Funktion.

Die Erfassung wird gestoppt und die Zeitcursor und der Segmentcursor sind sichtbar. Falls nicht, schließen Sie alle Menüs.

4. Wählen Sie ein Segment aus:
   - Verwenden Sie den History-Player (siehe Kapitel 7.4.4, „Segmenttabelle und History-Player“, auf Seite 131).
   - Ziehen Sie den Segmentmarker in das Spektrogramm.

   Das Spektrum und die zeitbasierte Messkurve des ausgewählten Segments werden angezeigt.

9.4.3 Peakliste und Marker

Sie können verschiedene Kriterien für eine Peaksuche definieren. Die Peaks werden im Frequenzdiagramm durch Marker gekennzeichnet; die gemessenen Peakfrequenzen und Magnituden werden in der Peakliste aufgeführt. Zusätzlich können Sie einen Referenzmarker definieren und die Peakergebnisse als Deltawerte zu den Werten des Referenzmarkers abrufen.

► Um die Ergebnisse zu speichern oder das Menü „Marker“ direkt zu öffnen, verwenden Sie die Symbole auf der rechten Seite der Peakliste.

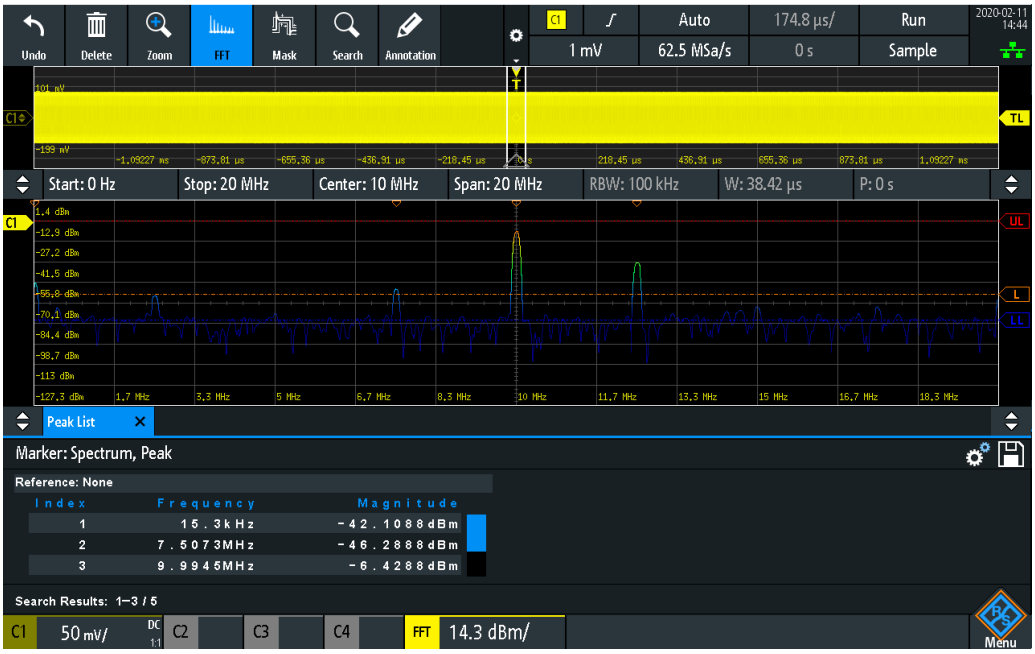


Bild 9-6: Spektrum mit markierten Peaks und Peakliste. Das Spektrogramm ist inaktiv.

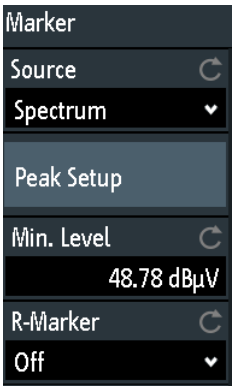
Peakliste und Referenzmarker einstellen

1. Öffnen Sie das FFT-Menü.
2. Aktivieren Sie das „Peakliste“.

3. Tippen Sie auf „Marker“.
4. Tippen Sie auf „Quelle“.
   Wählen Sie den Messkurventyp aus, für den die Peaks gesucht werden.
5. Tippen Sie auf „Peakeinstellung“.
6. Definieren Sie die Kriterien für die Peakerkennung:
   a) Legen Sie den „Min. Level“ fest. Magnituden höher als dieser Pegel werden als Peaks markiert.
   b) Ist eine detailliertere Peakerkennung gewünscht, aktivieren Sie „Erweiterte Peakeinstellung“.
      Stellen Sie „Auslenkung“, „Max. Breite“ und „Abstand“ ein.
7. Setzen Sie, falls nötig, einen Referenzmarker:
   a) Wählen Sie den Typ des „R-Marker“ aus.
   b) Wenn „R-Marker“ = „Indiziert“, geben Sie den „Index“ an.
   c) Wenn „R-Marker“ =„Bereich“, geben Sie die „Frequenz“ und „Bereich“ an.

9.4.3.1 Markermenü

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ aktivieren



Quelle
Gibt den Messkurventyp für die Suche nach Peaks an.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SOURce` auf Seite 571

Peakeinstellung
Siehe Kapitel 9.3.3.2, „Peakeinstellungen“, auf Seite 195.

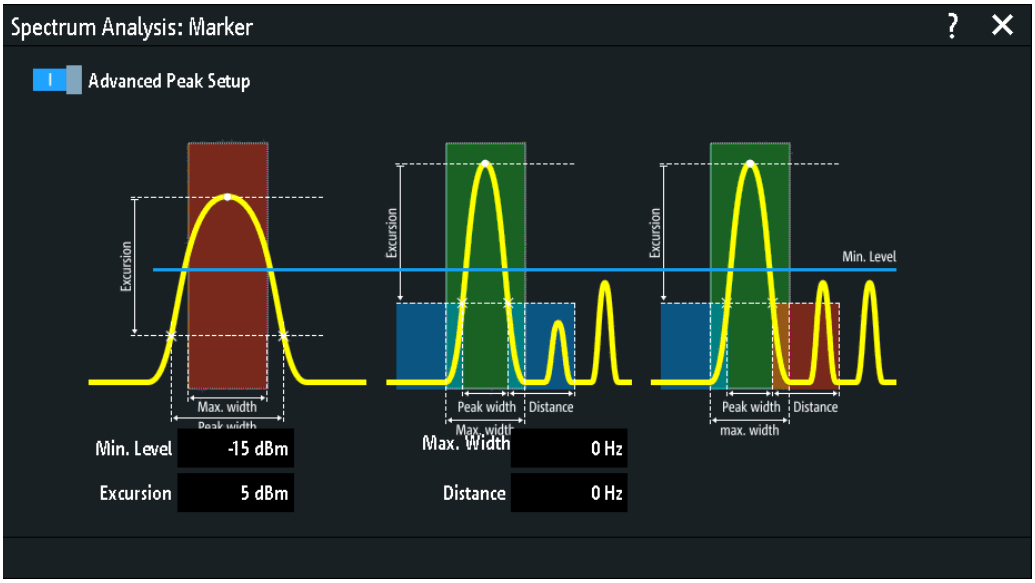
Min. Level
Gibt den minimalen absoluten Pegel für die Peakerkennung an. Siehe „Min. Level“ auf Seite 195.

R-Marker
Siehe Kapitel 9.3.3.3, „Einstellungen R-Marker“, auf Seite 196.

9.4.3.2 Peakeinstellungen

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ > „Peakeinstellung“ aktivieren

Zur einfachen Peakeinstellung genügt die Einstellung des minimalen Pegels für die Peakerkennung. In den erweiterten Einstellungen können komplexere Kriterien definiert werden.



Min. Level
Gibt den minimalen absoluten Pegel für die Peakerkennung an. Nur Peaks, die den minimalen Pegel überschreiten, werden erkannt, in der „Peakliste“ aufgeführt und im Spektrumdiagramm markiert.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel` auf Seite 571

Erweiterte Peakeinstellung
Aktiviert eine präzisere Peakerkennung.

Damit ein Peak erkannt wird, müssen Auslenkung, Max. Breite und Abstand innerhalb der definierten Grenzwerte liegen.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MMODe` auf Seite 571

Max. Breite
Gibt die maximale Breite an, die ein Peak haben kann, um erkannt zu werden.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:MWIDth` auf Seite 571

Auslenkung
Gibt eine minimale Pegeldifferenz zwischen zwei nachfolgenden Peaks an, die eingehalten werden muss, damit der Peak erkannt wird. Um die Erkennung von Rauschspitzen zu vermeiden, müssen Sie hier einen Wert eingeben, der über den Rauschpegeln liegt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:EXCursion` auf Seite 571

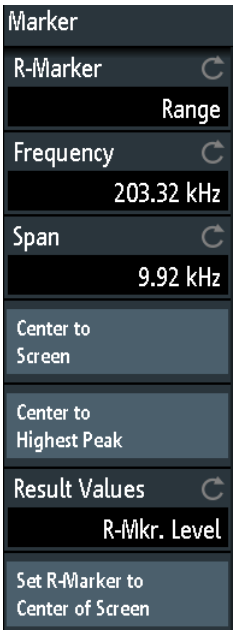
Abstand
Gibt einen Abstand zwischen zwei nachfolgenden Peaks an, der eingehalten werden muss, damit der Peak erkannt wird.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:SETup:DISTance` auf Seite 571

9.4.3.3 Einstellungen R-Marker

Zugriff: Menü „FFT“ > „Peakliste“ > „Marker“ > „R-Marker“ aktivieren

Sie können einen Referenzmarker definieren und die Peakergebnisse als Deltawerte zu den Werten des Referenzmarkers abrufen. Der Referenzmarker wird auf der Messkurve als gefülltes, oranges Dreieck angezeigt.



R-Marker
Gibt den Modus für die Auswahl des Referenzpeaks an.

„Aus“	Deaktiviert den Referenzmarker.
„Indiziert“	Der Referenzmarker wird mit einer angegebenen Indexnummer auf den Peak gesetzt.
„Bereich“	Der Peak mit dem höchsten Pegel innerhalb des angegebenen Bereichs wird als Referenzmarker gesetzt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE` auf Seite 572

Index
Gibt die Nummer des Peaks an, auf den der Referenzmarker gesetzt wird, wenn „R-Marker“ = „Indiziert“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:INDex` auf Seite 572

Frequenz
Gibt die Mittenfrequenz für den Erfassungsbereich an, wenn „R-Marker“ = „Bereich“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:FREQuency` auf Seite 572

Bereich
Gibt den Frequenzbereich rund um die Mittenfrequenz an, wenn „R-Marker“ = „Bereich“ ist.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:SPAN` auf Seite 573

Auf Bildsch. setzen
Setzt die Mittenfrequenz auf die Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CSCReen` auf Seite 572

Zentriere auf höchst. Peak
Setzt den höchsten erkannten Peak auf die Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CMPeak` auf Seite 572

Ergebniswerte
Gibt die Werte an, die in der Peakliste angezeigt werden. Dies können absolute Werte oder Deltawerte im Vergleich zum Referenzmarker sein.

„Absolut“ Frequenz und Magnitude in absolute Werten.

„R-Marker Frequenz“
Frequenz relativ zur Referenzmarkerfrequenz, Magnitude in absoluten Werten.

„R-Marker Level“
Frequenz in absoluten Werten, Magnitude relativ zum Pegel des Referenzmarkers.

„R-Marker Freq. & Level“
Frequenz und Magnitude relativ zu den Referenzmarkerwerten.

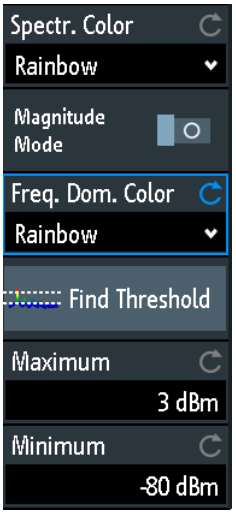
Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:MARKer:RMODe` auf Seite 573

Zentriere Bildschirm auf R-Marker
Setzt den Referenzmarker auf die Mitte der Anzeige.

9.4.4 Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm

Sie können die Farbskala des Spektrogramms und des Spektrums und die Pegelgrenzwerte des Spektrogramms ändern.

1. Öffnen Sie das Menü „FFT“.
2. Tippen Sie auf „Display“.



Spektr.-farbe und FFT-Farbe
Gibt eine Farbskala an. Jede Skala besteht aus mehreren Farben, von denen jede für einen bestimmte Pegel oder eine Vorkommenshäufigkeit steht.

Ist „Auslenk.-modus“ aktiv, legt „Spektr.-farbe“ die Farbskala für das Spektrogramm und das Spektrum fest. Beide Diagramme verwenden dieselbe Farbskala.

Ist „Auslenk.-modus“ inaktiv, legt „Spektr.-farbe“ die Farbe für das Spektrogramm und „FFT-Farbe“ die Farbe für das Spektrum getrennt fest.

Sie können den Bereich der Farbskala mit Maximum und Minimum einstellen.

„Regenbogen“

Die Messkurve wird in Regenbogenfarben angezeigt. Blau entspricht den niedrigen Pegelwerten, während rot hohe Werte anzeigt.

„Temp. Farbe“

Die Messkurve wird in den Temperaturfarben angezeigt. Blau entspricht den niedrigen Pegelwerten, während weiß hohe Werte anzeigt.

„Monochrom“

Die Messkurve wird in Monochromfarben angezeigt, die von der Farbe des ausgewählten Quellenkanals abhängig sind. Schwarz entspricht den niedrigen Pegelwerten, während die Kanalfarbe für hohe Werte steht.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram` auf Seite 577
`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain` auf Seite 577

Auslenk.-modus
Aktiviert die magnitudenabhängige Farbgebung der Messkurve. Je höher der Pegel, desto höher die Farbe in der Farbskala.

Wenn „Auslenk.-modus“ deaktiviert ist, hängt die Farbe von der Vorkommenshäufigkeit eines Werts ab.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MAGNitude:MODE` auf Seite 576

Schwelle suchen
Setzt den Pegel automatisch auf *0,5 * (MaxPeak - MinPeak)*. *MinPeak* wird im Störpegel gesetzt und *MaxPeak* ist der höchste Punkt der Messkurve.

Maximum
Gibt den Pegel an, der als Maximum für die mit Spektr.-farbe und FFT-Farbe ausgewählte Farbskala dient.

Alle Pegelwerte höher als das Maximum werden mit der Maximumfarbe angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MAXimum[:LEVel]` auf Seite 576

Minimum
Gibt den Pegel an, der als Minimum der mit Spektr.-farbe und FFT-Farbe ausgewählten Farbskala dient.

Alle Pegelwerte kleiner als das Minimum werden mit der Minimumfarbe angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SPECtrum:DIAGram:COLor:MINimum[:LEVel]` auf Seite 577

9.5 XY-Diagramm

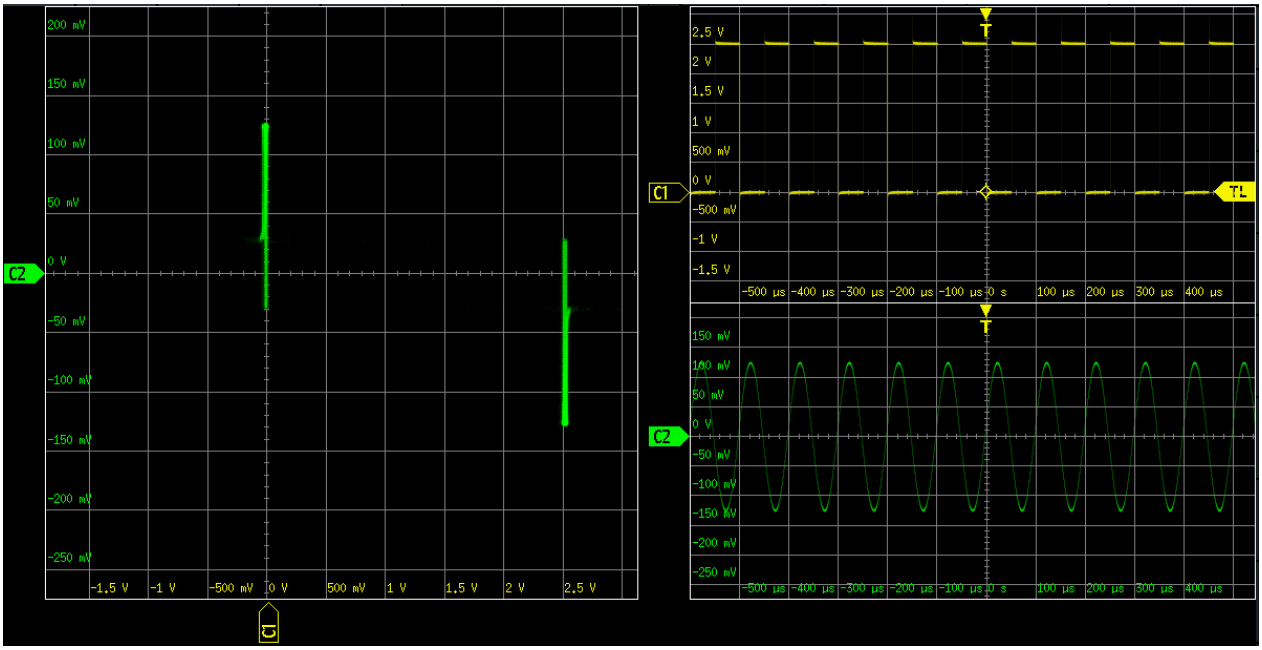
XY-Diagramme stellen die Spannungspegel von zwei Messkurven in einem einzigen Diagramm dar. Dabei dient statt einer Zeitbasis die Amplitude einer zweiten Messkurve als X-Achse. So lassen sich beispielsweise Phasenverschiebungen messen. Bei harmonischen Signalen sind die sich ergebenden XY-Diagramme Lissajous-Figuren. XY-Diagramme eignen sich auch zur Anzeige der IQ-Darstellung eines Signals.

Zusammen mit dem XY-Diagramm werden die Zeitdiagramme der Quellensignale in separaten Rastern angezeigt. Es ist auch möglich, zwei Quellensignale in Y-Richtung für Vergleiche zu definieren.

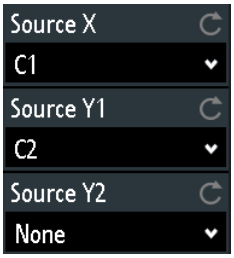
Das XY-Diagramm wird in einer speziellen Anwendung auf dem R&S RTA4000 bereitgestellt. Wenn die XY-Applikation aktiv ist, sind Referenzmesskurven nicht in allen Diagrammen verfügbar.

1. Drücken Sie die Taste ▦ [Apps Selection].
2. Wählen Sie „XY“ aus.
3. Stellen Sie sicher, dass die Signale, der Trigger und die Erfassung korrekt eingestellt sind. Die erforderlichen Menüs sind im XY-Modus verfügbar.

Fernsteuerbefehl:`DISPlay:MODE` auf Seite 577



Zur Analyse des Signals im XY-Diagramm können Sie Cursor-Messungen verwenden. Sie können bestimmte Cursor-Messarten auswählen: „Spannung X“, „Spannung Y1“, „Spannung Y2“ verwenden Sie 2 Cursorlinien, „Spannung X-Y1“ und „Spannung X-Y2“ verwenden Sie 4 Cursorlinien.



Quelle X
Gibt die Quelle an, die in X-Richtung in einem XY-Diagramm angezeigt werden soll und die übliche Zeitbasis ersetzt. Die Quelle kann einer der analogen Kanäle sein.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:XY:XSOurce` auf Seite 578

Quelle Y1
Gibt das erste Signal an, das in Y-Richtung in einem XY-Diagramm angezeigt werden soll. Die Quelle kann einer der aktiven analogen Kanäle sein.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:XY:Y1Source` auf Seite 578

Quelle Y2
Gibt eine optionale zweite Quelle an, die in Y-Richtung in einem XY-Diagramm angezeigt werden soll. Die Quelle kann einer der analogen Kanäle sein. Die Einstellung ist nur für Vierkanal-Modelle des R&S RTA4000 relevant.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:XY:Y2Source` auf Seite 578

9.6 Digitalvoltmeter

Das integrierte dreistellige Digitalvoltmeter (DVM) erleichtert Messungen, inbesondere für Servicemitarbeiter. Sie können bis zu vier Parameter an unterschiedlichen Quellen gleichzeitig messen und die Position der Messergebnisse angeben.

Folgende DVM-Messungen sind verfügbar:

- DC: Mittelwert des Signals
- AC+DC RMS: Effektivwert des Signals
- AC RMS: Effektivwert des AC-Anteils des Signals

Das Digitalvoltmeter erfasst Eingangsdaten mit der ausgewählten vertikalen Empfindlichkeit und der Grundgenauigkeit des ADC. Es ist unabhängig von den Erfassungseinstellungen und der Nachbearbeitung. Alle Messungen basieren auf einem Messintervall, das zuverlässige Ergebnisse über den definierten Frequenzbereich sicherstellt.

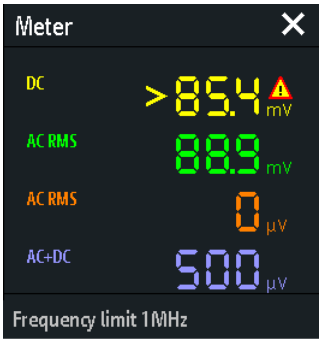


Bild 9-7: Ergebnisse von vier Voltmeter-Messungen. Die Messquelle ist durch die Kanalfarbe markiert. Die Quelle von Meter 1 ist Kanal 1 (und ist begrenzt).

Fernsteuerbefehle zum Lesen von Voltmeter-Ergebnissen:

- `DVM<m>:RESult[:ACTual]?` auf Seite 579
- `DVM<m>:RESult[:ACTual]:STATus?` auf Seite 580

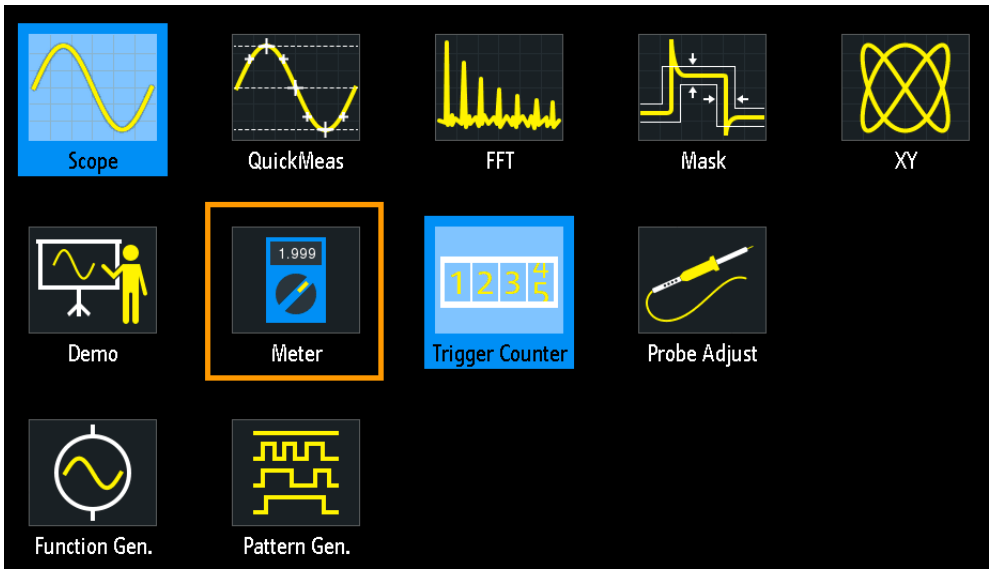
9.6.1 Voltmeter verwenden

Voltmeter-Messungen aktivieren

► Sie haben zwei Möglichkeiten:

- Tippen Sie auf das Symbol „Meter“ in der Werkzeugleiste.

- Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
  Tippen Sie auf „Meter“.



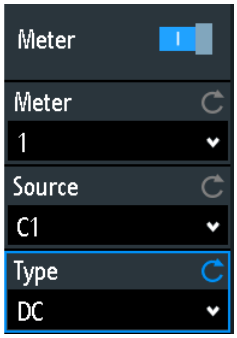
Voltmeter-Messungen deaktivieren

► Sie haben zwei Möglichkeiten:

- Tippen Sie erneut auf das Symbol „Meter“ in der Werkzeugleiste.
- Schließen Sie das „Meter“-Ergebnisfenster.

9.6.2 Voltmeter-Einstellungen

► Tippen Sie zum Öffnen des Konfigurationsmenüs „Meter“ in das „Meter“-Ergebnisfenster.



Meter (Ein/Aus)
Aktiviert oder deaktiviert das Digitalvoltmeter mit der letzten Konfiguration. Eine Rücksetzung löscht die Voltmeter-Konfiguration.

Fernsteuerbefehl:
`DVM<m>:ENABle` auf Seite 579

Meter
Gibt eine der vier verfügbaren Voltmeter-Messungen an. Die Konfiguration des ausgewählten Voltmeters wird im Menü angezeigt.

Quelle
Gibt einen analogen Kanal als Quelle der ausgewählten Voltmeter-Messung an.

Fernsteuerbefehl:
`DVM<m>:SOURce` auf Seite 579

Typ
Gibt die für die ausgewählte Quelle auszuführende Messart an:
- DC: Mittelwert des Signals
- AC+DC RMS: Effektivwert des Signals
- AC RMS: Effektivwert des AC-Anteils des Signals

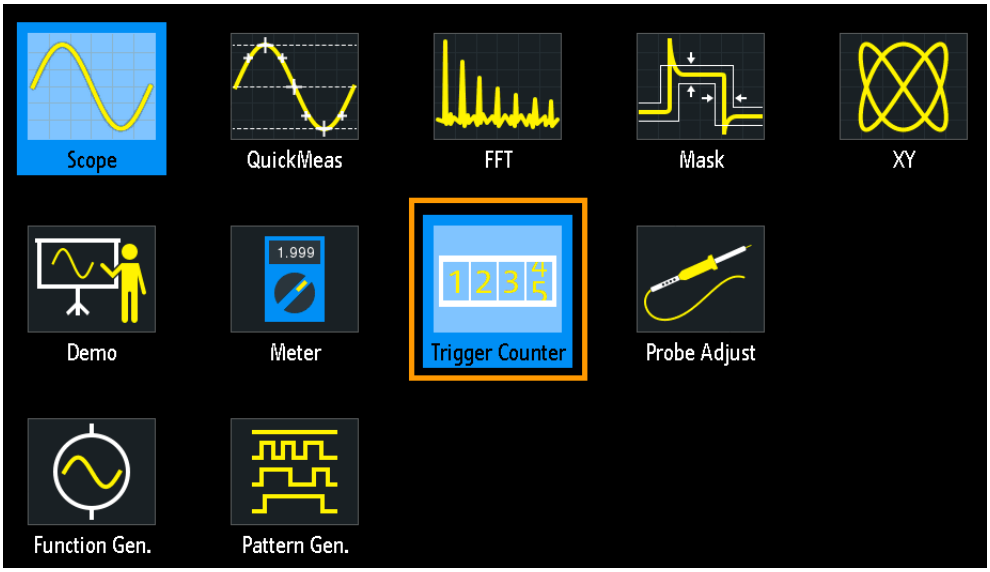
Durch Auswahl von „Aus“ wird die ausgewählte Voltmeter-Messung deaktiviert.

Fernsteuerbefehl:
`DVM<m>:TYPE` auf Seite 579

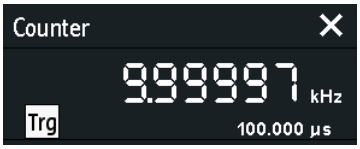
9.7 Trigger-Zähler

Der Zähler zeigt zwei Grundparameter der Triggerquelle an: Frequenz und Periode.

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Tippen Sie auf „Triggerzähler“.



Standardmäßig enthält das Ergebnisfenster die Frequenz und Periode der Triggerquelle.



1. Tippen Sie in das Fenster, um zwischen Frequenz und Periode zu wechseln.
2. Tippen Sie zum Anzeigen der Zählerergebnisse von aktiven Messkurven auf das Quellensymbol („Trg“) und wählen Sie eine Messkurve aus.
3. Sie können das Ergebnisfenster durch Ziehen auf dem Bildschirm an die optimale Position verschieben.

Fernsteuerbefehle:

- `TCOunter:ENABle` auf Seite 580
- `TCOunter:SOURce` auf Seite 581
- `TCOunter:RESult[:ACTual]:FREQuency?` auf Seite 581
- `TCOunter:RESult[:ACTual]:PERiod?` auf Seite 581

9.8 Bode-Diagramm (Option R&S RTA-K36)

Ein Bode-Diagramm zeigt den Frequenzgang eines elektrischen Systems. Sie ist in zwei Teile unterteilt, eine Magnitudenkurven- und eine Phasenverschiebungsdarstellung.

9.8.1 Über das Bode-Diagramm

Anzeige des Bode-Diagramms

Die Anzeige des Bode-Diagramms ist in mehrere Abschnitte unterteilt, siehe Abb. 9-8.

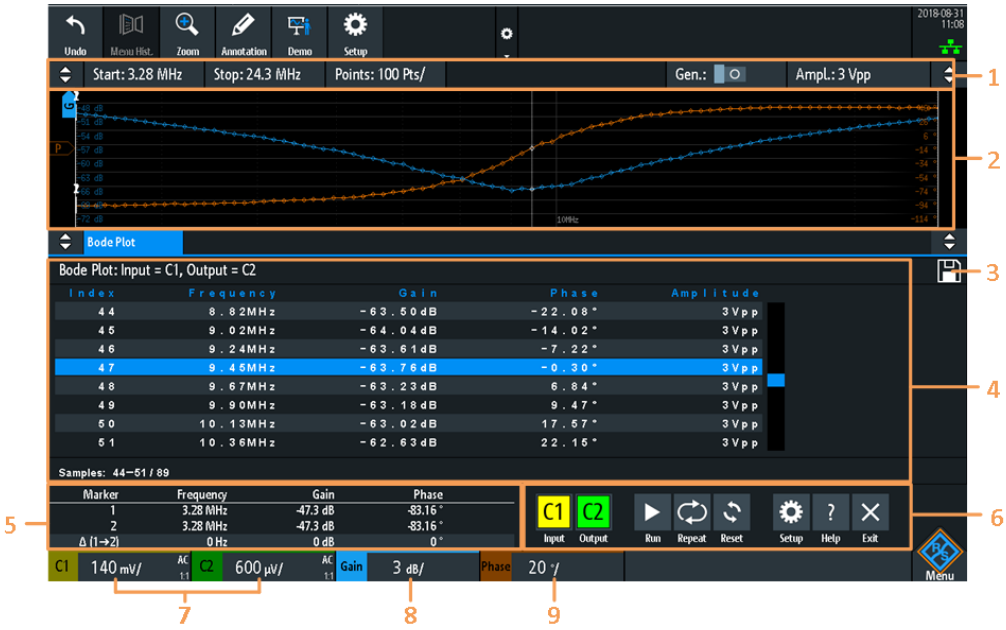


Bild 9-8: Anzeige des Bode-Diagramms

1 = Parameter des Bode-Diagramms
2 = Bode-Diagramm, Verstärkung: Farbe Blau, Phase: Farbe Orange
3 = Speichern
4 = Ergebnistabelle der Frequenzganganalyse
5 = Marker-Wertetabelle
6 = Fenstersteuerung des Bode-Diagramm-Fensters
7 = Vertikale Einstellungen aktiver Analogkanäle
8 = Vertikale Einstellungen einer Verstärkungsmesskurve
9 = Vertikale Einstellungen einer Phasen-Messkurve

Bode-Diagramm

Im Bode-Diagramm wird die Frequenz auf der x-Achse dargestellt. Die Skalen für die Verstärkung (blaue Messkurve) und die Phase (orangefarbene Messkurve) befinden sich auf der y-Achse. Die Magnitudenkurve stellt die Verstärkung eines Systems zwischen Eingang und Ausgang dar. Die Phasenkurve zeigt die Phasenverschiebung zwischen Eingang und Ausgang.

Ergebnistabelle des Bode-Diagramms

In der Ergebnistabelle des Bode-Diagramms werden alle Abtastpunkte mit dem jeweiligen Wert für Frequenz, Verstärkung, Phase und Amplitude angezeigt. Wenn Sie eine Abtastung in der Tabelle auswählen, werden die entsprechenden Punkte im Bode-Diagramm durch eine weiße Linie auf der Verstärkungs- und Phasenkurve hervorgehoben.

Marker-Wertetabelle

Für das Bode-Diagramm sind zwei Marker verfügbar. Sie werden im Bode-Diagramm durch eine weiße Linie und die jeweilige Markernummer 1 oder 2 hervorgehoben. Sie können die Marker nach Bedarf verschieben.

In der Markertabelle sehen Sie die Frequenz-, Verstärkungs- und Phasenwerte für beide Marker und auch die Deltawerte zwischen den beiden Markern.

Fernsteuerbefehle:

- `BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:FREQ?` auf Seite 587
- `BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:GAIN?` auf Seite 587
- `BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:PHASe?` auf Seite 588
- `BPLot:MARKer<m>:FREQuency` auf Seite 588
- `BPLot:MARKer<m>:GAIN?` auf Seite 588
- `BPLot:MARKer<m>:INDex` auf Seite 588
- `BPLot:MARKer<m>:PHASe?` auf Seite 588
- `BPLot:MARKer<m>:SSCReen` auf Seite 589

Vertikale Position und Größe der Messkurve

Um die Position und die vertikale Skalierung der Verstärkung, der Phasen- oder Amplituden-Messkurven einzustellen, wählen Sie die Messkurve aus und stellen dies mit dem vertikalen [Scale]-Drehknopf und dem [Offset/Position]-Drehknopf (oberer Knopf) ein.

Fernsteuerbefehle:

- `BPLot:AMPLitude:SCALe` auf Seite 587
- `BPLot:AMPLitude:POSition` auf Seite 586
- `BPLot:GAIN:SCALe` auf Seite 585
- `BPLot:GAIN:POSition` auf Seite 585
- `BPLot:PHASe:SCALe?` auf Seite 586
- `BPLot:PHASe:POSition?` auf Seite 586

9.8.2 Bode-Diagramm verwenden

Ausführen einer Bode-Diagramm-Messung

1. Bereiten Sie den Messaufbau vor. Siehe „Anschließen des Messaufbaus“ auf Seite 218
2. Starten Sie die Bode-Diagramm-Option. Siehe „Bode-Diagramm starten“ auf Seite 219
3. Stellen Sie die erforderlichen Parameter ein. Siehe „Einstellen eines Bode-Diagramms“ auf Seite 219.

Anschließen des Messaufbaus

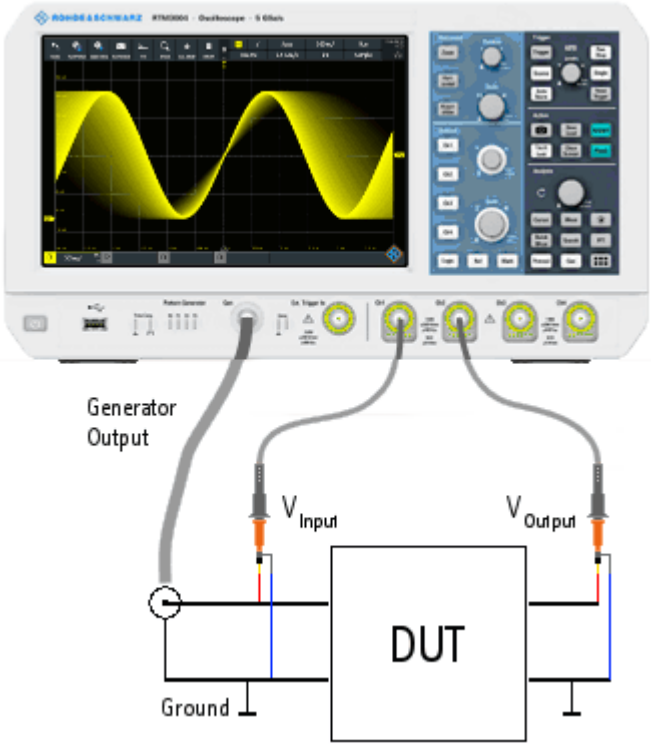


Bild 9-9: Testaufbau für ein Bode-Diagramm

1. Verbinden Sie den Eingang des Messobjekts mit dem Generatorausgang des Oszilloskops.
2. Verbinden Sie den Eingang des Messobjekts mit dem Kanaleingang des Oszilloskops.
3. Verbinden Sie den Ausgang des Messobjekts mit einem weiteren Kanaleingang des Oszilloskops.
4. Richten Sie die Tastköpfe aus.

Um Messungenauigkeiten zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass die Kabel, die den Eingang und den Ausgang Ihres Messobjekts mit dem Oszilloskop verbinden, von ähnlicher Länge sind.

Bode-Diagramm starten

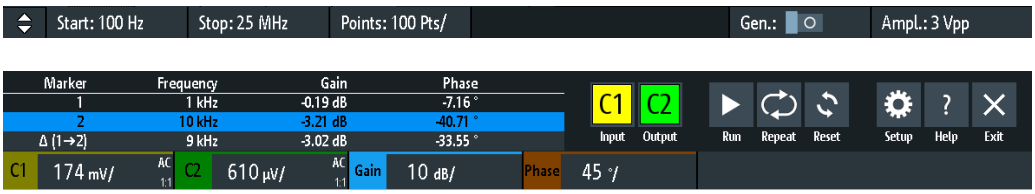
1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Tippen Sie auf „Bode-Diagramm“.

   Das Bode-Diagramm-Fenster öffnet sich.

Einstellen eines Bode-Diagramms

1. Im Frequenzganganalysefenster wählen Sie die Kanäle für das „Eingangs-“ und „Ausgangssignal“ aus.
2. Stellen Sie die „Start-“ und „Stopp“frequenz für den Frequenzgangbereich ein. Alternativ können Sie [Autoset]drücken.
3. Wählen Sie die Anzahl der „Punkte“ aus, die pro Dekade angezeigt werden sollen.
4. Stellen Sie die Amplitude für die Messung ein.
5. Falls erforderlich, öffnen Sie das Dialogfeld „Einstellungen“, um Einstellungen anzupassen:
   a) Stellen Sie ein „Amplitudenprofil“ bei Systemen mit empfindlichen Schaltkreisen ein.
   b) Stellen Sie die „Maximalphase“ des Systems ein.
   c) Stellen Sie eine „Messverzögerung “ bei Systemen ein, die mehr Zeit benötigen, um sich an eine neue Frequenz anzupassen.
6. Tippen Sie auf „Start“, um die Messung zu starten.
7. Falls erforderlich, drücken Sie auf „Speichern“, um die Messergebnisse in einer Datei zu speichern.

9.8.3 Fenstersteuerung des Bode-Diagramm-Fensters



Das Bode-Diagramm-Fenster enthält die wichtigsten Funktionen zum Einrichten und Durchführen des Tests.

Start
Legt die Startfrequenz des Frequenz-Sweep für das Bode-Diagramm fest.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:FREQuency:STARt` auf Seite 583
`BPLot:AUToscale` auf Seite 582

Stopp
Legt die Stoppfrequenz des Frequenz-Sweep für das Bode-Diagramm fest.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:FREQuency:STOP` auf Seite 583
`BPLot:AUToscale` auf Seite 582

Punkte
Wählt aus einer vordefinierten Liste die Anzahl der Punkte pro Dekade aus, die gemessen werden. Sie können im Menü „Einstellungen“ auch einen anderen Wert als die vordefinierten Werte einstellen.

Gen
Ermöglicht dem integrierten Generator, einen Frequenz-Sweep für einen bestimmten Frequenzbereich zu starten.

Ampl.
Legt eine feste Amplitude fest.

Eingang
Gibt den Kanal für das Eingangssignal des Messobjekts an.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:INPut[:SOURce]` auf Seite 583

Ausgang
Gibt den Kanal für das Ausgangssignal des Messobjekts an.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:OUTPut[:SOURce]` auf Seite 584

Verstärkung
Aktiviert die Verstärkungsmesskurve für das Bode-Diagramm.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:GAIN:ENABle` auf Seite 585

Phase
Aktiviert die Phasenmesskurve für das Bode-Diagramm.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:PHASe:ENABle?` auf Seite 586

Start
Startet die Bode-Diagramm-Messung.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:STATe` auf Seite 584

Wiederholung
Wiederholt die Messung mit denselben Parametern.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:REPeat` auf Seite 584

Zurücksetzen
Löscht alle Testergebnisse.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:RESet` auf Seite 584

Einstellungen
Öffnet das Menü „Einstellungen“ zur Festlegung der Bode-Diagramm-Einstellungen.

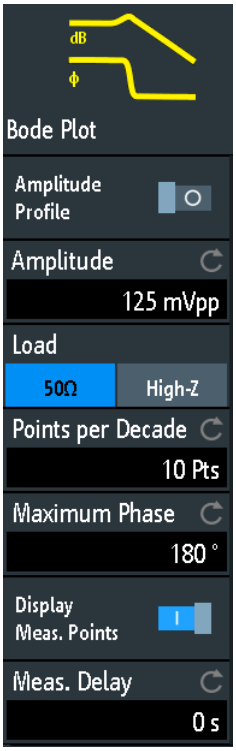
Speichern
Speichert das Bode-Diagramm in einer Datei. Das Dateiformat ist CSV.

Sie finden das Symbol „Speichern“ in der oberen rechten Ecke der Ergebnistabelle des Bode-Diagramms, siehe Bild 9-8.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:EXPort:NAME` auf Seite 533
`BPLot:EXPort:SAVE` auf Seite 533

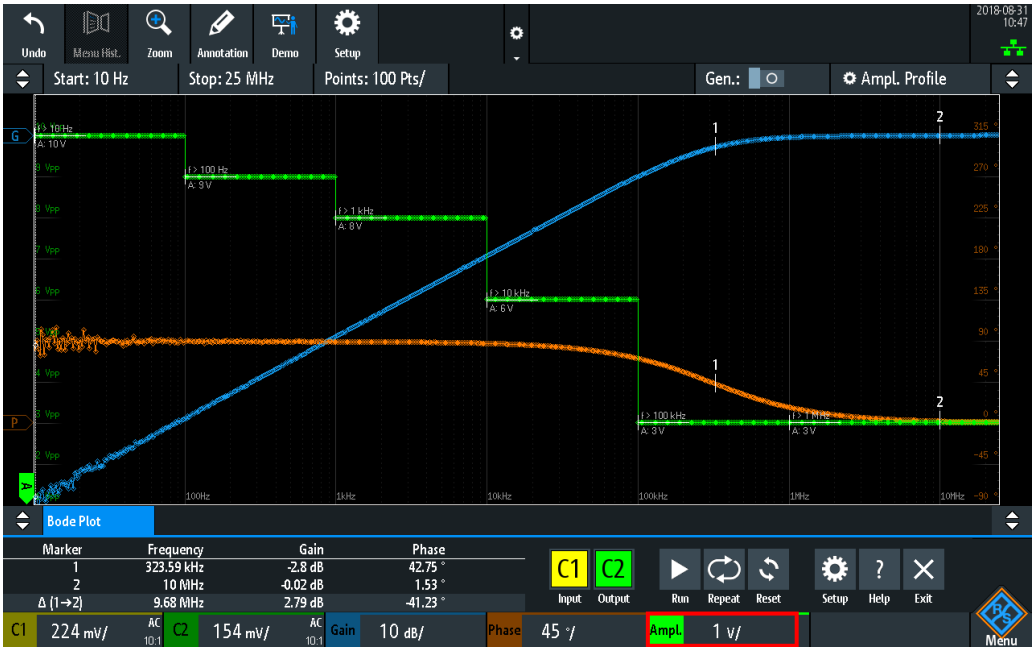
9.8.4 Einstellungen des Bode-Diagramms

► Tippen Sie zum Öffnen des Konfigurationsmenüs „Bode-Diagramm“ auf das Symbol „Einstellungen“ im „Bode-Diagramm“-Ergebnisfenster.



Amplitudenprofil
Aktiviert das Amplitudenprofil. Sie können dann im Dialog „Konfiguration“ unterschiedliche Amplituden für verschiedene Frequenzen festlegen. Dies ist nützlich bei der Prüfung empfindlicher Schaltungen, bei denen die Amplitude zu hoch werden könnte. In diesem Fall können Verzerrungen auftreten.

Wenn diese Funktion aktiviert ist, kann ein Amplitudendiagramm für die verschiedenen Frequenzen auf dem Bildschirm angezeigt werden. Drücken Sie dazu auf den unteren Rand des Bode-Diagramm-Fensters. Sie können die Wertekurve über den Touchscreen konfigurieren.



Fernsteuerbefehl:
`BPLot:AMPLitude:MODE` auf Seite 582
`BPLot:AMPLitude:ENABle` auf Seite 586

Konfiguration
Öffnet einen Dialog zur Einstellung des Amplitudenprofils. Für jeden Punkt können Sie ein Amplituden- und Frequenzpaar festlegen.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:AMPLitude` auf Seite 582
`BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:FREQuency` auf Seite 582

Ampl.
Legt eine feste Amplitude fest.

Punkte
Wenn das „Amplitudenprofil“ aktiviert ist, wählen Sie die Anzahl der verschiedenen Punkte aus, die Sie für das Amplitudenprofil definieren können.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:AMPLitude:PROFile:COUNt` auf Seite 582

Laden
Wählt die Anzeige der Generatorspannung für eine Last mit 50Ω oder eine hochohmige Last aus.

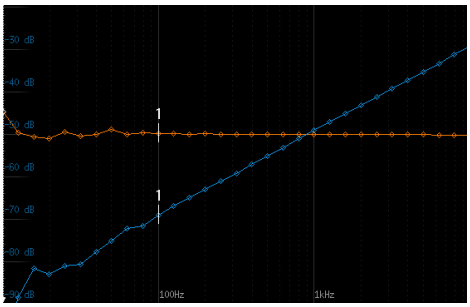
Punkte pro Dekade
Wählt die Anzahl der Punkte pro Dekade aus, die gemessen werden.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:POINts:LOGarithmic` auf Seite 584

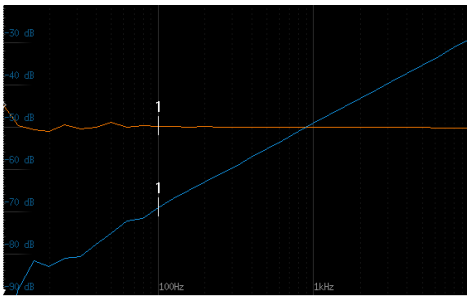
Maximale Phase
Legt die obere Grenze des vertikalen Phasenfensters fest.

Die untere Grenze wird durch „Maximale Phase“ - 360° vorgegeben. Als Standardvorgabe ist die „Maximale Phase“ auf 180° für ein Phasenfenster eingestellt, das entsprechend von -180° bis 180° reicht.

Anzeige der Messpunkte
Ermöglicht die Anzeige der Messpunkte in der Darstellung des Bode-Diagramms.



„Anzeige der Messpunkte“ > Ein



„Anzeige der Messpunkte“ > Aus

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:MEASurement:POINt[:DISPLAY]` auf Seite 584

Messverzögerung
Legt eine Zeitverzögerung fest, die das System abwartet, bevor es den nächsten Punkt des Bode-Diagramms misst. Dies ist hilfreich in Systemen, die mehr Zeit benötigen, um sich an die neue Frequenz anzupassen, beispielsweise wenn Filter mit erheblichen Zeitgruppenverzögerungen vorhanden sind.

Fernsteuerbefehl:
`BPLot:MEASurement:DELay` auf Seite 583

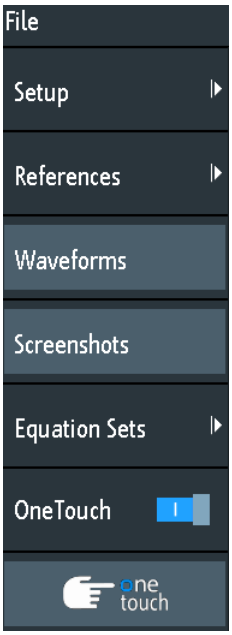
10 Ergebnisse dokumentieren

Das R&S RTA4000 kann verschiedene Daten zur weiteren Nutzung, Analyse und für Berichte in Dateien speichern:

- Geräteeinstellungen: Kapitel 10.1, „Geräteeinstellungen speichern und laden“, auf Seite 226
- Messkurven: Kapitel 10.2, „Messkurvendaten speichern“, auf Seite 228
- Screenshots: Kapitel 10.4, „Screenshots“, auf Seite 233
- Referenzmesskurven
  - Kapitel 7.3, „Referenzmesskurven“, auf Seite 122
  - Export und Import: Kapitel 10.6, „Export und Import“, auf Seite 236
- Messstatistiken: Kapitel 8.2.1.1, „Statistik“, auf Seite 156
- Formelsätze: Kapitel 7.2.7, „Formelsätze speichern und laden“, auf Seite 122
- Suchergebnisse: „Suchergebnisse speichern“ auf Seite 139
- Bustabelle mit Decodierergebnissen: „Bustabelle speichern“ auf Seite 267

Sie können diese Daten auch kombinieren und in einer komprimierten Datei speichern, indem Sie die Taste drücken, siehe Kapitel 10.5, „Schnellspeichern mit OneTouch“, auf Seite 235

► Drücken Sie zum Speichern und Laden von Daten die Taste [Save Load].



Speicherorte

Messkurvendaten, Screenshots und Ergebnisse, die außerhalb des Oszilloskops analysiert werden sollen, werden als Standardvorgabe auf einem USB-Stick gespeichert. Der USB-Stick ist der externe Speicherort (USB_FRONT). Er ist nur verfügbar, wenn

der USB-Stick angeschlossen ist. Die Verwendung eines USB-Hubs wird nicht unterstützt.

Referenzmesskurven und Geräteeinstellungen, die auf dem Gerät weiterverwendet werden sollen, werden normalerweise im internen Speicher (/INT) abgelegt. Über die Import/Export-Funktion können sie aber auch extern gespeichert oder an einen anderen Speicherort verschoben werden.

Das unterstützte Dateisystem an allen Speicherorten ist FAT.

10.1 Geräteeinstellungen speichern und laden

Um Messungen oder Tests zu unterschiedlichen Zeiten zu wiederholen oder ähnliche Messungen mit unterschiedlichen Testdaten durchzuführen, können Sie die verwendeten Konfigurationseinstellungen speichern. Darüber hinaus kann es hilfreich sein, sich bei der Analyse der Ergebnisse auf die Konfigurationseinstellungen einer bestimmten Messung zu beziehen. Deshalb lässt sich die gesamte Messkonfiguration, einschließlich der Anzeigeeinstellungen, auf einfache Weise speichern. Die Einstellungen werden zusammen mit einem kleinen Screenshot der Anzeige gespeichert, um die Einstellungsdateien leichter identifizieren zu können.

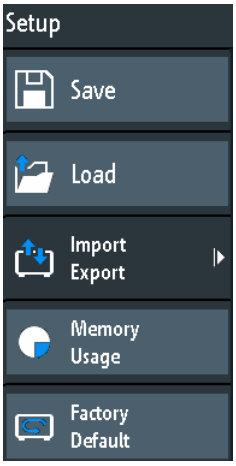
Geräteeinstellungen werden standardmäßig im internen Speicher /INT/SETTINGS abgelegt, können aber auch auf einem USB-Stick gespeichert werden.

Wenn Sie Geräteeinstellungen häufig speichern und laden, versuchen Sie folgende Direktzugriffe:

- Das Symbol "Speichern" in der Werkzeugleiste speichert die aktuellen Einstellungen gemäß den Einstellungen im Menü „Datei“ > „Einstellungen“ in einer Datei. Das Symbol "Laden" in der Werkzeugleiste öffnet einen Dialog zum Auswählen und Laden einer Einstellungsdatei. Siehe auch „Werkzeugleiste konfigurieren“ auf Seite 45.
- Konfigurieren Sie OneTouch für die Speicherung von Geräteeinstellungen. Siehe Kapitel 10.5, „Schnellspeichern mit OneTouch“, auf Seite 235.

Geräteeinstellungen speichern, laden, zurücksetzen, exportieren und importieren

1. Drücken Sie die Taste [Save Load].
2. Wählen Sie „Einstellungen“ aus.
3. Wählen Sie die gewünschte Funktion aus.



Speichern
Öffnet ein Dialogfeld zum Speichern der aktuellen Geräteeinstellungen in einer Datei.

Wenn Sie den Speicherort ändern möchten, wählen Sie „Ziel“ > „Speicherort“ aus.

Ändern Sie den Dateinamen, falls die automatische Benennung nicht passt. Die Datei erhält automatisch die Erweiterung SET. Sie können optional einen Kommentar zur Beschreibung der Einstellungen eingeben.

Tippen Sie auf „Speichern“, um die Speicherung der Daten zu starten.

Fernsteuerbefehl:
`MMEMory:STORe:STATe` auf Seite 610

Laden
Öffnet einen Datei-Explorer, um eine Geräteeinstellungsdatei auszuwählen, die in das Gerät geladen werden soll.

Wenn Sie den Speicherort ändern möchten, wählen Sie „Ziel“ > „Speicherort“ aus.

Tippen Sie auf „Laden“, um die Einstellungen zu ändern.

Fernsteuerbefehl:
`MMEMory:LOAD:STATe` auf Seite 611

Importieren Exportieren
Öffnet ein Menü, um Daten zwischen dem internen Speicher des Geräts („/INT/SETTINGS“) und einem USB-Stick zu kopieren.

Der USB-Stick muss angeschlossen sein.

Der Vorgang wird in Kapitel 10.6, „Export und Import“, auf Seite 236 beschrieben.

Speicher belegung
Zeigt den freien Speicherplatz (absolut und relativ) im internen Speicher des Geräts („/INT“) und den belegten Speicherplatz je Unterverzeichnis in KB an.

Wird ein USB-Stick erkannt, wird auch der freie Speicherplatz auf diesem Gerät angezeigt.

Werks-Einstellungen
Setzt das Gerät auf die Grundeinstellungen zurück.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:PRESet`

10.2 Messkurvendaten speichern

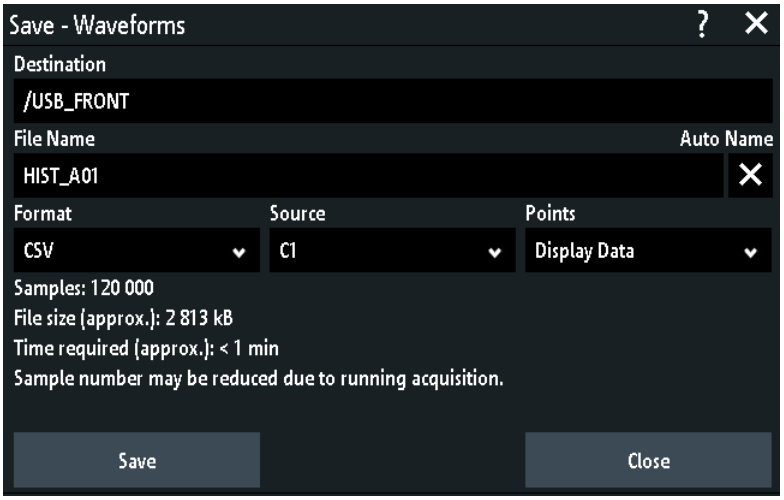
Messkurvendaten werden immer auf dem USB-Stick gespeichert. Der Messkurvenexport bietet folgende Möglichkeiten:

- Speichern einer einzelnen oder aller aktiven Messkurven.
- Speichern von History-Daten.
- Option R&S RTA-B1: Speichern von Logikkanälen.

Messkurven speichern:

1. Aktivieren Sie die Messkurven, die Sie exportieren möchten.
2. Drücken Sie die Taste [Save Load].
3. Wählen Sie „Messkurven“ aus.
4. Passen Sie die Einstellungen im Dialogfeld an.
5. Tippen Sie auf „Speichern“.

10.2.1 Einstellungen für den Messkurvenexport



Ziel
Das Ziel `/USB_FRONT` ist nur aktiv, wenn ein USB-Stick an der vorderen USB-Schnittstelle angeschlossen ist.

Tippen Sie auf das Feld und wählen Sie den Zielordner aus. Tippen Sie auf „Verz. annehmen“, um die Auswahl zu bestätigen. Vorhandene Dateien im ausgewählten Ordner werden aufgelistet und können hier gelöscht werden.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:WFMSave:DESTination` auf Seite 601

Dateiname
Gibt den Namen der zu speichernden Datei an. Der Standardname ist `TRACE01`, gegebenenfalls mit einer höheren Nummer (abhängig von vorhandenen Dateien im Zielverzeichnis).

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:WAVeform:NAME` auf Seite 602

Format
Gibt das Dateiformat an.

- „BIN - MSB“: Binäre Daten, höchstwertiges Byte zuerst
- „BIN - MSB“: Binäre Daten, niedrigstwertiges Byte zuerst
- „FLT - MSB“: Gleitkommaformat, höchstwertiges Byte zuerst
- „FLT - MSB“: Gleitkommaformat, niedrigstwertiges Byte zuerst
- „CSV“: Durch Komma getrennte Werte (= Standardvorgabe)
- „TXT“: Textdateiformat

Um Messkurvendaten als Referenzmesskurve erneut laden zu können, müssen sie im CSV-Format gespeichert sein.

Eine Beschreibung der Dateiformate finden Sie in Kapitel 10.2.2, „Messkurvendateiformate“, auf Seite 230.

Quelle
Wählen Sie die zu speichernden Kanäle aus: entweder einen aktiven Kanal oder alle aktiven Kanäle zusammen.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:WAVeform:SOURce` auf Seite 601

Punkte
Gibt die Anzahl Datenpunkte an, die in der Messkurvendatei gespeichert werden sollen.

- „Angezeigte Daten“: Es werden alle aktuell angezeigten Messkurvendatenpunkte gespeichert.
- „Erf.-Speicher“Es werden alle Datenpunkte gespeichert, die im Erfassungsspeicher enthalten sind. Diese Einstellung gilt nur für gestoppte Erfassungen. Bei laufenden Erfassungen können nur die aktuellen Bildschirmdaten gespeichert werden.
- „History-Daten“: Es werden die Messkurvendaten der History-Segmente gespeichert.
  Siehe auch Kapitel 7.4.5, „History-Daten exportieren“, auf Seite 134.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:DATA:POINts` auf Seite 592

Speichern
Die Daten werden im ausgewählten Speicherverzeichnis gespeichert. Der verwendete Pfad und Dateiname werden nach Abschluss der Speicherung angezeigt.

Eine Speicherung ist nicht möglich, wenn „Punkte“ auf „Erf.-Speicher“ oder „Alle Erfassungen“ eingestellt ist und die Erfassung noch läuft.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:WAVeform:SAVE` auf Seite 602

10.2.2 Messkurvendateiformate

Die Daten aller Messkurven werden als Wertefolge oder Wertepaare gespeichert. Wertepaare werden als zwei aufeinanderfolgende Einzelwerte geschrieben. Abhängig vom Dateiformat werden nur Amplitudenwerte gespeichert oder die Amplitudenwerte werden zusammen mit ihrem Zeitwert, oder ihrem Frequenzwert im FFT-Modus, gespeichert.

Um Messkurvendaten als Referenzmesskurve erneut laden zu können, müssen sie im TRF- (Referenz speichern) oder CSV-Format (Messkurve speichern)gespeichert sein.

10.2.2.1 CSV-Format

In einer CSV-Textdatei (Comma Separated Values) wird die Messkurve in einer zweispaltigen Tabelle gespeichert. Spalten werden durch ein Komma und die Zeilen durch Zeilenumbrüche `\r\n` (`0x0D 0x0A`) getrennt. Werte werden in wissenschaftlicher Notation aufgelistet.

Die erste Spalte enthält die Zeitwerte der Abtastwerte in Bezug zum Triggerzeitpunkt und die zweite Spalte enthält die zugehörigen Amplitudenwerte. In der ersten Zeile werden die Einheiten der Werte in jeder Spalte und der Name der Messkurve angegeben. Wertepaare werden als zwei Einzelwerte mit demselben Zeitwert (Minimum und Maximum) aufgelistet.

Die Daten können zur weiteren Nutzung wieder in das Gerät geladen werden.

Beispiel CSV1: Messkurve auf Kanal 1, Einzelwerte

```
in s,CH1 in V
-1.1996E-02,1.000E-02
-1.1992E-02,1.000E-02
-1.1988E-02,1.000E-02
-1.1984E-02,1.000E-02
```

Beispiel CSV2: Messkurve auf Kanal 1, Wertepaare

```
in s,CH1 in V
-2.9980E+00,2.000E-05
-2.9980E+00,1.400E-04
-2.9960E+00,-1.800E-04
-2.9960E+00,1.400E-04
-2.9940E+00,-1.800E-04
-2.9940E+00,1.400E-04
```

Beispiel CSV3: FFT

```
in Hz,FFT in dBm
0.000000E+00,1.03746E+01
1.525879E+02,7.49460E+00
3.051758E+02,-1.19854E+01
4.577637E+02,-1.56854E+01
```

Import von CSV-Dateien: Beim Import einer CSV-Datei als Referenzmesskurve von einem USB-Stick in das Gerät werden die Daten in das TRF-Format umgewandelt. Das Gerät liest den ersten und den letzten Zeitwert und berechnet die Gesamtzeit der Messkurve; außerdem zählt es die Werte. Danach werden alle Amplitudenwerte einer nach dem anderen gelesen und mit einer abstandsgleichen Zeitverteilung in die TRF-Datei geschrieben. Wenn die ersten zwei Zeitwerte identisch sind, wird angenommen, dass die Messkurve aus Wertepaaren besteht.

10.2.2.2 TXT-Format

TXT-Dateien sind ASCII-Dateien, die nur Amplitudenwerte enthalten, keine Zeitwerte. Amplitudenwerte werden durch Kommas getrennt. Wertepaare werden als aufeinanderfolgende Einzelwerte ohne irgendeine Kennung aufgelistet. Amplitudenwerte werden in wissenschaftlicher Notation angegeben. Es gibt kein Komma am Ende der Datei.

Amplitudenwerte werden in wissenschaftlicher Notation angegeben.

Beispiel: TXT-Datei

```
1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,3.000E-02
```

10.2.2.3 BIN-Format

BIN-Dateien enthalten nur binäre Amplitudenwerte, keine Zeitwerte. Jeder Wert hat eine Wortlänge von 8, 16 oder 32 Bit, die für die gesamte Datei gültig ist.

Sie können die Wortreihenfolge festlegen: BIN MSBF speichert Daten in Big-Endian-Reihenfolge - beginnend mit dem höchstwertigen Byte (MSB) und endend mit dem niedrigstwertigen Byte (LSB). BIN LSBF speichert Daten beginnend mit dem LSB und endend mit dem MSB. Wertepaare werden als aufeinanderfolgende Einzelwerte ohne irgendeine Kennung aufgelistet.

10.2.2.4 FLT-Format

FLT-Dateien enthalten Amplitudenwerte im Gleitkommaformat, wobei ein 32-bit-Gleitkommawert in 4 aufeinanderfolgenden Bytes gespeichert wird.

Sie können die Wortreihenfolge einstellen: FLT MSBF speichert Daten in Big-Endian-Reihenfolge, beginnend mit dem höchstwertigen Byte (MSB) und endend mit dem niedrigstwertigen Byte (LSB). FLT LSBF speichert Daten beginnend mit dem LSB und endend mit dem MSB.

10.2.2.5 TRF-Format

TRF ist das spezifische Binärformat für Referenzmesskurven des R&S RTA4000. Es enthält den Amplitudenwert jedes Abtastwerts, der auf dem Bildschirm angezeigt wird (8 Bit oder 16 Bit lang). Für Peak-Detect-Messkurven werden zwei Werte pro Abtastwert gespeichert. Die Datei enthält auch Zeitinformationen (Zeit des ersten Abtastwerts und das Abtastintervall) und aktuelle Geräteeinstellungen.

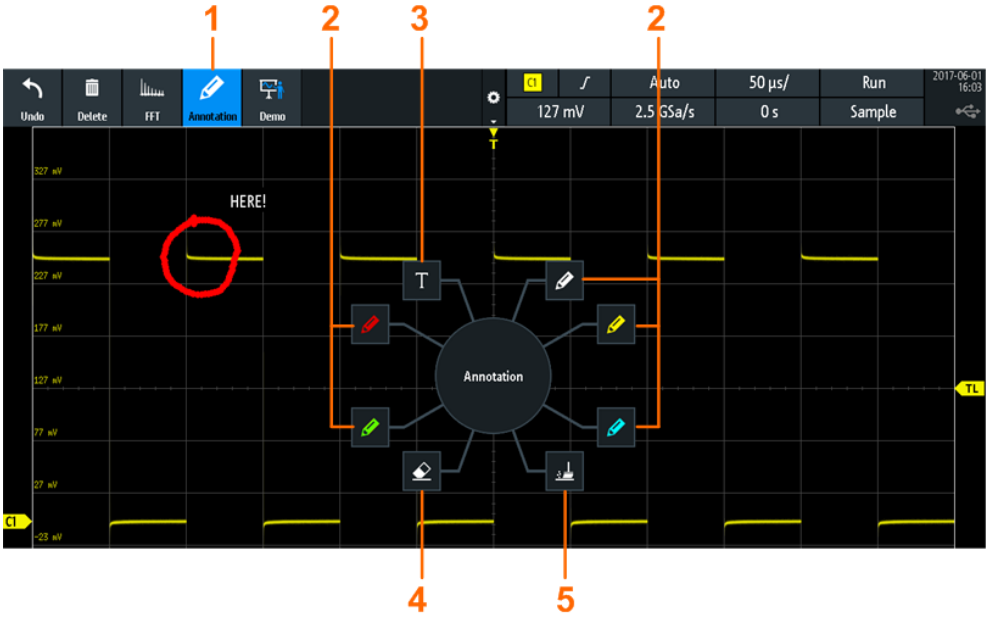
Die Daten können als Referenzmesskurve zur weiteren Nutzung auf dem Gerät geladen werden. Analysen der Daten außerhalb des R&S RTA4000 sind nicht vorgesehen.

10.3 Beschriftungen

Mit dem Beschriftungswerkzeug können Sie wichtige Stellen im Diagramm markieren und Text hinzufügen. Sie können dann das beschriftete Diagramm in einem Screenshot speichern.

Beschriftungen erstellen

1. Tippen Sie auf das Symbol „Beschriftung“ in der Werkzeugleiste.
2. Verwenden Sie das Beschriftungswerkzeug, um auf dem Bildschirm zu zeichnen und zu schreiben.



1 = Beschriftungen Ein/Aus
2 = Zeichenwerkzeuge
3 = Textwerkzeug
4 = Radierer zum Löschen einzelner Linien
5 = Werkzeug zum Löschen aller Beschriftungen

3. Tippen Sie erneut auf das Symbol „Beschriftung“, um die Werkzeuge auszublenden.
   Um das Werkzeug zu wechseln, schalten Sie das „Anmerkungs“werkzeug aus und wieder ein.

10.4 Screenshots

Sie können Screenshots der aktuellen Anzeige von Messkurven und Messergebnissen erstellen und speichern. Das R&S RTA4000 speichert Screenshots auf dem USB-Stick oder im internen Speicher. Eine schnelle Speicherung von Screenshots ist über das Werkzeugleistensymbol „Bildschirmfoto“ oder die Taste [Camera] möglich.

Die Taste [Camera] kann so konfiguriert werden, dass bei jedem Drücken Screenshots gespeichert werden. Siehe auch Kapitel 10.5, „Schnellspeichern mit OneTouch“, auf Seite 235.

Das Symbol "Bildschirmfoto" in der Werkzeugleiste speichert die aktuelle Anzeige gemäß den Einstellungen im Menü „Datei“ > „Screenshots“ in einer Datei. Siehe auch „Werkzeugleiste konfigurieren“ auf Seite 45.

Screenshots speichern:

1. Drücken Sie die Taste [Save Load].
2. Deaktivieren Sie „OneTouch“.
3. Drücken Sie jedes Mal, wenn Sie einen Screenshot speichern möchten, die Taste .
   Tippen Sie alternativ auf das Symbol "Bildschirmfoto" in der Werkzeugleiste. Fügen Sie das Symbol zur Werkzeugleiste hinzu, damit es sichtbar ist.

Screenshots konfigurieren:

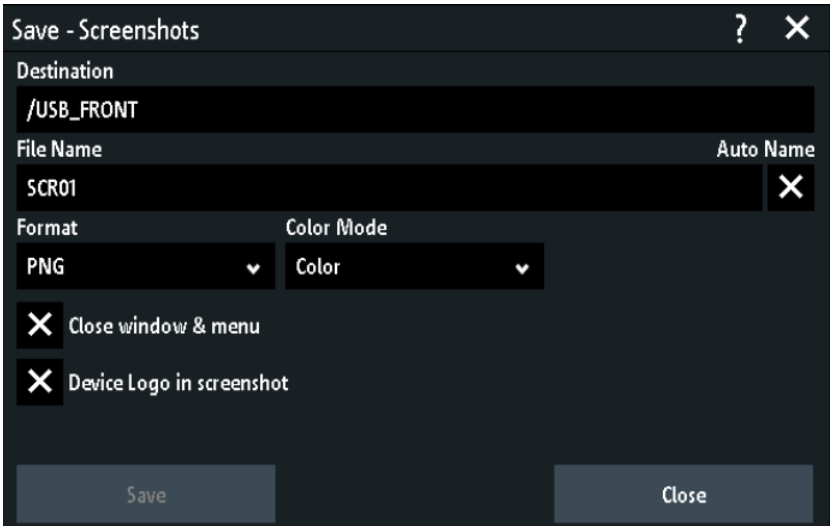
1. Drücken Sie die Taste [Save Load].
2. Wählen Sie „Screenshots“ aus.
3. Geben Sie Zielverzeichnis („Ziel“), Dateiname, Format und Farbmodus an.
   Siehe Kapitel 10.4.1, „Screenshot-Einstellungen“, auf Seite 234.

   Sie können die aktuelle Anzeige mit „Speichern“ speichern oder das Dialogfeld schließen. Die Screenshoteinstellungen werden gespeichert und angewendet, wenn Sie Screenshots mit der Taste erstellen.

Wenn Sie die Screenshots im internen Speicher gespeichert haben und sie anzeigen, kopieren oder übertragen möchten, verwenden Sie die USB MTP-Schnittstelle des Geräts. Kapitel 12.2.3, „USB MTP“, auf Seite 256 enthält Einzelheiten über den Anschluss.

10.4.1 Screenshot-Einstellungen

Zugriff: [Save Load] > „Screenshots“



Ziel
Tippen Sie auf das Feld und wählen Sie den Zielordner aus. Tippen Sie auf „Verz. annehmen“, um die Auswahl zu bestätigen. Vorhandene Dateien im ausgewählten Ordner werden aufgelistet und können hier gelöscht werden.

Das Ziel `/USB_FRONT` ist nur aktiv, wenn ein USB-Stick an der vorderen USB-Schnittstelle angeschlossen ist.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:WFMSave:DESTination` auf Seite 601

Dateiname
Gibt den Namen der zu speichernden Datei an. Der Standardname ist `SCR01`, gegebenenfalls mit einer höheren Nummer (abhängig von vorhandenen Dateien im Zielverzeichnis).

Fernsteuerbefehl:
`MMEMory:NAME` auf Seite 603

Format
Gibt das Dateiformat an.

- „BMP“: Bitmap ist ein unkomprimiertes Format, die Dateien sind groß und die Speicherung kann einige Zeit dauern.
- „PNG“: Portable Network Graphics ist ein Grafikformat mit verlustfreier Datenkomprimierung.

Fernsteuerbefehl:
`HCOPy:FORMat` auf Seite 604

Farbmodus
Gibt die Farbeinstellungen für den zu speichernden Screenshot an.

- „Grauwerte“: Die farbige Anzeige wird in eine monochrome Darstellung umgewandelt.
- „Farbe“: Die ursprünglichen Anzeigefarben des Screenshots bleiben erhalten.
- „Invertiert“: Invertiert die Farben der Ausgabe, sodass eine dunkle Messkurve auf einem weißen Hintergrund ausgegeben wird.
- „Invertiert (grau)“: Invertiert die Farben der Ausgabe und wandelt sie in eine monochrome Darstellung um.

Fernsteuerbefehl:
`HCOPy:COLor:SCHeme` auf Seite 604

Fenster und Menü schließen
Wenn diese Funktion aktiviert ist, werden offene Dialogfelder und Menüs geschlossen, bevor der Screenshot gespeichert wird. Dadurch sind die Messkurven und Ergebnisse immer auf dem Screenshot sichtbar.

Fernsteuerbefehl:
`HCOPy:CWINdow` auf Seite 603

Gerätelogo auf dem Screenshot
Wenn diese Funktion aktiviert ist, wird das Rohde & Schwarz Logo auf dem Screenshot ausgegeben.

Speichern
Speichert den Screenshot in der angegebenen Datei. Der verwendete Pfad und Dateiname werden nach Abschluss der Speicherung angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`HCOPy[:IMMediate]` auf Seite 603

10.5 Schnellspeichern mit OneTouch

Die Taste 📷 startet eine oder mehrere zugewiesene Speicheraktionen. Standardmäßig wird ein Screenshot gespeichert.

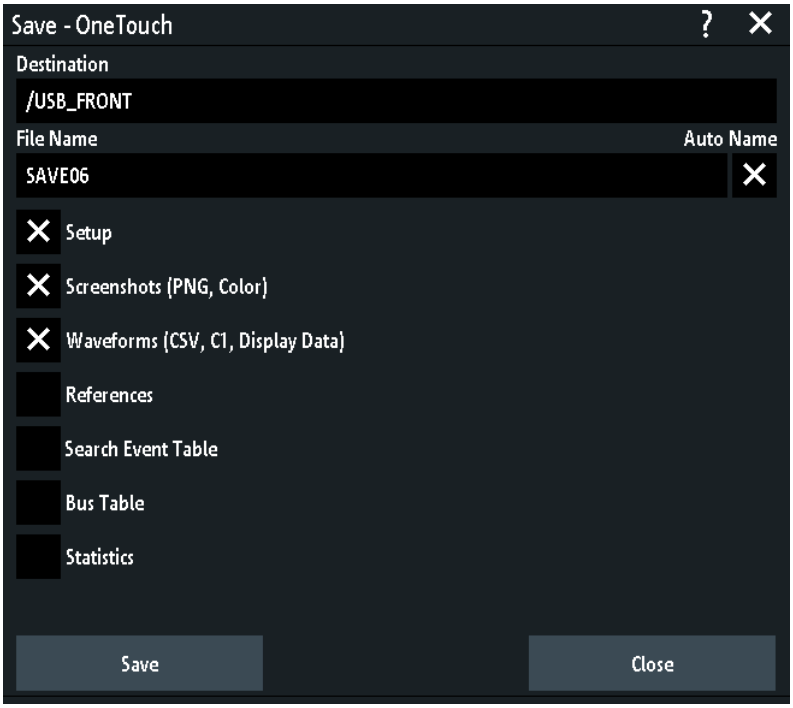
Wenn OneTouch aktiviert ist, können Sie der Taste 📷 folgende Aktionen zuweisen:

- Speichern der Geräteeinstellungen.
- Speichern eines Screenshot unter Verwendung der Einstellungen in [Save Load]> „Screenshots“.
- Speichern einer Messkurve unter Verwendung der Einstellungen in [Save Load]> „Messkurven“. Wenn „History-Daten“ unter „Punkte“ ausgewählt wurde, wird diese Einstellung ignoriert, und es werden die erfassten Daten des neuesten Segments gespeichert.
- Speichern von Referenzmesskurven.
- Speichern von Suchergebnissen.
- Decodierte Busdaten („Bustabelle“), es ist mindestens eine Protokolloption für den seriellen Bus erforderlich.
- Statistische Ergebnisse. OneTouch bietet die einzige Möglichkeit, statistische Ergebnisse zu speichern.

Alle Daten werden in einer ZIP-Datei auf dem angeschlossenen USB-Stick gespeichert.

OneTouch konfigurieren und verwenden:

1. Schließen Sie den USB-Stick an.
2. Drücken Sie die Taste [Save Load].
3. Aktivieren Sie „OneTouch“.
4. Tippen Sie auf „onetouch“.
5. Wählen Sie das Zielverzeichnis („Ziel“), den Dateinamen und die zu speichernden Daten aus.



6. Tippen Sie auf „Speichern“, um die Daten jetzt zu speichern.
7. Schließen Sie den Dialog.
8. Drücken Sie jedes Mal, wenn Sie die Daten speichern möchten, die Taste .

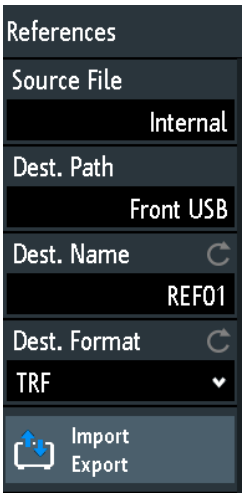
10.6 Export und Import

Um Referenzmesskurven, Formelsätze und Geräteeinstellungen aus dem internen Speicher auf einen USB-Stick zu kopieren und umgekehrt, gibt es die „Importieren Exportieren“-Funktionen.

Der Name der Zieldatei kann geändert werden, was Kopieren und Umbenennen in nur einem Schritt ermöglicht. Für Referenzmesskurven können Sie beim Export/Import auch das Zieldateiformat ändern und die Daten konvertieren.

1. Schließen Sie den USB-Stick an.
2. Drücken Sie die Taste [Save Load].
3. Wählen Sie „Einstellungen“ > „Importieren Exportieren“ aus, um Einstellungsdateien zu kopieren.
   Wählen Sie „Referenzen“ aus, um Referenzmesskurven zu kopieren.

Import/Export-Menü für Geräteeinstellungen und Gleichungen



Import/Export-Menü für Referenzmesskurven

4. Geben Sie die Quelldatei für den Kopiervorgang an:
   a) Tippen Sie auf „Quelldatei“.
   b) Ändern Sie, falls nötig, den Speicherort über „Speicherort“.
   c) Wählen Sie den Ordner aus, der die Quelldatei enthält.
   d) Wählen Sie die Datei aus. Ein kleiner Screenshot hilft bei der Identifizierung der Datei.
   e) Tippen Sie auf „Laden“.

   Die Quelldatei ist ausgewählt, aber nicht in das R&S RTA4000 geladen.
5. Geben Sie das Zielverzeichnis an.
   a) Tippen Sie auf „Ziel- Pfad“.
   b) Ändern Sie, falls nötig, den Speicherort über „Speicherort“.
   c) Wählen Sie den Zielordner aus. Sie können auch einen Ordner erstellen.
   d) Tippen Sie auf „Verz. annehmen“.
6. Ändern Sie, falls nötig, den Namen der Zieldatei in „Ziel- Name“.

   Hinweis: Wenn bereits eine Datei mit dem Namen im Zielverzeichnis enthalten ist, wird sie ohne Benachrichtigung überschrieben.
7. Für Referenzmesskurven können Sie in „Ziel- Format“ das Dateiformat ändern.

8. Tippen Sie auf „Importieren Exportieren“.

   Die Quelldatei wird mit dem angegebenen Namen und im angegebenen Format in das Zielverzeichnis kopiert.

11 Allgemeine Geräteeinstellung

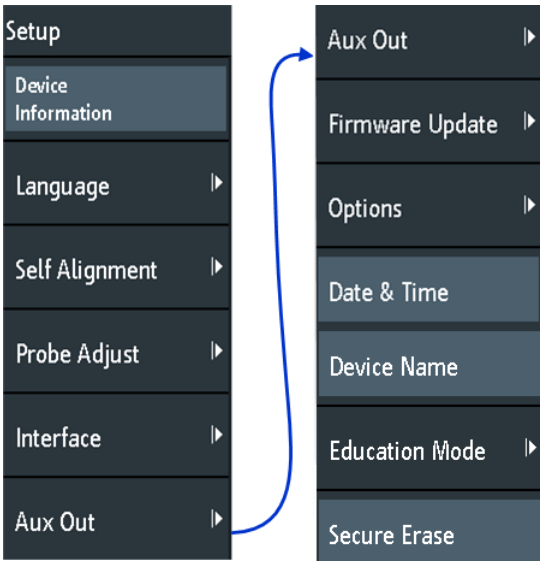
Die allgemeinen Geräteeinstellungen sind in allen Betriebsarten verfügbar.

11.1 Geräteeinstellungen

► Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“:

a) Tippen Sie auf das „Menü“-Rhombussymbol rechts unten auf dem Bildschirm.

b) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Einstellungen“ aus.



Geräteinformationen
Zeigt Informationen über das Gerät an, beispielsweise Seriennummer, installierte Firmware-Version und Hardwareinformationen. Diese Informationen werden bei Supportanforderungen benötigt. Der Dialog enthält auch einen Link zu „Open Source Acknowledgment“.

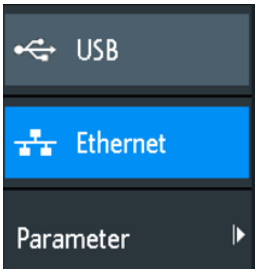
Sprache
Siehe Kapitel 11.6, „Sprache, Datum und Uhrzeit einstellen“, auf Seite 248.

Selbstabgleich
Siehe Kapitel 11.5, „Selbstabgleich durchführen“, auf Seite 246.

TK-Abgleich
Öffnet den Assistenten für die Tastkopfkompensation. Sie erreichen diese Funktion auch durch Drücken der Taste [Apps Selection].

Siehe Kapitel 5.4.1, „Passive Tastköpfe abgleichen“, auf Seite 65.

Schnittstelle
Aktiviert oder deaktiviert zusätzliche Geräteschnittstellen. Nutzen Sie diese Schnittstellen zur Kommunikation mit dem Gerät, beispielsweise zum Auslesen von Daten oder Automatisieren der Messstation. Schnittstellen für USB und Ethernet (LAN) befinden sich an der Rückseite. Tippen Sie nach Auswahl einer Schnittstelle auf „Parameter“, um zusätzliche Parameter zu definieren.



USB ← Schnittstelle
Aktiviert die USB-Schnittstelle vom Typ B an der Rückseite für die Fernsteuerung. Diese USB-Schnittstelle bietet eine einfache Möglichkeit, das Gerät mit einem PC zu verbinden. Der Standard USB 2.0 wird unterstützt. Verwenden Sie ein Anschlusskabel, das für die USB-Schnittstelle vom Typ B geeignet ist.

Siehe auch Kapitel 12.2, „USB-Verbindung“, auf Seite 255.

Ethernet ← Schnittstelle
Aktiviert die Ethernet-Schnittstelle an der Rückseite, über die das Gerät mit verschiedenen anderen Geräten verbunden werden kann. Der Zugriff auf das Gerät erfolgt über seine IP-Adresse.

Das Gerät ist standardmäßig für DHCP konfiguriert. Findet es keinen DHCP-Server, dauert es etwa zwei Minuten, bis die Ethernet-Parameter verfügbar sind.

Siehe auch Kapitel 12.1, „LAN-Verbindung“, auf Seite 252.

Parameter ← Schnittstelle
Öffnet einen Dialog zur Konfiguration von Ethernet-Parametern oder zur Auswahl der USB-Verbindung, je nach ausgewählter Schnittstelle.

Aux Out
Öffnet das Menü „Aux Out“, um anzugeben, welche Signale am Ausgang [Aux Out] erzeugt werden.

„Aus“ Deaktiviert den AUX-Ausgang.

„Trigger Out“ Ausgabe eines Pulses, wenn das Gerät triggert.
Diese Auswahl aktiviert die Aktion „Puls“ in der „Aktionen bei Trigger“ Konfiguration, siehe Kapitel 6.12, „Aktionen bei einem Trigger“, auf Seite 103.

„10 MHz“ Ausgabe einer 10 MHz-Referenzfrequenz.

„Maskenverletzung“
Ausgabe eines Pulses bei einer Maskenverletzung.
Diese Einstellung ist nur verfügbar, wenn die Anwendung „Maske“ im Dialog „Auswahl Applikationen“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:OUT:MODE` auf Seite 622

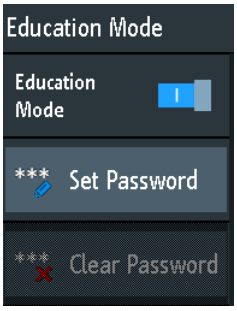
Firmware-Update
Siehe Kapitel 11.8, „Firmware aktualisieren“, auf Seite 250.

Optionen
Siehe Kapitel 11.7, „Optionen“, auf Seite 249.

Datum und Uhrzeit
Siehe Kapitel 11.6, „Sprache, Datum und Uhrzeit einstellen“, auf Seite 248.

Gerätename
Gibt einen Namen für das Gerät an, um seine Identifizierung zu erleichtern. Der Name wird beispielsweise in Screenshots und Geräteinformationen angezeigt.

Ausbildungsmodus
Deaktiviert mehrere Funktionen zu Ausbildungszwecken oder aktiviert die Funktionen für eine normale Nutzung.



„Ausbildungsmodus“

Wenn aktiviert, sind Autoset, Schnellmessung und automatische Messung deaktiviert und nicht verfügbar. Dass der Ausbildungsmodus aktiv ist, wird rechts oben durch ein Doktorhutsymbol angezeigt.

„Passwort setzen“

Sie können ein Passwort eingeben, um eine unbefugte Aktivierung oder Deaktivierung des Ausbildungsmodus zu verhindern.

„Passwort löschen“

Löscht das Passwort, sodass alle Benutzer den Ausbildungsmodus aktivieren oder deaktivieren können. Um ein Passwort löschen zu können, müssen Sie es zuvor eingegeben haben.
Mit dem Fernsteuerbefehl können Sie das Passwort für den Ausbildungsmodus löschen, ohne es angeben zu müssen.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:EDUCation:PRESet` auf Seite 619

Sicheres Löschen

Löscht die aktuellen Gerätekonfigurationsdaten und Benutzerdaten aus dem internen Speicher (z. B. Referenzdateien, Formelsätze oder Masken). Kalibrierungsdaten bleiben im Speicher erhalten.

Verwenden Sie diese Funktion, bevor Sie das Gerät zum Service einschicken. Beim Einsatz des Geräts in einer abgesicherten Umgebung gewährleistet die Funktion, dass alle sensiblen Daten gelöscht werden, bevor das Gerät den gesicherten Bereich verlässt.

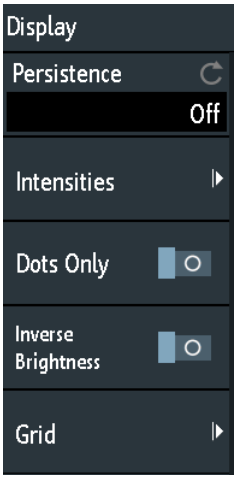
Versehentliches „Sicheres Löschen“ wird durch einen Hinweis verhindert, der erklärt, was passiert, wenn der Vorgang fortgesetzt wird. Starten Sie „Sicheres Löschen“, indem Sie „Ja“ auswählen. Wählen Sie anderenfalls „Nein“ aus. Schalten Sie das Gerät nicht aus, bevor der Löschvorgang abgeschlossen ist.

11.2 Anzeigeeinstellungen

► Drücken Sie die Taste [Clear Screen], um alle Messkurven und Messergebnisse aus der Anzeige zu löschen.

► Öffnen Sie das Menü „Anzeige“:

a) Tippen Sie auf das Symbol „Menü“ rechts unten auf dem Bildschirm.
b) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Anzeige“ aus.



► Drücken Sie die Taste [Clear Screen] an der Frontplatte, um alle Messkurven und Ergebnisse aus der Anzeige zu entfernen.

Nachleuchten
Stellt den Nachleuchteffekt der Messkurve auf dem Display ein.

„Aus“	Deaktiviert das Nachleuchten.
„Manuell“	Benutzerdefiniertes Nachleuchten gemäß „Zeit“-Einstellung.
„Unendlich“	Aktiviert Nachleuchten mit unbegrenzter Dauer. Jeder neue Datenpunkt bleibt so lange auf dem Bildschirm sichtbar, bis diese Einstellung geändert oder das Nachleuchten deaktiviert wird.

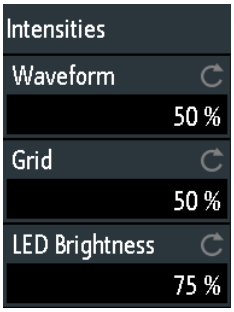
Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:PERSistence:TYPE` auf Seite 612

Zeit ← Nachleuchten
Gibt die Nachleuchtdauer an, wenn „Nachleuchten“ auf „Manuell“ eingestellt ist. Jeder neue Datenpunkt bleibt für die hier angegebene Zeit auf dem Bildschirm. Werte von 50 ms (= Voreinstellung) bis 12,8 s sind zulässig.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:PERSistence:TIME` auf Seite 612

Intensitäten
Bietet Funktionen zur Einstellung der Helligkeit (relative Lichtstärke) von Anzeigeelementen und Kontroll-LEDs.

Sie können dieses Menü auch direkt mit der Taste [Intensity] öffnen.



Messkurve ← Intensitäten
Gibt die Helligkeit der Messkurvenlinien im Diagramm an. Geben Sie einen Prozentsatz zwischen 0 (kaum sichtbar) und 100 % ein oder stellen Sie die Messkurvenhelligkeit mit dem [Navigation]-Drehknopf direkt ein. Der Standardwert ist 50 %.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:INTensity:WAVeform` auf Seite 614

Raster ← Intensitäten
Gibt die Helligkeit der Rasterlinien im Diagramm an. Geben Sie einen Prozentsatz zwischen 0 (kaum sichtbar) und 100 % ein oder stellen Sie die Rasterhelligkeit mit dem [Navigation]-Drehknopf direkt ein. Der Standardwert ist 50 %.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:INTensity:GRID` auf Seite 614

LED-Helligkeit ← Intensitäten
Gibt die Intensität der beleuchteten Frontplattentasten und Drehknöpfe in Prozent an.

Nur Punkte
Wenn aktiviert, werden nur die einzelnen Datenpunkte angezeigt. Wenn deaktiviert, werden die einzelnen Datenpunkte durch eine Linie verbunden.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:STYLe` auf Seite 615

Invertierte Helligkeit
Invertiert den Helligkeitsgrad der Signale. Normalerweise sind Werte, die häufig auftreten, heller als seltene Werte. Diese Einstellung kehrt dieses Verhalten um: Seltene Werte sind heller als häufige Werte. Kombinieren Sie diese Einstellung mit dem Nachleuchten, um seltene Werte in der Messkurve zu erkennen.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:PALette` auf Seite 614

Raster

Legt fest, wie das Raster angezeigt wird.

„Linien“ Das Raster wird in Form von horizontalen und vertikalen Linien angezeigt.

„Fadenkreuz“ Statt eines Rasters wird ein Fadenkreuz angezeigt.

„Aus“ Das Raster wird aus der Anzeige entfernt.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:GRID:STYLe` auf Seite 614

Beschriftung ← Raster
Aktiviert oder deaktiviert die Anzeige von Skalenwerten und Einheiten für die x-Achse und y-Achse an den Rasterlinien. Rasterbeschriftungen sind standardmäßig aktiviert.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:GRID:ANNotation[:ENABle]` auf Seite 615

Festhalten ← Raster
Wenn aktiviert, bewegt sich das Raster mit den Messkurven, wenn die Messkurvenposition horizontal oder vertikal verschoben wird.

Wenn deaktiviert (= Standardvorgabe), bleibt das Raster bei einer Änderung der Messkurvenposition in der Mitte der Anzeige.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:GRID:ANNotation:TRACk` auf Seite 615

11.3 Zurücksetzen

Eine Rücksetzung ist hilfreich, wenn sich das Gerät in einem undefinierten Zustand befindet und nicht bedient werden kann.

Alle Messkurven- und Messeinstellungen zurücksetzen:

► Drücken Sie [Preset].

Ein Preset ändert nicht die Anzeigeeinstellungen, z. B. Intensitäten und Helligkeit. Um diese Einstellungen zurückzusetzen, müssen Sie die Werkseinstellungen wiederherstellen.

Werkseinstellungen wiederherstellen:

1. Drücken Sie [Save Load].
2. Tippen Sie auf „Einstellungen“.
3. Tippen Sie auf „Werks-Einstellungen“.

Falls ein Rücksetzen des Geräts über die Tasten und den Touchscreen nicht möglich ist, gehen Sie wie folgt vor:

1. Ausschalten des Geräts: Drücken Sie die Taste [Standby].
2. Einschalten des Geräts: Drücken Sie die Taste [Standby].
3. Sobald auf dem Startbildschirm die Meldung „Press Autoset to restore English language“ angezeigt wird: Halten Sie die Taste Preset gedrückt, bis der Dialog . „Firmware aktualisieren“ angezeigt wird.
4. Tippen Sie auf „Beenden“, um das Dialogfeld zu schließen.

   Alle Geräteeinstellungen werden auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt und Sie können das Gerät wie gewohnt nutzen.

11.4 Touchscreen sperren

Die Taste Touch Lock sperrt den Touchscreen, um eine unabsichtliche Nutzung zu verhindern. Ist der Touchscreen gesperrt, leuchtet die Taste. Erneutes Drücken der Taste gibt den Touchscreen frei.

11.5 Selbstabgleich durchführen

Beim Selbstabgleich werden die Daten von mehreren Eingangskanälen vertikal und horizontal abgeglichen, um Zeitbasis, Amplituden und Positionen zu synchronisieren.

Eine Durchführung des Selbstabgleichs wird in folgenden Fällen empfohlen:

- bei der ersten Inbetriebnahme des Geräts
- nach einem Firmware-Update
- einmal pro Woche
- bei starken Temperaturänderungen (> 5°)

ACHTUNG

Gerät für Selbstabgleich vorbereiten

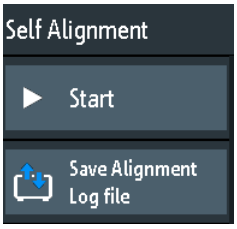
Stellen Sie sicher, dass das Gerät aktiv und warmgelaufen ist, bevor Sie den Selbstabgleich starten. Die mindestens erforderliche Warmlaufzeit ist im Datenblatt angegeben.

Trennen Sie vor dem Selbstabgleich alle Tastköpfe, Kabel und sonstigen angeschlossenen Leitungen von den Geräteeingängen.

1. Ziehen Sie alle Tastköpfe, Kabel und sonstigen Leitungen von den Geräteeingängen ab.
2. Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“.
3. Tippen Sie auf „Selbstabgleich“.
4. Tippen Sie auf „Start“.

   Der Abgleich kann bis zu 15 Minuten dauern. Sie können den Prozess mit „Abbrechen“ stoppen.
5. Tippen Sie am Ende auf „OK“, um das Nachrichtenfenster zu schließen.
6. Tippen Sie auf „Beenden“.

Beschreibung der Einstellungen



Start

Startet die interne Selbstkalibrierung des Geräts. Auf dem Bildschirm werden Statusinformationen angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`CALibration` auf Seite 616

Abgleichprotokoll speichern

Die Ergebnisse des Selbstabgleichs werden in die Protokolldatei geschrieben. Speichern Sie die Protokolldatei.

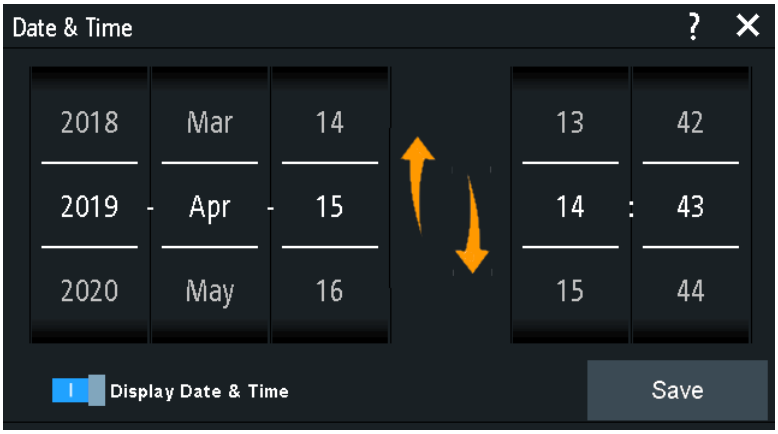
Fernsteuerbefehl:
`CALibration:STATe?` auf Seite 616

11.6 Sprache, Datum und Uhrzeit einstellen

Das Gerät besitzt eine Uhr für Datum und Uhrzeit. Sie können die Uhr auf die Ortszeit einstellen und die Anzeigesprache auswählen. Unterstützte Sprachen sind im Datenblatt aufgelistet. Die Hilfe wird in Englisch bereitgestellt. Ein Neustart des Geräts ist nicht erforderlich.

Datum und Uhrzeit einstellen

1. Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“.
2. Blättern Sie im Menü abwärts. Tippen Sie auf „Datum und Uhrzeit“.
3. Datum auswählen: Blättern Sie in den Spalten für Jahr, Monat und Tag, bis das gewünschte Datum angezeigt wird.
4. Uhrzeit auswählen: Blättern Sie in den Spalten für Stunde und Minute, bis die gewünschte Uhrzeit angezeigt wird.



5. Wenn Sie nicht möchten, dass Datum und Uhrzeit auf dem Display angezeigt werden, deaktivieren Sie „Anzeigen von Datum und Uhrzeit“.
6. Tippen Sie auf „Speichern“.

Sprache einstellen

1. Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“.
2. Tippen Sie auf „Sprache“.
3. Wählen Sie die Sprache aus.

   Die Sprache wird unverzüglich geändert.

Beschreibung der Einstellungen

Sprache
Gibt die Sprache an, in der die Tastenbeschriftungen und andere Bildschirminformationen angezeigt werden. Die Hilfe ist nur in Englisch verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:LANGuage` auf Seite 612

Datum und Uhrzeit
Öffnet einen Dialog zum Einstellen des aktuellen Datums und der Uhrzeit im Gerät.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:DATE` auf Seite 617
`SYSTem:TIME` auf Seite 617

Datum und Uhrzeit anzeigen
Dieser Befehl schaltet die Anzeige von Datum und Uhrzeit in der oberen rechten Ecke des Bildschirms ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:
`DISPlay:DTIMe` auf Seite 612

11.7 Optionen

Alle Optionen (mit Ausnahme der Option R&S RTA-B1) werden durch Lizenzschlüssel aktiviert. Zusätzliche Installations- oder Hardwareänderungen sind nicht erforderlich.

Nicht registrierte Lizenzen
Nicht registrierte Lizenzen können nicht einem einzelnen Gerät zugewiesen werden. Das Gerät akzeptiert nur registrierte Lizenzen. Wenn Ihre Lizenz nicht registriert ist, müssen Sie die Lizenz mit dem Online-Tool R&S License Manager für Ihr Gerät registrieren. Die Registrierung einer permanenten Lizenz kann nicht rückgängig gemacht werden. Achten Sie deshalb darauf, sie für das richtige Gerät zu registrieren. Die Adresse des Tools lautet https://extranet.rohde-schwarz.com/service. Für die Registrierung benötigen Sie die Geräte-ID des Geräts, auf dem die Option installiert werden soll.

Die Registerkarte „Aktive Optionen“ enthält Informationen zu installierten Software-Optionen. Hier können Sie mithilfe von Lizenzschlüsseln neue Optionen installieren oder vorhandene Optionen deaktivieren.

Auf der Registerkarte „Inaktive Optionen“ sind alle deaktivierten und abgelaufenen Optionen aufgelistet.

Die Registerkarte „Deaktivierte Optionen“ zeigt alle deaktivierten Optionen mit ihren Deaktivierungsinformationen an und bietet eine Funktion zum Exportieren der Deaktivierungsantwort. Die Antwort wird vom R&S License Manager angefordert.

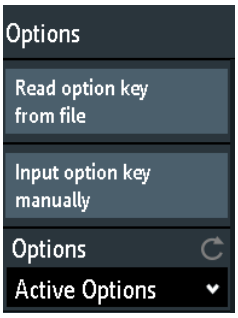
11.7.1 Optionen aktivieren

Übergeben Sie Ihrem Vertriebsansprechpartner die Materialnummer, Seriennummer und Geräte-ID Ihres Geräts, um einen Lizenzschlüssel zu erhalten. Sie finden diese Informationen im Menü „Einstellungen“ > „Geräteinformationen“.

Der Lizenzschlüssel wird in schriftlicher Form oder in einer Datei bereitgestellt. Nicht registrierte Lizenzen müssen im R&S License Manager registriert werden, damit sie auf dem Gerät aktiviert werden können.

1. Wenn Sie den Freischaltcode in einer Datei erhalten haben, speichern Sie die Datei auf einem USB-Stick.
2. Stecken Sie den Stick in das R&S RTA4000.
3. Tippen Sie auf das Symbol „Menü“ rechts unten auf dem Bildschirm.

4. Blättern Sie im Menü abwärts. Tippen Sie auf „Einstellungen“.
5. Wählen Sie „Optionen“ aus.
6. Wenn Sie den Code in schriftlicher Form erhalten haben, tippen Sie auf „Freischaltcode manuell eingeben“. Geben Sie den Code ein.
   Wenn Sie den Code in digitaler Form als Datei erhalten haben, tippen Sie auf „Freischaltcode aus Datei lesen“. Wählen Sie den Pfad `/USB_FRONT` und die Datei mit dem Freischaltcode aus.



7. Wenn Sie mehrere Optionen aktivieren möchten, wiederholen Sie Schritt 5 für jede Option.
8. Führen Sie einen Neustart des Geräts durch.

11.8 Firmware aktualisieren

Das Gerät wird mit der neuesten Firmware-Version geliefert. Firmware-Updates werden im Internet bereitgestellt unter

www.rohde-schwarz.com/firmware/rta4000.

Neben der Firmware-Datei finden Sie dort die Release Notes mit einer Beschreibung der Verbesserungen und Modifikationen.

Aktualisieren Sie die Firmware, sobald eine neue Version verfügbar ist.

1. Laden Sie die Firmware-Installationsdatei `*.fwu` auf einen USB-Stick herunter.

2. Stecken Sie den USB-Stick in den USB-Anschluss an der Vorderseite des Geräts.
3. Tippen Sie auf das Symbol „Menü“ rechts unten auf dem Bildschirm.

4. Blättern Sie im Menü abwärts. Tippen Sie auf „Einstellungen“.
5. Wählen Sie „Firmware-Update“ aus.
   Es wird ein Infofenster mit Informationen über die installierte und neue Firmware und die Front-Controller-Firmware geöffnet. Wenn Sie keine neuere Firmware als die installierte haben, wird eine Nachricht angezeigt.
6. Tippen Sie auf „Ausführen“, um das Firmware-Update zu starten.

   Warten Sie, bis das Update beendet ist. Nach der Installation wird das Gerät automatisch neu gestartet.

12 Netzwerkverbindungen und Fernbedienung

12.1 LAN-Verbindung

Das R&S RTA4000 ist mit einer Netzwerkschnittstelle ausgestattet und kann mit einem Ethernet-LAN (Local Area Network) verbunden werden. Eine LAN-Verbindung wird zur Fernsteuerung des Geräts und für den Zugriff über einen Webbrowser von einem Computer aus benötigt.

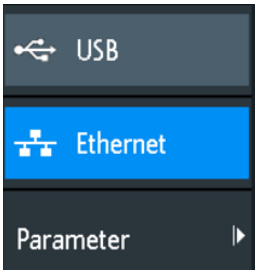
Netzwerkumgebung

Wenn das Gerät an ein LAN angeschlossen ist, ist es möglicherweise über das Internet zugänglich. Dies stellt ein potenzielles Sicherheitsrisiko dar. Angreifer könnten möglicherweise das Produkt missbrauchen oder beschädigen.

Installieren Sie die neueste Firmware, um Sicherheitsrisiken zu verringern. Stellen Sie sicher, dass die Netzwerkeinstellungen mit den Sicherheitsrichtlinien Ihres Unternehmens übereinstimmen. Wenden Sie sich an Ihren lokalen Systemadministrator oder Ihre IT-Abteilung, bevor Sie Ihr Produkt an das LAN Ihres Unternehmens anschließen.

Gerät mit dem LAN verbinden

1. Verbinden Sie das LAN-Kabel mit dem LAN-Anschluss an der Rückseite des Geräts.
2. Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“.
3. Tippen Sie auf „Schnittstelle“.



   Wenn die Menüpunkte abgeblendet sind, ist die Verbindung fehlgeschlagen. Prüfen Sie, ob das LAN-Kabel richtig angeschlossen und das Netzwerk verfügbar ist.

4. Tippen Sie auf „Ethernet“, um die LAN-Verbindung auszuwählen.
5. Tippen Sie auf „Parameter“.

   Auf dem Display werden alle Verbindungsdetails angezeigt, die Sie in einer Datei speichern können.

12.1.1 LAN-Einstellungen

Zugriff: siehe „Gerät mit dem LAN verbinden“ auf Seite 252.

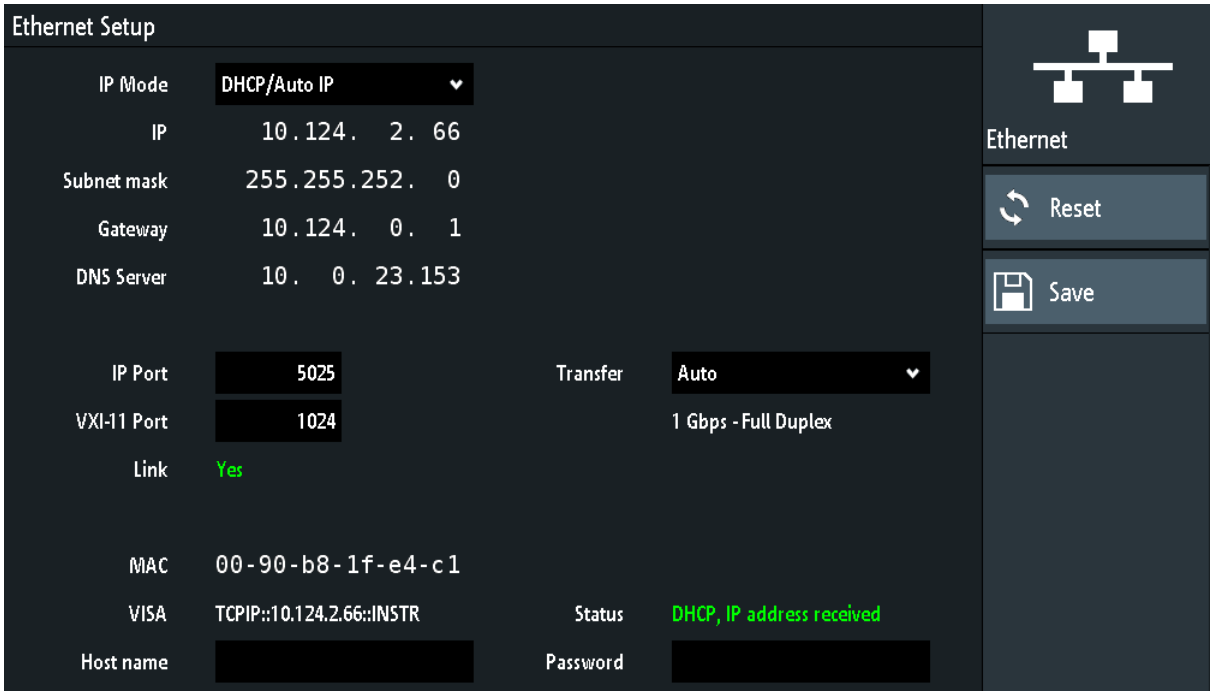


Bild 12-1: Beispiel für den Ethernet-Einstellungsdialog und das Menü

IP-Modus

Gibt den Internetprotokollmodus an:

- „Manuell“: Wird verwendet, wenn das Netzwerk das DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) nicht unterstützt. Die Adressen müssen manuell angegeben werden.
- „DHCP/Auto-IP“ aktiviert die automatische Netzwerkparameterverteilung über DHCP. Die Werte der Parameter werden angezeigt. Das Gerät ist standardmäßig für die dynamische Konfiguration und den automatischen Abruf aller Adressinformationen konfiguriert. So kann ohne vorherige Konfiguration des Geräts eine sichere physische Verbindung mit dem LAN hergestellt werden.
  Beachten Sie, dass die Aktualisierung der Werte, je nach Reaktionsfähigkeit des Netzwerks, (beispielsweise nach dem Abziehen und erneuten Anschließen des LAN-Kabels) einen gewisse Zeit dauern kann.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:DHCP` auf Seite 620

IP, Subnetzmaske, Gateway, DNS-Server

Zeigen oder geben Folgendes an:

- IP-Adresse des Geräts.
- Vom Gerät genutzte IP-Subnetzmaske.
- Vom Gerät genutztes IP-Gateway.
- Adresse des Domänennamensservers.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPADdress` auf Seite 620
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:SUBNet` auf Seite 620
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:GATeway` auf Seite 620

IP-Port, VXI-11-Port
Geben die IP-Portnummer (Voreinstellung = 5025) und die VXI-11-Portnummer (Voreinstellung = 1024) an.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPPort` auf Seite 620
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:VXIPort` auf Seite 621

Verbindung
„Ja“, wenn das Gerät über die LAN-Schnittstelle an der Rückseite mit einem lokalen Netzwerk verbunden ist.

„Nein“, wenn keine LAN-Verbindung erkannt wird.

Übertragung
Aktiviert die automatische Auswahl der Übertragungsgeschwindigkeit; der aktuell ausgewählte Wert wird angezeigt.

Alternativ können Sie eine der vordefinierten Einstellungen auswählen, die der Datenrate Ihres Netzwerks entspricht.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:TRANsfer` auf Seite 621

MAC, VISA
Zeigen die MAC-Adresse (Media Access Control Address) und die VISA-Adresse (Virtual Instrument Software Architecture) für die Adressierung des Geräts bei der Fernsteuerung an.

Fernsteuerbefehl:
`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:MACaddress?` auf Seite 621

Hostname
Zeigt oder gibt den Namen des Geräts an, mit dem das Gerät eine Verbindung mit dem DHCP-Server herstellen kann.

Status
Zeigt den Verbindungsstatus an, z. B. „Netzadresse wird zugeordnet“ oder „DHCP, IP-Adresse empfangen“.

Passwort
Gibt ein optionales Passwort für den Fernzugriff auf das Gerät an.

Zurücksetzen
Löscht alle IP-Adresseinstellungen und entfernt die Adresse aus dem VISA-String. Alle anderen Einstellungen werden auf die Standardwerte zurückgesetzt.

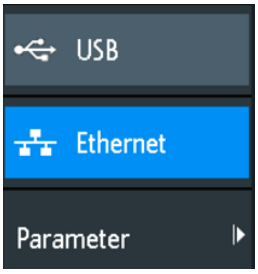
Speichern
Ruft eine DHCP-Adresse vom DHCP-Server ab oder überprüft die manuelle IP-Adresse, aktualisiert den VISA-String, prüft die Verbindung und speichert alle Einstellungen im Gerät.

12.2 USB-Verbindung

Alternativ zu einer LAN-Verbindung können Sie auch den USB-Typ-B-Anschluss (Geräte-USB) auf der Rückseite verwenden, um über den USB-Anschluss auf das Gerät zuzugreifen.

Gerät über USB verbinden

1. Verbinden Sie das USB-Kabel mit dem USB-Anschluss vom Typ B an der Rückseite des Geräts und mit dem Computer.
2. Öffnen Sie das Menü „Einstellungen“.
3. Tippen Sie auf „Schnittstelle“.



4. Tippen Sie auf „USB“, um die USB-Verbindung auszuwählen.
5. Tippen Sie auf „Parameter“.
6. Wählen Sie den USB-Modus aus.
   - USB TMC (Test & Measurement Class)
   - USB VCP (Virtual Com Port)
   - USB MTP (Media Transfer Protocol)

12.2.1 USB TMC

USB TMC steht für USB Test & Measurement Class. Über diese Schnittstelle können Sie das Gerät mithilfe von SCPI-Befehlen fernsteuern. Für USB TMC muss kein Treiber installiert werden, aber auf dem Steuercomputer ist eine VISA-Installation erforderlich. VISA wird verwendet, um auf das Gerät zuzugreifen, Fernsteuerbefehle zu senden und Statusinformationen zu lesen.

Rohde & Schwarz stellt die standardisierte I/O-Softwarebibliothek R&S VISA für die Kommunikation über TCP/IP (LAN: HiSlip, VXI-11) oder USB (USBTMC) bereit.
R&S VISA ist auf der Rohde & Schwarz Website www.rohde-schwarz.com/rsvisa zum Download verfügbar.

12.2.2 USB VCP

USB VCP kommuniziert über den virtuellen COM-Port (VCP) mit dem Messgerät. SCPI-Befehle können mit jedem beliebigen Terminalprogramm gesendet werden. Für USB VCP ist auf dem Steuercomputer ein USB-VCP-Treiber erforderlich. Wenn der Computer eine Treiberinstallation anfordert, können Sie den Treiber von der Rohde & Schwarz Website (www.rohde-schwarz.com/de/treiber/hmo/, HO732) herunterladen. Für die Installation des Treibers werden Administratorrechte benötigt.

12.2.3 USB MTP

USB MTP steht für USB Media Transfer Protocol. Es ist eine Lösung zum Laden von Daten aus dem Oszilloskop auf den Computer. Eine Fernsteuerung mit SCPI-Befehlen ist nicht möglich.

Für USB MTP ist keine Treiberinstallation erforderlich. Verbinden Sie ein USB-Kabel mit dem USB-Typ-B-Anschluss an der Rückseite des Geräts und mit dem Computer (USB Typ A). Wählen Sie USB MTP als Schnittstelle aus. Damit können Sie vom Computer aus auf die Oszilloskopdaten zugreifen. Sie sehen das Oszilloskop als mobiles Gerät im Device Manager des Computers und im Datei-Explorer.

12.3 Fernzugriff über einen Webbrowser

Die Firmware des R&S RTA4000 enthält einen Web-Server. Wenn eine LAN-Verbindung besteht, ist ein Fernzugriff auf das Gerät über einen Webbrowser auf dem Steuercomputer möglich.

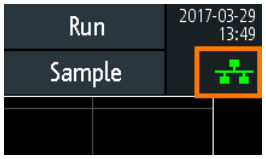
Der Browserzugriff ermöglicht Folgendes:

- Überprüfung von Gerätedaten
- Screenshots speichern und drucken
- Senden von Fernsteuerbefehlen
- Speicherung von Messkurven- und Gerätedaten
- Überprüfung von Netzwerkeinstellungen
- Passwort ändern
- Eine Live-Ansicht des Displays anzeigen
- Fernsteuerung des Geräts

12.3.1 Zugriff auf das Gerät über einen Webbrowser

Für den Zugriff auf das R&S RTA4000 benötigen Sie eine LAN-Verbindung und die IP-Adresse des Geräts.

1. Verschaffen Sie sich die IP-Adresse des R&S RTA4000:
   - Tippen Sie auf das grüne Netzwerksymbol rechts oben auf dem Bildschirm.



- Menü „Einstellungen“ > „Schnittstelle“ > „Ethernet“ > „Parameter“ > „IP“.

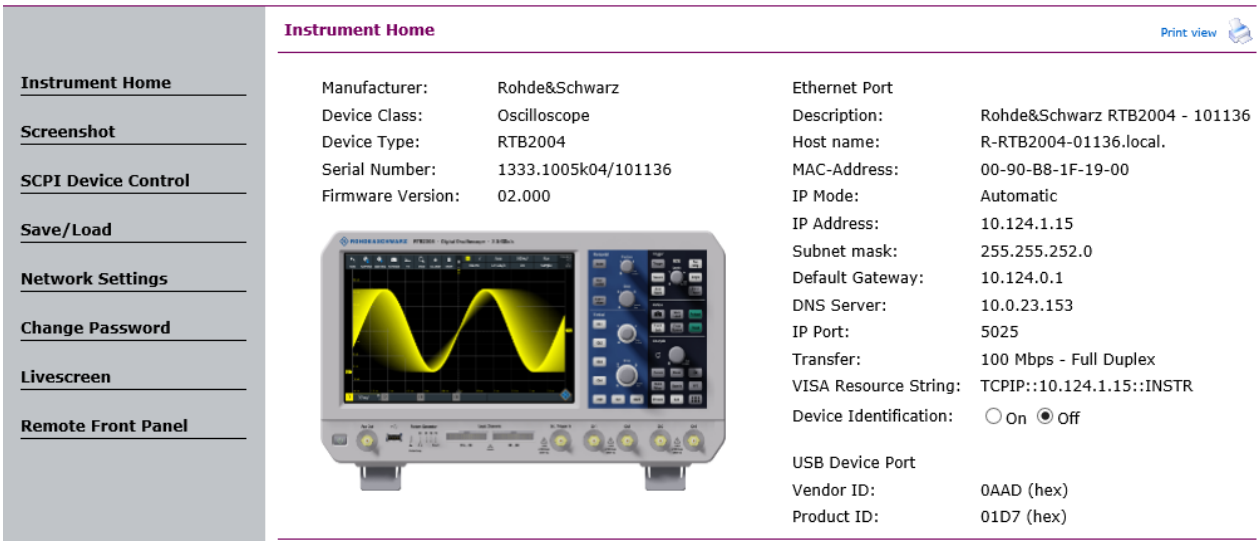
2. Öffnen Sie auf dem Steuercomputer einen Internet-Browser.
3. Geben Sie die IP-Adresse des R&S RTA4000 in der Adresszeile ein: *http://xxx.yyy.zzz.xxx*.

   Die Seite „Übersicht Messgerät“ wird geöffnet.

Wenn bereits ein anderer Benutzer das Gerät über den Web-Zugang benutzt, ist eine Verbindung nicht möglich, und Sie erhalten einen entsprechenden Hinweis.

12.3.2 Übersicht Messgerät

Die Seite „Übersicht Messgerät“ enthält Informationen über das Gerät und die LAN-Verbindung.



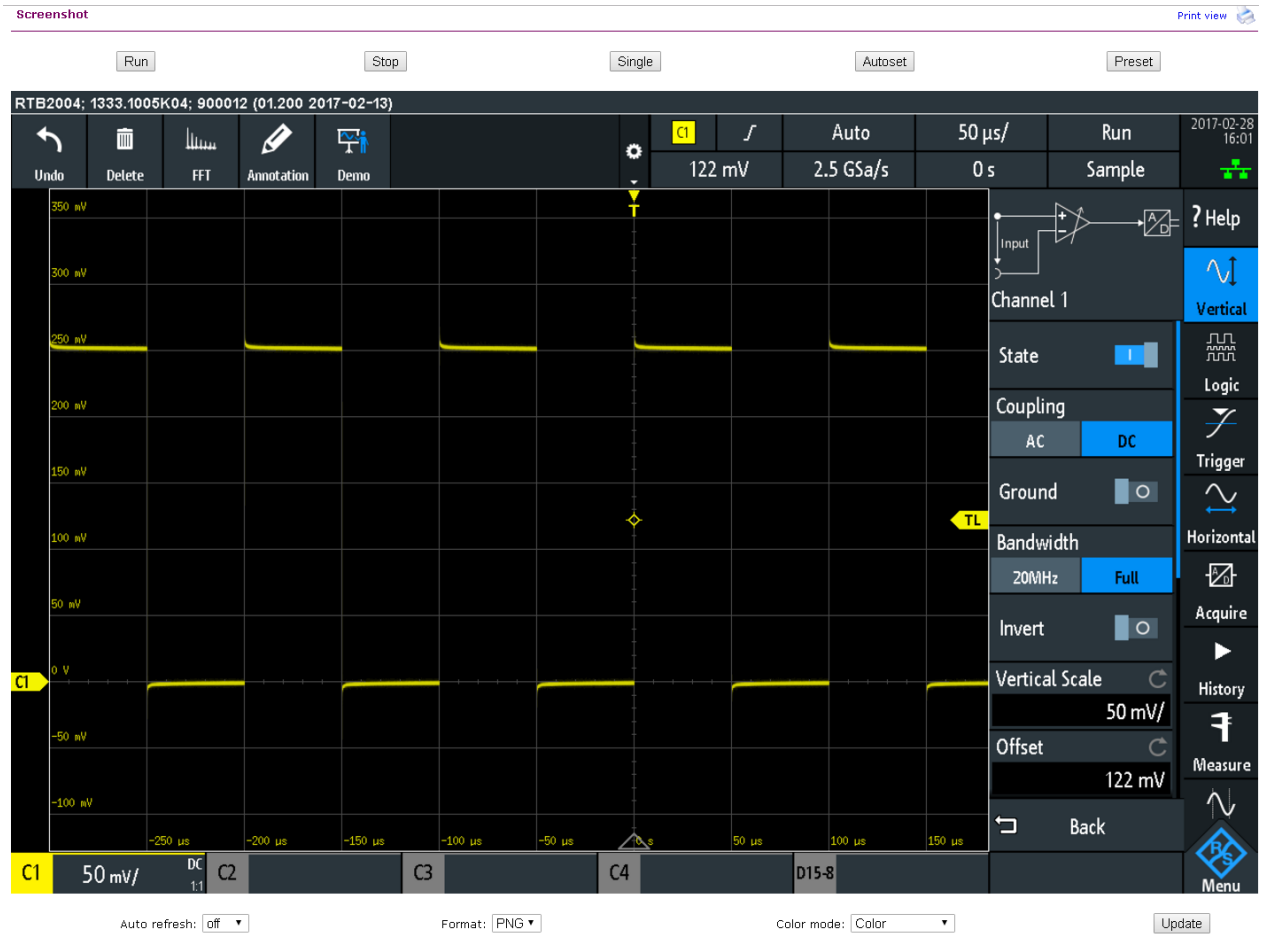
12.3.3 Screenshot

Die Seite „Screenshot“ zeigt eine Kopie der Bildschirmanzeige des Geräts. Außerdem enthält sie Gerätesteuerfunktionen und Bildschirmfotoeinstellungen.

Gerätesteuerung

- „Start“ und „Stopp“ = Starten und Stoppen einer kontinuierlichen Erfassung, wie Taste [Run Stop] am Gerät.
- „Einzel“ = Single-Taste am Gerät
- „Autoset“ = [Autoset]-Taste am Gerät

- „Grundeinst.“ = [Preset]-Taste am Gerät



Screenshots

- „Autom. neu laden“ und „Aktualisieren“
  Ruft den aktuellen Bildschirminhalt vom Gerät ab. Bei „Autom. neu laden“ können Sie den Abstand zwischen den automatischen Aktualisierungen festlegen.
- „Format“ und „Farbmodus“:
- Geben das Dateiformat und den Farbmodus des Bildschirmfotos an.

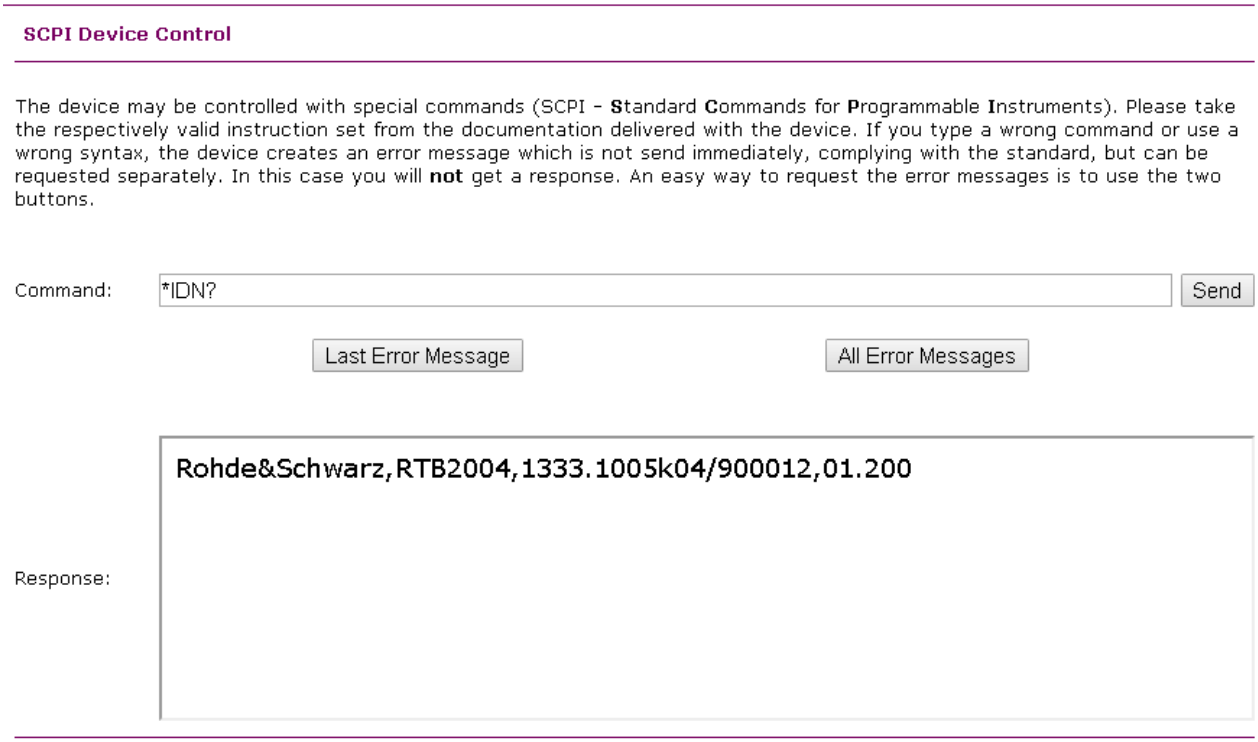
► Sie können das Bildschirmfoto speichern, indem Sie *mit der rechten Maustaste auf das Foto klicken* und „Bild speichern unter“ auswählen.

12.3.4 Gerätesteuerung mittels SCPI

Auf der Seite „Steuerung mittels SCPI“ können Sie überprüfen, wie die Übertragung von Fernsteuerbefehlen funktioniert.

Sie können einen einzelnen Befehl eingeben, beispielsweise `*IDN?`, und ihn mit „Senden“ übertragen. Drücken Sie nicht die Taste [Enter].

Wenn der übertragene Befehl fehlerhaft ist, wird im Hintergrund eine Fehlermeldung erstellt und Sie erhalten keine Antwort. Die Fehlermeldungen können über „Letzte Fehlermeldung“ und „Alle Fehlermeldungen“ abgerufen werden.



12.3.5 Speichern/Laden

Auf der Seite „Speichern/Laden“ können Sie Messkurvendaten und Geräteeinstellungen in einer Datei speichern - entweder auf dem Computer (lokaler Host) oder auf dem Gerät. Auf dem Computer ist das Standardspeicherverzeichnis der Download-Ordner. Sie können das Verzeichnis jedoch über die Download-Funktionen des Browsers ändern. Auf dem Gerät werden die Dateien im internen Speicher abgelegt.

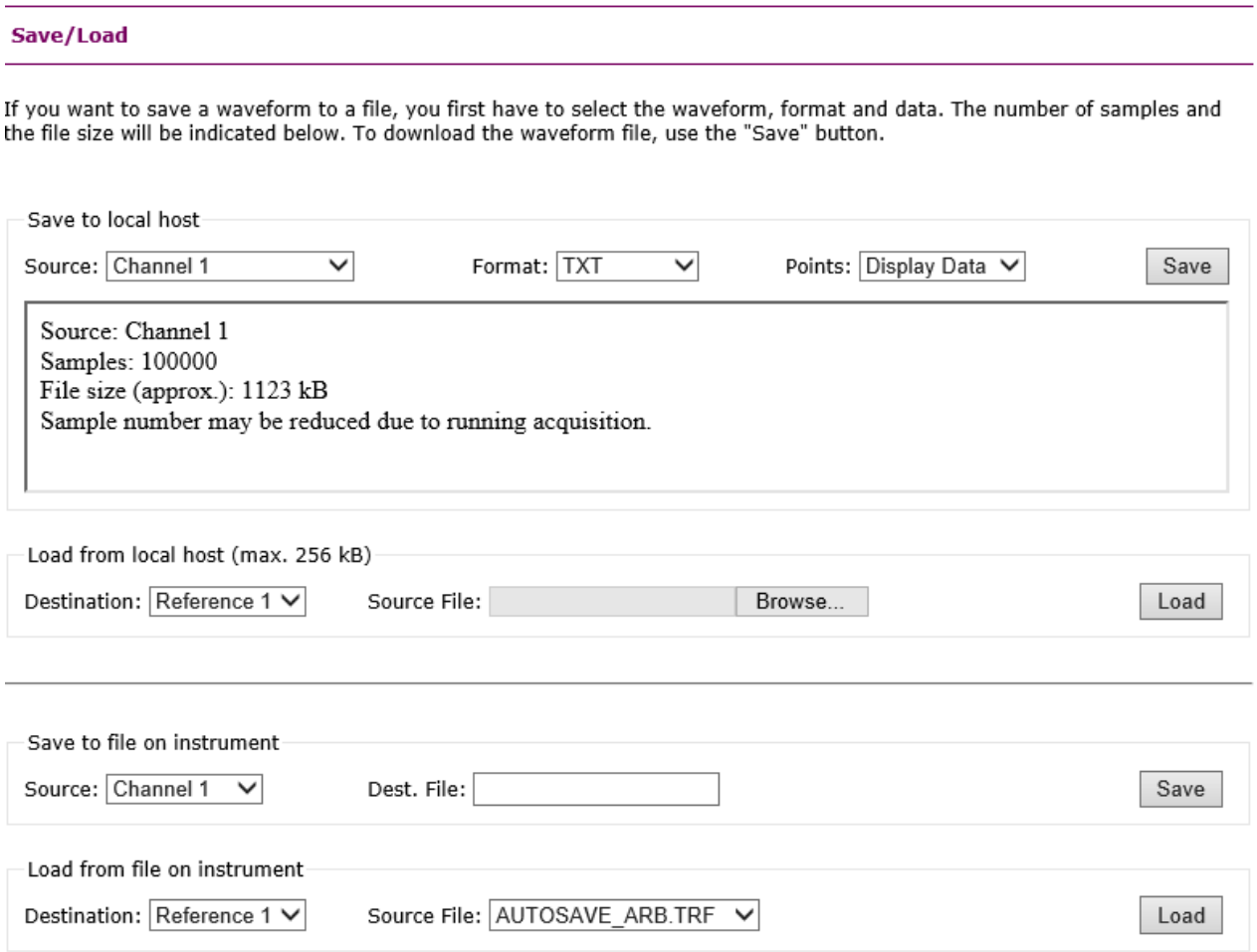
Sie können auch Referenzmesskurven und Geräteeinstellungen aus einer Datei in das Gerät laden („Vom lokalen Host laden“).

Daten in einer Datei auf dem Computer speichern

1. Wählen Sie unter „In lokaler Datei speichern“ die Messkurve oder die Geräteeinstellungen in der Liste „Quelle“ aus.
2. Wählen Sie das „Format“ der Datei aus.

   Siehe auch:
   - Kapitel 10.2.2, „Messkurvendateiformate“, auf Seite 230
   - Kapitel 7.3, „Referenzmesskurven“, auf Seite 122

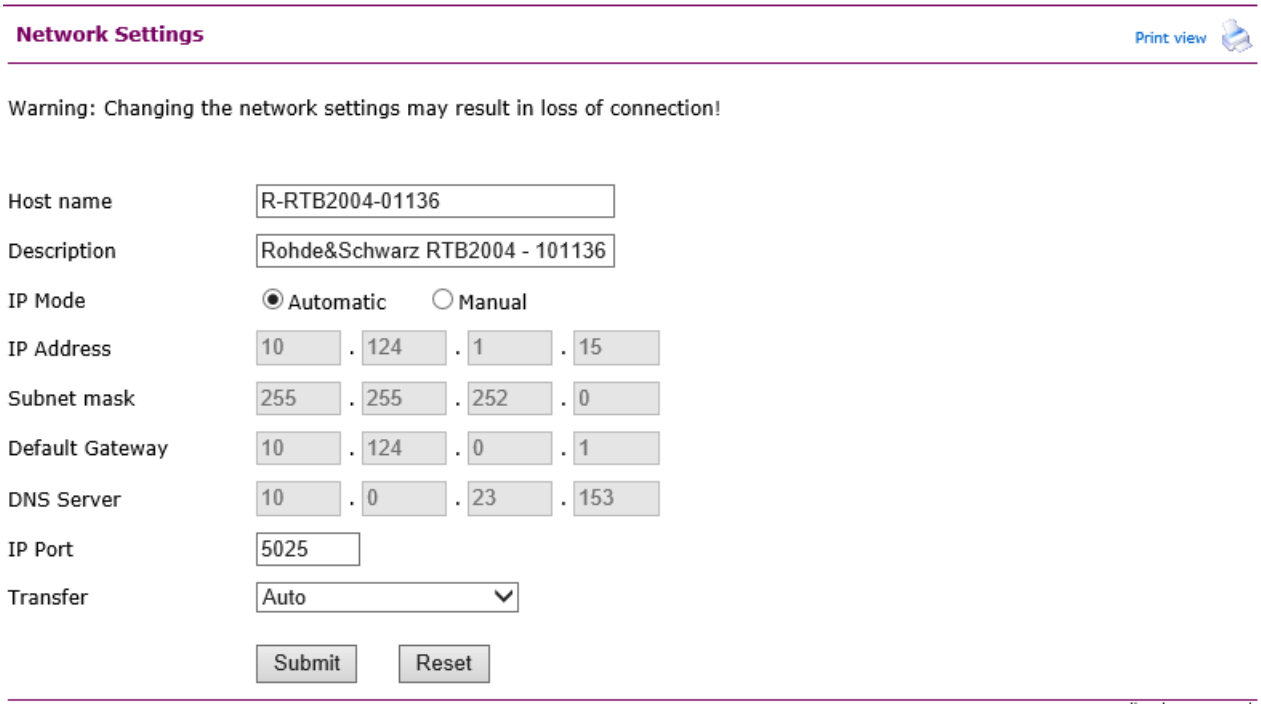
3. Wählen Sie für analoge und digitale Kanäle aus, ob der Anzeigespeicher („Datenanzeigen“) oder der gesamte Erfassungsspeicher („Erf.-Speicher“) ausgelesen werden sollen.
4. Klicken Sie auf „Speichern“.



12.3.6 Netzwerkeinstellungen

Auf der Seite „Netzwerk-Einstellungen“ können Sie die Schnittstelleneinstellungen ändern, die DHCP-Adresse deaktivieren und eine IP-Adresse eingeben, und das einfacher als direkt auf dem Gerät. Damit die Änderungen wirksam werden, müssen Sie sie mit „Senden“ zum Gerät übertragen.

„Zurücksetzen“ entfernt alle geänderten Werte, die noch nicht an das Gerät gesendet wurden.



12.3.7 Passwort ändern

Auf der Seite „Passwort ändern“ können Sie das Passwort ändern oder löschen, um den Fernzugriff auf das Gerät zu schützen. Alternativ können Sie das Passwort im Dialog mit den Ethernet-Einstellungen des Geräts ändern.

12.3.8 Live-Bildschirm

Sie sehen ein Live-Bild der Bildschirmanzeige des Geräts. Eine Steuerung des Geräts ist nicht möglich und es ist immer nur eine Fernverbindung mit dem Live-Bildschirm zulässig. Nutzen Sie diese Seite zum Beispiel zu Demonstrationszwecken.

um den Live-Bildschirm zu schließen, wählen Sie „Geräteübersicht“ aus.

12.3.9 Remote-Frontansicht

Auf der Seite „Remote-Frontansicht“ können Sie das Gerät über die emulierte Frontplatte fernbedienen. Es wird ein Live-Bild der Frontansicht des Geräts angezeigt. Die Tasten, Drehknöpfe und Menüs sind auf dieselbe Weise wie direkt auf dem Gerät verwendbar. Es ist immer nur eine Fernverbindung mit der Funktion Remote-Frontansicht zulässig.

Um die „Remote-Frontansicht“ zu schließen, wählen Sie „Geräteübersicht“ aus.

13 Analyse serieller Bus

Mit dem R&S RTA4000 und zusätzlichen Optionen können die folgenden seriellen Protokolle analysiert werden:

- SPI ohne CS (Serial Peripheral Interface mit 2 Leitungen) und SPI mit CS (Serial Peripheral Interface mit 3 Leitungen) - Option R&S RTA-K1 erforderlich
  Siehe Kapitel 13.2, „SPI-Bus (Option R&S RTA-K1)“, auf Seite 272.
- I²C (Inter-Integrated Circuit-Bus) - Option R&S RTA-K1 erforderlich
  Siehe Kapitel 13.3, „I²C (Option R&S RTA-K1)“, auf Seite 281.
- UART/RS232 (Serielle Schnittstelle EIA-232) - Option R&S RTA-K2 erforderlich
  Siehe Kapitel 13.4, „UART / RS232 (Option R&S RTA-K2)“, auf Seite 290.
- CAN (Controller Area Network) - Option R&S RTA-K3 erforderlich
  Siehe Kapitel 13.5, „CAN (Option R&S RTA-K3)“, auf Seite 298.
- LIN (Local Interconnect Network) - Option R&S RTA-K3 erforderlich
  Siehe Kapitel 13.6, „LIN (Option R&S RTA-K3)“, auf Seite 312.
- Audiosignale - Option R&S RTA- erforderlich
  Siehe Kapitel 13.7, „Audiosignale (Option R&S RTA-K5)“, auf Seite 325.
- MIL-1553 - Option R&S RTA- erforderlich
  Siehe Kapitel 13.8, „MIL-STD-1553 (Option R&S RTA-K6)“, auf Seite 335.
- ARINC 429 - Option R&S RTA- erforderlich
  Siehe Kapitel 13.9, „ARINC 429 (Option R&S RTA-K7)“, auf Seite 346.

Zur Analyse paralleler Busse benötigen Sie MSO-Option R&S RTA-B1 mit den Logikkanälen. Siehe Kapitel 15, „Logikanalysator (Option R&S RTA-B1, MSO)“, auf Seite 409.

13.1 Grundlagen der Protokollanalyse

Die Analyse von seriellen Daten besteht aus folgenden drei Hauptschritten:

- Protokollkonfiguration:
  Wählen Sie den Protokolltyp aus und konfigurieren Sie die Eingangsleitungen und protokollspezifischen Einstellungen.
- Decodierung:
  Wählen Sie das Anzeigeformat für die decodierten Daten aus. Das digitalisierte Signal wird zusammen mit dem decodierten Inhalt der Nachrichten in Wabendiagrammen auf dem Bildschirm angezeigt. Sie können die Signalanzeige skalieren und vergrößern (zoomen), um Details zu sehen.
  Die decodierten Ergebnisse können auch in tabellarischer Form in der Bustabelle angezeigt werden.
- Triggerung:
  Es kann auf verschiedene Ereignisse, die für den konfigurierten Bustyp typisch sind, getriggert werden. Dies können beispielsweise der Start oder Stopp von Nachrichten oder serielle Muster sein.
- Suche:

Auf CAN- und LIN-Bussen kann nach Ereignissen gesucht werden. Die Suchereignisse sind den Triggerereignissen ähnlich. Bei der Suche werden alle zutreffenden Ereignisse in einer Erfassung gefunden, während der Trigger nur das Triggerereignis findet.

Die Analyse ist für analoge und digitale Eingangskanäle durchführbar. Für digitale Kanäle ist MSO-Option R&S RTA-B1 erforderlich.

Sie können 4 Protokollbusse konfigurieren und einen der konfigurierten Busse zur Analyse auswählen.

- Protokoll - Allgemeine Einstellungen....263
- Decodierergebnisse anzeigen....265
- Bustabelle: Decodierergebnisse....266
- Busbeschriftungen....268
- Label-Listen....269

13.1.1 Protokoll - Allgemeine Einstellungen

► Drücken Sie zum Öffnen der Protokolleinstellungen die Taste [Protocol].

Die allgemeinen Einstellungen im Menü „Protokoll“ geben den Bustyp an und führen zu weiteren Menüs zum Anpassen der Anzeige des decodierten Bussignals.

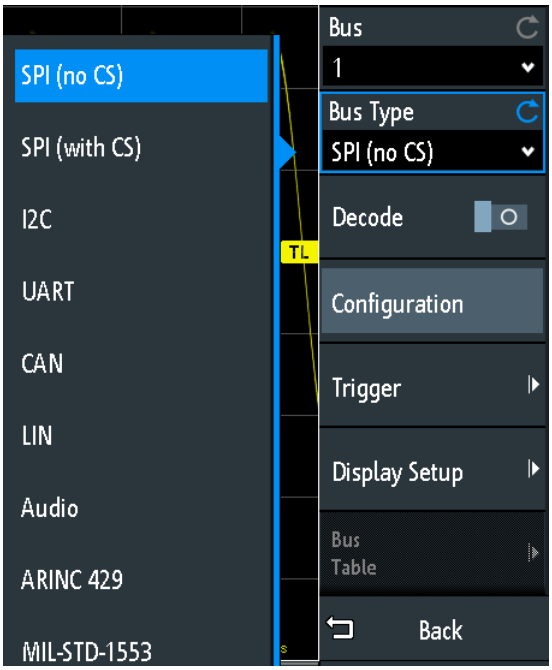


Bild 13-1: Protokollmenü mit eingeblendeten Bustypen

Bus
Gibt den Bus an, der konfiguriert und analysiert werden soll.

Bus-Typ
Gibt den Bus- oder Schnittstellentyp für die Analyse an. Welche Busse verfügbar sind, hängt von den installierten Optionen ab.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:TYPE` auf Seite 624

Decodieren
Aktiviert die Protokolldecodierung für den ausgewählten Bus.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:STATe` auf Seite 624

Konfiguration
Öffnet oder schließt das Dialogfeld mit Konfigurationseinstellungen für den ausgewählten Bus.

In den folgenden Kapiteln wird die manuelle Protokollkonfiguration beschrieben:
- Kapitel 15.5, „Parallele Busse“, auf Seite 414
- Kapitel 13.2.2, „SPI-Konfiguration“, auf Seite 273
- Kapitel 13.3.2, „I²C-Konfiguration“, auf Seite 283
- Kapitel 13.4.2, „UART-Konfiguration“, auf Seite 291
- Kapitel 13.5.2, „CAN Configuration“, auf Seite 300
- Kapitel 13.6.2, „LIN-Konfiguration“, auf Seite 314
- Kapitel 13.7.2, „Audiokonfiguration“, auf Seite 327
- Kapitel 13.8.2, „MIL-STD-1553-Konfiguration“, auf Seite 338
- Kapitel 13.9.2, „ARINC 429-Konfiguration“, auf Seite 347

Trigger
Öffnet die Triggereinstellungen für das ausgewählte Protokoll.

In den folgenden Kapiteln wird die Protokolltriggerung beschrieben:
- Kapitel 13.2.3, „SPI-Trigger“, auf Seite 276
- Kapitel 13.3.3, „I²C-Trigger“, auf Seite 284
- Kapitel 13.4.3, „UART-Trigger“, auf Seite 294
- Kapitel 13.5.3, „CAN-Trigger“, auf Seite 302
- Kapitel 13.6.3, „LIN Trigger“, auf Seite 316
- Kapitel 13.7.2, „Audiokonfiguration“, auf Seite 327
- Kapitel 13.8.3, „MIL-STD-1553-Trigger“, auf Seite 339
- Kapitel 13.9.3, „ARINC 429-Trigger“, auf Seite 349

Eine Triggerung auf parallelen Bussen ist nicht möglich.

Hinweis: Bei der Auswahl von „Trigger“ im Protokollmenü wird die Protokolldecodierung automatisch aktiviert.

Einstellungen anzeigen
Öffnet ein Menü zum Festlegen der Anzeigeeinstellungen, beispielsweise der Datenformate. Die Anzeigeeinstellungen sind für alle Protokolltypen gültig.

Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.

Bezeichnungsliste
Öffnet ein Menü zum Laden und Anwenden einer Liste mit symbolischen Namen von Adressen oder Identifiern. Ist nur für CAN und LIN verfügbar.

Siehe Kapitel 13.1.5, „Label-Listen“, auf Seite 269.

Bustabelle
Öffnet ein Menü zur Festlegung der Bustabelleneinstellungen für die decodierten Frames der Erfassung.

Siehe Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Bezeichnung
Öffnet ein Menü zur Angabe einer Bezeichnung für den ausgewählten Bus.

Siehe Kapitel 13.1.4, „Busbeschriftungen“, auf Seite 268.

13.1.2 Decodierergebnisse anzeigen

Sobald die Konfiguration eines seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Gerät das Signal decodieren. Die Decodiergebnisse werden auf zwei Arten angezeigt:

- Bussignal mit Waben, zeitkorreliert mit den Eingangssignalen. Die Waben zeigen die Werte der Frames oder Wörter an.
- Bustabelle. Die Tabelle listet Datenwerte und Zeitinformationen zu den Frames oder Wörtern auf. Details hierzu finden Sie in Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Seriellen Bus decodieren

► Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

Es wird das Bussignal mit Waben angezeigt. Die Farben der Waben sind protokollspezifisch und werden in den Kapiteln über "Decodiergebnisse" der Protokollbeschreibung erläutert.

Skalierung und Position des decodierten Bussignals anpassen

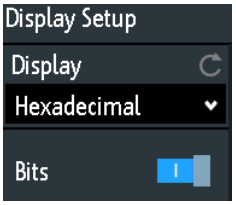
1. Die horizontale Größe der Waben wird durch die horizontale Zeitskala festgelegt, die für Eingangssignale und das Bussignal identisch ist. Ändern Sie die Zeitskala mit dem horizontalen [Scale]-Drehknopf.
2. Passen Sie die Triggerposition mit dem horizontalen [Position]-Drehknopf an.
3. Die vertikale Größe und Position sind für das ausgewählte Bussignal spezifisch.
   a) Tippen Sie auf das Bussignal, um den Fokus darauf zu setzen.
   b) Stellen Sie mit dem vertikalen [Scale]-Drehknopf die Höhe der Waben ein.
   c) Bewegen Sie mit dem oberen Drehknopf im Vertical-Bereich das Bussignal vertikal auf dem Bildschirm.
   d) Drücken Sie den oberen Knopf im Vertical-Bereich, um das Signal in der Anzeige zu zentrieren.

Fernsteuerbefehle

- `BUS<b>:DSIZe` auf Seite 626
- `BUS<b>:POSition` auf Seite 626

Datenformat und Bitanzeige einstellen

1. Drücken Sie die Taste [Protocol].
2. Wählen Sie „Einstellungen anzeigen“ aus.



Anzeige
Legt das Decodierformat der Daten fest: binär, hexadezimal, dezimal, oktal oder ASCII. Die Einstellung gilt für die Daten in den Waben der decodierten Busleitung, aber nicht für die Bustabelle.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:FORMat` auf Seite 625

Bits
Aktiviert die Anzeige der einzelnen Bitleitungen über der decodierten Busleitung.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:DSIGnals` auf Seite 625

13.1.3 Bustabelle: Decodierergebnisse

Die Bustabelle zeigt die decodierten Daten für jeden Frame der Erfassung im Detail an. Bei einer laufenden Erfassung werden die Tabellenergebnisse kontinuierlich aktualisiert. Im Stoppmodus können Sie auf die einzelnen Frames zugreifen und sie analysieren. Wenn die Daten eines Frames lang sind, werden mehrere Zeilen pro Frame angezeigt. Das Blättern und Auswählen erfolgt framebasiert, d.h. wenn Sie in der Tabelle blättern, wählen Sie immer einen kompletten Frame aus, nicht eine einzelne Zeile des Frame.

Sie können die Ergebnisse auch in einer CSV-Datei speichern.

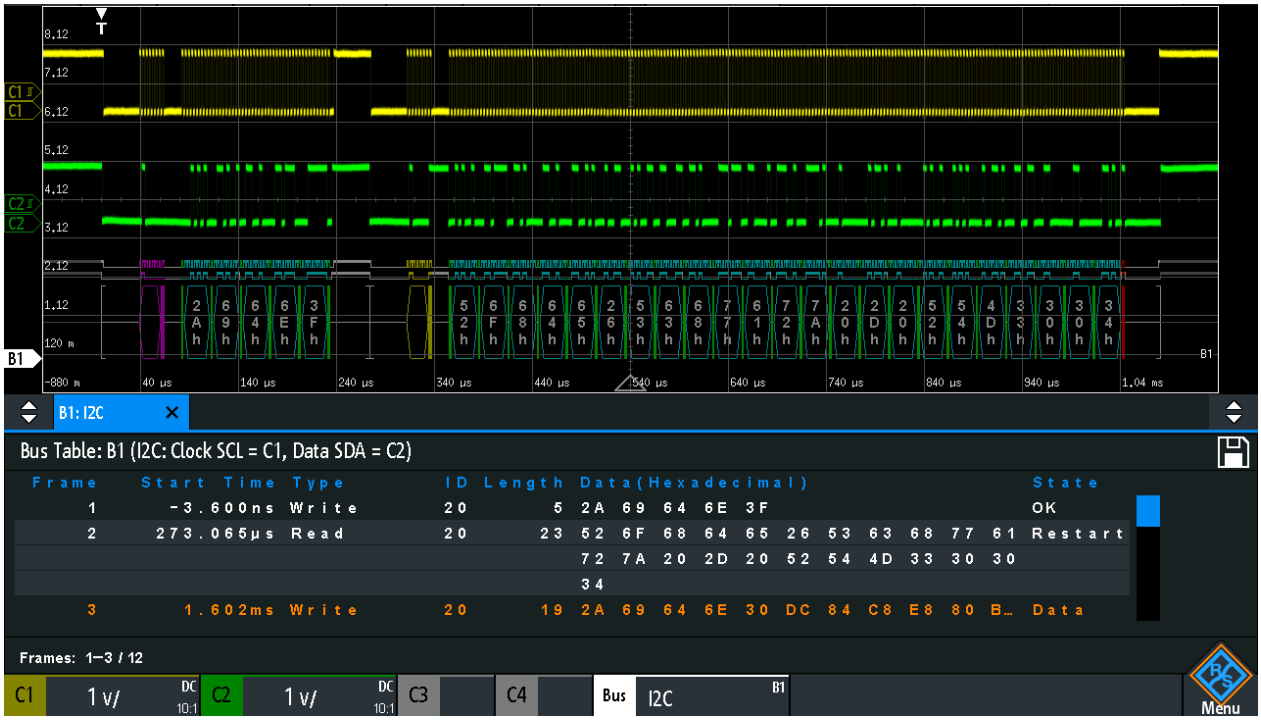


Bild 13-2: Beispiel für eine Bustabelle: Decodierergebnisse eines I2C-Busses

Bustabelle öffnen

1. Wählen Sie im Menü „Bus“ den Punkt „Bustabelle“ aus.
2. Wählen Sie „Bustabelle“ aus.

   Der Menüpunkt wird hervorgehoben und die Bustabelle unter dem Diagramm angezeigt.

In der Bustabelle navigieren

1. Passen Sie die Tabellengröße an, indem Sie eine der Pfeiltasten auf der linken oder rechten Seite nach oben oder unten ziehen.
2. Stoppen Sie die Erfassung.
3. Wählen Sie im Menü „Bustabelle“ den Punkt „Verfolge Frame“ aus.
4. Tippen Sie auf einen Frame in der Bustabelle.

   Der Anfang des ausgewählten Frames wird durch eine Linie und ein Rhombussymbol markiert. Dieser Marker wird in die Mitte des Diagramms verschoben, gefolgt von den decodierten Daten.

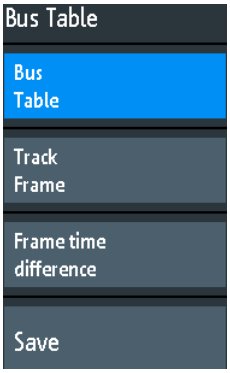
Bustabelle speichern

1. Schließen Sie einen USB-Stick an, wenn Sie die Daten außerhalb des Geräts speichern möchten.
2. Tippen Sie rechts oben in der Bustabelle auf das Symbol „Speichern“.

3. Wählen Sie das richtige „Ziel“ und den Pfad aus.
   Sie können die Daten auch auf dem Gerät speichern. Wählen Sie in diesem Fall „Ziel“ „/INT/SEARCH“ aus.
4. Ändern Sie, falls erforderlich, den Dateinamen und geben Sie einen Kommentar ein.
5. Tippen Sie auf „Speichern“.

   Die Daten werden in einer CSV-Datei gespeichert.

Bustabellenmenü



Bustabelle
Blendet eine Tabelle mit decodierten Signaldaten ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:RESult` auf Seite 626

Verfolge Frame
Wenn aktiviert, wird der ausgewählte Frame in der Bustabelle automatisch mit der Messkurvenanzeige synchronisiert.

Die Funktion ist nur verfügbar, wenn die Erfassung gestoppt wurde.

Frame Zeitdifferenz
Wenn ausgewählt, zeigt die Zeitspalte in der Bustabelle die Zeitdifferenz des Frames zum vorherigen Frame an. Die Spalte ist mit „Zeitdiff.“ gekennzeichnet. Wenn die Einstellung deaktiviert ist, wird die absolute Zeit in Bezug zum Triggerzeitpunkt in der Spalte „Startzeit“ angezeigt.

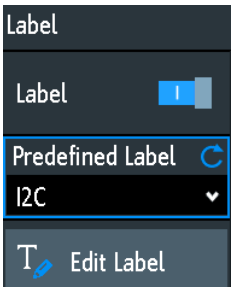
Speichern
Öffnet das Menü „Speichern“, um die decodierten Daten in einer CSV-Datei zu speichern.

13.1.4 Busbeschriftungen

Eine Busbeschriftung ist der Name eines Busses. Die Busbeschriftung wird rechts neben der Anzeige am Bussignal und in der Bustabelle angezeigt.

Verwechseln Sie nicht „Bezeichnung“ und „Bezeichnungsliste“. Die „Bezeichnung“ Beschriftung benennt den Bus, während die „Bezeichnungsliste“ die Namen von Busknoten enthält, die durch Adressen oder Identifier identifiziert werden.

Zugriff: [Protocol] > „Bezeichnung“



Bezeichnung
Blendet die Busbeschriftung ein oder aus. Die Busbeschriftung wird rechts neben der Anzeige am Bussignal und in der Bustabelle angezeigt. Der Bus und seine Beschriftung sind nur sichtbar, wenn „Decodieren“ aktiviert ist.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine Beschriftung einzugeben:
- Wählen Sie über „Vordefiniert“ eine Beschriftung aus der Bibliotheksliste aus.
- Geben Sie über „Bezeichnung editieren“ eine benutzerdefinierte Beschriftung ein.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LABel:STATe` auf Seite 625

Vordefiniert
Ermöglicht die Auswahl einer vordefinierten Beschriftung. Der Text kann mit „Bezeichnung editieren“ bearbeitet werden.

Bezeichnung editieren
Öffnet eine On-Screen-Tastatur zur Eingabe einer Beschriftung. War bereits eine vordefinierte Beschriftung ausgewählt, wird sie im Eingabefeld angezeigt und Sie können sie ändern.

Der Name darf maximal acht Zeichen lang sein und kann nur ASCII-Zeichen enthalten, die auf der On-Screen-Tastatur verfügbar sind.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LABel` auf Seite 625

13.1.5 Label-Listen

Für alle Protokolle mit ID- oder Adressidentifizierung können Label-Listen erstellt werden, die Adressen bzw. IDs, einen symbolischen Namen für jeden Knoten sowie protokollspezifische Information enthalten.

Sie können die Label-Liste auch zum Triggern auf einen Identifier oder eine Adresse nutzen. Statt den Wert einzugeben, können Sie den in der Label-Liste angegeben Namen auswählen.

Dateien mit Label-Listen haben das Format PTT.

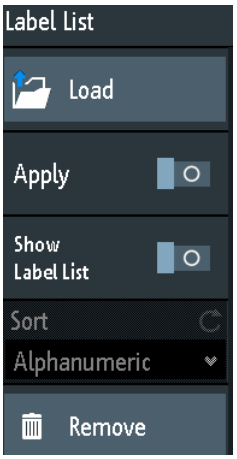
Label-Listen sind protokollspezifisch. Sie werden in den entsprechenden Protokollkapiteln beschrieben:

- Kapitel 13.5.6, „CAN-Label-Liste“, auf Seite 310
- Kapitel 13.6.6, „LIN-Label-Liste“, auf Seite 323

13.1.5.1 Label-Listen verwenden

Eine Label-Liste laden und die Labels anzeigen

1. Speichern Sie die Datei mit der Label-Liste auf einem USB-Stick.
2. Drücken Sie die Taste [Protocol].
3. Konfigurieren Sie das Protokoll.
4. Wählen Sie im Menü „Bus“ den Punkt „Bezeichnungsliste“ aus.



5. Wählen Sie „Laden“ aus.
6. Navigieren Sie zur Datei mit der Label-Liste, wählen Sie sie aus und tippen Sie auf „Laden“.
7. Tippen Sie auf „Bezeichnungsliste anzeigen“, um die Label-Liste zu lesen.
8. Tippen Sie auf „Anwenden“, um die Knoten-Labels in der Anzeige der decodierten Daten zu sehen.

Ein Label zum Triggern auf einen Identifier oder eine Adresse verwenden

Voraussetzungen: Der Bus ist konfiguriert, Decodierung ist aktiviert und ein decodiertes Signal ist sichtbar.

1. Öffnen Sie das Menü „Bus“.
2. Wählen Sie „Trigger“ aus.
3. Legen Sie folgende Triggereinstellungen fest:

a) „<Protokoll> Trigger“ = „Kennung“, „Kennung + Daten“, „Adresse“ oder „Adresse und Daten“.
b) Tippen Sie auf „ID aus Tabelle“.
c) Wählen Sie das Label aus. Die Liste enthält alle symbolischen Namen, die in der geladenen Datei definiert sind.

4. Schließen Sie den Dialog.

5. Stellen Sie den Triggermodus auf „Normal“ ein.

13.1.5.2 Inhalt und Format der PTT-Datei

Label-Listen werden als PTT-Dateien (Protocol Translation Table) gespeichert. Das PTT-Dateiformat ist eine Erweiterung des CSV-Formats (Comma-Separated Values). Sie können die Dateien mit Standardeditoren bearbeiten, beispielsweise mit MS Excel oder einem Texteditor.

Eine PTT-Datei enthält drei Zeilentypen:

- Kommentarzeilen beginnen mit einem Rautezeichen (#). Ein Rautezeichen an einer anderen Position in der Zeile wird wie ein Standardzeichen behandelt.
- Befehlszeilen beginnen mit einem @-Zeichen. Ein @-Zeichen an einer anderen Position in der Zeile wird wie ein Standardzeichen behandelt.
- Standardzeilen sind die Zeilen, die keine Kommentar- oder Befehlszeilen sind. Sie bilden den Kern der Label-Liste.

Befehlszeilen

Befehlszeilen definieren die Version der PTT-Datei und den Protokollnamen:

- @FILE_VERSION: muss genau einmal in der Datei vorkommen
- @PROTOCOL_NAME: muss mindestens ein Mal in der Datei vorkommen. Eine einzige Datei kann also mehrere Label-Listen für verschiedene Protokolle enthalten.

```
# --- Start of PTT file
@FILE_VERSION  = 1.0
@PROTOCOL_NAME = i2c
[... Label list for I2C]
@PROTOCOL_NAME = can
[... Label list for CAN]
# --- End of PTT file
```

Standardzeilen

Standardzeilen definieren den Inhalt der Label-Liste. Die Regeln für Standardzeilen entsprechen denen der CSV-Konvention:

- Werte werden durch Kommas getrennt
- Leerzeichen hinter einem Trennzeichen werden ignoriert
- Werte mit einem Sonderzeichen (Komma, Zeilenumbruch oder Anführungszeichen) müssen in Anführungszeichen eingeschlossen werden

- Text in Anführungszeichen muss in zusätzliche Anführungszeichen gesetzt werden

Das Format des numerischen Werts wird durch ein Suffix angegeben. Folgende Formate werden unterstützt:

Format	Suffix	Beispiel
Dezimal	<leer> d	`106, DeviceName` `106d, DeviceName`
Hexadezimal	h	`6Ah, DeviceName` oder Präfix: `0x6A, DeviceName`
Oktal	o	`152o, DeviceName`
Binär	b	`01101010b, DeviceName`

Die maximale unterstützte Wortgröße für (vorzeichenlose) Ganzzahlen beträgt 64 bit.

```
# --- Start of PTT file
@FILE_VERSION  = 1.0
@PROTOCOL_NAME = i2c
#    Following two lines are equal:
7,01h,Temperature
7,01h, Temperature
#    A comma must be enclosed in double quotes:
7,01h,"Temperature, Pressure, and Volume"
#    A double quote must also be enclosed in double quotes:
7,7Fh,"Highspeed ""Master"" 01"
#    Following lines yield the same result:
7d,0x11,Pressure
7h,11h,Pressure
0x7,17d,Pressure
7,17,Pressure
```

13.2 SPI-Bus (Option R&S RTA-K1)

- Das SPI-Protokoll....272
- SPI-Konfiguration....273
- SPI-Trigger....276
- SPI-Decodierergebnisse....279

13.2.1 Das SPI-Protokoll

Zur vollen Unterstützung des SPI-Protokolls ist ein Vierkanal-Gerät oder die MSO-Option R&S RTA-B1 erforderlich.

Das SPI-Protokoll (Serial Peripheral Interface) wird für die Kommunikation mit langsamen Peripheriegeräten verwendet, insbesondere zur Übertragung von Datenströmen.

Haupteigenschaften von SPI:

- Master-Slave-Kommunikation
- Keine Geräteadressierung. Der Zugriff auf den Slave erfolgt über eine Chip-Select- oder Slave-Select-Leitung.
- Kein Bestätigungsmechanismus für den Empfang von Daten
- Duplexfähigkeit

Die meisten SPI-Busse haben vier Leitungen, zwei Daten- und zwei Steuerleitungen:

- Taktleitung zu allen Slaves (SCLK)
- Slave-Select- oder Chip-Select-Leitung (SS oder CS)
- Master-Datenausgang, Slave-Dateneingang (MOSI oder SDI)
- Master-Dateneingang, Slave-Datenausgang (MISO oder SDO)

Wenn der Master einen Takt generiert und ein Slave-Gerät auswählt, können Daten in eine der beiden oder beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.

Bild 13-3: Einfache Konfiguration eines SPI-Busses

Die Datenbits einer Nachricht werden nach folgenden Kriterien gruppiert:

- Ein Wort enthält mehrere aufeinanderfolgende Bits. Die Wortlänge wird in der Protokollkonfiguration angegeben.
- Ein Frame enthält mehrere aufeinanderfolgende Wörter (mindestens ein Wort).

13.2.2 SPI-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

SPI-Signal einstellen und decodieren (mit oder ohne CS)

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = „SPI (kein CS)“ oder „SPI (mit CS)“ aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die Quellen der Signalleitungen aus, d. h. die Kanäle, mit denen die Leitungen verbunden sind.
6. Legen Sie den Schwellenwert fest. Verwenden Sie eines der folgenden Verfahren:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellenwert fest.

- Geben Sie den Schwellenwert im numerischen Feld ein.

7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Nachfolgend werden in SPI-Konfigurationseinstellungen die Einstellungen erläutert.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

SPI-Konfigurationseinstellungen

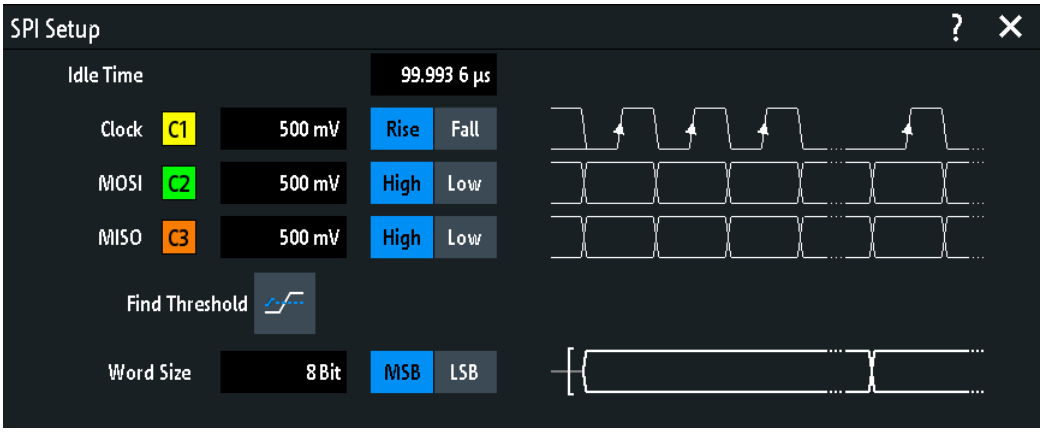


Bild 13-4: Einstellung SPI ohne CS

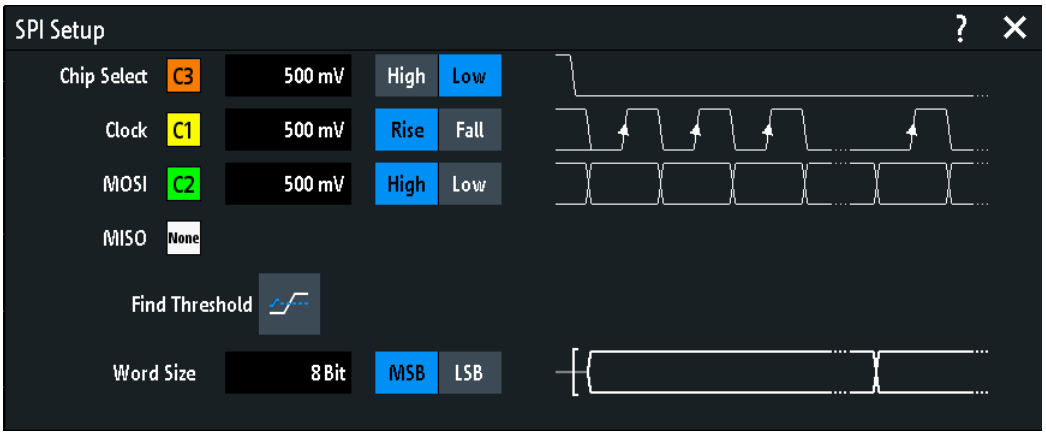


Bild 13-5: Einstellung SPI mit CS

Chip-Select....275
Takt....275
Flanke....275
MOSI / MISO / Daten....275
Polarität....275
Schwellenwert, Schwelle suchen....276
Wortlänge....276
Leerlaufzeit....276

Chip-Select
Gibt den Eingangskanal der Chip-Select-(CS-)Leitung an. Ist nur in der Einstellung „SPI (mit CS)“ verfügbar.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:SPI:CS:SOURce` auf Seite 627

Takt
Gibt den Eingangskanal der Taktleitung an.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:SPI:CLOCk:SOURce` auf Seite 628
`BUS<b>:SSPI:CLOCk:SOURce` auf Seite 630

Flanke
Gibt an, ob Daten auf der steigenden oder fallenden Flanke des Takts abgetastet werden. Die Taktflanke markiert den Anfang eines neuen Bits.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:SPI:CLOCk:POLarity` auf Seite 628
`BUS<b>:SSPI:CLOCk:POLarity` auf Seite 631

MOSI / MISO / Daten
Geben Sie den Eingangskanal der Datenleitungen an. MOSI ist verbindlich, die MISO-Leitung ist optional.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Hinweis: MISO ist nur für Bus 1 und Bus 3 verfügbar. Für Bus 2 und Bus 4 können Sie nur eine „Daten“-Leitung angeben. Die MISO-Leitung belegt eine zweite Busleitung. Deshalb ist Bus 2 bzw. Bus 4 nicht verfügbar, wenn MISO Bus 1 bzw. Bus 3 belegt.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:SPI:MOSI:SOURce` = `BUS<b>:SPI:DATA:SOURce` auf Seite 628
`BUS<b>:SPI:MISO:SOURce` auf Seite 628
`BUS<b>:SSPI:MOSI:SOURce` = `BUS<b>:SSPI:DATA:SOURce` auf Seite 631
`BUS<b>:SSPI:MISO:SOURce` auf Seite 631

Polarität
Gibt an, ob das gesendete Signal High aktiv (High = 1) oder Low aktiv (Low = 1) ist.

Für CS ist Low aktiv die Voreinstellung.

Für MOSI / MISO ist High aktiv die Voreinstellung.

Für Daten ist High aktiv die Voreinstellung.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:SPI:MOSI:POLarity` = `BUS<b>:SPI:DATA:POLarity` auf Seite 629
`BUS<b>:SPI:MISO:POLarity` auf Seite 629

BUS<b>:SSPI:MOSI:POLarity = BUS<b>:SSPI:DATA:POLarity auf Seite 631
BUS<b>:SSPI:MISO:POLarity auf Seite 632

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
CHANnel<m>:THReshold auf Seite 461
CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel auf Seite 461
DIGital<m>:THReshold auf Seite 790

Wortlänge
Gibt die Wortlänge (oder Symbolgröße) an, d. h. die Anzahl Bits in einer Nachricht. Die maximale Wortlänge beträgt 32 bit.

Sie können auch die Bitfolge angeben, die bestimmt, ob die Daten der Nachrichten mit dem „MSB“ (höchstwertiges Bit) oder „LSB“ (niedrigstwertiges Bit) beginnen.

Fernsteuerbefehl:
BUS<b>:SPI:SSIZe auf Seite 630
BUS<b>:SSPI:SSIZe auf Seite 633
BUS<b>:SPI:BORDer auf Seite 629
BUS<b>:SSPI:BORDer auf Seite 632

Leerlaufzeit
Gibt die Burst-Totzeit an, in der die Daten- und Taktleitungen Low sind. Ist nur in der Einstellung „SPI (kein CS)“ verfügbar.

Ein neuer Frame beginnt, wenn die Totzeit abgelaufen ist und die Taktleitung während dieser Zeit inaktiv war. Wenn das Zeitintervall zwischen den Datenwörtern kürzer als die Totzeit ist, sind die Wörter Teil desselben Frames.

Fernsteuerbefehl:
BUS<b>:SSPI:BITime auf Seite 632

13.2.3 SPI-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.2.2, „SPI-Konfiguration“, auf Seite 273.

Auf SPI-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für SPI konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
- Die Decodierung wird aktiviert (falls erforderlich).
- Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
- Die Bedingung „SPI-Trigger“ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.

4. Prüfen Sie die „Quelle“. Falls erforderlich, ändern Sie die Einstellung.
5. Wählen Sie unter „SPI-Trigger“ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Framestart“: Anfang der Nachricht
   - „Frame-Ende“: Ende der Nachricht
   - „Bit <x>“: ein bestimmtes Bit innerhalb der Nachricht
   - „Serielle Bitfolge“: ein Bitmuster in der Nachricht
6. Bei Auswahl von „Serielle Bitfolge“ wird der SPI-Trigger-Einstellungsdialog für die Definition des seriellen Musters erweitert.

SPI-Triggereinstellungen

Die Triggereinstellungen werden im Dialog unter den Buskonfigurationseinstellungen angezeigt. Wählen Sie im Triggermenü die Triggerquelle aus und öffnen oder schließen Sie das Einstellungsdialogfeld.

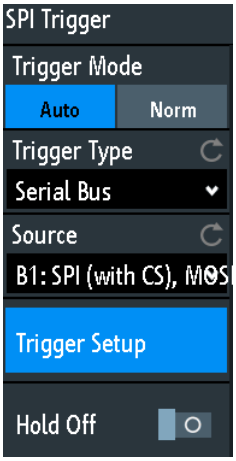


Bild 13-6: Menü SPI-Trigger

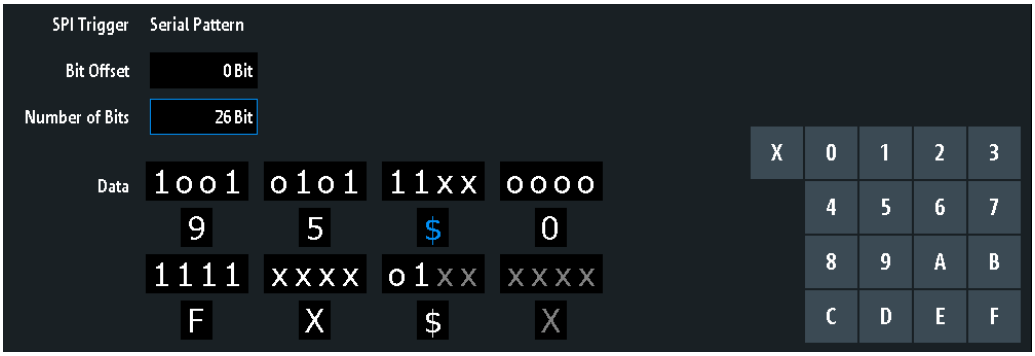


Bild 13-7: SPI-Triggereinstellungen mit einem Beispiel für ein serielles Muster

9 = Hexadezimalwert des 1. Nibbles mit dem Binärwert 1001
$ (blau) = Hexadezimalwert des 3. Nibbles, der einige „X“-Bits enthält. Die blaue Farbe bedeutet, dass das Nummernfeld für dieses Nibble aktiv ist.
X (weiß) = Das 6. Nibble ist ein "Ignorieren"-Nibble, da es nur aus „X“-Bits besteht.
$ (weiß) = Das 7. Nibble ist nur halb in der angegebenen Musterlänge von 26 Bits enthalten.
X (grau) = Das 8. Nibble ist nicht im angegebenen Muster enthalten.

Quelle....278
SPI-Trigger....278
Bit-Offset....279
Bitanzahl....279
Daten....279

Quelle

Sind sowohl MOSI- als auch MISO-Leitungen für die Analyse konfiguriert, geben Sie an, welche Leitung die Triggerquelle ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SOURce:SPI` auf Seite 633

SPI-Trigger

Gibt die Triggerbedingung an.

„Framestart“ Setzt den Trigger auf den Anfang der Nachricht:

- Für SPI mit CS (Chip Select) startet der Frame, wenn das CS-Signal in den aktiven Zustand wechselt.
- Für SPI ohne CS startet der Frame, wenn die Totzeit abgelaufen ist.

„Frame-Ende“ Setzt den Trigger auf das Ende der Nachricht.

- Für SPI mit CS (Chip Select) endet der Frame, wenn das CS-Signal in den inaktiven Zustand wechselt.
- Für SPI ohne CS endet der Frame, wenn die Totzeit nach dem letzten Takt abgelaufen und in dieser Zeit kein neuer Takt aufgetreten ist.

„Bit <x>“ Setzt den Trigger auf die mit „Bit-Offset“ auf Seite 279 angegebene Bitnummer.

„Serielle Bitfolge“ Erweitert den Triggereinstellungsdialog, um das Bitmuster, auf das getriggert werden soll, zu konfigurieren. Geben Sie „Bitanzahl“ auf Seite 279 und „Daten“ auf Seite 279 zur Definition des Mustern und „Bit-Offset“ auf Seite 279 zur Definition der Musterposition an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SPI:MODE` auf Seite 633

Bit-Offset
Gibt die Anzahl Bits vor dem ersten Bit des Musters an. Diese Bits werden ignoriert. Das erste Bit nach dem Framestart ist Bit 1. Beispiel: Bei Bit-Offset = 2 werden Bit 1 und Bit 2 ignoriert, d. h., das Muster startet mit Bit 3.

Ist „SPI-Trigger“ auf „Bit <x>“ eingestellt, wird der Trigger auf das nächste Bit gesetzt, das auf die Offset-Bits folgt. Beispiel: Bei Bit-Offset = 4 triggert das Gerät auf den Anfang des 5. Bits.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SPI:POFFset` auf Seite 634

Bitanzahl
Gibt die Länge des seriellen Musters in Bits an.

Hinweis: Werden Datenbits außerhalb der angegebenen Länge des Musters eingegeben, wird die „Bitanzahl“ automatisch angepasst, um alle eingegebenen Bits einzuschließen.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SPI:PLENgth` auf Seite 634

Daten
Gibt das Datenmuster an, wenn „SPI-Trigger“ auf „Serielle Bitfolge“ eingestellt ist. Wenn das Gerät das angegebene Datenmuster erkennt, setzt es den Trigger auf das erste Bit dieses Musters.

Bild 13-7 zeigt ein Beispiel für eine Musterdefinition.

Tippen Sie zur Eingabe des Binärwerts eines Bits auf das betreffende Bit. Tippen Sie zur Eingabe des Hexadezimalwerts auf eins der Nibbles (Halbbyte) in der unteren Datenzeile.

Wenn ein Nibble (Halbbyte) 1, 2 oder 3 „X“-Bits (Ignorieren) enthält, wird der Nibble-Wert durch das Zeichen „$“ dargestellt. Sind alle 4 Bits eines Nibbles „X“, wird das Nibble selbst "ignoriert", dargestellt durch das Zeichen „X“.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SPI:PATTern` auf Seite 634

13.2.4 SPI-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.

2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

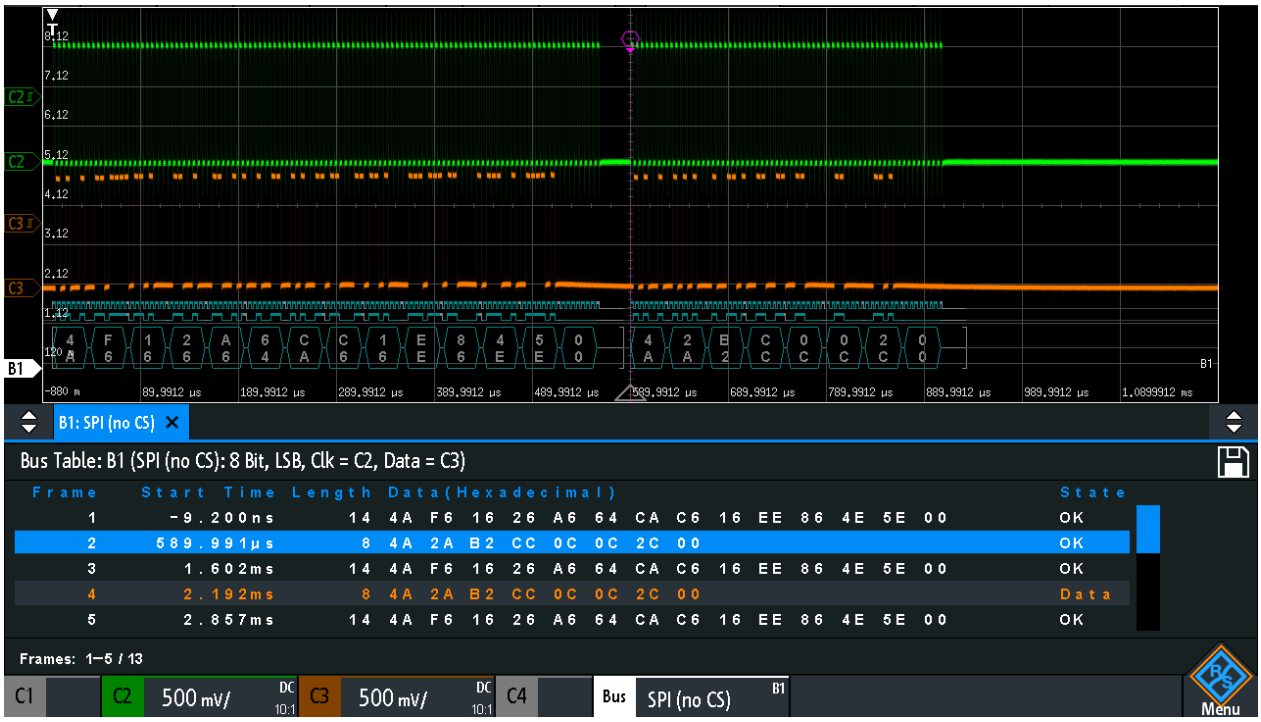


Bild 13-8: Decodiertes Signal mit Bustabelle bei SPI ohne CS. Der erste Frame enthält vierzehn Wörter und der zweite Frame acht Wörter.

Tabelle 13-1: Inhalt der SPI-Bustabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Länge	Anzahl der Wörter im Frame
Daten	Hexadezimale Werte der Datenwörter
Zustand	Gesamtzustand des Frames

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.2.4, „SPI - Decodierergebnisse“, auf Seite 635 beschrieben.

13.3 I²C (Option R&S RTA-K1)

Inter-Integrated Circuit ist ein einfaches Protokoll mit geringer Bandbreite und Geschwindigkeit für die Kommunikation zwischen On-Board-Geräten, z. B. in LCD- und LED-Treibern, RAM, EEPROM und anderen.

- Das I²C-Protokoll....281
- I²C-Konfiguration....283
- I²C-Trigger....284
- I²C-Decodierergebnisse....287
- I²C-Label-Liste....288

13.3.1 Das I²C-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Datenformat, Adresstypen und Triggermöglichkeiten. Ausführliche Informationen finden Sie im Dokument "I2C-Bus Specification and User Manual", das auf der Webseite für NXP-Handbücher unter http://www.nxp.com/ verfügbar ist.

I²C-Eigenschaften

Haupteigenschaften von I²C:

- Auslegung mit zwei Signalleitungen: Taktleitung (SCL = Serial Clock) und Datenleitung (SDA = Serial Data)
- Master-Slave-Kommunikation: Der Master generiert den Takt und adressiert die Slaves. Slaves empfangen die Adresse und den Takt. Sowohl Master als auch Slaves können Daten senden und empfangen.
- Adressierungsschema: Jedes Slave-Gerät ist durch eine eindeutige Adresse ansprechbar. Mehrere Slave-Geräte können miteinander verknüpft und vom selben Master adressiert werden.
- Read/Write-Bit: Gibt an, ob der Master die Daten lesen (=1) oder schreiben (=0) wird.
- Rückmeldung: Erfolgt nach jedem Byte. Der Empfänger der Adresse oder Daten sendet zur Bestätigung ein ACK-Bit an den Sender.

Das R&S RTA4000 unterstützt alle Betriebsgeschwindigkeitsmodi: High Speed Mode, Fast Mode Plus, Fast Mode und Standard Mode.

Datenübertragung

Das Format einer einfachen I²C-Nachricht (Frame) mit 7-Bit-Adressierung besteht aus folgenden Teilen:

- Startbedingung: Fallende Flanke auf SDA, während SCL High ist
- 7-Bit-Adresse des Slave, an den geschrieben oder von dem gelesen wird
- R/W-Bit: Gibt an, ob die Daten an den Slave geschrieben oder vom Slave gelesen werden
- Rückmeldungsbits (ACK): Wird vom Empfänger des vorherigen Bytes ausgegeben, wenn die Übertragung erfolgreich war

Ausnahme: Beim Lesezugriff beendet der Master die Datenübertragung mit einem NACK-Bit nach dem letzten Byte.

- Daten: Eine Anzahl von Datenbytes mit einem ACK-Bit nach jedem Byte
- Stoppbedingung: Steigende Flanke auf SDA, während SCL High ist

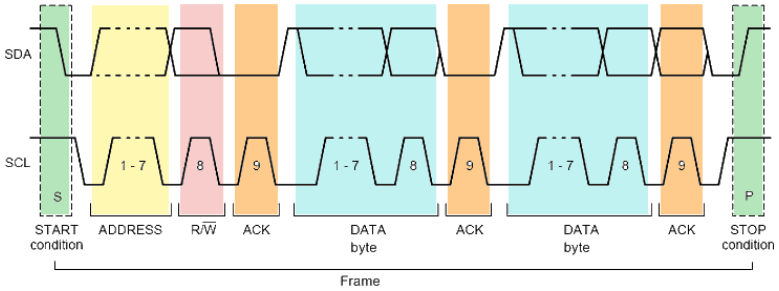


Bild 13-9: I2C-Schreibzugriff mit 7-Bit-Adresse

Adresstypen: 7-Bit und 10-Bit

Slave-Adressen können 7 oder 10 bit lang sein. Eine 7-Bit-Adresse erfordert ein einziges Byte, 7 bit für die Adresse, gefolgt vom R/W-Bit.

Eine 10-Bit-Adresse für den Schreibzugriff erfordert 2 Bytes: Das erste Byte beginnt mit der reservierten Sequenz 11110, gefolgt von den zwei MSBs der Adresse und dem Write-Bit. Das zweite Byte enthält die übrigen 8 LSBs der Adresse. Der Slave bestätigt jedes Adressbyte.

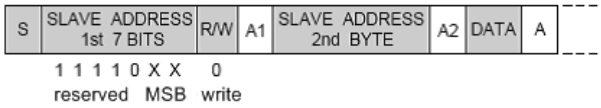


Bild 13-10: 10-Bit-Adresse, Schreibzugriff

Eine 10-Bit-Adresse für Lesezugriff erfordert drei Bytes. Die ersten zwei Bytes sind mit der Schreibzugriffsadresse identisch. Das dritte Byte wiederholt die Adressbits des ersten Bytes und setzt das Read-Bit.

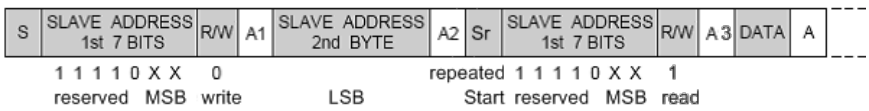


Bild 13-11: 10-Bit-Adresse, Lesezugriff

Trigger

Das R&S RTA4000 kann auf verschiedene Teile von I²C-Nachrichten triggern. Die Daten- und Taktleitungen müssen mit den Eingangskanälen verbunden werden. Triggerung auf mathematische und Referenzmesskurven ist nicht möglich.

Sie können triggern auf:

- Start- oder Stoppbedingung
- Repeated-Start-Bedingung

- Übertragungsrichtung (lesen oder schreiben)
- Bytes mit fehlendem Bestätigungsbit
- Bestimmte Slave-Adresse
- Bestimmtes Datenmuster in der Nachricht

13.3.2 I²C-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

I²C-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = I2C aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie den „SCL“-Kanal aus, mit dem die Taktleitung verbunden ist.
6. Wählen Sie den „SDA“-Kanal aus, mit dem die Datenleitung verbunden ist.
7. Legen Sie den Schwellenwert fest. Verwenden Sie eines der folgenden Verfahren:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellenwert fest.
   - Geben Sie den Schwellenwert im numerischen Feld ein.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

I²C-Konfigurationseinstellungen

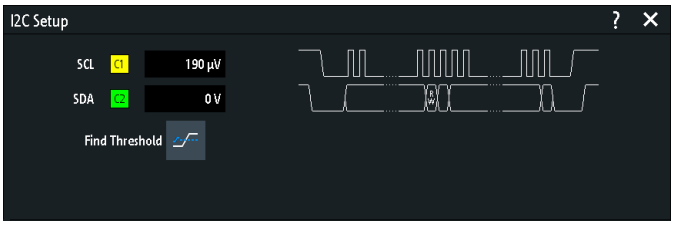


Bild 13-12: I2C-Einstellungsdialog

SCL 283
SDA 284
Schwellenwert, Schwelle suchen 284

SCL
Gibt den Quellenkanal an, mit dem die Taktleitung verbunden ist.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2C:CLOCk:SOURce` auf Seite 639

SDA
Gibt den Quellenkanal an, mit dem die Datenleitung verbunden ist.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2C:DATA:SOURce` auf Seite 639

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

13.3.3 I²C-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.3.2, „I²C-Konfiguration“, auf Seite 283.

Auf I²C-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für I2C konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls erforderlich).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Triggerbedingungen werden im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „I2C -Trigger“ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Start“: Anfang der Nachricht
   - „Stopp“: Ende der Nachricht
   - „Neustart“: Repeated-Start-Bedingung
   - „Kein Ackn. Bit“: Übertragung von Datenbits wird nicht bestätigt
   - „Adresse und Daten“: Adressmuster und/oder bis zu drei Datenbytes

5. Bei Auswahl von „Adresse und Daten“ wird der I²C-Trigger-Einstellungsdialog für die Definition der seriellen Muster erweitert.

I2C-Triggereinstellungen

Bild 13-13: Triggereinstellungsdialog zum Triggern auf eine Kombination aus Adresse und Daten

A5 = Hexadezimalwert des 1. Bytes mit dem Binärwert 10100101
5$ = Hexadezimalwert des 2. Bytes. Das 1. Nibble hat den Binärwert 0101 und das 2. Nibble wird durch das Zeichen „$“ dargestellt wird, da es ein „X“-Bit (Ignorieren) enthält.
XX (grau) = Das 3. Byte ist nicht im angegebenen Muster enthalten.

I2C -Trigger 285
Slave-Adresse 286
ID aus Tabelle 286
Datenbedingung 286
└ Byte-Offset 286
└ Byteanzahl 286
└ Daten: Bin-/Hex-Muster 287

I2C -Trigger

Gibt die Triggerbedingung an.

„Start“	Setzt den Trigger auf den Anfang der Nachricht. Die Startbedingung ist eine fallende Flanke auf SDA, während SCL High ist.
„Stopp“	Setzt den Trigger auf das Ende der Nachricht. Die Stoppbedingung ist eine steigende Flanke auf SDA, während SCL High ist.
„Neustart“	Setzt den Trigger auf einen wiederholten Start, wenn die Startbedingung ohne vorherige Stoppbedingung auftritt. Dies kann passieren, wenn ein Master mehrere Nachrichten sendet, ohne den Bus freizugeben.
„Kein Ackn. Bit“	Fehlende Bestätigung: Das Gerät triggert, wenn der Slave kein Bestätigungsbit sendet. Nach jedem Byte erfolgt eine Bestätigung. Schlug die Übertragung im Moment des Bestätigungsbits fehl, ist die SDA-Leitung während der High-Periode des Taktpulses im Zustand High.
„Adresse und Daten“	Setzt den Trigger auf ein Adress- oder Datenmuster oder eine Kombination aus beiden. Siehe „Slave-Adresse“ auf Seite 286 und „Datenbedingung“ auf Seite 286.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2C:MODE` auf Seite 640

Slave-Adresse
Gibt die Slave-Adresse an, auf die getriggert werden soll. Wenn nur auf ein Datenmuster getriggert werden soll und die Adresse nicht relevant ist, aktivieren Sie „Beliebige Adresse“.

Legen Sie folgende Eigenschaften fest, um die Slave-Adresse anzugeben:
- Einstellen der Länge der Slave-Adresse: „7Bit“ oder „10Bit“.
- Schalten Sie die Triggerbedingung zwischen „Lesen“- und „Schreiben“-Zugriff des Masters um. Das Read/Write-Bit ist das 8. Bit des ersten Adressbytes eines Frames.
- Einstellen der Adresse des Slave-Geräts: Geben Sie den binären oder hexadezimalen Adresswert ein. Es muss eine exakte Adresse sein, „X“-Bits (Ignorieren) sind nicht zulässig.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2C:AMODe` auf Seite 641
`TRIGger:A:I2C:ACCess` auf Seite 640
`TRIGger:A:I2C:ADDRess` auf Seite 641

ID aus Tabelle
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit symbolischen Namen geladen und angewendet wurde, können Sie einen symbolischen Namen aus der Liste auswählen, statt die Adresse anzugeben. Wenn Sie einen Namen auswählen, werden die Adressfelder mit dem zugehörigen Adresswert aktualisiert.

Datenbedingung
Die Datenbedingung besteht aus folgenden Einstellungen:
- Byte-Offset (Position des Datenmusters)
- Länge des Datenmusters
- Datenmuster (siehe „Bin-/Hex-Muster“ auf Seite 305)

Wenn nur auf eine Adresse getriggert werden soll und die Daten nicht relevant sind, setzen Sie alle Datenbits auf „X“.

Byte-Offset ← Datenbedingung
Gibt die Anzahl Offset-Bytes an, die nach dem Ende der Adressbytes ignoriert werden. Das erste Byte von Interesse ist das erste Byte nach den Offset-Bytes.

Das minimale Offset ist 0 Byte, das maximale Offset sind 4.095 Byte.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2C:POFFset` auf Seite 642

Byteanzahl ← Datenbedingung
Gibt die Anzahl der vollen Bytes an, auf die getriggert werden soll. Maximal drei Bytes sind möglich.

Hinweis: Werden Datenbits außerhalb der angegebenen Länge des Musters eingegeben, wird die „Byteanzahl“ automatisch angepasst, um definierte Bytes einzuschließen.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2C:PLENgth` auf Seite 642

Daten: Bin-/Hex-Muster ← Datenbedingung
Gibt das Datenmuster im binären und hexadezimalen Format an. Sie können ein einzelnes binäres Bit oder hexadezimales Nibble (Halbbyte) angeben, indem Sie darauf tippen und den Wert über das On-Screen-Nummernfeld eingeben. Die maximale Musterlänge beträgt 3 Byte.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2C:PATTern` auf Seite 641

13.3.4 I²C-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

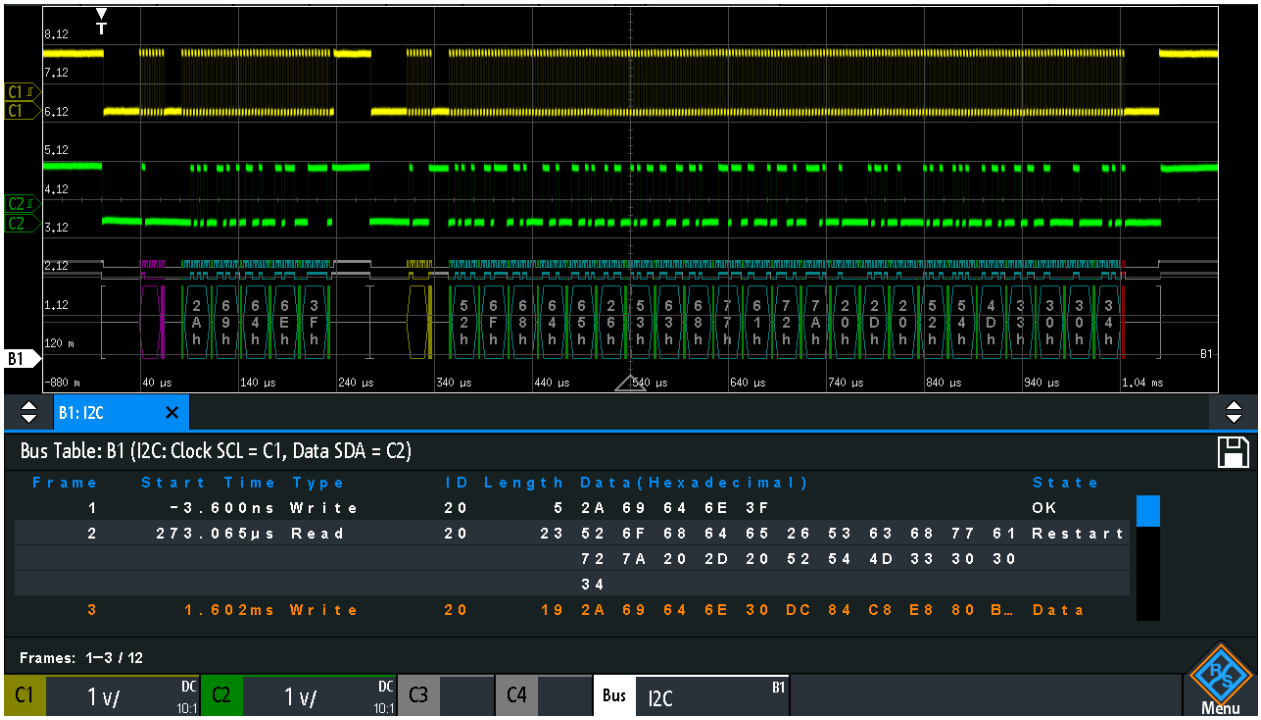


Bild 13-14: Decodiertes I2C-Signal mit Bustabelle, Triggern auf Framestart

Graue eckige Klammern = Anfang und Ende des Frames
Violett = Adresse
Blau = Richtige Datenwörter
Grün = Bestätigungsbit, ok

Tabelle 13-2: Inhalt der I²C-Frametabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Typ	Wert des R/W-Bits, Lese- oder Schreibzugriff
ID	Hexadezimaler Wert der Adresse
Länge	Anzahl der Wörter im Frame
Daten	Hexadezimale Werte der Datenwörter
Zustand	Gesamtzustand des Frames

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.3.3, „I²C - Decodierergebnisse“, auf Seite 642 beschrieben.

13.3.5 I²C-Label-Liste

Label-Listen sind protokollspezifisch. Label-Listen für I²C sind im CSV- und PTT-Format verfügbar.

Eine I²C-Label-Datei enthält drei Werte für jede Adresse:

- Adresstyp, 7 Bit oder 10 Bit lang

- Adresswert
- Symbolisches Label: Adressname, der seine Funktion im Busnetz angibt.

Beispiel: I²C PTT-Datei

```
# ---------------------------------------------------------------------------
@FILE_VERSION = 1.00
@PROTOCOL_NAME = i2c
# ---------------------------------------------------------------------------
# Labels for I2C protocol
# Column order: Identifier type, Identifier value, Label
# ---------------------------------------------------------------------------
7,0x1E,Voltage
7,38h,Pressure
7,2Ah,Temperature
7,16h,Speed
7,118,Acceleration
7,07h,HighSpeed_Master_0x3
7,51h,EEPROM
10,3A2h,DeviceSetup
10,1A3h,GatewayStatus
10,06Eh,LeftSensor
# ---------------------------------------------------------------------------
```

Allgemeine Informationen zu Label-Listen finden Sie in Kapitel 13.1.5, „Label-Listen“, auf Seite 269.

Label List: I2C (Imported on: 2017-03-30; 16:27)

Symbolic Label	ID / Addr
Acceleration	0x76
DeviceSetup	0x3A2
EEPROM	0x51
GatewayStatus	0x1A3
HighSpeed_Master_0x3	0x07
LeftSensor	0x06E
Pressure	0x38
Speed	0x16
Temperature	0x2A
Voltage	0x1E

Bild 13-15: Label-Liste für I2C

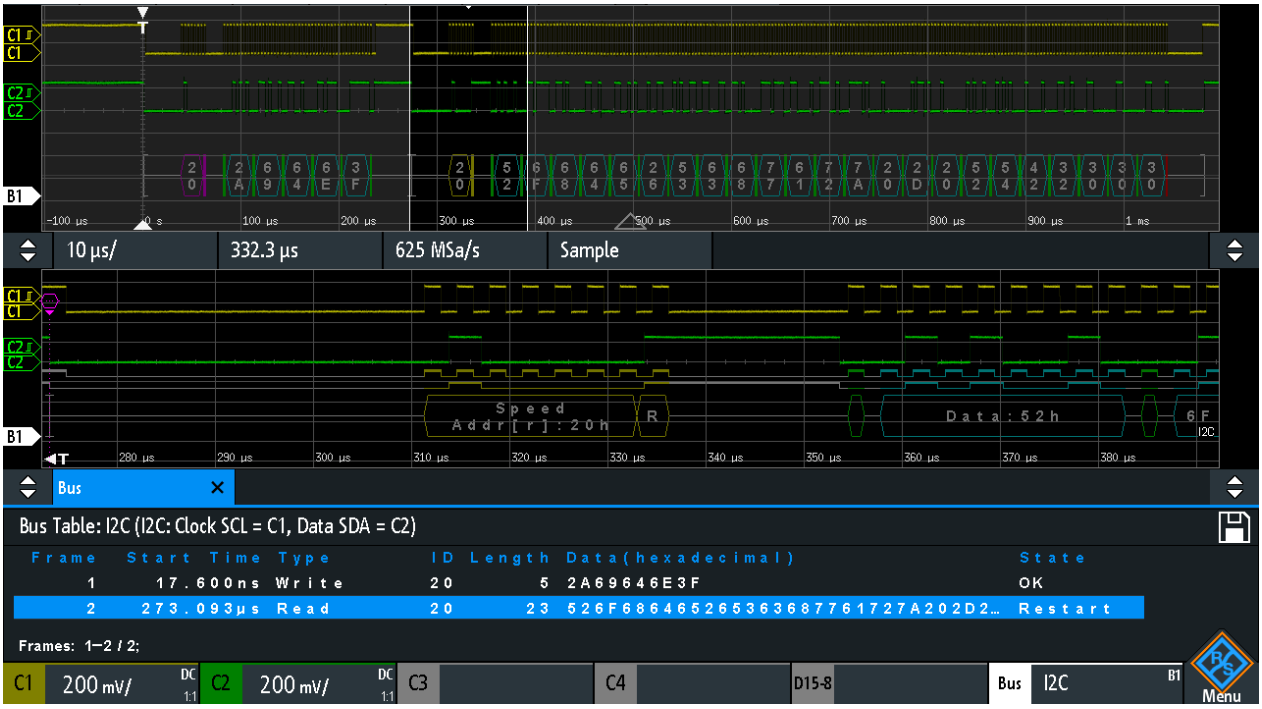


Bild 13-16: Decodiertes I2C-Signal mit angewandter Label-Liste und Zoom auf zweitem Frame

13.4 UART / RS232 (Option R&S RTA-K2)

- UART/RS232-Schnittstelle 290
- UART-Konfiguration 291
- UART-Trigger 294
- UART-Decodierergebnisse 296

13.4.1 UART/RS232-Schnittstelle

Die UART-Schnittstelle (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) wandelt ein Datenwort in serielle Daten um und umgekehrt. Sie ist Grundlage vieler serieller Protokolle wie etwa RS-232. UART verwendet nur eine Leitung beziehungsweise zwei Leitungen für Sender und Empfänger.

Datenübertragung

Die Daten werden in Form von Symbolen, auch Wörter oder Zeichen genannt, übertragen. Jedes Symbol besteht aus einem Startbit, mehreren Datenbits, einem optionalen Paritätsbit und einem oder mehreren Stoppbits. Mehrere Symbole können einen Frame oder ein Paket bilden. Das Ende eines Frames wird durch eine Pause zwischen zwei Symbolen markiert.

Start	Data0	Data1	Data2	Data3	Data4	[Data5]	[Data6]	[Data7]	[Data8]	[Parity]	Stop

Bild 13-17: Bitfolge in einem UART-Wort (Symbol)

- Das Startbit ist eine logische 0.
- Die Stoppbits und die Ruhezeit sind immer eine logische 1.

Das UART-Protokoll kennt keinen Takt für die Synchronisation. Der Empfänger synchronisiert sich mithilfe der Start- und Stoppbits sowie der Bitrate, die dem Empfänger bekannt sein muss.

Trigger

Das R&S RTA4000 kann auf angegebene Teile von seriellen UART-Signalen triggern:

- Startbit
- Framestart
- Bestimmtes Symbol
- Paritätsfehler und Breaks
- Framefehler
- Serielles Muster an einer beliebigen oder angegebenen Position

13.4.2 UART-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

UART-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = UART aus.
3. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
   Bus B2 ist nur verfügbar, wenn die TX-Leitung auf „Keine“ im „Konfigurationsdialog“ gesetzt ist.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die „TX / RX / Quelle“ aus, d. h. den Kanal, mit dem das Eingangssignal verbunden ist.
6. Legen Sie den Schwellenwert fest. Verwenden Sie eines der folgenden Verfahren:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellenwert fest.
   - Geben Sie den Schwellenwert im numerischen Feld ein.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

UART-Konfigurationseinstellungen

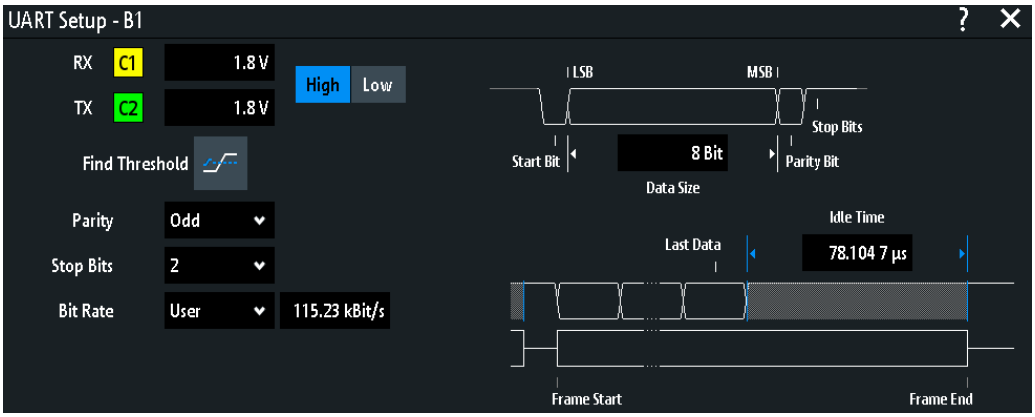


Bild 13-18: UART-Einstellungsdialog

TX / RX / Quelle 292
Polarität 292
Schwellenwert, Schwelle suchen 293
Parität 293
Stoppbits 293
Bitrate 293
Datenbits 293
Leerlaufzeit 293

TX / RX / Quelle

Geben Sie den Eingangskanal der UART-Leitungen an. Eingangskanäle sind die Empfangsleitung (RX) und die optionale Sendeleitung (TX).

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Hinweis: TX ist nur für Bus 1 und Bus 3 verfügbar. Für Bus 2 und Bus 4 können Sie nur eine RX-Leitung angeben. Die TX-Leitung belegt eine zweite Busleitung. Deshalb ist Bus 2 bzw. Bus 4 nicht verfügbar, wenn TX Bus 1 bzw. Bus 3 belegt.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:RX:SOURce` = `BUS<b>:UART:DATA:SOURce` auf Seite 650
`BUS<b>:UART:TX:SOURce` auf Seite 650

Polarität

Gibt an, ob die gesendeten Daten High aktiv (High = 1) oder Low aktiv (Low = 1) sind. Wenn RX und TX verwendet werden, wirkt sich die Einstellung auf beide Leitungen aus.

High aktiv wird beispielsweise für Steuersignale verwendet, während Low aktiv für Datenleitungen definiert ist (RS-232).

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:DATA:POLarity` auf Seite 650
`BUS<b>:UART:POLarity` auf Seite 650

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Parität
Gibt das optionale Paritätsbit an, das zur Fehlererkennung dient.

„Keine“	Es wird kein Paritätsbit verwendet.
„Gerade“	Das Paritätsbit wird auf "„1“" gesetzt, wenn die Anzahl der auf "„1“" gesetzten Datenbits ungerade ist. Durch Hinzufügung des Paritätsbits wird die Parität des Datenworts gerade.
„Ungerade“	Das Paritätsbit wird auf "„1“" gesetzt, wenn die Anzahl der auf "„1“" gesetzten Datenbits gerade ist. Durch Hinzufügung des Paritätsbits wird die Parität des Datenworts ungerade.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:PARity` auf Seite 651

Stoppbits
Gibt die Anzahl der Stoppbits an: 1 oder 1,5 oder 2 Stoppbits sind möglich.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:SBIT` auf Seite 651

Bitrate
Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an.

„Vordefiniert“	Ermöglicht die Auswahl aus einer Liste vordefinierter Bitraten zwischen 300 bit/s und 1 Mbit/s.
„Benutzer“	Gibt eine individuelle Bitrate mit Werten zwischen 150 und 39.062.500 an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:BAUDrate` auf Seite 652

Datenbits
Gibt die Anzahl Datenbits eines Worts im Bereich von 5 bit bis 9 bit an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:SSIZe` auf Seite 651

Leerlaufzeit
Gibt die minimale Zeit zwischen zwei Datenframes (Paketen) an, d. h. zwischen dem letzten Stoppbit und dem Startbit des nächsten Frames.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:UART:BITime` auf Seite 652

13.4.3 UART-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.4.2, „UART-Konfiguration“, auf Seite 291.

Auf UART-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für UART konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls erforderlich).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Bedingung „UART-Trigger“ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie im Menü „Quelle“ aus.
5. Wählen Sie unter „UART-Trigger“ die gewünschte Triggerbedingung aus:
   - „Startbit“ oder „Framestart“: nächstes Startbit oder erstes Startbit nach Ruhezeit
   - „Framestart“
   - „Frame-Fehler“
   - „Symbol <n>“: Framenummer in einem Datenstrom
   - „Pause“: ein Startbit, auf das kein Stoppbit folgt
   - „Paritätsfehler“
   - „Muster“: Serielles Muster von 1, 2, 3 oder 4 Symbolen an einer definierten Position im Datenstrom
   - „Bel. Symbol“: Muster von Datenbits irgendwo in einem Datenstrom
6. Bei Auswahl von „Muster“ oder „Bel. Symbol“ wird der UART-Trigger-Einstellungsdialog für die Definition des seriellen Musters oder des Symbols erweitert.

UART-Triggereinstellungen

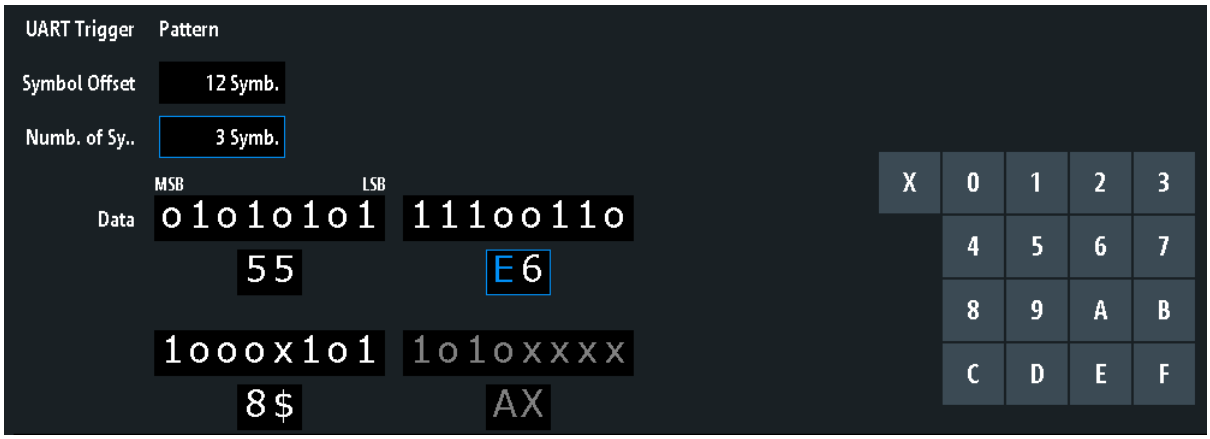


Bild 13-19: UART-Triggereinstellungen mit einem Beispiel für ein serielles Muster

55 = Hexadezimalwert des 1. Symbols mit dem Binärwert 01010101
E6 = Hexadezimalwert des 2. Symbols mit dem Binärwert 11100110
E (blau) = Ausgewähltes Nibble im 2. Symbol. Die blaue Farbe bedeutet, dass das Nummernfeld für dieses Nibble aktiv ist.
8$ = Hexadezimalwert des 3. Symbols. Das 1. Nibble hat den Binärwert 1000 und das 2. Nibble wird durch das Zeichen „$“ dargestellt wird, da es ein „X“-Bit (Ignorieren) enthält.
AX (grau) = Das 4. Symbol ist nicht im angegebenen Muster enthalten.

Quelle....295
UART-Trigger....295
Symbol-Offset....296
Anz. der Symb....296
Daten....296

Quelle
Gibt die Sender- oder Empfängerleitung als Triggerquelle an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:SOURce:UART` auf Seite 652

UART-Trigger
Gibt die Triggerbedingung an.

„Startbit“	Setzt den Trigger auf das Startbit. Das Startbit ist die erste logische 0 nach dem Stoppbit.
„Framestart“	Setzt den Trigger auf den Anfang eines Frames. Der Framestart ist das erste Startbit nach der Ruhezeit.
„Frame-Fehler“	Das Gerät triggert, wenn ein Framefehler auftritt.
„Symbol <n>“	Setzt den Trigger auf das angegebene Symbol - das n-te Wort - in einem Frame (Paket). Geben Sie „Symbol-Offset“ auf Seite 296 an.
„Pause“	Triggert, wenn auf ein Startbit kein Stoppbit folgt und die Datenleitung für eine längere Zeit als ein UART-Wort auf der logischen 0 bleibt.
„Paritätsfehler“	Triggert auf einen Paritätsfehler, der auf einen Übertragungsfehler hinweist.

„Muster“ Triggert auf ein Datenmuster an einer angegebenen Position.
Die Mustereinstellung besteht aus dem „Symbol-Offset“ auf Seite 296, der „Anz. der Symb.“ auf Seite 296 und den „Daten“ auf Seite 296.

„Bel. Symbol“ Triggert auf ein Muster, das in einem einzigen Symbol an einer beliebigen Position in einem Frame auftritt.
Siehe „Daten“ auf Seite 296.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:UART:MODE` auf Seite 652

Symbol-Offset
Gibt die Anzahl Symbole an, die vor dem seriellen Muster nach dem Ende des Adressbytes ignoriert werden. Das erste Symbol von Interesse ist das erste Byte nach den Offset-Symbolen.

Das minimale Offset ist 0 Symbole, das maximale Offset sind 4.095 Symbole.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:UART:POFFset` auf Seite 654

Anz. der Symb.
Gibt die Anzahl der Symbole (volle Bytes) an, auf die getriggert werden soll. Das Minimum ist 1 Symbol, ein Maximum von 4 Symbolen ist möglich.

Hinweis: Werden Datenbits außerhalb der angegebenen Länge des Musters eingegeben, wird die „Byteanzahl“ automatisch angepasst, um alle angegebenen Bytes einzuschließen.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:UART:PLENgth` auf Seite 653

Daten
Gibt das Datenmuster an, wenn „UART-Trigger“ auf „Muster“ oder „Bel. Symbol“ eingestellt ist.

Bild 13-19 zeigt ein Beispiel für eine Musterdefinition.

Tippen Sie zur Eingabe des Binärwerts eines Bits auf das betreffende Bit. Tippen Sie zur Eingabe des Hexadezimalwerts auf eins der Nibbles (Halbbyte) in der unteren Datenzeile.

Wenn ein Nibble (Halbbyte) 1, 2 oder 3 „X“-Bits (Ignorieren) enthält, wird der Nibble-Wert durch das Zeichen „$“ dargestellt. Sind alle 4 Bits eines Nibbles „X“, wird das Nibble selbst "ignoriert", dargestellt durch das Zeichen „X“.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:UART:PATTern` auf Seite 653

13.4.4 UART-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus. Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

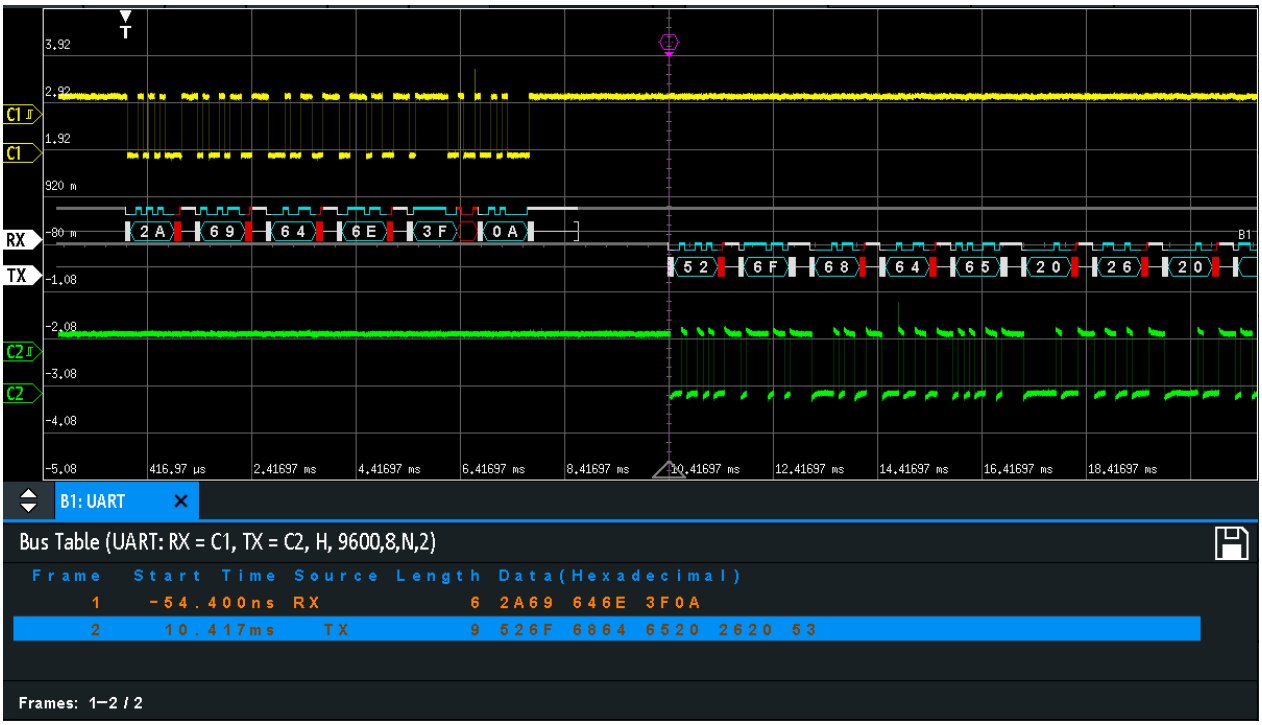


Bild 13-20: Decodiertes UART-Signal

Die Abbildung oben zeigt sechs Frames eines UART-Signals und die „Bustabelle“.

Tabelle 13-3: Inhalt der UART-Frametabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Daten	Hexadezimale Werte der Datenwörter
Zustand	Gesamtzustand des Frames

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.4.3, „UART -Decodierergebnisse“, auf Seite 654 beschrieben.

13.5 CAN (Option R&S RTA-K3)

CAN steht für Controller Area Network, ein von Bosch entwickeltes Bussystem für den Einsatz in der Automotiv-Netzarchitektur, z. B. zur Bremsen-, Antriebsstrang- und Motorsteuerung. Heute wird es auch in vielen anderen Systemen eingesetzt, z. B. in Industriemaschinen sowie in der Luftfahrt, Unterwasserschifffahrt und Handelsmarine.

- Das CAN-Protokoll....298
- CAN Configuration....300
- CAN-Trigger....302
- CAN-Decodierergebnisse....306
- Suche in decodierten CAN-Daten....308
- CAN-Label-Liste....310

13.5.1 Das CAN-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Frametypen, die Informationsübertragung und Nachrichtenformate.

Die CAN 2.0-Spezifikation definiert zwei Formate: das Basis-CAN (Version 2.0A) mit einem 11-Bit-Identifier und das erweiterte CAN (Version 2.0B) mit einem 29-Bit-Identifier. Auf Grundlage dieser Spezifikationen wurde 1993 der CAN-Standard ISO 11898-1 freigegeben.

CAN-Eigenschaften

Haupteigenschaften von CAN:

- Differenzielle Signalübertragung.
- Übertragung auf zwei Leitungen: High und Low.
- Multi-Master, d. h., jeder Knoten kann mit der Übertragung einer Nachricht beginnen, wenn ein Bus frei ist.
- Bitweise Arbitrierung.

Arbitrierung

Die Informationsübertragung erfolgt im CSMA/BA-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access/Bitwise Arbitration). Jeder Knoten wartet eine bestimmte Inaktivitätszeit ab, bevor er versucht, eine Nachricht zu senden. Kollisionen werden durch eine bitweise Arbitrierung, die nicht destruktiv ist, aufgelöst.

Jede Nachricht hat eine Priorität, die sich aus dem Identifier-Wert ergibt - je niedriger der Wert, desto höher die Priorität. Ein dominantes Bit aus der Nachricht mit der höchsten Priorität überschreibt die rezessiven Bits auf dem Bus. Erkennt ein Knoten, dass der Bus bereits eine Nachricht mit einer höheren Priorität empfängt, stoppt er die Über-

tragung und wartet auf das Ende der aktuellen Übertragung, bevor er erneut mit der Übertragung beginnt.

Frametypen

Das CAN-Protokoll definiert folgende Frametypen:

- Daten: Zur Übertragung von Informationen.
- Remote: Zur Anforderung von Informationen. Der Zielknoten sendet diesen Frame zur Quelle, um Daten anzufordern. Dieser Frametyp wird nur von CAN verwendet.
- Fehler: Zeigt an, dass ein Busknoten einen Übertragungsfehler erkannt hat.
- Überlastung: Dient einem Busknoten zur Anforderung einer Übertragungsverzögerung.

CAN-Datennachrichtenformat

Das CAN-Protokoll definiert zwei Formate für den Datenrahmen: das Basis-Frameformat und das erweiterte Frameformat. Die Datenframes sind wie folgt aufgebaut:

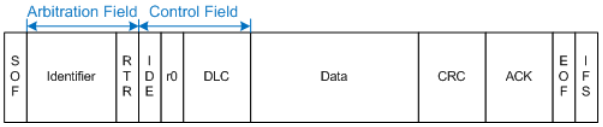


Bild 13-21: CAN-Basisframe

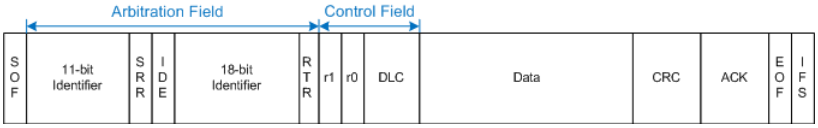


Bild 13-22: Erweiterter CAN-Frame

Das Basisformat bzw. erweiterte Frameformat besteht aus folgenden Feldern:

- **SOF**: Framestart. 1 dominantes Bit, das den Anfang der Nachricht markiert.
- **Identifier**: 11/18-bit-Identifier. Enthält Informationen zur Priorität der Nachricht. CAN-Basisframes haben einen 11-Bit-Identifier, erweiterte CAN-Frames einen Identifier mit insgesamt einen 29 bit.
- **RTR**: Bit für Remote-Übertragungsanforderung. Dient zur Unterscheidung zwischen Basisframes und erweiterten Frames. Es ist dominant für Basisdatenframes und rezessiv für erweiterte Datenframes.
- **SRR**: Substitute Remote Request. Nur in erweiterten CAN-Frames an der Position des RTR-Bits in Basis-Frames vorhanden.
- **IDE**: Identifier-Erweiterungsbit. Erleichtert die Unterscheidung zwischen Basisframe und erweitertem Datenframe. Es ist dominant für Datenframes und rezessiv für Remote-Frames.
- **r0/r1**: reservierte Bits für eine mögliche zukünftige Verwendung.
- **DLC**: Datenlängencode. Gibt an, wie viele Datenbytes folgen.
- **Daten**: Bis zu 8 Datenbytes sind für CAN übertragbar.
- **CRC**: Cyclic Redundancy Check. Dient zur Prüfung der Integrität des Frameinhalts.

- **ACK**: Acknowledgement. Dies ist ein rezessives Bit, das vom Knoten überschrieben wird, wenn die Nachricht korrekt übertragen wurde.
- **EOF**: End-of-frame: Kennzeichnet das Ende einer Nachricht.
- **IFS**: Zwischenraum zwischen Frames. Trennt einen Daten- oder Remote-Frame von den vorhergehenden Frames.

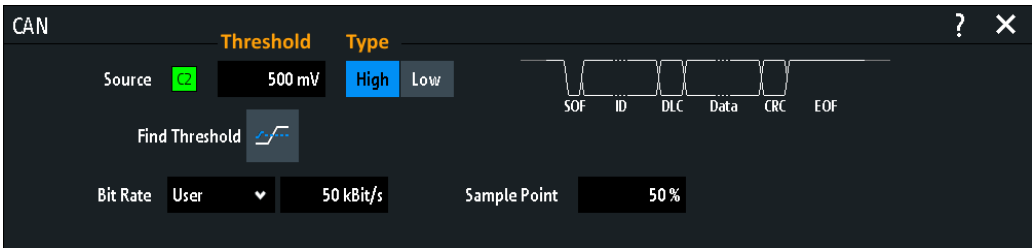
13.5.2 CAN Configuration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

CAN-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = CAN aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus, d. h. den Kanal, mit dem das Eingangssignal verbunden ist.
6. Legen Sie den Schwellenwert fest. Verwenden Sie eines der folgenden Verfahren:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellenwert fest.
   - Geben Sie den Schwellenwert im numerischen Feld ein.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Nachfolgend werden in „CAN-Konfigurationseinstellungen“ auf Seite 300 die Einstellungen erläutert.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

CAN-Konfigurationseinstellungen



Quelle....301
Schwellenwert, Schwelle suchen....301
Typ....301
Bitrate....301
Abtastpunkt....301

Quelle
Gibt die Quelle der Datenleitung an. Es sind alle Kanalmesskurven verwendbar.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CAN:DATA:SOURce` auf Seite 659

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Typ
Gibt die CAN-Leitung an (High oder Low). CAN nutzt beide Leitungen zur differenziellen Signalübertragung.

Verbinden Sie bei Messungen mit einem differenziellen Tastkopf den Tastkopf mit beiden Leitungen (CAN-H und CAN-L) und wählen Sie „High“ aus.

Verbinden Sie bei Messungen mit einem massebezogenen Tastkopf den Tastkopf entweder mit CAN_L oder CAN_H und wählen Sie „High“ oder „Low“ aus.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CAN:TYPE` auf Seite 659

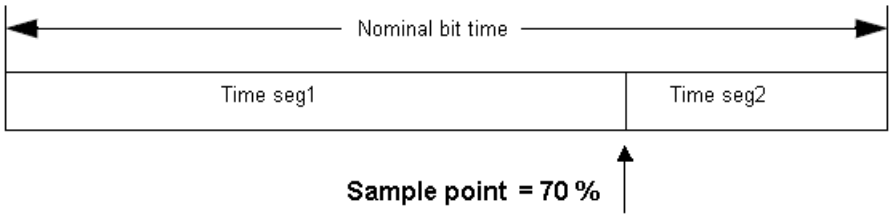
Bitrate
Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an. Die maximale Bitrate für High Speed CAN ist 1 Mbit/s. Die Bitrate ist für einen angegebenen CAN-Bus festgelegt und nicht änderbar.

„Vordefiniert“ Wählen Sie eine Bitrate aus der Liste mit vordefinierten Werten aus, indem Sie „Bitrate“ auf „Vordefiniert“ einstellen und einen Wert auswählen.

„Benutzer“ Sie können einen anderen Wert angeben, indem Sie „Bitrate“ auf „Benutzer“ einstellen und einen bit/s-Wert eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CAN:BITRate` auf Seite 660

Abtastpunkt
Gibt die Position des Abtastpunkts innerhalb des Bits in Prozent der nominellen Bitzeit an. Der Abtastpunkt teilt das nominelle Bitintervall in zwei Zeitsegmente, die zur Resynchronisierung des Takts dienen.



Die CAN-Bus-Schnittstelle verwendet ein asynchrones Übertragungsschema. Der Standard spezifiziert einen Regelsatz für die Resynchronisierung des lokalen Takts eines CAN-Knotens mit der Nachricht.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CAN:SAMPlepoint` auf Seite 660

13.5.3 CAN-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.5.2, „CAN Configuration“, auf Seite 300.

Auf CAN-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für CAN konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls erforderlich).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Bedingung „CAN-Trigger“ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „CAN-Trigger“ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Frame-Start“: Erste Flanke des Synchronisierbits
   - „Frame-Ende“: Framenummer in einem Datenstrom
   - „Frame“: Fehler-, Überlast-, Daten- oder Remote-Frame
   - „Fehler“: Stopfbit, Form, Bestätigung, CRC
   - „Kennung“: Bestimmter Nachrichten-Identifier oder Identifier-Bereich
   - „Adresse und Daten“: Kombination aus Adress- und Datenbedingung
5. Bei Auswahl von „Kennung“ oder „Adresse und Daten“ wird der CAN-Trigger-Einstellungsdialog für die Definition des seriellen Musters erweitert.

CAN-Triggereinstellungen

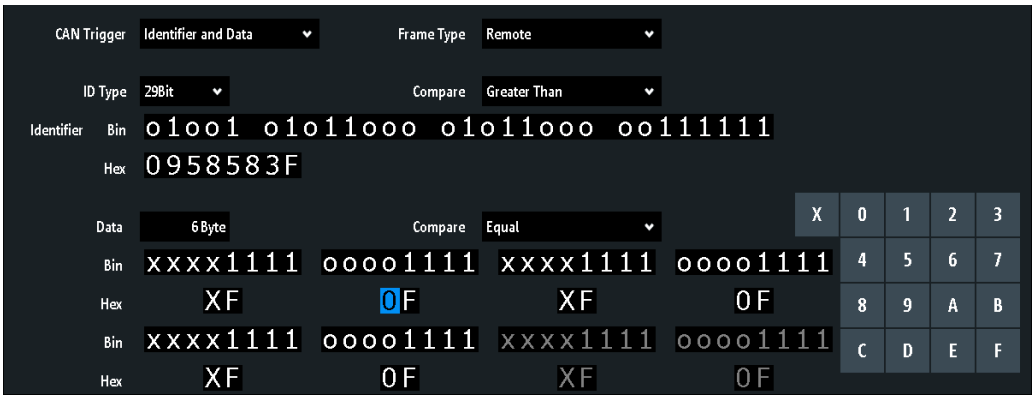


Bild 13-23: CAN-Triggereinstellungen mit einem Beispiel für Adress- und Datenmuster

„CAN-Trigger“ = Triggern auf „Adresse und Daten“
„Kennung“ = Triggern auf 29-Bit-Identifier größer als der angegebene Identifier
„Daten“ = Triggern auf das angegebene 6-Byte-Datenmuster
0 (blau) = Ausgewähltes Nibble im 2. Byte des Datenmusters, wobei die blaue Farbe bedeutet, dass das Nummernfeld für dieses Nibble aktiv ist

CAN-Trigger

Gibt den Triggermodus an.

„Frame-Start“	Triggert auf die erste Flanke des dominanten SOF-Bits (Synchronisierbit).
„Frame-Ende“	Triggert auf dem Ende des Frames (7 rezessive Bits).
„Frame“	Triggert auf den Frametyp, der mit „Frame“ ausgewählt wird. Siehe „Frame“ auf Seite 303.
„Fehler“	Triggert auf einen Framefehler. Ein Fehlerframe wird von einem Knoten gesendet, der einen Fehler erkannt hat. Siehe „Fehler“ auf Seite 304.
„Kennung“	Triggert auf einen bestimmten Nachrichten-Identifier oder Identifier-Bereich. Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie einfach die „ID aus Tabelle“ auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben. Siehe „Identifier-Bedingung“ auf Seite 305.
„Adresse und Daten“	Triggert auf eine Kombination aus Adress- und Datenbedingung. Das Gerät triggert am Ende des letzten Bytes des angegebenen Datenmusters. Siehe „Identifier-Bedingung“ auf Seite 305 und „Datenbedingung“ auf Seite 306.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:TYPE` auf Seite 661

Frame

Gibt den Frametyp an, auf den getriggert werden soll.

„Daten“	Frame für Datenübertragung. Das Identifier-Format („ID-Typ“) wird ebenfalls berücksichtigt.
„Remote“	Ein Remote-Frame leitet die Übertragung von Daten durch einen anderen Knoten ein. Das Frameformat entspricht dem von Datenframes, aber ohne das Datenfeld. Das Identifier-Format („ID-Typ“) wird ebenfalls berücksichtigt.
„Daten oder Remote“	Triggert auf Remote-Frames und auf Datenframes. Das Identifier-Format („ID-Typ“) wird ebenfalls berücksichtigt.
„Fehler“	Triggert auf jeden Framefehler.
„Überlast“	Ein Überlastframe wird von einem Knoten gesendet, der eine Verzögerung zwischen Daten- und/oder Remote-Frames benötigt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:FTYPe` auf Seite 661

ID-Typ
Wählt die Länge des Identifier aus: 11 bit für CAN-Basisframes oder 29 bit für erweiterte CAN-Frames. Wählen Sie „Beliebig“ aus, wenn der Identifier-Typ nicht relevant ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:ITYPe` auf Seite 661

Fehler
Identifiziert verschiedene Fehler im Frame. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung auswählen.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:TYPE` auf Seite 661

Stopfbit ← Fehler
Die folgenden Framesegmente werden mit dem Bit-Stuffing-Verfahren codiert:
- Start-of-Frame
- Arbitrierungsfeld
- Steuerfeld
- Datenfeld
- CRC-Sequenz

Der Sender fügt automatisch ein komplementäres Bit in den Bitstrom ein, wenn er fünf aufeinanderfolgende Bits mit identischem Wert im zu sendenden Bitstrom erkennt. Ein Stuff-Fehler tritt auf, wenn das sechste aufeinanderfolgende Bit mit dem gleichen Pegel in den genannten Feldern erkannt wird.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:BITSterror` auf Seite 663

Form ← Fehler
Ein Formatfehler tritt auf, wenn ein Bitfeld mit festem Format ein oder mehrere unzulässige Bits enthält.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:FORMerror` auf Seite 664

Bestätigung ← Fehler
Ein Bestätigungsfehler tritt auf, wenn der Sender keine Bestätigung empfängt - ein dominantes Bit während des "Ack"-Slots.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:ACKerror` auf Seite 663

CRC ← Fehler
CAN arbeitet mit dem Cyclic Redundancy Check (CRC), einem komplexen Prüfsummenberechnungsverfahren. Der Sender berechnet den CRC-Wert und sendet das Ergebnis in der CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet den CRC-Wert auf dieselbe Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis vom in der CRC-Sequenz empfangenen Wert abweicht.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:CRCerror` auf Seite 663

Identifier-Bedingung
Die Identifier-Bedingung besteht aus folgenden Einstellungen:
- ID-Typ
- Vergleich
- Identifier-Wert

Vergleich ← Identifier-Bedingung
Legt die Vergleichsbedingung fest: Enthält das Identifier-Muster mindestens ein X (Ignorieren), kann auf Werte gleich oder ungleich dem angegebenen Wert getriggert werden. Enthält das Muster nur 0 und 1, kann auch auf einen Bereich größer oder kleiner als der angegebene Wert getriggert werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:ICONdition` auf Seite 662

Bin-/Hex-Muster ← Identifier-Bedingung
Gibt das Identifier- oder Datenmuster im binären und hexadezimalen Format an. Sie können ein einzelnes binäres Bit oder hexadezimales Nibble (Halbbyte) angeben, indem Sie darauf tippen und es über das On-Screen-Nummernfeld eingeben.

„Bin“	Zeichenkette mit dem binären Muster und einer maximalen Länge von 64 Bits. Zulässige Zeichen sind 0, 1 und X.
„Hex“	Zeichenkette mit dem hexadezimalen Muster und einer maximalen Länge von 8 Bytes. Zulässige Zeichen sind 0 bis F und X.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:IDENtifier` auf Seite 662
`TRIGger:A:CAN:DATA` auf Seite 663

ID aus Tabelle ← Identifier-Bedingung
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit symbolischen Namen geladen und angewendet wurde, können Sie einen symbolischen Namen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben. Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

Datenbedingung
Die Datenbedingung besteht aus folgenden Einstellungen:
- Länge des Datenmusters
- Vergleich
- Datenmuster (siehe „Bin-/Hex-Muster“ auf Seite 305)

Daten ← Datenbedingung
Gibt die Länge des Datenmusters an - die Anzahl Bytes im Muster.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:DLC` auf Seite 662

Vergleich ← Datenbedingung
Gibt die Datenvergleichsbedingung an. Enthält das Muster mindestens ein X (Ignorieren), kann auf Werte gleich oder ungleich dem angegebenen Wert getriggert werden. Enthält das Muster nur 0 und 1, kann auch auf einen Bereich größer oder kleiner als der angegebene Wert getriggert werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:CAN:DCONdition` auf Seite 662

13.5.4 CAN-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

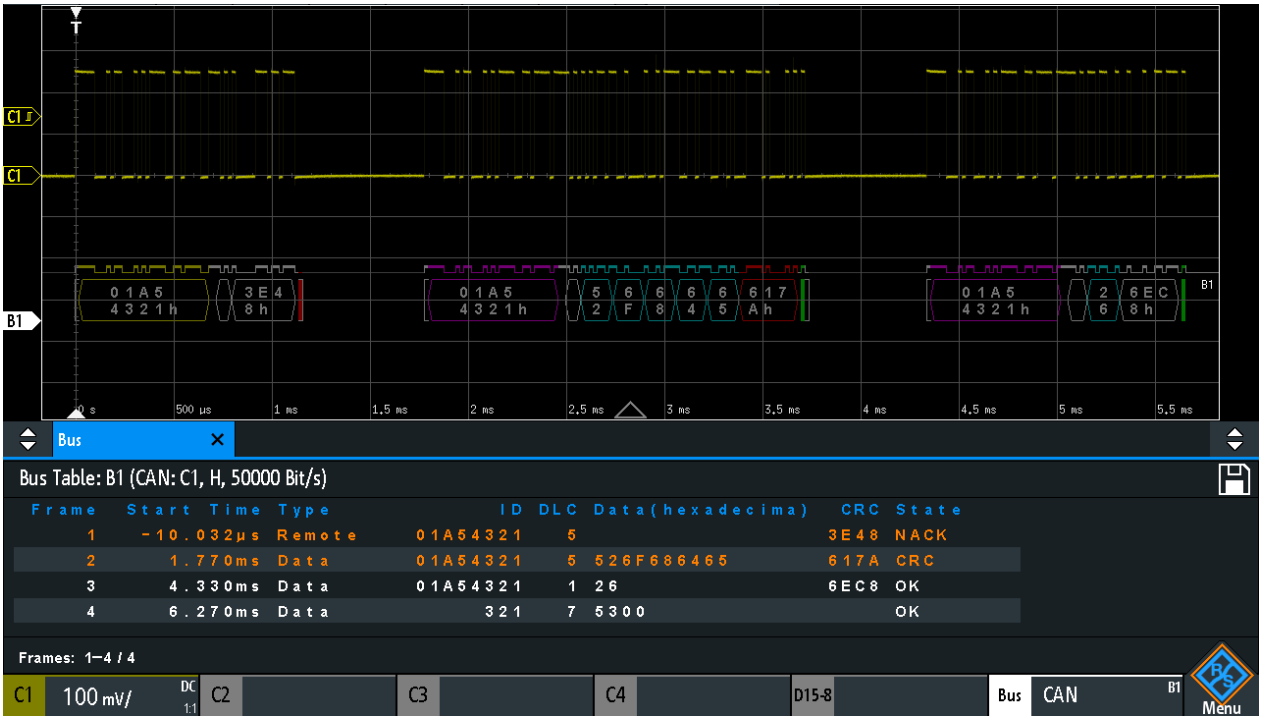


Bild 13-24: Decodiertes I2C-Signal mit Bustabelle, Triggern auf Framestart

Violett = Identifier
Grau = DLC, Datenlängencode
Blau = Datenwörter
Rot = Fehler aufgetreten, Fehlerframe

Das Bild oben zeigt ein decodiertes CAN-Signal und die „Bustabelle“.

Tabelle 13-4: Inhalt der CAN-Frametabelle

Spalte	Beschreibung
Zeitdiff.	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Typ	Frame-Typ: Daten-, Remote- Fehler- oder Überlast-Frame
ID	Identifier-Wert, hexadezimaler Wert
DLC	Datenlängencode, Anzahl Datenbytes
Daten	Hexadezimale Werte der Datenbytes
CRC	Hexadezimaler Wert des Cyclic Redundance Check (Prüfsumme)
Zustand	Gesamtzustand des Frames.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.5.3, „CAN - Decodierergebnisse“, auf Seite 664 beschrieben.

13.5.5 Suche in decodierten CAN-Daten

Mit der Suchfunktion können Sie dieselben Ereignisse in den decodierten Daten finden, auf die Sie auch triggern können. Anders als beim Triggern werden bei der Suche alle Ereignisse in einer Erfassung gefunden, die die Suchbedingung erfüllen. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle aufgelistet und können in einer Datei gespeichert werden.

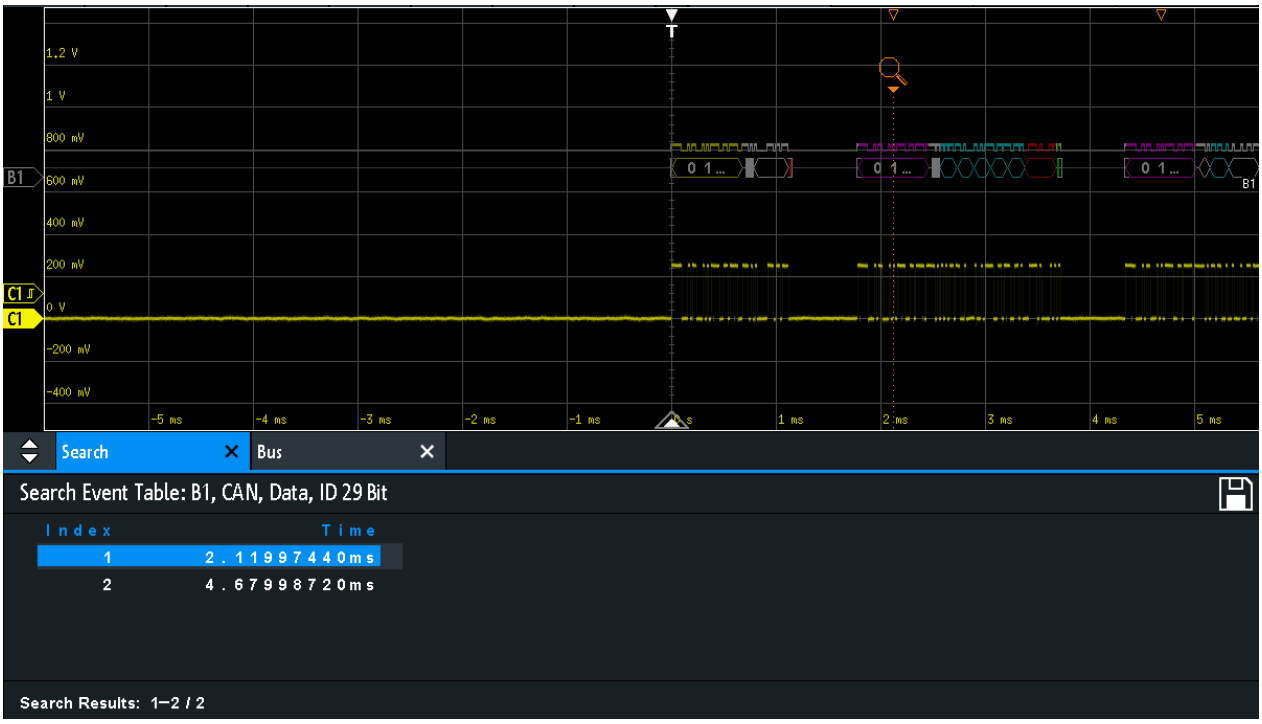


Bild 13-25: Suche auf einem CAN-Bus nach Datenframes mit 29-Bit-ID

In einem CAN-Signal nach Ereignissen suchen

1. Konfigurieren und decodieren Sie den Bus richtig.
2. Erfassen Sie decodierte Daten.
3. Drücken Sie die Taste Search.
4. Wählen Sie den „Suchtyp“ = „Protokoll“ aus.
5. Wählen Sie den „Quelle“ aus, den Bus, der für das CAN-Protokoll konfiguriert ist.
6. Wählen Sie das „Ereignis“ aus, nach dem gesucht werden soll.
7. Geben Sie zusätzliche Einstellungen ein (abhängig vom Ereignis).

CAN-Sucheinstellungen

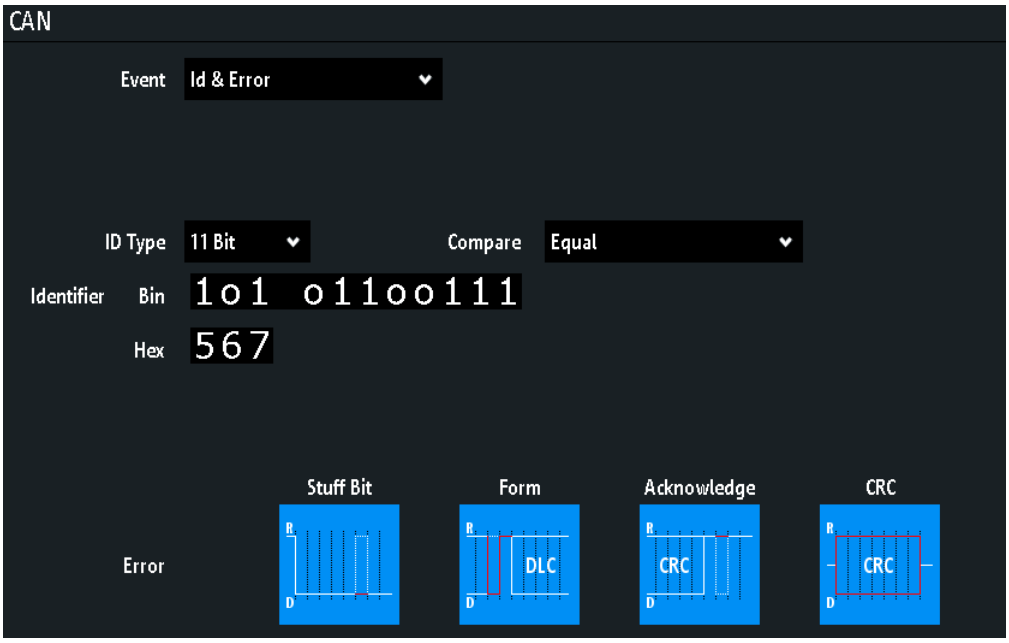


Bild 13-26: Einstellungen für Suche auf CAN-Bus nach fehlerhaften Frames mit Identifier 567 (hex)

Ereignis
Gibt das Ereignis oder die Ereigniskombination an, nach dem/der gesucht werden soll. Sie können zum Beispiel nach Frames, Fehlern, Daten oder IDs suchen. Abhängig vom ausgewählten Ereignis werden zusätzliche Einstellungen angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` auf Seite 670

Frame-Einstellung
Gibt den Frametyp an, nach dem gesucht werden soll.

Bei einer Suche nach Remote- oder Datenframes wird auch der ID-Typ (Länge des Identifiers) berücksichtigt. Die Einstellung ist nur verfügbar, wenn „Ereignis“ = „Frame“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe` auf Seite 671

Fehler
Gibt den Fehlertyp an, nach dem gesucht werden soll. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Suchbedingung auswählen. Die Fehlertypen entsprechen denen in den CAN-Triggereinstellungen (siehe Kapitel 13.5.3, „CAN-Trigger“, auf Seite 302).

Die Einstellung ist nur verfügbar, wenn „Ereignis“ = „Fehler“ oder „Id & Fehler“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:CAN:ACKerror` auf Seite 671
`SEARch:PROTocol:CAN:BITSterror` auf Seite 672

SEARch:PROTocol:CAN:CRCerror auf Seite 672
SEARch:PROTocol:CAN:FORMerror auf Seite 672

Frame Typ
Gibt den Frametyp an, nach dem gesucht werden soll, wenn „Ereignis“ = „Kennung“ ausgewählt ist. Sie können nach Daten- und/oder Remote-Frames suchen.

Fernsteuerbefehl:
SEARch:PROTocol:CAN:FTYPe auf Seite 672

Identifier-Bedingung
Einstellungen zur Definition des Identifier-Musters, wenn „Ereignis“ = „Kennung“, „Id & Fehler“ oder „Id & Daten“ ausgewählt ist.

Nach Angabe der Bedingungen „ID-Typ“ und „Vergleich“ können Sie den Identifier-Wert eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder X (Ignorieren) einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Halbbyte eingeben. Die Einstellungen entsprechen denen für die Einstellung des Identifier-Triggers (siehe auch „Identifier-Bedingung“ auf Seite 305).

Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben. Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

Fernsteuerbefehl:
SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe auf Seite 672
SEARch:PROTocol:CAN:ICONdition auf Seite 673
SEARch:PROTocol:CAN:IDENtifier auf Seite 673

Datenbedingung
Einstellungen zur Definition des zu suchenden Datenmusters, wenn „Ereignis“ = „Id & Fehler“ ausgewählt ist.

Nach Angabe der „Daten“-Länge und „Vergleich“-Bedingung können Sie den Datenwert eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder X (Ignorieren) einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Halbbyte eingeben. Die Einstellungen entsprechen denen für die Einstellung des Datentriggers (siehe auch „Datenbedingung“ auf Seite 306).

Fernsteuerbefehl:
SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth auf Seite 673
SEARch:PROTocol:CAN:DCONdition auf Seite 673
SEARch:PROTocol:CAN:DATA auf Seite 674

13.5.6 CAN-Label-Liste

Allgemeine Informationen zu Label-Listen und zur Triggerung auf symbolische IDs finden Sie in Kapitel 13.1.5, „Label-Listen“, auf Seite 269.

Dateien mit Label-Listen sind protokollspezifisch. Eine PTT-Label-Datei für CAN-Protokolle enthält drei Werte für jeden Identifier:

- Identifier-Typ, 11 Bit oder 29 Bit lang

- Identifier-Wert
- Label, symbolischer Name des Identifiers, der seine Funktion im Busnetz angibt.

Beispiel: PTT-Datei für CAN

```
# ---------------------------------------------------------------------------
@FILE_VERSION  = 1.00
@PROTOCOL_NAME = can
# ---------------------------------------------------------------------------
# Labels for CAN protocol
#   Column order: Identifier type, Identifier value, Label
# ---------------------------------------------------------------------------
11,064h,Diag_Response
11,1E5h,EngineData
11,0A2h,Ignition_Info
11,1BCh,TP_Console
11,333h,ABSdata
11,313h,Door_Left
11,314h,Door_Right
29,01A54321h,Throttle
29,13A00FA2h,LightState
29,0630ABCDh,Engine_Status
29,03B1C002h,Airbag_Status
29,01234ABCh,NM_Gateway
# ---------------------------------------------------------------------------
```

Label List: CAN (Imported on: 2017-03-30; 15:10)

Symbolic Label	ID / Addr
ABSdata	0x333
Airbag_Status	0x03B1 C002
Diag_Response	0x064
Door_Left	0x313
Door_Right	0x314
Engine_Status	0x0630 ABCD
EngineData	0x1E5
Ignition_Info	0x0A2
LightState	0x13A0 0FA2
NM_Gateway	0x0123 4ABC
Throttle	0x01A5 4321

Bild 13-27: Label-Liste für CAN

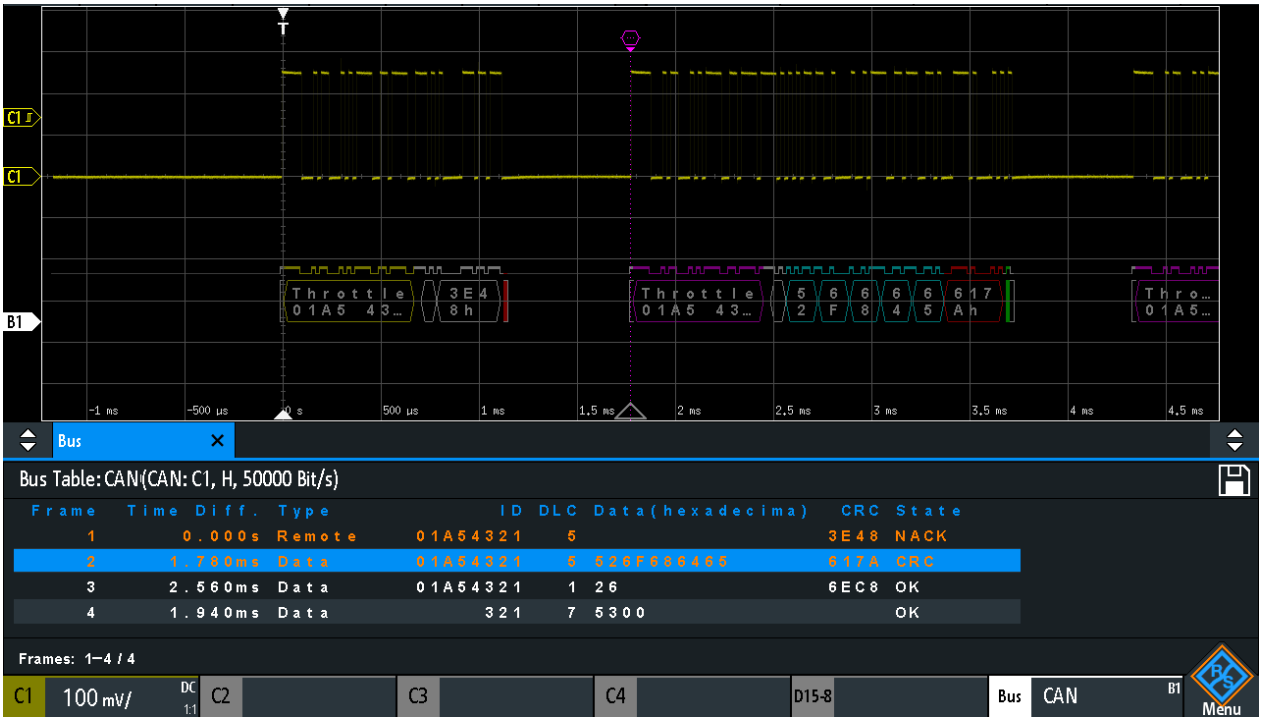


Bild 13-28: Decodiertes CAN-Signal mit Bustabelle und angewendeter Label-Liste

13.6 LIN (Option R&S RTA-K3)

LIN (Local Interconnect Network) ist ein einfaches, kostengünstiges Bussystem, das in Automotive-Netzwerkarchitekturen verwendet wird. LIN ist in der Regel ein Subnetzwerk eines CAN-Busses. Der Hauptzweck von LIN ist die Integration unkritischer Sensoren und Aktoren mit geringen Anforderungen an die Bandbreite. Eine typische Anwendung in einem Fahrzeug ist die Steuerung von Türen, Fenstern, Klappspiegeln und Scheibenwischern.

- Das LIN-Protokoll....312
- LIN-Konfiguration....314
- LIN Trigger....316
- LIN-Decodierergebnisse....319
- Suche in decodierten LIN-Daten....321
- LIN-Label-Liste....323

13.6.1 Das LIN-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, das Frameformat, Identifier und Triggermöglichkeiten. Ausführliche Informationen finden Sie in der LIN-Spezifikation unter http://www.lin-subbus.org/ (kostenlos).

LIN-Eigenschaften

Haupteigenschaften von LIN:

- Serielles Single-Wire-Kommunikationsprotokoll, auf Basis der UART-Byte/Wort-Schnittstelle
- Einzeln primär, mehrfach sekundär - normalerweise bis zu 12 Knoten
- Primärgesteuerte Kommunikation: Master koordiniert die Kommunikation mit dem LIN-Zeitplan und sendet Identifier an die Slaves.
- Synchronisationsmechanismus für Taktrückgewinnung durch sekundäre Knoten ohne Quarz- oder Keramik-Resonator.

Das R&S RTA4000 unterstützt mehrere Versionen des LIN-Standards: v1.3, v2.0, v2.1 und den amerikanischen Standard SAE J2602.

Datenübertragung

Grundlegendes Kommunikationskonzept von LIN:

- Die Kommunikation in einem aktiven LIN-Netzwerk wird immer vom Master eingeleitet.
- Der Master sendet einen Nachrichten-Header einschließlich Synchronisationspause, Synchronisationsbyte und Nachrichtenkennung (Identifier).
- Der identifizierte Knoten sendet die Antwort auf die Nachricht: ein bis acht Datenbytes und ein Prüfsummenbyte.
- Header und Antwort bilden den Nachrichtenframe.

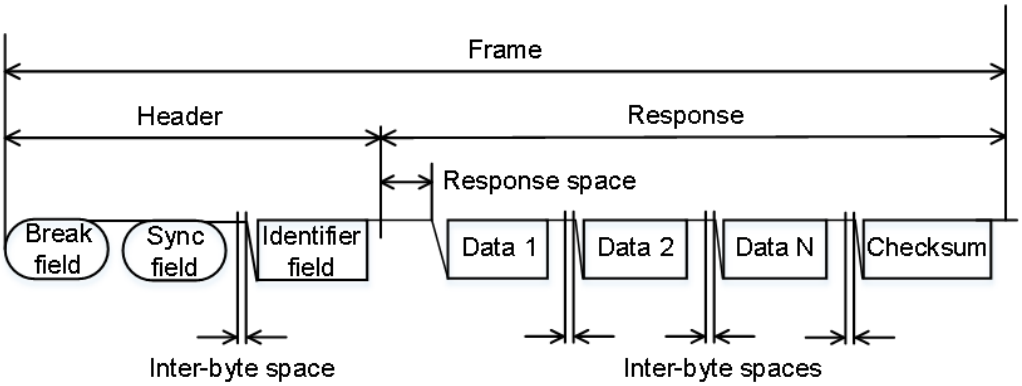


Bild 13-29: LIN-Frame mit Header und Antwort

Die Daten werden in Form von Bytes über die UART-Byte/Wort-Schnittstelle ohne das Paritätsbit übertragen. Jedes Byte besteht aus einem Startbit, acht Bits und einem Stoppbit.

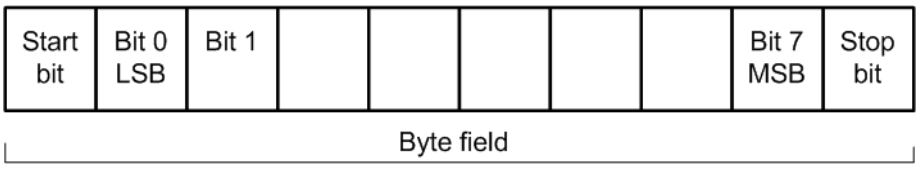


Bild 13-30: Aufbau eines Bytefelds

Datenbytes werden im LSB-zuerst-Verfahren übertragen.

Das Identifier-Byte besteht aus sechs Bits für den Frame-Identifier und zwei Paritätsbits. Diese Kombination ist als geschützter Identifier bekannt.

Trigger

Das R&S RTA4000 kann auf verschiedene Teile von LIN-Frames triggern. Die Datenleitung muss mit einem Eingangskanal verbunden werden. Triggerung auf mathematische und Referenzmesskurven ist nicht möglich.

Sie können triggern auf:

- Framestart (Synchronisationsfeld)
- Einen bestimmten Identifier oder Identifier-Bereich
- Datenmuster in der Nachricht
- Wakeup-Signal
- Prüfsummenfehler (Fehler in Daten), Paritätsfehler (Fehler in Identifier)

13.6.2 LIN-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

LIN-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = LIN aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus, d. h. den Kanal, mit dem das Eingangssignal verbunden ist.
6. Legen Sie den Schwellenwert fest:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellenwert fest.
   - Geben Sie den Schwellenwert im numerischen Feld ein.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Nachfolgend werden in „LIN-Konfigurationseinstellungen“ auf Seite 315 die Einstellungen erläutert.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.

LIN-Konfigurationseinstellungen

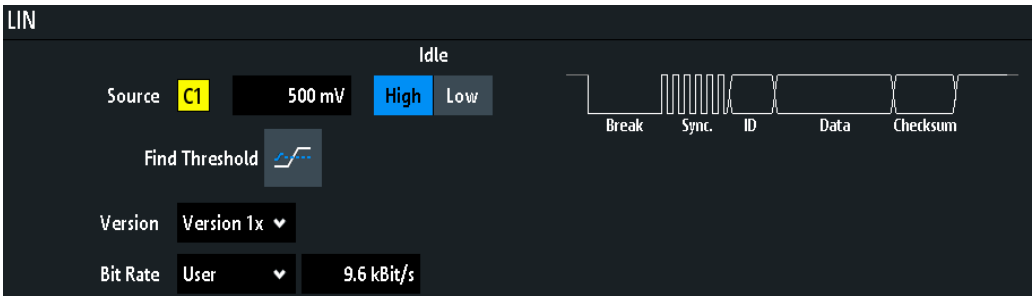


Bild 13-31: LIN-Einstellungsdialog

Quelle....315
Leerlaufzeit....315
Schwellenwert, Schwelle suchen....315
Version....315
Bitrate....316

Quelle
Gibt die Quelle der Datenleitung an. Es sind alle Kanalmesskurven verwendbar.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LIN:DATA:SOURce` auf Seite 674

Leerlaufzeit
Definiert den Ruhezustand des Busses. Der Ruhezustand ist der rezessive Zustand und entspricht einer logischen 1.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LIN:POLarity` auf Seite 675

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Version
Gibt die Version des LIN-Standards an, der im Messobjekt verwendet wird. Die Einstellung gibt hauptsächlich die bei der Decodierung verwendete Prüfsummenversion an.

Die gängigste Version ist LIN 2.x. Handelt es sich um gemischte Netzwerke oder ist der Standard unbekannt, setzen Sie den LIN-Standard auf „Beliebig“.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LIN:STANdard` auf Seite 675

Bitrate
Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an. Der LIN-Standard definiert eine maximale Bitrate von 20 kbit/s.

„Vordefiniert“ Wählen Sie eine Bitrate aus der Liste mit vordefinierten Werten aus, indem Sie „Bitrate“ auf „Vordefiniert“ einstellen und einen Wert auswählen.

„Benutzer“ Sie können einen anderen Wert angeben, indem Sie „Bitrate“ auf „Benutzer“ einstellen und einen Bit/s-Wert eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:LIN:BITRate` auf Seite 675

13.6.3 LIN Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.6.2, „LIN-Konfiguration“, auf Seite 314.

Auf LIN-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für MIL-STD-1553 konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls erforderlich).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Bedingung „LIN -Trigger“ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „LIN -Trigger“ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Frame-Start“: Stoppbit des Synchronisationsfeldes
   - „Wake Up“: Nach einem Wakeup-Frame
   - „Fehler“: Prüfsumme, Parität oder Synchronisation
   - „Kennung“: Bestimmter Nachrichten-Identifier oder Identifier-Bereich
   - „Adresse und Daten“: Kombination aus Adress- und Datenbedingung
5. Bei Auswahl von „Kennung“ oder „Adresse und Daten“ wird der LIN-Trigger-Einstellungsdialog für die Definition des seriellen Musters erweitert.

LIN-Triggereinstellungen

Bild 13-32: Triggereinstellungen für Triggerung auf Adress- und Datenmuster

o (blau) = Ausgewähltes Bit im 2. Byte des Datenmusters, wobei die blaue Farbe bedeutet, dass das Nummernfeld für dieses Bit aktiv ist

LIN -Trigger 317
Fehler 318
└ Prüfsumme 318
└ Parität 318
└ Synchronisation 318
Identifier-Bedingung 318
└ Kennung 318
└ Vergleich 318
└ ID aus Tabelle 319
Datenbedingung 319
└ Daten 319
└ Vergleich 319
└ Bin / Hex 319

LIN -Trigger

Gibt den Triggermodus an.

„Frame-Start“	Triggert auf das Stoppbit des Synchronisationsfeldes.
„Wake Up“	Triggert nach einem Wakeup-Frame.
„Fehler“	Identifiziert verschiedene Fehler im Frame. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung auswählen. Siehe „Fehler“ auf Seite 318.
„Kennung“	Setzt den Trigger auf einen bestimmten Nachrichten-Identifier oder einen Identifier-Bereich. Es wird nur der 6-Bit-Identifier ohne Paritätsbits berücksichtigt, nicht der geschützte Identifier. Siehe „Identifier-Bedingung“ auf Seite 318.
„Adresse und Daten“	Triggert auf eine Kombination aus Adress- und Datenbedingung. Das Gerät triggert am Ende des letzten Bytes des angegebenen Datenmusters. Ein Beispiel wird in Bild 13-32 gezeigt. Siehe „Identifier-Bedingung“ auf Seite 318 und „Datenbedingung“ auf Seite 319.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:TYPE` auf Seite 676

Fehler
Wählen Sie einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung aus.

Prüfsumme ← Fehler
Prüfsummenfehler. Die Prüfsumme bestätigt die korrekte Datenübertragung. Es ist das letzte Byte der Frameantwort. Die Prüfsumme schließt nicht nur die Daten, sondern auch den geschützten Identifier (PID) ein.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:CHKSerror` auf Seite 676

Parität ← Fehler
Paritätsfehler. Paritätsbits sind die Bits 6 und 7 des Identifiers. Sie bestätigen die korrekte Übertragung des Identifiers.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:IPERror` auf Seite 677

Synchronisation ← Fehler
Fehler während der Synchronisation.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:SYERror` auf Seite 677

Identifier-Bedingung
Die Identifier-Bedingung besteht aus folgenden Einstellungen:
- Identifier-Wert
- Vergleich

Kennung ← Identifier-Bedingung
Gibt das Identifier-Muster im binären und hexadezimalen Format an. Sie können ein einzelnes binäres Bit oder hexadezimales Nibble (Halbbyte) angeben, indem Sie darauf tippen und es über das On-Screen-Nummernfeld eingeben.

„Bin“	Zeichenkette mit dem binären Muster und einer maximalen Länge von 64 Bits. Zulässige Zeichen sind 0, 1 und X.
„Hex“	Zeichenkette mit dem hexadezimalen Muster und einer maximalen Länge von 8 Bytes. Zulässige Zeichen sind 0 bis F und X.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:IDENtifier` auf Seite 677

Vergleich ← Identifier-Bedingung
Legt die Vergleichsbedingung fest: Enthält das Identifier-Muster mindestens ein X (Ignorieren), kann auf Werte gleich oder ungleich dem angegebenen Wert getriggert werden. Enthält das Muster nur 0 und 1, kann auch auf einen Bereich größer oder kleiner als der angegebene Wert getriggert werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:ICONdition` auf Seite 677

ID aus Tabelle ← Identifier-Bedingung
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit symbolischen Namen geladen und angewendet wurde, können Sie einen symbolischen Namen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben. Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

Datenbedingung
Die Datenbedingung besteht aus folgenden Einstellungen:
- Länge des Datenmusters
- Vergleich
- Datenmuster

Daten ← Datenbedingung
Gibt die Länge des Datenmusters an - die Anzahl Bytes im Muster.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:DLENgth` auf Seite 678

Vergleich ← Datenbedingung
Legt die Vergleichsbedingung fest: Enthält das Muster mindestens ein X (Ignorieren), kann auf Werte gleich oder ungleich dem angegebenen Wert getriggert werden. Enthält das Muster nur 0 und 1, kann auch auf einen Bereich größer oder kleiner als der angegebene Wert getriggert werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:DCONdition` auf Seite 678

Bin / Hex ← Datenbedingung
Gibt das Datenmuster an, auf das getriggert werden soll. Sie können ein einzelnes binäres Bit oder hexadezimales Nibble (Halbbyte) angeben, indem Sie darauf tippen und es über das On-Screen-Nummernfeld eingeben. Es müssen vollständige Bytes angegeben werden.

„Bin“	Zeichenkette mit dem binären Muster und einer maximalen Länge von 64 Bits. Zulässige Zeichen sind 0, 1 und X.
„Hex“	Zeichenkette mit dem hexadezimalen Muster und einer maximalen Länge von 8 Bytes. Zulässige Zeichen sind 0 bis F und X.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:LIN:DATA` auf Seite 677

13.6.4 LIN-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus. Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.

3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

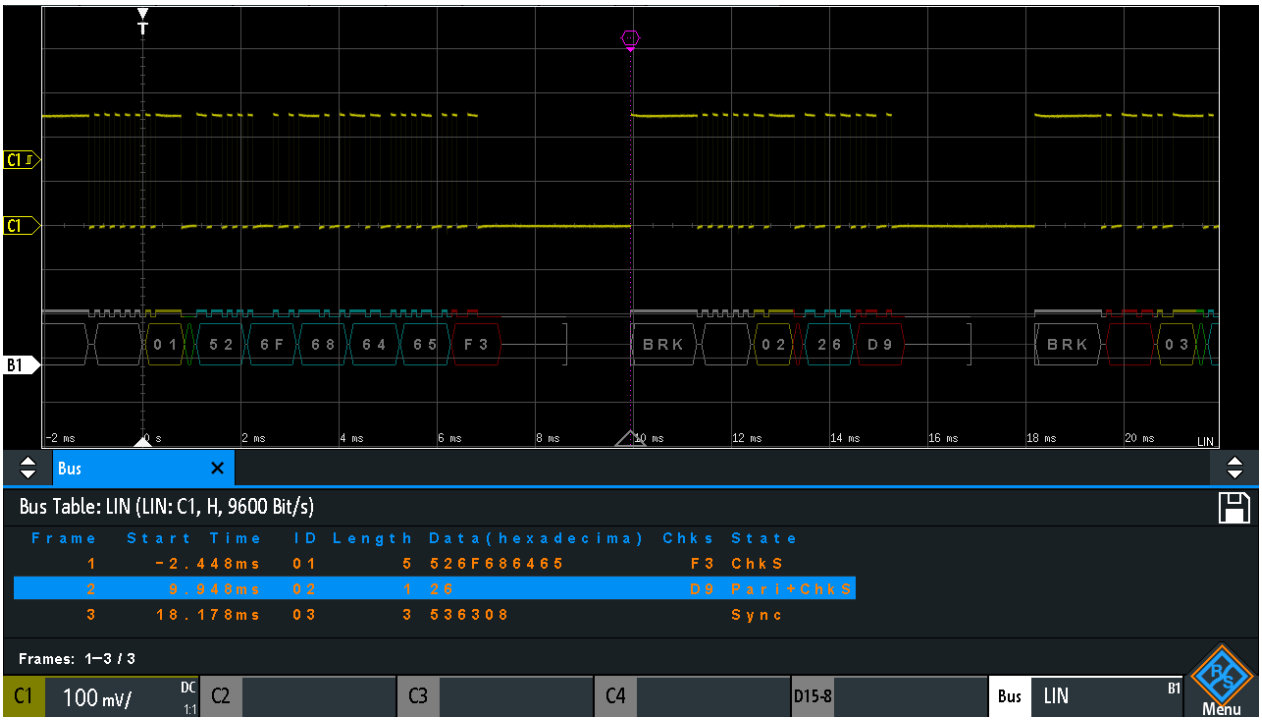


Bild 13-33: Decodiertes LIN-Signal mit Bustabelle, Triggern auf Framestart

Tabelle 13-5: Inhalt der LIN-Frametabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
ID	Identifier-Wert, hexadezimaler Wert
Länge	Anzahl der Datenbytes
Daten	Hexadezimale Werte der Datenbytes
Chks	Prüfsummenwert
Zustand	Gesamtzustand des Frames.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.6.3, „LIN - Decodierergebnisse“, auf Seite 678 beschrieben.

13.6.5 Suche in decodierten LIN-Daten

Mit der Suchfunktion können Sie dieselben Ereignisse in den decodierten Daten finden, auf die Sie auch triggern können. Anders als beim Triggern werden bei der Suche alle Ereignisse in einer Erfassung gefunden, die die Suchbedingung erfüllen. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle aufgelistet und können in einer Datei gespeichert werden.

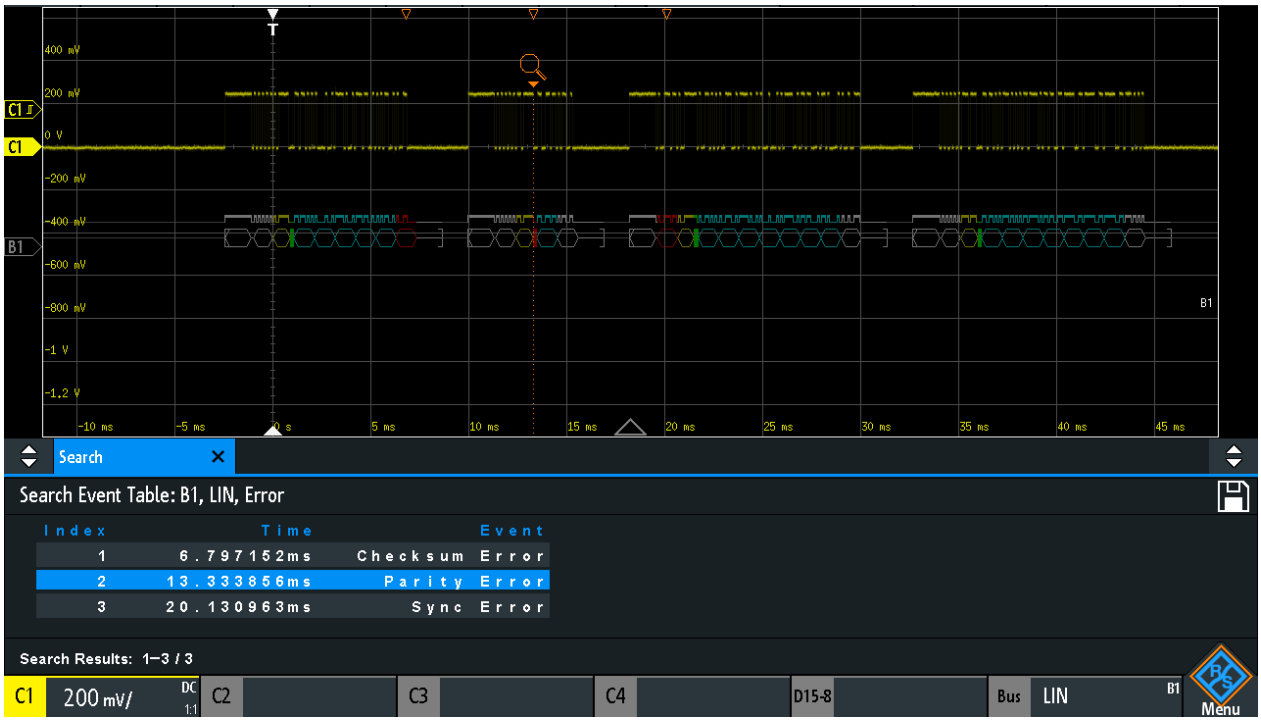


Bild 13-34: Suche nach Fehlern auf einem LIN-Bus

In einem LIN-Signal nach Ereignissen suchen

1. Konfigurieren und decodieren Sie den Bus richtig.
2. Erfassen Sie decodierte Daten.
3. Drücken Sie die Taste Search.
4. Wählen Sie den „Suchtyp“ = „Protokoll“ aus.
5. Wählen Sie den „Quelle“ aus, den Bus, der für MIL-STD-1553 konfiguriert ist.
6. Wählen Sie das „Ereignis“ aus, nach dem gesucht werden soll.
7. Geben Sie zusätzliche Einstellungen ein (abhängig vom Ereignis).

LIN-Sucheinstellungen

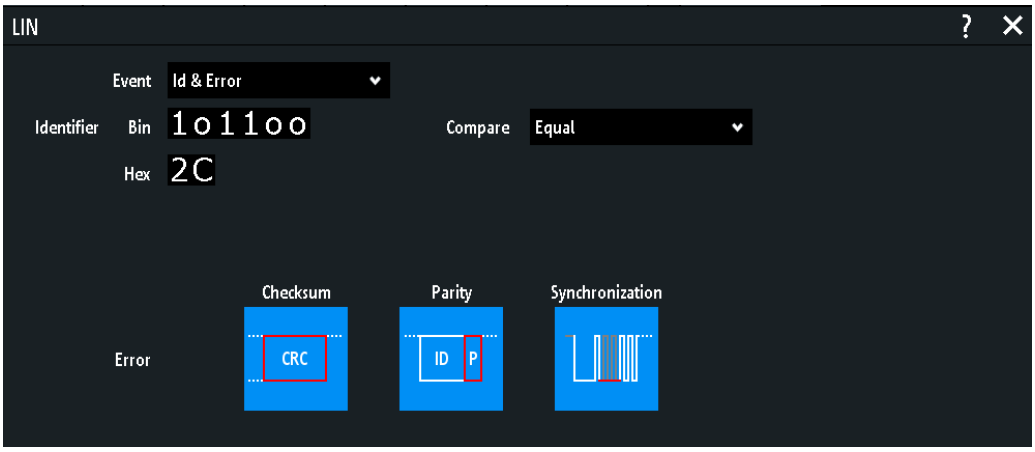


Bild 13-35: Suche auf LIN-Bus nach fehlerhaften Frames mit Identifier 2C (hex)

Ereignis 322
Frame-Einstellung 322
Fehler 322
Identifier-Bedingung 323
Datenbedingung 323

Ereignis

Gibt das Ereignis oder die Ereigniskombination an, nach dem/der gesucht werden soll. Abhängig vom ausgewählten Ereignis werden zusätzliche Einstellungen angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` auf Seite 684

Frame-Einstellung

Gibt den Frametyp an, nach dem gesucht werden soll.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe` auf Seite 671

Fehler

Gibt den Fehlertyp an, nach dem gesucht werden soll. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Suchbedingung auswählen. Die Fehlertypen entsprechen denen in den LIN-Triggereinstellungen.

Siehe auch „Fehler“ auf Seite 318.

Die Einstellung ist nur verfügbar, wenn „Ereignis“ = „Fehler“ oder „Id & Fehler“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:LIN:CHKSerror` auf Seite 685
`SEARch:PROTocol:LIN:IPERror` auf Seite 685
`SEARch:PROTocol:LIN:SYERror` auf Seite 685

Identifier-Bedingung
Einstellungen zur Definition des Identifier-Musters, wenn „Ereignis“ = „Kennung“, „Id & Fehler“ oder „Id & Daten“ ausgewählt ist.

Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Identifier-Wert eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder X (Ignorieren) einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Halbbyte eingeben.

Die Einstellungen entsprechen denen für die Einstellung des Identifier-Triggers (siehe auch „Identifier-Bedingung“ auf Seite 318).

Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben. Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:LIN:ICONdition` auf Seite 685
`SEARch:PROTocol:LIN:IDENtifier` auf Seite 686

Datenbedingung
Einstellungen zur Definition des zu suchenden Datenmusters, wenn „Ereignis“= „Id & Fehler“ ausgewählt ist.

Nach Angabe der „Daten“-Länge und „Vergleich“-Bedingung können Sie den Datenwert eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder X (Ignorieren) einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Halbbyte eingeben.

Die Einstellungen entsprechen denen für die Einstellung des Datentriggers (siehe auch „Datenbedingung“ auf Seite 319).

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth` auf Seite 686
`SEARch:PROTocol:LIN:DCONdition` auf Seite 686
`SEARch:PROTocol:LIN:DATA` auf Seite 686

13.6.6 LIN-Label-Liste

Allgemeine Informationen zu Label-Listen finden Sie in Kapitel 13.1.5, „Label-Listen“, auf Seite 269.

Label-Listen sind protokollspezifisch. Label-Listen für LIN sind im CSV- und PTT-Format verfügbar.

Eine LIN-Label-Datei enthält zwei Werte für jeden Identifier:

- Identifier-Wert
- Symbolischer Name für den Identifier

Beispiel einer PTT-Datei für LIN

```
# ------------------------------------------------------------------------------
@FILE_VERSION = 1.0
@PROTOCOL_NAME = lin
# ------------------------------------------------------------------------------
```

```
# Labels for LIN protocol
# Column order: Identifier, Label
# ---------------------------------------------------------------------------
# Labels for standard addresses
0x3F,Temperature
1Ch,Left brake
20h,Right brake
# Following ID is provided as integer
33,Mirror
0x37,Indoor lights
# Labels for reserved addresses
0x3C,Master_Request_Frame
0x3D,Slave_Response_Frame
# ---------------------------------------------------------------------------
```

Label List: LIN (Imported on: 2017-03-30; 16:50)

Symbolic Label	ID / Addr
Dashboard	0x03
Door controller	0x2E
Gateway	0x02
Indoor lights	0x37
Master_Request_Frame	0x3C
Mirror	0x01
Reserved_Frame	0x3F
Slave_Response_Frame	0x3D
Temperature	0x04
User_Defined_Frame	0x3E

Bild 13-36: Label-Liste für LIN

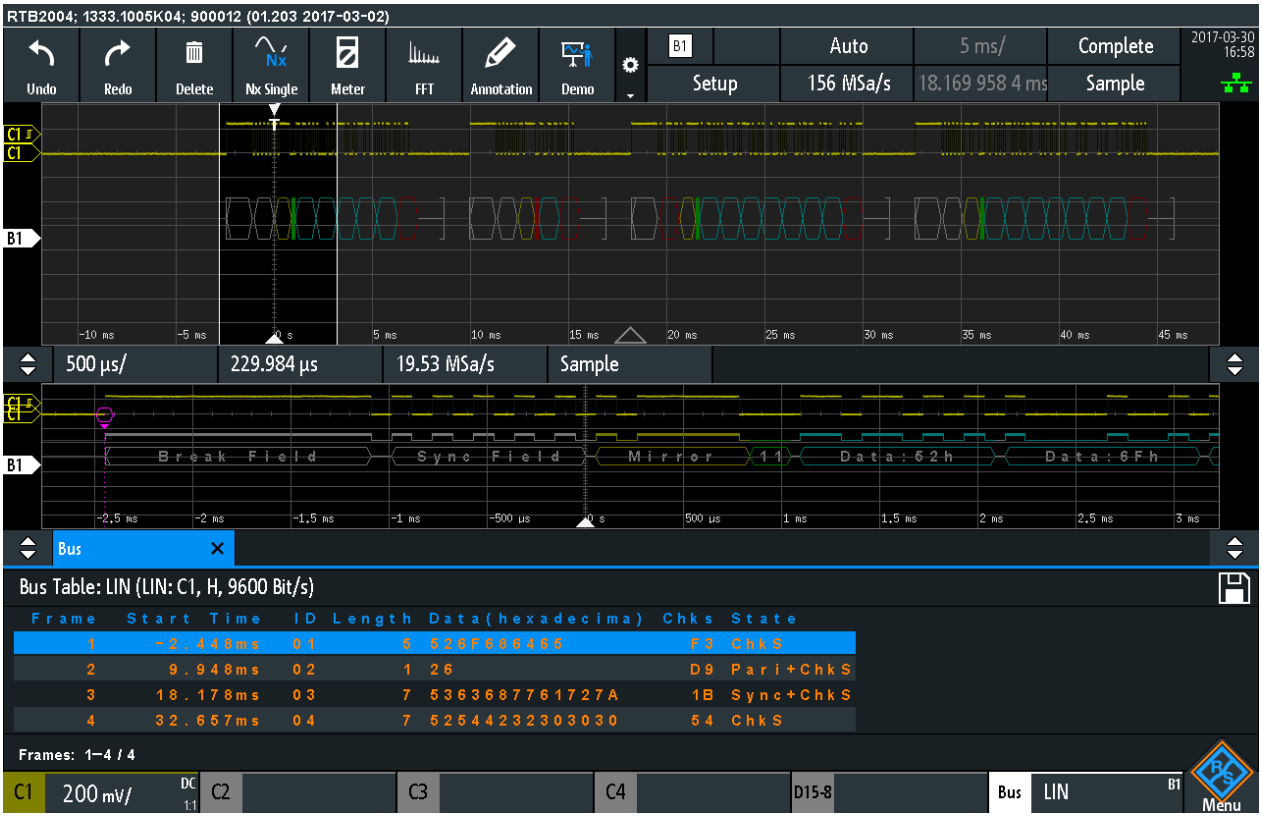


Bild 13-37: Decodiertes LIN-Signal mit Frametabelle und angewendeter Label-Liste

Grau = Synchronisations-Break, Synchronisationsbyte, richtige Prüfsumme
Gelb = Identifier
Grün = Paritätsbits
Blau = Datenwörter (UART-Wörter)

13.7 Audiosignale (Option R&S RTA-K5)

Das R&S RTA4000 kann mehrere Standard- und De-facto-Industriestandardsignale analysieren: I²S Inter-IC Sound Standard-Audioformat, linksbündige und rechtsbündige Datenformate und das Time Division Multiplexed (TDM) Audioformat.

13.7.1 Audioprotokolle

Alle Audioprotokolle nutzen drei Leitungen:

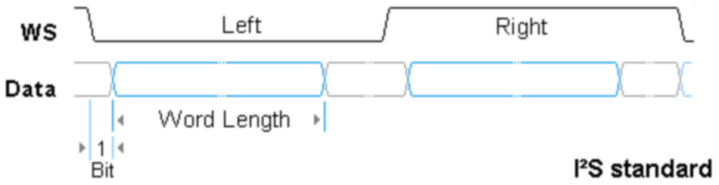
- Die Taktleitung generiert den Bittakt.
- Die Word-Select-Leitung (WS, auch Word Clock genannt) definiert den Framestart und die maximale Länge des Datenworts.
  Bei mit PCM (Puls-Code-Modulation) modulierten Signalen (I²S-Standard, links- und rechtsbündige Datenformate) weist der Pegel des WS-Signals die Datenwörter den linken und rechten Kanälen zu.

TDM nutzt Framesynchronisationspulse auf der WS-Leitung, um den Anfang eines Frames zu erkennen.

- Die Datenleitung überträgt die Audiodaten in Zeitmultiplex-Datenkanälen.

13.7.1.1 I²S-Standard

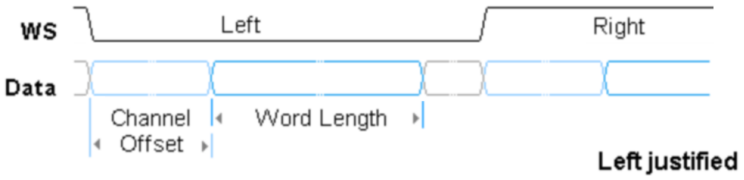
I²S-Standardschnittstellen übertragen zwei PCM-codierte Audiokanäle. Die WS-Leitung wählt den sendenden Kanal aus - linker oder rechter Kanal. Normalerweise werden auf jedem Kanal 32 Bits übertragen. Das Datenwort kann kürzer als die Kanallänge sein und der Empfänger ignoriert die restlichen Bits. Das erste Byte des Audioworts wird um eine einzige Taktperiode ab der Anstiegsflanke des Word-Select-Pulses verzögert. Das R&S RTA4000 kann I²S-Standardsignale mit MSBF- und LSBF-Bitfolge decodieren.



13.7.1.2 Linksbündiges Datenformat

Das linksbündige Datenformat ist dem I²S-Standard sehr ähnlich, aber es wird das erste Byte des Audioworts mit der Anstiegsflanke des Word-Select-Pulses abgeglichen. Dadurch ist das Audiowort innerhalb des Frames linksbündig. Das Datenwort kann kürzer als die Kanallänge sein.

Zusätzlich zur Standardkonfiguration kann das R&S RTA4000 auch linksbündige Datenformate analysieren, die das Datenwort mit einem Offset zur WS-Flanke senden. Die Bitfolge kann MSBF oder LSBF sein.



13.7.1.3 Rechtsbündiges Datenformat

Das rechtsbündige Datenformat ist dem linksbündigen ähnlich, aber es wird das letzte Byte des Worts im Frame mit der Abfallflanke des Word-Select-Pulses abgeglichen. Dadurch ist das Audiowort innerhalb des Frames rechtsbündig.

13.7.1.4 TDM

Das TDM-Audioformat (Time Division Multiplexed) ist nicht standardisiert und bietet hohe Flexibilität bei der Übertragung von mehr als zwei Audiodatenkanälen auf einer

einzigen Leitung. Auf der Word-Select-Leitung wird anhand von Framesynchronisationspulsen der Anfang eines Frames erkannt. Auf der Datenleitung werden Kanalblöcke mit einer definierten Länge übertragen. Jeder Block enthält ein Audiowort, das kürzer als die Kanallänge sein kann.

Kanallänge, Kanaloffset und Wortlänge sind abhängige Werte:

Kanallänge ≥ Wortlänge + Kanaloffset

13.7.2 Audiokonfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

Audiosignal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = Audio aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die Kanalquellen „Word Select“, „Takt“ und „Daten“ aus.
6. Legen Sie den Schwellwert fest. Verwenden Sie eine der folgenden Methoden:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellwert fest.
   - Geben Sie den Schwellwert im numerischen Feld ein.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.

Audiokonfigurationseinstellungen

Bild 13-38: Audioeinstellungsdialog

Quelle
Gibt die Audioleitung an, die Sie im Menü konfigurieren möchten.

Word Select
Gibt die Quelle der Word-Select-Leitung an.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:WSELect:SOURce` auf Seite 692

Polarität
Für I²S-, LJ- und RJ-Signale gibt die Polarität die den linken und rechten Kanälen zugewiesenen Word-Select-Werte an.

- „Normal“: 0 bezeichnet den linken Kanal und 1 den rechten Kanal. Dies ist die übliche Einstellung.
- „Invert.“: 0 bezeichnet den rechten Kanal und 1 den linken Kanal.

Für TDM-Signale gibt die Polarität die Flanke des Framesynchronisationspulses an, der den Anfang eines Frames identifiziert. Der Frame startet an der nächsten Taktflanke, die auf die ausgewählte FSYNC-Flanke folgt.

- „Normal“: Der Frame beginnt mit einer steigenden Flanke. Dies ist die übliche Einstellung.
- „Invert.“: Der Frame beginnt mit einer fallenden Flanke.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:WSELect:POLarity` auf Seite 691

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Takt
Gibt die Quelle der Taktleitung an.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CLOCk:SOURce` auf Seite 689

Flanke
Gibt die Taktflanke an, an der das Gerät die Daten auf der Datenleitung abtastet. Dies ist üblicherweise die steigende Flanke. Das R&S RTA4000 kann auch die umgekehrte Einstellung analysieren.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CLOCk:POLarity` auf Seite 689

Daten
Gibt die Quelle der Datenleitung an.

Wenn die MSO-Option R&S RTA-B1 installiert ist, können Sie Logikkanäle als Quelle nutzen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:DATA:SOURce` auf Seite 690

Aktiv
Definiert die Interpretation der Signalzustände High und Low.
- „Aktiv High“: HIGH (Signalpegel über dem Schwellwert) = 1 und LOW (Signalpegel unter dem Schwellwert) = 0
- „Aktiv Low“: HIGH = 0 und LOW = 1

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:DATA:POLarity` auf Seite 689

Variante
Gibt die Protokollvariante des Audiosignals an. Die Konfigurationsmöglichkeiten im R&S RTA4000 gehen über die Definitionen der Standards hinaus.

„I2S Standard“ Audioformat des Inter-IC Sound-Standards. Das erste Byte des Audioworts wird um eine einzige Taktperiode ab der Anstiegsflanke des Word-Select-Pulses verzögert.

„Linksbündig“ Das linksbündige Datenformat ist dem I²S-Standard ähnlich. Das erste Byte des Audioworts wird mit der Anstiegsflanke des Word-Select-Pulses abgeglichen. Dadurch ist das Audiowort innerhalb des Frames linksbündig. Im R&S RTA4000 kann ein zusätzliches Offset des Audioworts eingestellt werden.

„Rechtsbündig“ In rechtsbündigen Daten wird das letzte Byte des Worts mit der Abfallflanke des Word-Select-Pulses abgeglichen. Dadurch ist das Audiowort innerhalb des Frames rechtsbündig. Im R&S RTA4000 kann ein zusätzliches Offset des Audioworts eingestellt werden.

„TDM“ Das TDM-Audioformat kann bis zu acht Audiodatenkanäle auf einer einzigen Leitung übertragen. Auf der Word-Select-Leitung wird anhand von Framesynchronisationspulsen der Anfang eines Frames erkannt. Auf der Datenleitung werden Kanalblöcke mit einer definierten Länge übertragen. Jeder Block enthält ein Audiowort.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:AVARiant` auf Seite 687

13.7.3 Einstellung von Audiovarianten

Abhängig von der ausgewählten Audiovariante sind verschiedene Einstellungen verfügbar.

Bild 13-39: Audioeinstellungsmenü - Linksbündige Variante

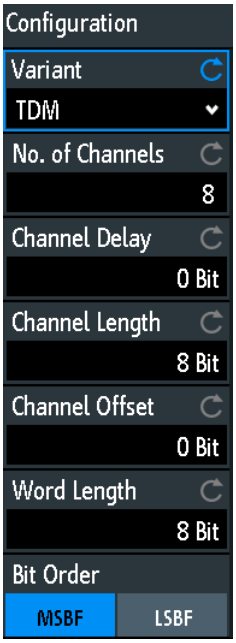


Bild 13-40: Audioeinstellungsmenü - TDM-Variante

Erster Kanal
Gibt an, ob der linke oder der rechte Kanal der erste Kanal im Frame ist.

Die Einstellung ist für Audiosignale des I²S-Standards sowie links- und rechtsbündige Audiosignale verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CHANnel:ORDer` auf Seite 688

Anz. Kanäle
Gibt die Anzahl der auf der TDM-Audioleitung übertragenen Kanäle an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CHANnel:TDMCount` auf Seite 688

Kanalverzögerung
Gibt eine Verzögerung der Kanalblöcke nach dem Framestart an (Word-Select-Flanke). Dadurch werden alle Kanäle verschoben.

Die Einstellung ist nur für TDM-Signale verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:FOFFset` auf Seite 691

Kanallänge
Gibt die Anzahl Bits in einem Kanalblock für TDM-Audiosignale an (Senderlänge).

Die Einstellung ist nur für TDM-Signale verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CHANnel:LENGth` auf Seite 688

Kanaloffset
Gibt die Anzahl Bits zwischen dem Kanalstart und dem Start des Audioworts an. Die Einstellung ist für das linksbündige Datenformat und TDM-Audiosignale verfügbar.

Bei TDM sind mögliche Werte von der Kanallänge und der Wortlänge abhängig. Das maximale Offset beträgt *Kanallänge - Wortlänge*. Wenn Sie die Kanallänge oder Wortlänge ändern, wird das Kanaloffset automatisch angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:CHANnel:OFFSet` auf Seite 688

Wortlänge
Gibt die Anzahl Bits in einem Audiodatenwort an (Empfängerlänge). Die minimale Länge ist 1 Bit, die maximale Länge ist die Kanallänge.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:WLENgth` auf Seite 691

Bitfolge
Gibt die Bitfolge in den Audiodatenwörtern an. Normalerweise wird das MSB zuerst übertragen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:I2S:BORDer` auf Seite 687

13.7.4 Audio-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.7.2, „Audiokonfiguration“, auf Seite 327.

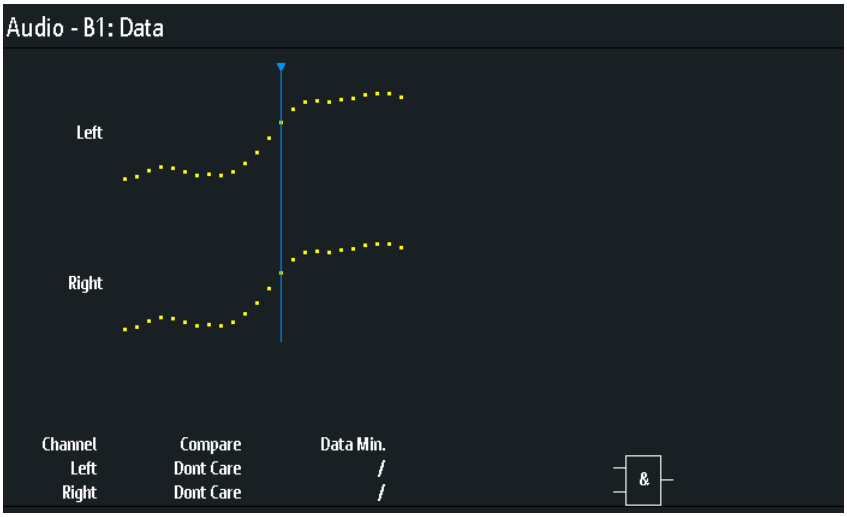
Auf Audiosignale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für Audio konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls nötig).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Triggerbedingungen werden im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „Audiotrigger “ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Daten“
   - „Fenster“
   - „Word Select“
   - „Fehler“

5. Stellen Sie die übrigen Triggerparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Welche Einstellungen verfügbar sind, hängt vom ausgewählten Triggertyp ab. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.

Audiotriggereinstellungen



Kanal
Gibt den Audiokanal an, auf dem das Gerät nach der angegebenen Datenbedingung sucht. Die Einstellung ist für die Triggertypen "Daten" und "Fenster" relevant.

Vergleich
Gibt den Operator für den Vergleich des decodierten Datenworts mit dem angegebenen Datenwort an.

Folgende Operatoren können eingestellt werden: Gleich, Ungleich, Größer als, Kleiner als, Innerhalb und Außerhalb.

Wenn die Daten auf dem ausgewählten Kanal für die Triggerbedingung nicht relevant sind, wählen Sie „Aus“ aus.

Die Einstellung ist für die Triggertypen "Daten" und "Fenster" relevant.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition` auf Seite 693
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:CONDition` auf Seite 694
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:CONDition` auf Seite 694

Daten / Datenminimum / Datenmaximum
Geben die Datenwörter an, die mit dem decodierten Datenwort verglichen werden sollen. Das Datenformat ist dezimal. Der maximale Wert ist durch die Wortlänge begrenzt. Es ist zu beachten, dass Audiowörter vorzeichenbehaftete Zahlen im Zweierkomplementformat sind. Beispielsweise hat ein 8-Bit-Datenwort einen Wertebereich von -128 bis 127.

Die Einstellung ist für die Triggertypen "Daten" und "Fenster" relevant.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMAX` auf Seite 693
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMIN` auf Seite 693
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMAX` auf Seite 694
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMIN` auf Seite 694
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMAX` auf Seite 695
`TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMIN` auf Seite 695

Verknüpf.
Gibt die logische Kombination für die Triggerung auf Datenwörter in verschiedenen Kanälen an. Das Gerät triggert, wenn alle Bedingungen in einem einzigen Frame erfüllt sind.

„Und“: Das Gerät triggert, wenn die Datenbedingungen auf allen ausgewählten Kanälen erfüllt sind.

„Oder“: Das Gerät triggert, wenn eine der angegebenen Datenbedingungen erfüllt ist.

Die Einstellung ist für die Triggertypen "Daten" und "Fenster" relevant.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2S:FUNCtion` auf Seite 695

Fensterlänge
Gibt die Anzahl aufeinanderfolgender Frames (Audioabtastwerte) an, für die die Datenbedingungen erfüllt sind.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2S:WINDow:LENGth` auf Seite 696

Word Select
Gibt die steigende („Positiv“) oder fallende („Negativ“) Flanke des Word-Select-Signals als Triggerbedingung an.

Beachten Sie Ihre Einstellung für „Word Select“ > „Polarität“ im Audiokonfigurationsmenü.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:I2S:WSSLope` auf Seite 696

13.7.5 Audiodecodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

Das Bild oben zeigt ein decodiertes Audiosignal und die „Bustabelle“.

Tabelle 13-6: Inhalt der Audioframetabelle

Spalte	Beschreibung
Frame	Framenummer
Startzeit	Zeit des Framestarts in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Zeitdiff.	Zeitdifferenz des Frames in Bezug zum vorherigen Frame
Links, Rechts (I²S, LJ, RJ) CH1, CH2,...CH8 (TDM)	Hexadezimale Werte der Audiowörter

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.7.3, „Audiodecodierergebnisse“, auf Seite 696 beschrieben.

13.8 MIL-STD-1553 (Option R&S RTA-K6)

- MIL-STD-1553 335
- MIL-STD-1553-Konfiguration 338
- MIL-STD-1553-Trigger 339
- MIL-STD-1553-Decodierergebnisse 344
- Label-Liste für MIL-STD-1553 345

13.8.1 MIL-STD-1553

Die Spezifikation MIL-STD-1553 definiert die Eigenschaften eines seriellen Datenbusses, der ursprünglich für die Bordelektronik von Militärflugzeugen entwickelt wurde. Heute wird er auch für die Borddatenverarbeitung in Raumfahrzeugen eingesetzt.

Es handelt sich um einen 2-Draht-Bus, der differenzielle Signale nutzt.

Ein MIL-STD-1553-System besteht aus folgenden Komponenten:

- Bus-Controller (BC): Initiiert und koordiniert den Datenfluss im System.
- Remote Terminal (RT): Dient als Schnittstelle zwischen verschiedenen Subsystemen und dem Datenbus. Ein System kann aus bis zu 31 RTs bestehen und jedes RT kann 31 Subadressen haben.
  Die Subadressen 0 und 31 beziehen sich auf ein Mode-Code-Kommando.
- Bus-Monitor (BM) (optional): Überwacht alle Nachrichten und kann ausgewählte Daten für Echtzeit- oder Offline-Analysen aufzeichnen.

Die Übertragung der Informationen über den Bus erfolgt in definierten Wortfolgen in Manchester-Codierung, wobei jedes Bit als High-Low für eine logische 1 oder als Low-High für eine logische 0 übertragen wird. Es gibt drei Arten von Wörtern: Kommando-, Daten- und Status-Wörter.

Kommando-Wort

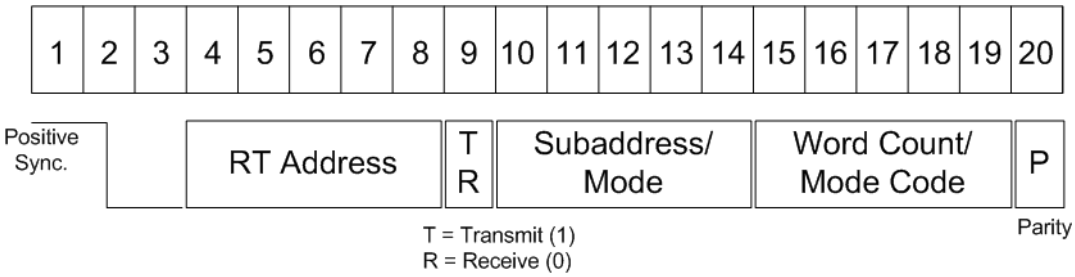


Bild 13-41: Aufbau eines Kommando-Worts

Das Format eines Kommando-Worts besteht aus folgenden Teilen (siehe Bild 13-41):

- Sync: eine ungültige Manchester-Messkurve.
- Remote Terminal (RT) Address: Die eindeutige Adresse des zugehörigen RT.
- Transmit/Receive (T/R): Gibt die vom RT geforderte Aktion an.
- Subaddress/Mode Code: Gibt die RT-Subadresse an. Die Subadressen 0 und 31 signalisieren die Übertragung eines Mode Code.
- Data Word Count /Mode Code: Gibt die Anzahl Wörter an, die vom RT gesendet/empfangen werden. Es sind maximal 32 Wörter zulässig. Dieses Feld kann zur Übertragung des Mode-Code-Werts verwendet werden.
- Parity: Prüft, ob während der Übertragung Bitfehler aufgetreten sind. Die Gesamtzahl der Bits mit logischer 1 für das Wort (ohne Sync-Bits) sollte ungerade sein.

Daten-Wort

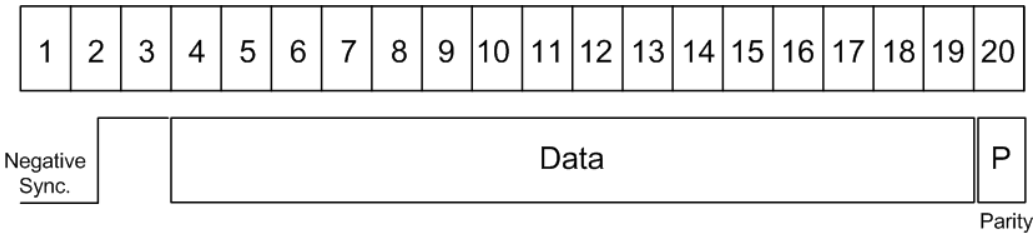


Bild 13-42: Aufbau eines Daten-Worts

Das Format eines Daten-Worts besteht aus folgenden Teilen (siehe Bild 13-42):

- Sync: Eine ungültige Manchester-Messkurve.
- Data: Die übertragenen Daten (16 bit).
- Parity: Prüft, ob während der Übertragung Bitfehler aufgetreten sind. Die Gesamtzahl der Bits mit logischer 1 für das Wort (ohne Sync-Bits) sollte ungerade sein.

Status-Wort

Bild 13-43: Aufbau eines Status-Worts

Das Format eines Status-Worts besteht aus folgenden Teilen (siehe Bild 13-43):

- Sync: Eine ungültige Manchester-Messkurve.
- Remote Terminal (RT) Address: Die eindeutige Adresse des zugehörigen RT.
- Message Error: Zeigt einen Fehler bei der Übertragung des Kommando-/Daten-Worts vom BC an. Eine logische 1 bedeutet, es gibt einen Nachrichtenfehler. Eine logische 0 bedeutet, es gibt keinen Fehler.
- Instrumentation: Hilft bei der Unterscheidung zwischen einem Status-Wort und einem Kommando-Wort. Der logische Zustand dieses Bits sollte 0 sein.
- Service Request: Zeigt an, dass das RT einen Service anfordert. Eine logische 1 bedeutet, dass ein Service Request vorliegt. Eine logische 0 bedeutet, dass keiner vorliegt.
- Reserved: Für eine zukünftige Nutzung reservierte Bits.
- Broadcast Command: Eine logische 1 bedeutet, dass das vorhergehende gültige Kommando-Wort ein Broadcast-Kommando war. Eine logische 0 bedeutet, dass es das nicht war.
- Busy: Ein Busy-Zustand bedeutet, dass das RT oder das Subsystem nicht in der Lage ist, Daten zu senden. Eine logische 1 bedeutet, dass eine Busy-Bedingung vorliegt. Eine logische 0 bedeutet, dass keine vorliegt.
- Subsystem Flag: Zeigt einen Subsystemfehler (Flag) an. Eine logische 1 bedeutet, dass ein Flag vorliegt. Eine logische 0 bedeutet, dass keins vorliegt.
- Dynamic Bus Control Acceptance: Eine logische 1 bedeutet Akzeptanz einer dynamischen Bussteuerung. Eine logische 0 bedeutet Ablehnung.
- Terminal Flag: Zeigt eine RT-Fehlerbedingung (Flag) an. Eine logische 1 bedeutet, dass ein Flag vorliegt. Eine logische 0 bedeutet, dass keins vorliegt.
- Parity: Prüft, ob während der Übertragung Bitfehler aufgetreten sind. Die Gesamtzahl der Bits mit logischer 1 für das Wort (ohne Sync-Bits) sollte ungerade sein.

Um Analysen zu erleichtern, können Sie eine editierbare Label-Liste zur Umsetzung übertragener numerischer Werte in aussagefähige Text-Labels laden.

13.8.2 MIL-STD-1553-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

MIL-STD-1553-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = MIL-STD-1553 aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus, d. h. den Kanal, mit dem das Eingangssignal verbunden ist.
6. Legen Sie „Oberer Schwellwert“ und „Unterer Schwellwert“ fest.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.

MIL-STD-1553-Konfigurationseinstellungen

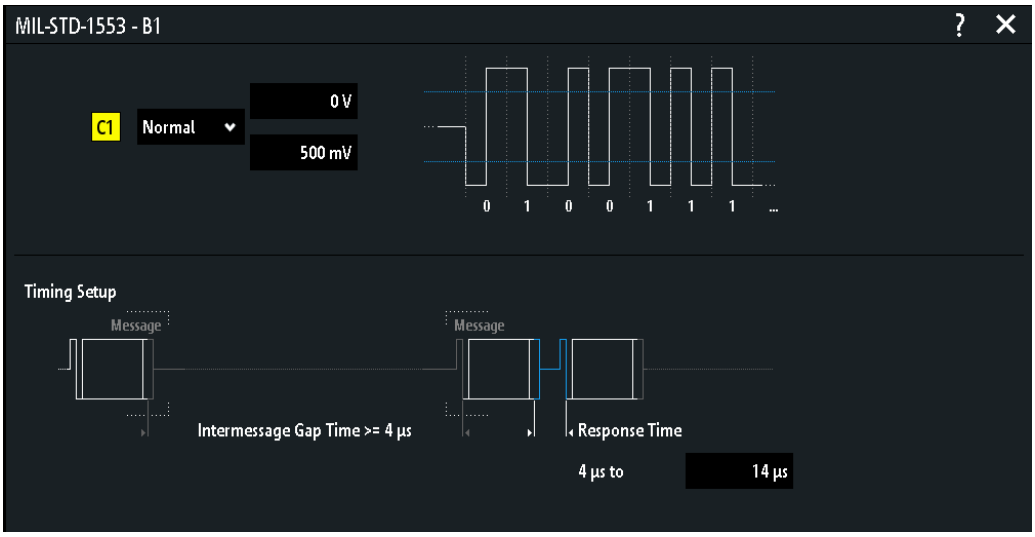


Bild 13-44: MIL-STD-1553-Einstellungsdialog

Konfiguration
Öffnet ein Dialogfeld zum Konfigurieren des MIL-Signals.

Quelle
Gibt den Kanal für die Signalquelle an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:SOURce` auf Seite 701

Polarität
Gibt die Polarität des Busses an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:POLarity` auf Seite 700

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Oberer Schwellwert
Gibt den oberen Schwellwert an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:THReshold:HIGH` auf Seite 701

Unterer Schwellwert
Gibt den unteren Schwellwert an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:THReshold:LOW` auf Seite 701

Max. Antwortzeit
Gibt den Bereich für die Antwortzeit an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:INFinite` auf Seite 700
`BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MAXimum` auf Seite 701
`BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MINimum` auf Seite 701

IMG Zeit
Gibt den Bereich für den Zeitabstand zwischen Nachrichten an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:MILStd:IMGTime:INFinite` auf Seite 700
`BUS<b>:MILStd:IMGTime:MAXimum` auf Seite 700
`BUS<b>:MILStd:IMGTime:MINimum` auf Seite 700

13.8.3 MIL-STD-1553-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.8.2, „MIL-STD-1553-Konfiguration“, auf Seite 338.

Auf MIL-STD-1553-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für LIN konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls nötig).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Bedingung „MIL-Trigger “ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „MIL-Trigger “ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Fehler“: Kombination aus Protokollfehlern
   - „Kommando“: auf ein definiertes Kommando
   - „Status“: auf einen definierten Status
   - „Kommando und Daten“: auf ein definiertes Kommando und Daten
5. Stellen Sie die übrigen Triggerparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.

MIL-STD-1553-Triggereinstellungen

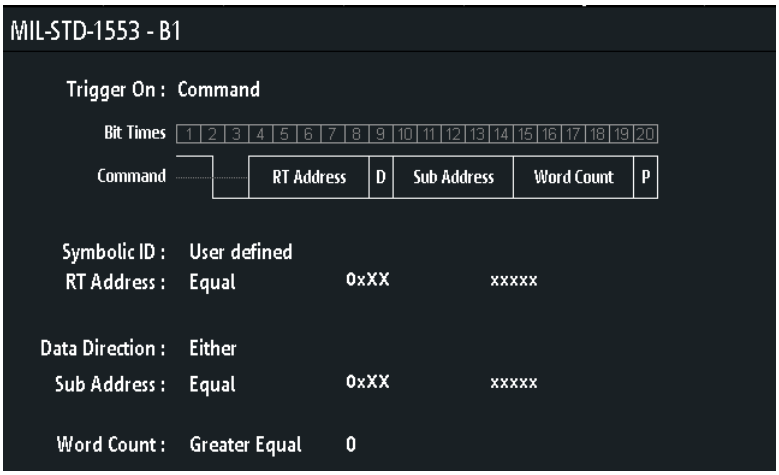


Bild 13-45: Triggereinstellungen für Triggerung auf Adress- und Datenmuster

Synchronisation
Triggert auf einen Sync-Impuls. Es kann Triggerung auf „C/S“ (Kommando/Status), „Daten“ oder „Alle“ Sync-Pulse ausgewählt werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:SYNC` auf Seite 708

Wort
Gibt den Worttyp an, auf den getriggert werden soll. Der ausgewählte Worttyp wird im Softkeynamen angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:WORD` auf Seite 709

Fehler
Triggert auf eine beliebige Kombination aus Protokollfehlern. Im Untermenü kann die Triggerung auf einen bestimmten Fehlertyp aktiviert werden.

Synchronisation ← Fehler
Triggert, wenn ein Sync-Impuls nicht die technischen Anforderungen erfüllt oder die Übertragung ungültig ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:ERRor:SYNC` auf Seite 704

Parität ← Fehler
Prüft die Parität jedes einzelnen Worts und triggert, wenn die Parität gerade ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:ERRor:PARity` auf Seite 704

Manchester ← Fehler
Triggert, wenn es in der Manchestercodierung des Signals einen Fehler gibt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:ERRor:MANChester` auf Seite 703

Timeout ← Fehler
Triggert, wenn die Zeitüberschreitung außerhalb des festgelegten Bereichs liegt. Der Bereich kann im Menü „Bus Typ“ = „MIL-STD-1553“> „Konfiguration“ > „Zeiteinstellung“ festgelegt werden.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:ERRor:TIMeout` auf Seite 704

Kommando
Triggert auf ein Kommando-Wort, das im Untermenü angegeben wird.

Kommandoart ← Kommando
Gibt den Kommandotyp an.

ID aus Tabelle ← Kommando
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie einfach den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben.

Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

RT Adresse ← Kommando
Öffnet ein Untermenü zur Angabe der RT-Adresse.

Vergleich ← RT Adresse ← Kommando
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:RTADdress:CONDition` auf Seite 705

Editiere Minimum/Editiere Maximum ← RT Adresse ← Kommando
Öffnet das Untermenü „Editiere Minimum“/„Editiere Maximum“.

Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Wert Bit für Bit eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder Ignorieren einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MAXimum` auf Seite 705
`TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MINimum` auf Seite 705

Übertragungsricht. ← Kommando
Schaltet die Datenrichtung des ausgewählten Befehls um: T (Senden), R (Empfangen) oder X (beides).

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:TRMode` auf Seite 708

Sub-Adresse ← Kommando
Gibt die Subadresse an.

Vergleich ← Sub-Adresse ← Kommando
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:SADDress:CONDition` auf Seite 706

Editiere Minimum/Editiere Maximum ← Sub-Adresse ← Kommando
Öffnet das Untermenü „Editiere Minimum“/„Editiere Maximum“.

Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Wert Bit für Bit eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder Ignorieren einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:SADDress:MAXimum` auf Seite 706
`TRIGger:A:MILStd:SADDress:MINimum` auf Seite 706

Wortanzahl ← Kommando
Gibt die Wortanzahl an.

Vergleich ← Wortanzahl ← Kommando
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:WCOunt:CONDition` auf Seite 708

Minimum ← Wortanzahl ← Kommando
Gibt das Minimum des Wortanzahlbereichs an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MINimum` auf Seite 709

Maximum ← Wortanzahl ← Kommando
Gibt das Maximum des Wortanzahlbereichs an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MAXimum` auf Seite 709

Sub-Adresse ← Kommando
Wenn „Kommandoart“ > „Mode Code“ ausgewählt ist, ist die Subadressenauswahl auf „0“, „31“ oder „0 | 31“ beschränkt.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:SADDress:MCADdress` auf Seite 706

Mode Code ← Kommando
Gibt den Mode-Code-Typ an, wenn „Kommandoart“ > „Mode Code“ ausgewählt ist.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:MCODe:CODE` auf Seite 704

Status
Triggert auf ein angegebenes Status-Wort.

Siehe auch RT Adresse.

Status ← Status
Gibt ein Statusbit an. Sie können für jedes Bit den „Zustand“ auswählen, auf den getriggert werden soll.

Siehe auch „Status-Wort“ auf Seite 337.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:STATus:BCReceived` auf Seite 706
`TRIGger:A:MILStd:STATus:BUSY` auf Seite 706
`TRIGger:A:MILStd:STATus:DBCaccept` auf Seite 707
`TRIGger:A:MILStd:STATus:INSTrument` auf Seite 707
`TRIGger:A:MILStd:STATus:MERRor` auf Seite 707
`TRIGger:A:MILStd:STATus:SREQuest` auf Seite 707
`TRIGger:A:MILStd:STATus:SUBSystem` auf Seite 707
`TRIGger:A:MILStd:STATus:TERMinal` auf Seite 707

Zustand ← Status
Schaltet den logischen Zustand des ausgewählten Bits um: 0 (Low), 1 (High), oder X (kann ignoriert werden).

Kommando und Daten
Triggert auf ein angegebenes Kommando und Daten.

Übertragung ← Kommando und Daten
Stellt die Übertragungsart ein: „BC-RT“ (Bus-Controller zu Remote Terminal); „RT - BC“ (Remote Terminal zu Bus-Controller), „RT - RT“ (Remote Terminal zu Remote Terminal),„ Modus-Code“ mit Daten.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:TTYPe` auf Seite 708

Daten ← Kommando und Daten
Triggert auf angegebene Daten.

Offsetvergleich ← Daten ← Kommando und Daten
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Offset an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet:CONDition` auf Seite 703

Offset ← Daten ← Kommando und Daten
Gibt ein Wortoffset an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet` auf Seite 703

Datenwörter ← Daten ← Kommando und Daten
Gibt die Anzahl Wörter an. Bis zu vier Wörter sind zulässig.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:DATA:WORDs` auf Seite 703

Datenvergleich ← Daten ← Kommando und Daten
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:DATA:CONDition` auf Seite 703

Minimum/Maximum ← Daten ← Kommando und Daten
Öffnet das Untermenü „Minimum“/„Maximum“.

Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Wert Bit für Bit eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder Ignorieren einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:MILStd:DATA:MAXimum` auf Seite 703
`TRIGger:A:MILStd:DATA:MINimum` auf Seite 703

13.8.4 MIL-STD-1553-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

Tabelle 13-7: Inhalt der MIL-STD-1553-Frametabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Wortanfangs in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Typ	Wordtyp
RTA	RT-Adresse
Label	Symbolischer Name; verfügbar, wenn eine Label-Liste geladen und angewendet wurde
T/R	Übertragungsrichtung (senden oder empfangen)
Sub	Subadresse
Länge	Anzahl der Datenbytes
Daten	Hexadezimale Werte der Datenbytes
RT/IMG	Antwortzeit (Response Time)/Zeitabstand zwischen Nachrichten (Intermessage Gap Time)
Zustand	Gesamtzustand des Wortes

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.8.3, „MIL-1553-Decodierergebnisse“, auf Seite 709 beschrieben.

13.8.5 Label-Liste für MIL-STD-1553

Label-Listen sind protokollspezifisch. Eine MIL-STD-1553-Datei enthält für jeden Identifier drei Werte:

- „Symbolic label“: Symbolischer Name des adressierten Geräts oder der Name der Subadresse. Die Labels sind alphabetisch sortiert.
- „RT Addr.“: Hexadezimaler Wert für Remote Terminal-Adresse
- „Sub Addr“: Hexadezimaler Wert für Subadresse

Beispiel: MIL PTT-Datei

```
# ---------------------------------------------------------
# Labels for MIL.1553 protocol
# Column order: RT address, RT label, Subaddress, Subaddress Label
# ---------------------------------------------------------------------
@PROTOCOL_NAME = mil1553
0Ah,Engine,01h,Thrust
03h,Main panel,07h,Altimeter
03h,Main panel,01h,Speed
0Eh,Only RTA
```

13.9 ARINC 429 (Option R&S RTA-K7)

- ARINC 429 Grundlagen 346
- ARINC 429-Konfiguration 347
- ARINC 429-Trigger 349
- ARINC 429-Decodierergebnisse 353
- Suche in decodierten ARINC 429-Daten 354
- ARINC 429-Label-Liste 357

13.9.1 ARINC 429 Grundlagen

ARINC 429 ist eine Spezifikation, die die Eigenschaften eines Datenbusses für die Bordelektronik in Verkehrs- und Transportflugzeugen definiert.

In einem ARINC 429-System ist ein einzelner Sender (Quelle) über ein verdrilltes Aderpaar mit 1 bis 20 Empfängern (Senken) verbunden. Der Bus verwendet differenzielle Signale. Der ARINC 429-Standard basiert auf dem Simplexbetrieb - Daten können nur in einer Richtung übertragen werden. Die Informationen werden in definierten Wortfolgen über den Bus übertragen.

Wortformat

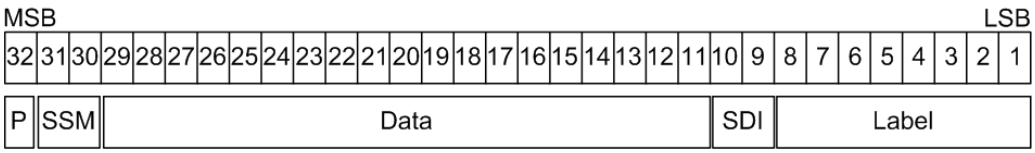


Bild 13-46: Aufbau eines ARINC 429-Worts

Ein ARINC 429-Wort ist 32 Bits lang und besteht aus folgenden Teilen (siehe Bild 13-46):

- Parity: Das höchstwertige Bit (MSB). Prüft, ob während der Übertragung Bitfehler aufgetreten sind. Die Gesamtanzahl der Bits mit logischer 1 für das Wort sollte ungerade sein.
- Sign/Status Matrix (SSM): Der Wert dieser Bits hängt vom Datentyp ab. Die Matrix kann zur Meldung des Status von Hardwaregeräten genutzt werden.
- Daten:

  - Binary (BNR): Die Daten werden als binäre Zahl gespeichert.
  - Binary Coded Decimal (BCD): Eine dezimale Ziffer wird durch ein 4-Bit-Datenfeld dargestellt.
  - Discrete data: Eine Kombination aus BNR und/oder BCD oder einzelnen Bits, die bestimmte Gerätebedingungen darstellen.
  - Wartungsdaten und Bestätigung
  - Williamsburg / Buckhorn protocol: Ein bitorientiertes Protokoll für Dateiübertragungen.
- Source/Destination Identifier (SDI): Gibt den gewünschten Empfänger oder das sendende Subsystem an.
- Label: Enthält Informationen über den Datentyp des Worts.

Um Analysen zu erleichtern, können Sie eine editierbare Label-Liste zur Umsetzung übertragener numerischer Werte in aussagefähige Text-Labels laden.

13.9.2 ARINC 429-Konfiguration

Die richtige Einstellung der Protokollparameter und des Schwellwerts ist Bedingung für die Decodierung des Signals.

ARINC 429-Signal einstellen und decodieren

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den zu verwendenden Bus aus: B1, B2, B3 oder B4.
3. Wählen Sie den „Bus-Typ“ = ARINC 429 aus.
4. Wählen Sie „Konfiguration“ aus.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus, d. h. den Kanal, mit dem das Eingangssignal verbunden ist.
6. Legen Sie den Schwellwert fest:
   - Tippen Sie auf „Schwelle suchen“. Das Gerät wertet das Signal aus und legt den Schwellwert fest.
   - Geben Sie den Schwellwert im numerischen Feld ein.
7. Stellen Sie die übrigen Signalparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.
8. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.

ARINC 429-Konfigurationseinstellungen

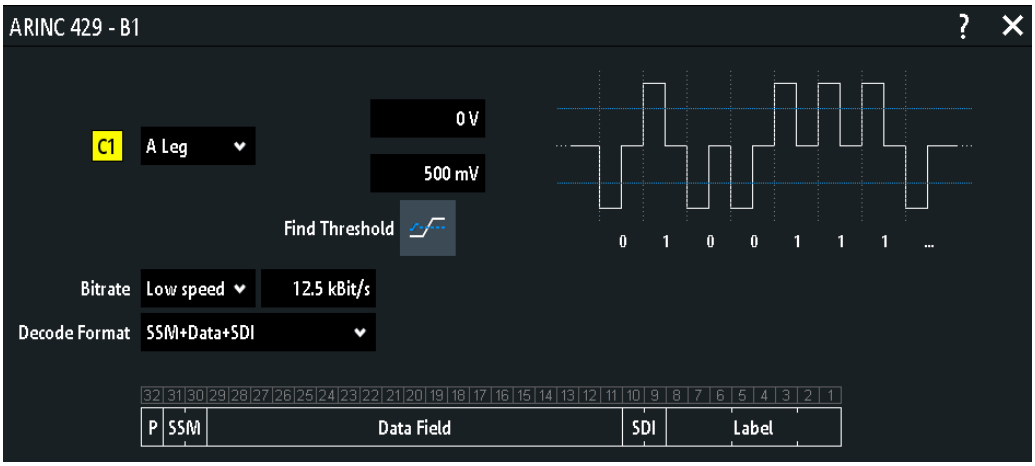


Bild 13-47: ARINC 429-Einstellungsdialog

Quelle
Gibt den Kanal für die Signalquelle an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:SOURce` auf Seite 722

Polarität
Gibt die Polarität des Busses an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:POLarity` auf Seite 722

Schwellenwert, Schwelle suchen
Geben Sie den Signalschwellenwert für den Quellenkanal an. Geben Sie einen Wert ein oder setzen Sie über „Schwelle suchen“ den Schwellenwert auf den mittleren Referenzpegel der gemessenen Amplitude.

Für Analogkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Vertikal“ > „Kanal <n>“ >„Schwellenwert“.

Für Logikkanäle finden Sie den Wert auch im Menü „Logik“ > „Technologie“.

Fernsteuerbefehl:
`CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Oberer Schwellwert
Gibt den oberen Schwellwert an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:THReshold:HIGH` auf Seite 723

Unterer Schwellwert
Gibt den unteren Schwellwert an.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:THReshold:LOW` auf Seite 723

Bitrate
Setzt die Bitrate auf hohe Geschwindigkeit (100 kBit/s), niedrige Geschwindigkeit (12.5 kBit/s) oder einen benutzerdefinierten Wert.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:BRMode` auf Seite 722
`BUS<b>:ARINc:BRValue` auf Seite 722

Datenformat
Legt das Decodierdatenformat für den ARINC 429-Bus fest: Daten, SSM+Daten, SSM +Daten+SDI, Daten+SDI.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:ARINc:DATA:FORMat` auf Seite 727

13.9.3 ARINC 429-Trigger

Stellen Sie vor der Einstellung des Triggers sicher, dass der Bus richtig konfiguriert ist. Siehe Kapitel 13.9.2, „ARINC 429-Konfiguration“, auf Seite 347.

Auf ARINC 429-Signale triggern:

1. Drücken Sie die Taste [Protocol] im Analysis-Bereich der Frontplatte.
2. Wählen Sie den Bus aus, der für ARINC 429 konfiguriert ist.
3. Wählen Sie „Trigger“ aus.

   Diese Auswahl hat mehrere Auswirkungen:
   - Die Decodierung wird aktiviert (falls nötig).
   - Der „Triggertyp“ wird auf „Serieller Bus“ und die Triggerquelle auf den ausgewählten Bus gesetzt.
   - Die Bedingung „ARINC-Trigger “ wird im Dialogfeld unter den Protokolleinstellungen angezeigt.
4. Wählen Sie unter „ARINC-Trigger “ den gewünschten Triggertyp aus:
   - „Wort“: Wortanfang oder Wortende
   - „Fehler“: Kombination aus Protokollfehlern
   - „Label“: auf ein angegebenes Label.
   - „Label und Daten“: Kombination aus Daten- und Label-Bedingung
   - „Übertragung“: auf eine Übertragung.
5. Stellen Sie die übrigen Triggerparameter den Signaleigenschaften entsprechend ein. Alle Einstellungen werden unten beschrieben.

ARINC 429-Triggereinstellungen

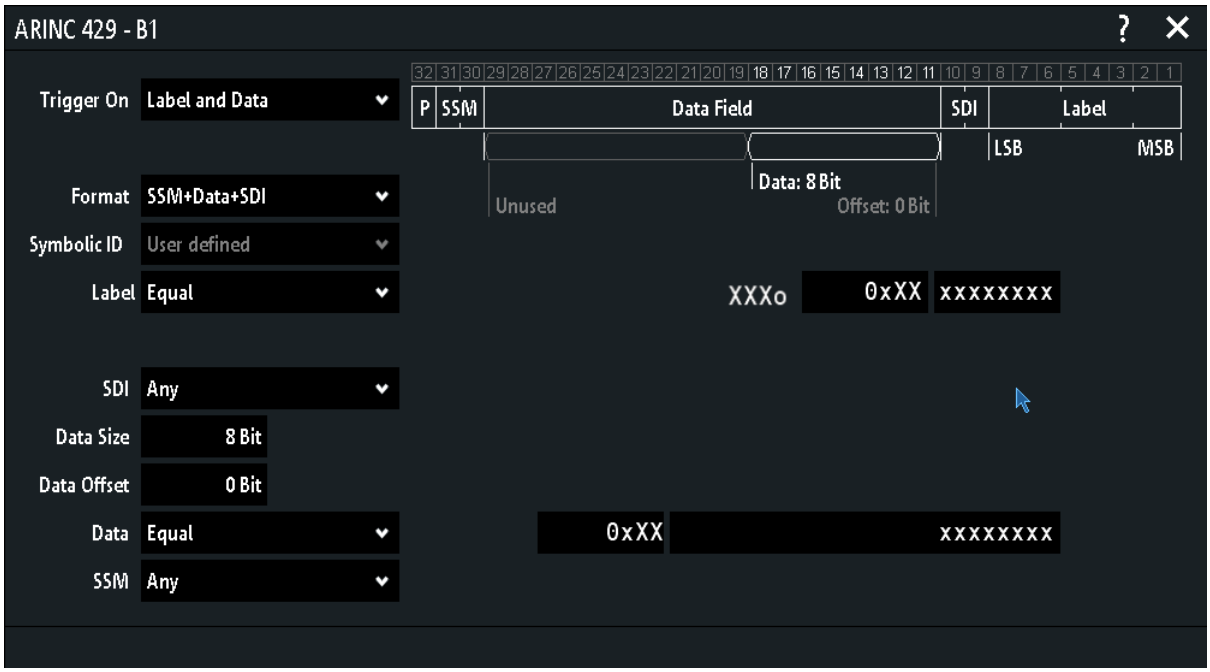


Bild 13-48: Triggereinstellungen für Triggerung auf Label- und Datenmuster

Wort
Triggert auf einen Wortanfang oder ein Wortende.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:WORD:TYPE` auf Seite 727

Fehler
Triggert auf eine beliebige Kombination aus Protokollfehlern. Aktivieren Sie die Fehlertypen, auf die getriggert werden soll.

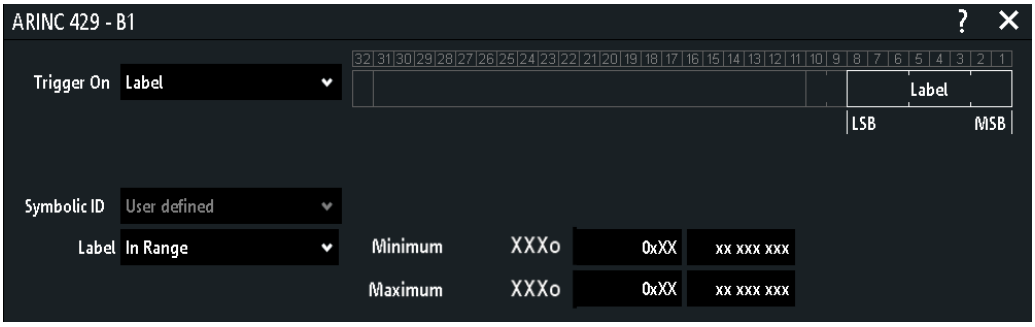
„Parität“ Prüft die Parität und triggert, wenn die Parität gerade ist.

„Gap-Fehler“ Triggert auf einen Zeitabstandsfehler. Der Zeitabstand wird automatisch aus der eingestellten Abtastrate berechnet.

„Codierfehler“ Triggert auf einen Codierfehler.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:ERRor:PARity` auf Seite 725
`TRIGger:A:ARINc:ERRor:GAP` auf Seite 725
`TRIGger:A:ARINc:ERRor:CODing` auf Seite 724

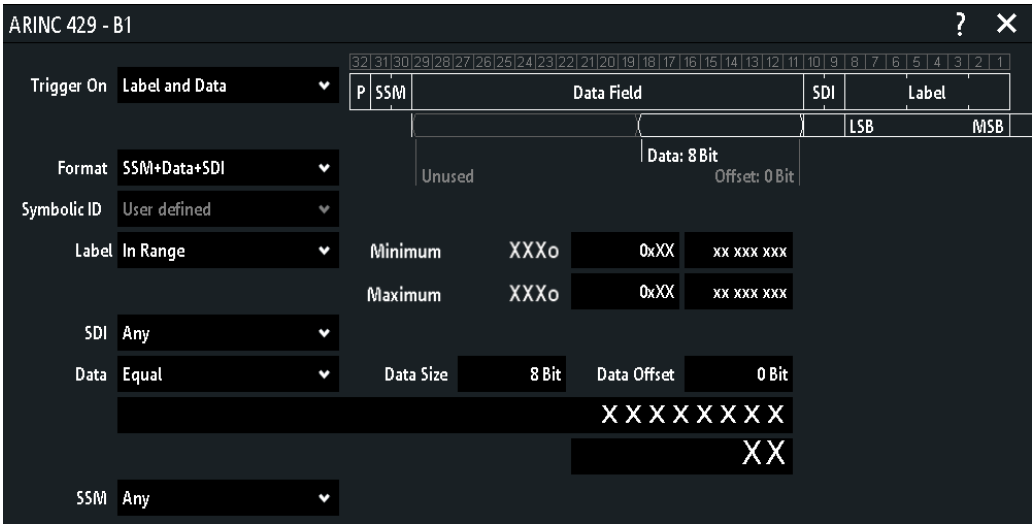
Label
Gibt die Label-Einstellungen an, auf die getriggert werden soll.



ID aus Tabelle ← Label
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie einfach den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben.

Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

Label und Daten
Gibt die Label- und Dateneinstellungen an, auf die getriggert werden soll. Siehe auch ID aus Tabelle.



SSM ← Label und Daten
Gibt die Werte für die Bits der Sign/Status Matrix (SSM) an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:SSM` auf Seite 726

SDI ← Label und Daten
Gibt die Werte für die Bits des Source/Destination Identifier (SDI) an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:SDI` auf Seite 726

Daten ← Label und Daten
Triggert auf Daten, die im Untermenü angegeben werden.

Datenoffset ← Daten ← Label und Daten
Gibt ein Datenoffset an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:DATA:OFFSet` auf Seite 724

Datenbits ← Daten ← Label und Daten
Gibt die Datengröße an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:DATA:SIZE` auf Seite 724

Vergleich ← Daten ← Label und Daten
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

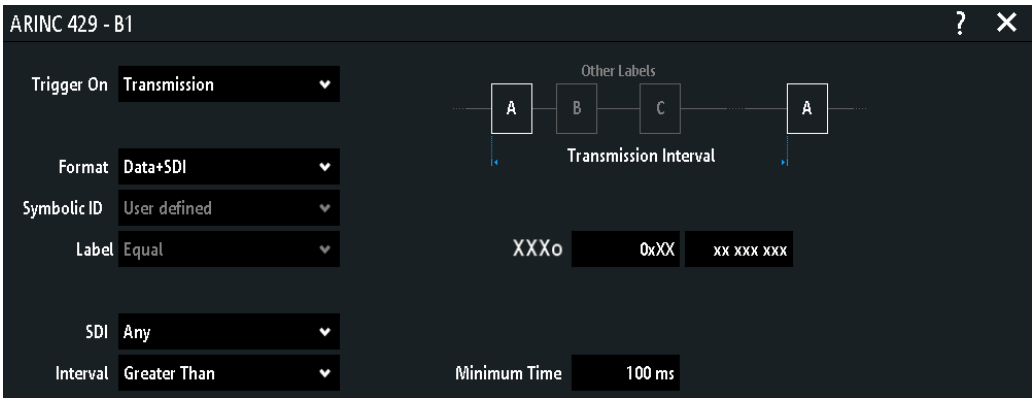
Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:DATA:CONDition` auf Seite 723

Daten ← Daten ← Label und Daten
Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Wert Bit für Bit eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder Ignorieren einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Byte eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:DATA:MAXimum` auf Seite 724
`TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum` auf Seite 724

Übertragung
Gibt eine Übertragung an, auf die getriggert werden soll.

Siehe auch:
- „ID aus Tabelle“ auf Seite 351
- „Label“ auf Seite 350
- „Daten“ auf Seite 351



Intervall ← Übertragung
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:TTIMe:CONDition` auf Seite 726

Minimale Zeit ← Übertragung
Gibt das Minimum des Übertragungszeitbereichs an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MINimum` auf Seite 726

Maximale Zeit ← Übertragung
Gibt das Maximum des Übertragungszeitbereichs an.

Fernsteuerbefehl:
`TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MAXimum` auf Seite 726

13.9.4 ARINC 429-Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus.
   Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.
3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

Das Gerät erfasst und decodiert das Signal gemäß der Protokolldefinition und den Konfigurationseinstellungen.

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige. Je nach horizontaler Skala werden die Decodierungsinformationen verdichtet oder gedehnt. Zur Anzeige der Ergebniswerte sind verschiedene Datenformate verfügbar.

Tabelle 13-8: Inhalt der ARINC 429-Tabelle

Spalte	Beschreibung
Startzeit	Zeit des Wortanfangs in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Stoppzeit	Zeit des Wortendes in Bezug zum Triggerzeitpunkt
Label-Name	Symbolischer Name; verfügbar, wenn eine Label-Liste geladen und angewendet wurde
Label	Der Wert der Label-Bytes
SDI	Der Zustand der SDI-Bits
SSM	Der Zustand der SSM-Bits
Daten	Der Wert der Datenbytes
Zustand	Gesamtzustand des Frames

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.11.9.3, „ARINC 429-Decodierergebnisse“, auf Seite 727 beschrieben.

13.9.5 Suche in decodierten ARINC 429-Daten

Mit der Suchfunktion können Sie dieselben Ereignisse in den decodierten Daten finden, auf die Sie auch triggern können. Anders als beim Triggern werden bei der Suche alle Ereignisse in einer Erfassung gefunden, die die Suchbedingung erfüllen. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle aufgelistet und können in einer Datei gespeichert werden.

In einem ARINC 429-Signal nach Ereignissen suchen

1. Konfigurieren und decodieren Sie den Bus richtig.
2. Erfassen Sie decodierte Daten.
3. Drücken Sie die Taste Search.
4. Wählen Sie den „Suchtyp“ = „Protokoll“ aus.
5. Wählen Sie die „Quelle“ aus: Der Bus, der für das ARINC 429-Protokoll konfiguriert ist.
6. Wählen Sie das „Ereignis“ aus, nach dem gesucht werden soll.
7. Geben Sie zusätzliche Einstellungen ein (abhängig vom Ereignis).

ARINC 429-Sucheinstellungen

Bild 13-49: Einstellungen für Suche auf dem ARINC 429-Bus

Wort
Es wird nach einem Wortanfang oder Wortende gesucht.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:WORD[:TYPE]` auf Seite 734

Fehler
Es wird nach einem Protokollfehler gesucht.

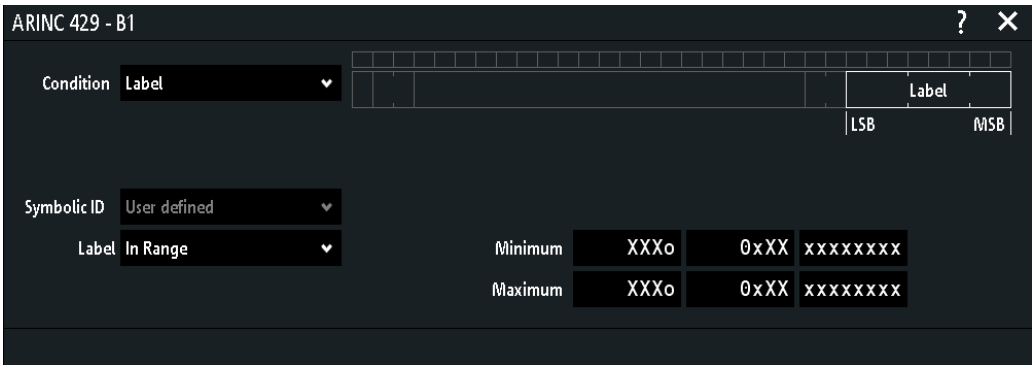
„Parität“ Prüft die Parität und triggert, wenn die Parität gerade ist.

„Gap-Fehler“ Es wird nach einem Zeitabstandsfehler gesucht. Der Zeitabstand wird automatisch aus der eingestellten Abtastrate berechnet.

„Codierfehler“ Es wird nach einem Codierfehler gesucht.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:ERRor` auf Seite 732

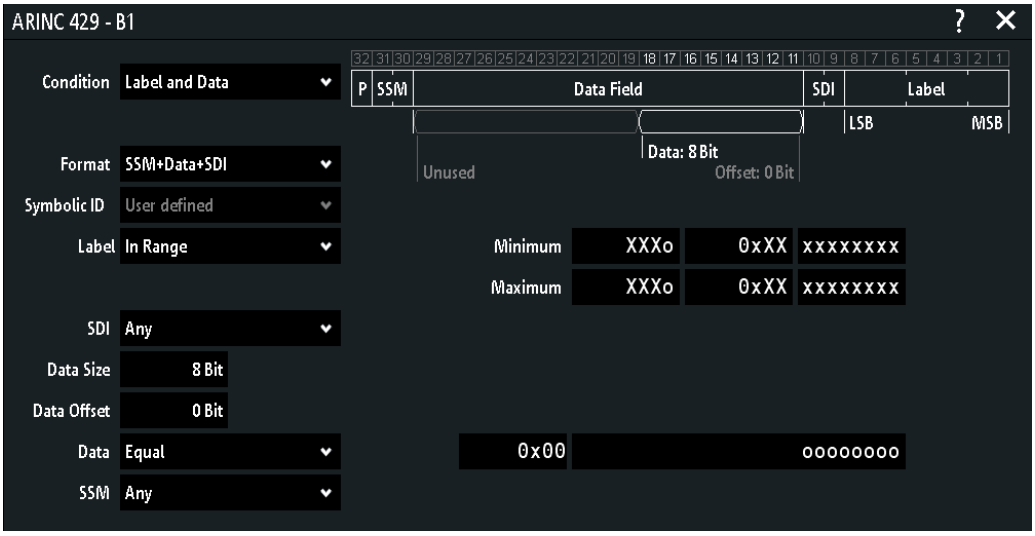
Label
Gibt die Label-Einstellungen an, nach denen gesucht werden soll.



ID aus Tabelle ← Label
Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie einfach den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben.

Das Gerät sucht nach dem Identifier des ausgewählten Knotens.

Label und Daten
Gibt die Label- und Dateneinstellungen an, nach denen gesucht werden soll. Siehe auch ID aus Tabelle.



SSM ← Label und Daten
Gibt die Werte für die Bits der Sign/Status Matrix (SSM) an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:SSM` auf Seite 733

SDI ← Label und Daten
Gibt die Werte für die Bits des Source/Destination Identifier (SDI) an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:SDI` auf Seite 733

Daten ← Label und Daten
Es wird nach Daten gesucht, die im Untermenü angegeben werden.

Datenoffset ← Daten ← Label und Daten
Gibt ein Datenoffset an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:OFFSet` auf Seite 732

Datenbits ← Daten ← Label und Daten
Gibt die Datengröße an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:SIZE` auf Seite 732

Vergleich ← Daten ← Label und Daten
Gibt die Bedingung für den Vergleich des decodierten Werts mit dem definierten Bereich an.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition` auf Seite 731

Daten ← Daten ← Label und Daten
Nach Angabe der Bedingung „Vergleich“ können Sie den Wert Bit für Bit eingeben, indem Sie für jedes einzelne Bit den Zustand High, Low oder Ignorieren einstellen. Alternativ können Sie einen hexadezimalen Wert für jedes Byte eingeben.

Fernsteuerbefehl:
`SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MAXimum` auf Seite 731
`SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MINimum` auf Seite 732

13.9.6 ARINC 429-Label-Liste

Label-Listen sind protokollspezifisch. Eine ARINC 429-Datei enthält für jeden Identifier drei Werte:

- „Arinc Label“: Der Wert des ARINC 429-Labels, der den Datentyp und die zugeordneten Parameter angibt.
- „Symbolic label“: Symbolischer Name des Labels, der die Gerätefunktion angibt.
- „Word Format“: Ein optionaler Parameter, der die Zusammensetzung des ARINC 429-Worts beschreibt. Es kann ein Ganzzahlwert oder mnemonischer Code angegeben werden.

Wortformatdefinition

```
0 or DATA           = <P><         Data          ><Label>
1 or DATA_SDI       = <P><         Data     ><SDI><Label>
2 or DATA_SSM       = <P><SSM><    Data          ><Label>
3 or DATA_SDI_SSM   = <P><SSM><    Data     ><SDI><Label>
>3 or SYSTEM_DEFAULT or empty = Default format as defined in scope.
```

Beispiel: ARINC 429 PTT-Datei

```
# ------------------------------------------------------------------------------
@FILE_VERSION = 1.0
@PROTOCOL_NAME = arinc429
# ------------------------------------------------------------------------------
# Labels for ARINC protocol
# Column order: Numeric address (Label), Symbolic label, Word format
# ------------------------------------------------------------------------------
# ----Definition----
@PROTOCOL_NAME = arinc429
101o, Distance to Go, 0
102o, Time to Go, DATA_SDI
103o, Engine Discrete, DATA_SSM
104o, Latitude, 3
105o, Ground Speed, 4
106o, Magnetic heading
# ------------------------------------------------------------------------------
```

14 Leistungsanalyse (Option R&S RTA-K31)

Mit dem R&S RTA4000 und Option R&S RTA-K31 lassen sich Leistungsanalysemessungen durchführen.

- Tastkopfabgleich 358
- Report-Einstellungen 359
- Einstellungen im Statistikmenü 360
- Messungen der Eingangsleistung 361
- Ausgangsleistungsmessungen 375
- Umschaltleistungsmessungen 383
- Leistungspfadmessungen 392

14.1 Tastkopfabgleich

14.1.1 Laufzeitkorrektur der Tastköpfe durchführen

Für einige Leistungsmessungen sind eine Stromzange und ein Spannungstastkopf erforderlich. Bevor Sie mit einer dieser Messungen beginnen, müssen Sie eine Laufzeitkorrektur (Deskew) der Tastköpfe durchführen, um korrekte Messergebnisse zu erhalten. Das Einstellungsmenü der jeweiligen Messung enthält die Funktion „Tastkopf“ zum Abgleichen der Tastköpfe.

Erforderliche Ausstattung:

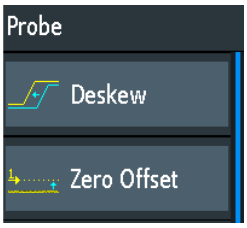
- R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit
- Spannungstastkopf von Rohde & Schwarz
- Stromzange von Rohde & Schwarz

1. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
2. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
3. Wählen Sie eine Messung aus.
4. Wählen Sie im Konfigurationsmenü die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
5. Wählen Sie das Menü „Tastkopf“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.

14.1.2 Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen

► Einstellungsmenü „Tastkopf“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Wählen Sie eine Messung aus.
c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ❖ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.
f) Wählen Sie im Menü „Leistung“ den Punkt „Tastkopf“ aus.



Deskew
Verwenden Sie für die Laufzeitkorrektur der Tastköpfe die R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.

Startet die automatische Laufzeitkorrektur zum Abgleichen der Messkurven aller sichtbaren Kanäle. Eine Laufzeitkorrektur ist nötig, wenn in der Messung eine Stromzange und ein Spannungstastkopf verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:DESKew[:EXECute]` auf Seite 736

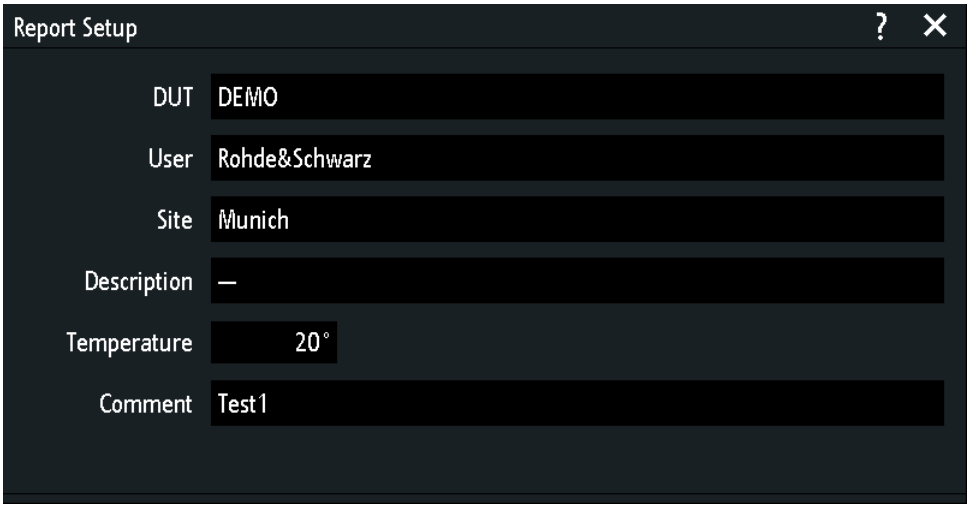
Null-Offset
Unterschiede bei den Erdpotenzialen von Messobjekt und Oszilloskop können größere Nullpunktfehler verursachen, die sich auf die Messkurve auswirken. Ist das Messobjekt massebezogen, korrigiert das „Null-Offset“ den Nullfehler des Tastkopfs, um Messergebnisse bei kleinen Signalpegeln zu optimieren.

Schließen Sie Signalpin und Massepin kurz und verbinden Sie sie mit der Masse des Messobjekts. Drücken Sie dann „Null-Offset“.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:ZOFFset[:EXECute]` auf Seite 736

14.2 Report-Einstellungen

Im Menü „Report“ können Sie das Messobjekt (DUT) und die Testbedingungen beschreiben. Diese Informationen können auf der Titelseite eines Berichts, der aus den „Leistungsanalyse“-Messungen erstellt wird, verwendet werden.



Report
Öffnen Sie das Menü „Report“, um Messobjekt- und Testinformationen einzugeben, und starten Sie den Ergebnisexport.

„DUT“	Geben Sie einen Namen für das Messobjekt ein.
„Benutzer“	Geben Sie einen Benutzernamen ein.
„Standort“	Geben Sie den Standort ein.
„Temperatur“	Geben Sie die Testtemperatur ein.
„Beschreibung“	Geben Sie eine Beschreibung für den Test ein.
„Speichern“	Öffnen Sie das Menü „Speichern“, in dem Sie die Speichereinstellungen festlegen und den Bericht auf dem USB-Stick speichern. Der Dateiname wird automatisch zugewiesen.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:REPort:DUT` auf Seite 737
`POWer:REPort:USER` auf Seite 738
`POWer:REPort:SITE` auf Seite 737
`POWer:REPort:TEMPerature` auf Seite 737
`POWer:REPort:DESCription` auf Seite 737
`POWer:REPort:OUTPut` auf Seite 737

14.3 Einstellungen im Statistikmenü

Im Statistikmenü können Sie statistische Messungen aktivieren und konfigurieren. Es ist nur für einige Leistungsmessungen verfügbar.

► Einstellungsmenü „Statistik“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Wählen Sie eine Messung aus.
c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ❖ rechts unten auf dem Bildschirm.

e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.
f) Wählen Sie im Menü „Leistung“ den Punkt „Statistik“ aus.

Sichtbar
Aktiviert oder deaktiviert die statistische Auswertung der Messung.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:STATistics:VISible` auf Seite 736

Anz. Mittelw.
Gibt die Anzahl gemessener Kurven für die Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung an. Die maximale Anzahl ist 1000.

Zurücksetzen
Löscht die Statistikergebnisse für die aktuelle Messung bzw. alle Messungen und startet eine neue statistische Auswertung, wenn die Erfassung läuft.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:STATistics:RESet` auf Seite 736

Export
Öffnet das Menü „Export“ zum Speichern der Messergebnisse in eine CSV-Datei.

14.4 Messungen der Eingangsleistung

Die Eingangsleitungsanalyse dient zur Messung der Eigenschaften der Eingangsleistung und der Ausstrahlungen des Netzteils auf die Eingangsleitung.

14.4.1 Qualität

Die Netzqualitätsanalyse dient zur Messung der Eingangsspannung und des Eingangsstroms sowie der resultierenden Leistung. Die Ergebnisse charakterisieren die Qualität des Netzeingangs.

14.4.1.1 Qualitätsergebnisse

„Qualität“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Leistungsmesskurve (ergibt sich aus Strom- und Spannungsmesskurve)
- Numerische Messergebnisse

Sie können auch für jedes Messergebnis eine statistische Auswertung der Messergebnisse aktivieren. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück.

Spannungs- und Stromergebnisse

Die Spannungs- und Stromergebnisse sind wie folgt definiert:

Ergebnis	Beschreibung
RMS	Wurzel des Mittelwerts des Quadrats des Stroms oder der Spannung, gemittelt über N-Zyklen
Crest, Crest-Faktor	Spitzenwerte / Effektivwert
f, Frequenz	Frequenz des Signals

Leistungsergebnisse

Die Leistung in einem System wird durch mehrere physikalische Größen beschrieben: Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und Phasenwinkel. Die Abbildung Leistungsdiagramm für sinusförmige Signale zeigt die Beziehungen zwischen diesen Größen, wenn die Spannung und der Strom sinusförmige Signale sind. ||S|| steht für den Vektornormwert des Vektors S.

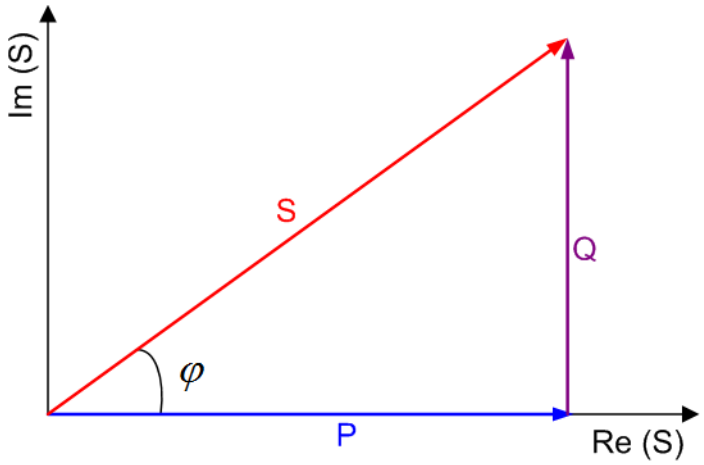


Bild 14-1: Leistungsdiagramm für sinusförmige Signale

P = Wirkleistung [W]
Q = Blindleistung [VAR]
||S|| = Scheinleistung [VA]
φ = Phasenwinkel zwischen der Strom- und der Spannungssinuskurve [°]

Die Leistungsergebnisse sind wie folgt definiert (siehe Tabelle 14-1):

Tabelle 14-1: Leistungsergebnisse

Ergebnis	Name, Einheit	Formel	Beschreibung
Apparent	Scheinleistung ||S|| (VA)	$\|\|S\|\| = V_{RMS} \cdot I_{RMS}$ (gemittelt über N-Zyklen)	|S| ist der Betrag der Vektorsumme von Wirk- und Blindleistung.
Aktiv	Wirkleistung P (W)	$P = V_{MOMENTAN} \cdot I_{MOMENTAN}$ (gemittelt über N-Zyklen)	Energie des Systems, die für Arbeit nutzbar ist.
Reactive	Blindleistung Q (VAr, Volt-Ampere reactive)	$Q = \|\|S\|\| sin\varphi$	Leistungsfluss, der aufgrund der induktiven und kapazitiven Elemente temporär in einem System gespeichert ist.
Factor	Leistungsfaktor P_{Faktor}	$P_{Faktor} = \|\|P\|\| / \|\|S\|\|$	Messung des Systemwirkungsgrads. Der Wert variiert zwischen -1 und 1.
Angle	Phasenwinkel φ (°)	$\varphi = acos\ (P_{Faktor})$	Phasenwinkel zwischen der Strom- und der Spannungssinuskurve.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.11, „Qualität“, auf Seite 755 beschrieben.

14.4.1.2 Leistungsqualitätsmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.4.1.3, „Qualitätseinstellungen“, auf Seite 364.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Verbrauch“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.

9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt, wie im Dialog „Qualität“ zu sehen:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit dem Neutralleiter des AC-Eingangs.Stellen Sie eine gemeinsame Erdung sicher.
   - Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Leitung des AC-Eingangs.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
13. Wählen Sie „Statistik“ > „Sichtbar“ aus, um die statistische Auswertung der Messergebnisse zu aktivieren.
14. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

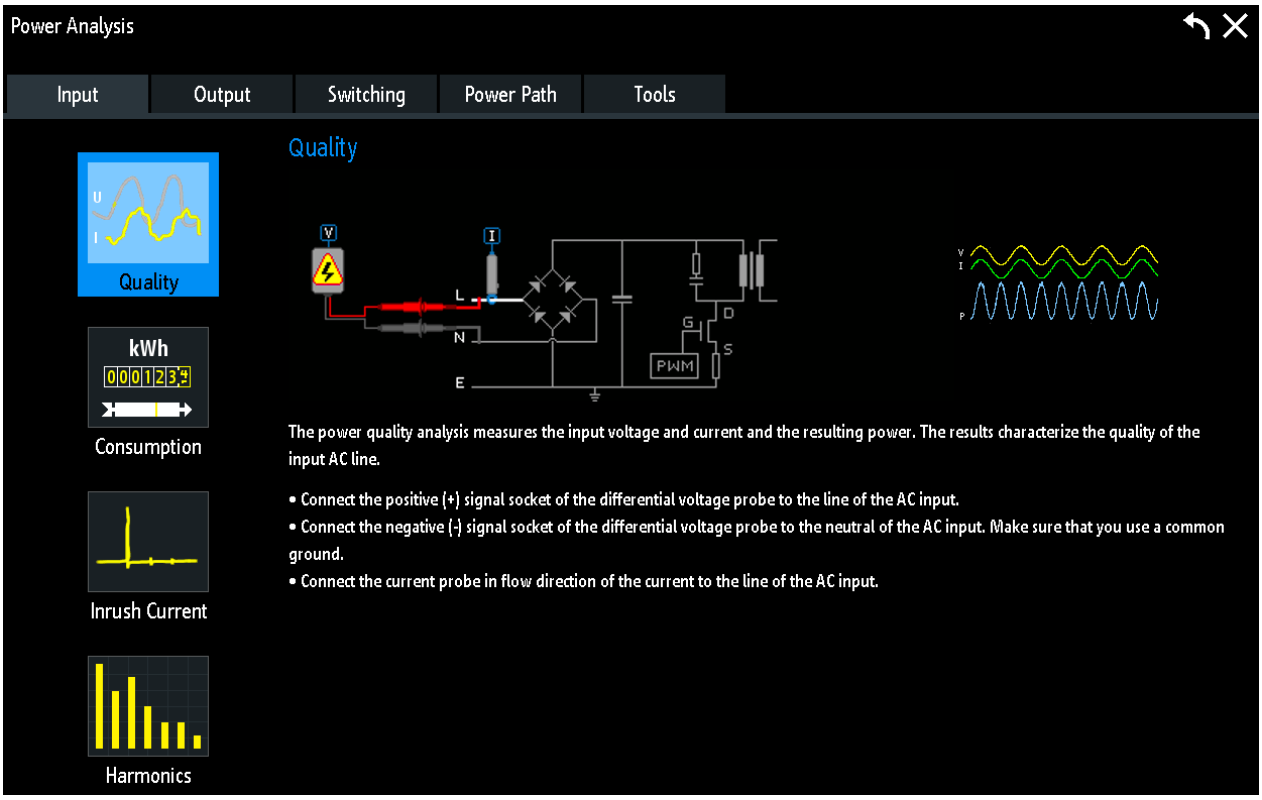
    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Details hierzu finden Sie in Abschnitt Kapitel 14.4.1, „Qualität“, auf Seite 361.

14.4.1.3 Qualitätseinstellungen

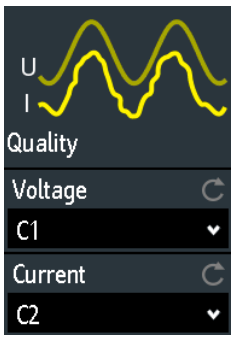
► Einstellungsmenü „Qualität“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Wählen Sie „Qualität“ aus.



c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Spannung
Gibt den Kanal für den Spannungsquelleneingang an. Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOURce:VOLTage<n>` auf Seite 736

Strom
Gibt den Kanal für die Stromquelle an. Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOURce:CURRent<n>` auf Seite 735

14.4.2 Verbrauch

Die Verbrauchsanalyse dient zur Messung der Eingangsspannung, des Eingangsstroms und der resultierenden Leistung. Anhand dieser Werte wird die über die Zeit verbrauchte Energie berechnet. Die Verbrauchsanalyse eignet sich besonders gut für nicht periodische Messungen, z. B. zur Messung des Verbrauchs eines Geräts im Standby-Modus.

14.4.2.1 Verbrauchsergebnisse

„Verbrauch“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Leistungsmesskurve (ergibt sich aus Strom- und Spannungsmesskurve)
- Numerische Messergebnisse

Eine Definition der numerischen Verbrauchsergebnisse finden Sie unter „Leistungsergebnisse“ auf Seite 362.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.4, „Verbrauch“, auf Seite 738 beschrieben.

14.4.2.2 Verbrauchsmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.4.2.3, „Verbrauchseinstellungen“, auf Seite 367.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Verbrauch“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.

8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit dem Neutralleiter des AC-Eingangs.Stellen Sie eine gemeinsame Erdung sicher.
   - Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Leitung des AC-Eingangs.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
13. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.4.2, „Verbrauch“, auf Seite 366.

14.4.2.3 Verbrauchseinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Verbrauch“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Verbrauch“.

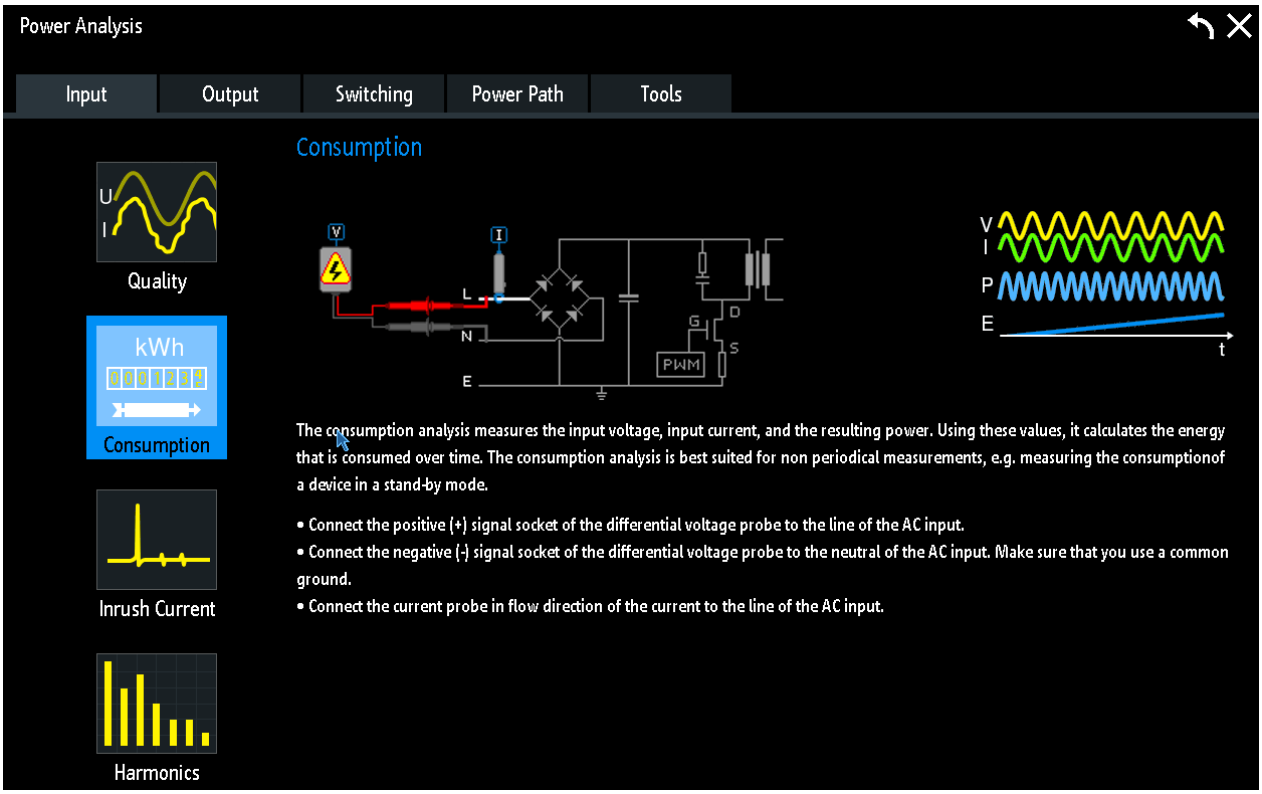
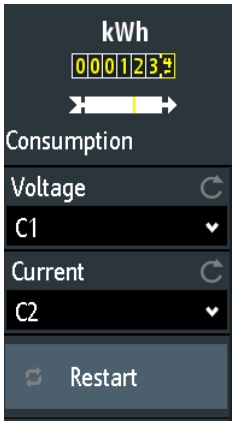


Bild 14-2: Einstellungen für die Verbrauchsanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Spannungs- und Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Spannung“ auf Seite 365 und „Strom“ auf Seite 366).

Neustart
Führt einen Neustart der Verbrauchsmessung durch.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:CONSumption:RESTart` auf Seite 738

14.4.3 Harmonische

Die Stromharmonischenanalyse dient zur Messung der Amplitude von Frequenzanteilen, die zurück in die AC-Leitungen eingespeist werden können. Dazu wird eine FFT-Analyse mit Flat-Top-Fenster durchgeführt. Bei der Stromharmonischenanalyse findet auch ein Vorab-Konformitätstest gemäß den Standards EN 61000-3-2 A / B / C / D statt.

14.4.3.1 Harmonischenergebnisse

„Harmonische“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Numerische Messergebnisse
- Ein Balken, der den gemessenen Wert der Harmonischen in Bezug zu dem im Standard definierten Wert anzeigt

Sie können die Ergebnisse in eine Datei exportieren.

Tabelle 14-2: Harmonischenergebnisse

Ergebnistabelle	Beschreibung
Reihenfolge	Die Reihenfolge der Harmonischen
Frequenz	Der Frequenzwert des Signals
Pegel	Der Pegel der Harmonischen
Minimum	Der minimale Messwert
Maximum	Der maximale Messwert
Mittelwert	Der mittlere Pegel der Harmonischen
Grenzwert-Balkendiagramm	Der in der Norm festgelegte Wert (weißer Balken) und der gemessene Wert der Harmonischen (grün: Wert innerhalb der in der Norm festgelegten Grenze; rot: Wert außerhalb der in der Norm festgelegten Grenze)
Grenzwert	Der Grenzwert der Harmonischen

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.7, „Stromharmonische“, auf Seite 743 beschrieben.

14.4.3.2 Harmonischenmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.4.3.3, „Harmonischeneinstellungen“, auf Seite 370.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Harmonische“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Falls nötig, entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Spannungstastkopfs mit dem Neutralleiter des AC-Eingangs.Stellen Sie eine gemeinsame Erdung sicher.
   - Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Leitung des AC-Eingangs.
6. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
7. Wählen Sie „Standard“ aus.
8. Wählen Sie „Grundwelle“ aus.
9. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

   Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden in der Ergebnistabelle die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.4.3.3, „Harmonischeneinstellungen“, auf Seite 370.

14.4.3.3 Harmonischeneinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Harmonische“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Harmonische“.

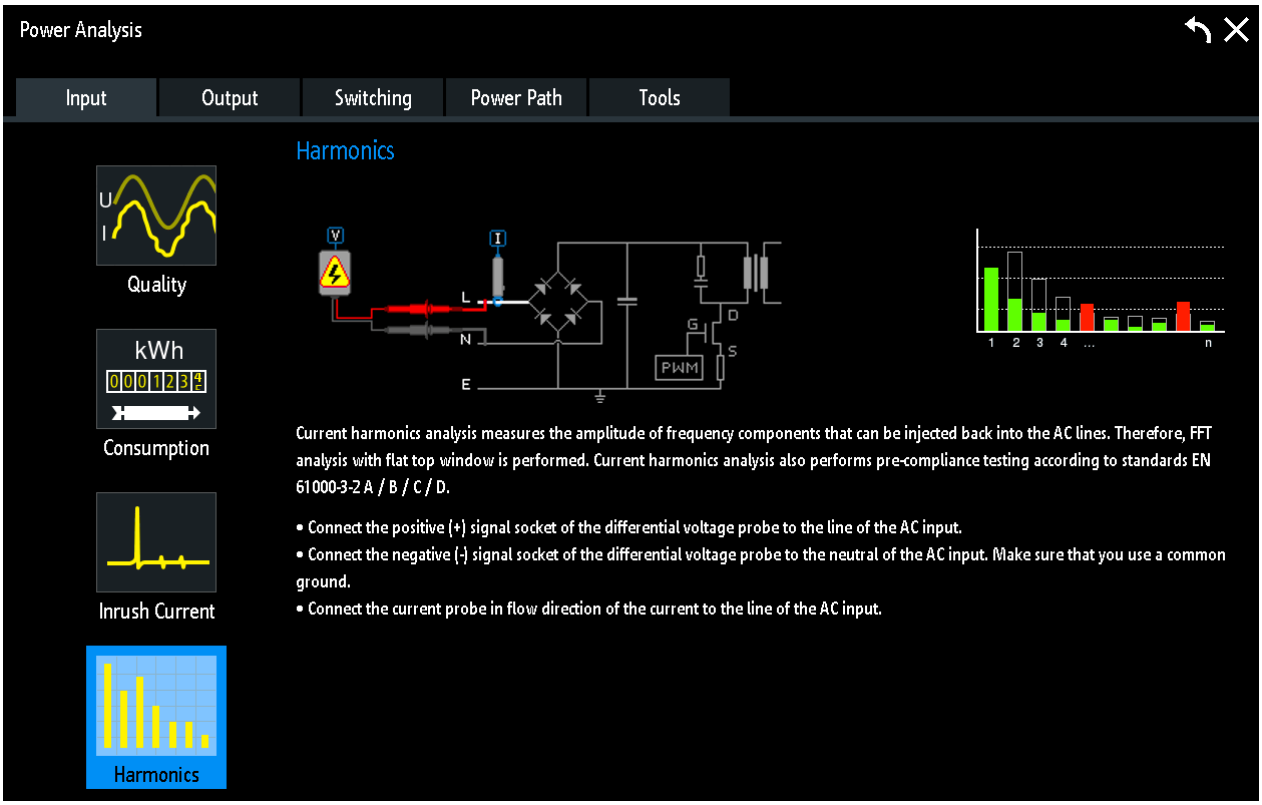
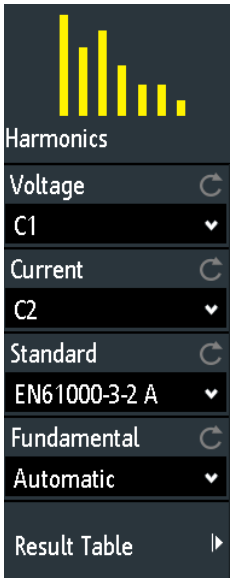


Bild 14-3: Einstellungen für Harmonischenanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.

d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.

e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Spannungs- und Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Spannung“ auf Seite 365 und „Strom“ auf Seite 366).

Standard
Gibt den Standard für Vorab-Konformitätstests an.

„EN 61000-3-2 Klasse A“
: Symmetrische dreiphasige Geräte, Haushaltsgeräte (außer Geräte, die in Klasse D fallen), Werkzeuge (außer tragbare Werkzeuge), Dimmer für Glühlampen, Audiogeräte

„EN 61000-3-2 Klasse B“
: Tragbare Werkzeuge, nicht professionell genutzte Lichtbogenschweißeinrichtungen

„EN 61000-3-2 Klasse C“
: Beleuchtungseinrichtungen

„EN 61000-3-2 Klasse D“
: PC, PC-Bildschirme, Rundfunk- oder Fernsehempfänger mit einer Eingangsleistung kleiner gleich 600 W

„MIL-STD-1399“
: Bordelektronik von Militärschiffen

„RTCA DO-160“
: Umgebungstests für Bordelektronik von Flugzeugen

Fernsteuerbefehl:
`POWer:HARMonics:STANdard` auf Seite 748

Grundwelle
Gibt die Frequenz des Eingangssignals an. Wenn „Automatisch“ angegeben wird, analysiert das Gerät das Signal und stellt die Grundwellenfrequenz entsprechend ein. Die verfügbaren Werte sind vom ausgewählten „Standard“ abhängig.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:HARMonics:DOFRequency` auf Seite 744
`POWer:HARMonics:ENFRequency` auf Seite 744
`POWer:HARMonics:MIFRequency` auf Seite 746

Export
„Export“ öffnet das Exportmenü zum Speichern der Messergebnisse. Sie können das Zielverzeichnis, den Dateinamen und einen Kommentar angeben. Das Dateiformat ist CSV.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:POWer:NAME` auf Seite 749
`EXPort:POWer:SAVE` auf Seite 749

14.4.4 Einschaltstrom

Die Einschaltstromanalyse dient zur Messung der Spitze des Eingangsstroms, den das Gerät beim Einschalten zieht.

14.4.4.1 Ergebnisse für den Einschaltstrom

„Einschaltstrom“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Strommesskurve
- Numerische Messergebnisse:
  - „Peak1“: Der Einschaltstrom (maximaler Strom) für das Gatter
  - „|y(x)*x|“: Der Bereich des Gatters

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.8, „Einschaltstrom“, auf Seite 749 beschrieben.

14.4.4.2 Einschaltstrommessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.4.4.3, „Einstellungen für den Einschaltstrom“, auf Seite 373.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Einschaltstrom“.
3. Verbinden Sie die Stromzange mit dem Oszilloskop.
4. Führen Sie eine Entmagnetisierung und einen Nullabgleich der Stromzange durch. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Leitung des AC-Eingangs des Messobjekts.
6. Wählen Sie den richtigen Kanal für die „Strom“-Quelle aus.
7. Geben Sie den „Anz. Bereiche“ an.

   Auf dem Bildschirm wird die Messkurve für den Strom angezeigt. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.4.4.1, „Ergebnisse für den Einschaltstrom“, auf Seite 373.

14.4.4.3 Einstellungen für den Einschaltstrom

► Einstellungsmenü „Einschaltstrom“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Eingang“ auf „Einschaltstrom“.

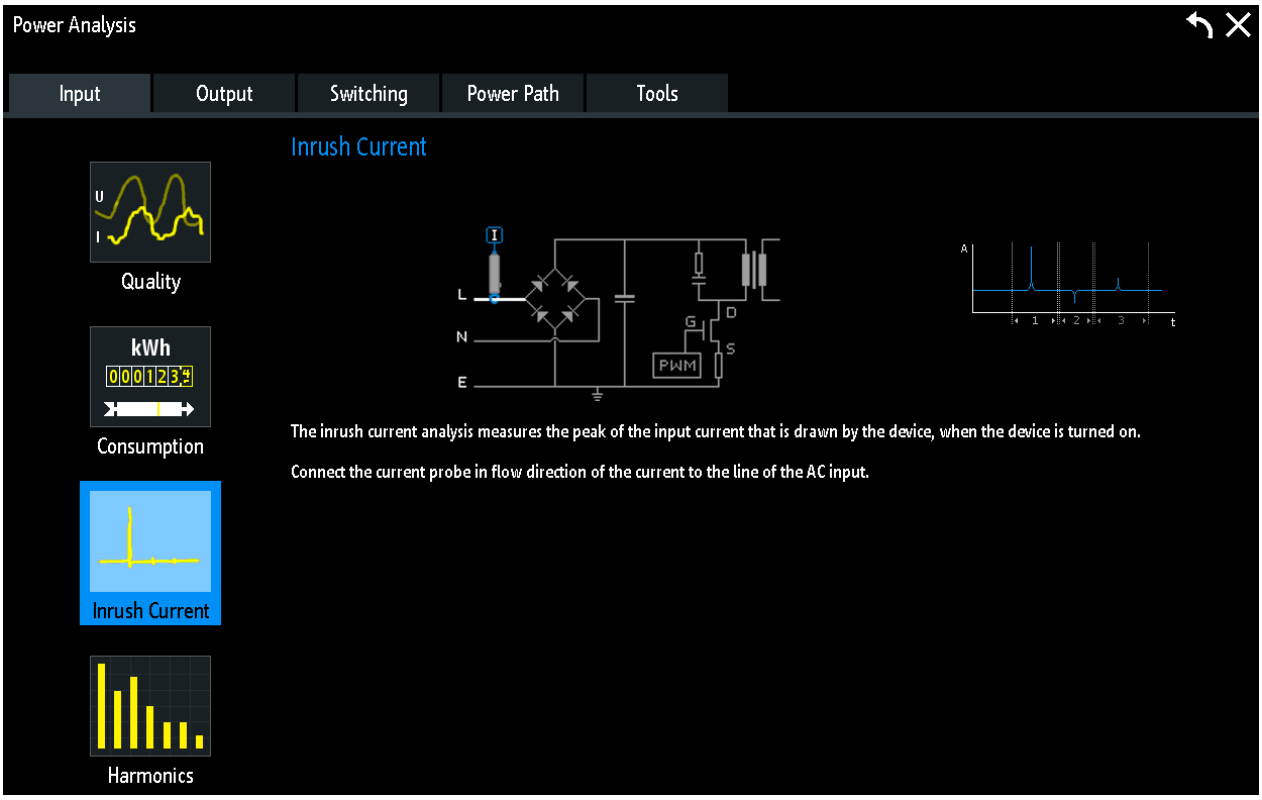
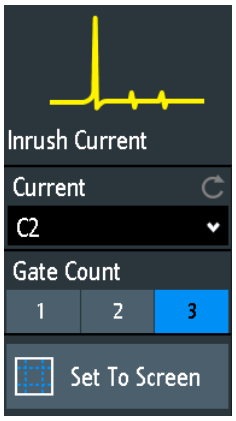


Bild 14-4: Einstellungen für Einschaltstromanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Strom“ auf Seite 366).

Anz. Bereiche
Gibt die Anzahl der Einschaltstromtore an. Es sind bis zu drei Tore auswählbar.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:INRushcurrent:GCOunt` auf Seite 750
`POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STARt` auf Seite 749
`POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STOP` auf Seite 749

Zentrieren
Setzt die Cursor auf ihre Anfangspositionen zurück. Dies ist hilfreich, wenn die Cursor vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

14.5 Ausgangsleistungsmessungen

Die Ausgangsanalyse dient zur Messung der Eigenschaften der Ausgangsspannung.

- Welligkeit.....375
- Spektrum.....378
- Lastwechsel-Verhalten.....381

14.5.1 Welligkeit

Mit der „Welligkeit“-Analyse wird die Welligkeit des Geräteausgangs gemessen. Bei dieser Messung sind die Spitze-Spitze-Extreme des DC-Ausgangssignals interessant. Die Messung umfasst auch den AC-RMS des DC-Ausgangssignals, der als Standardabweichung berechnet wird.

14.5.1.1 Welligkeitsergebnisse

„Welligkeit“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Numerische Messergebnisse

Sie können auch für jedes Messergebnis eine statistische Auswertung der Messergebnisse aktivieren. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück.

Die numerischen Messergebnisse sind wie folgt definiert:

Tabelle 14-3: Eigenschaften Ausgangswelligkeit

Messart	Symbol	Beschreibung/Ergebnis
Spitze +	*Vp+*	Maximumwert innerhalb des angezeigten Abschnitts der Messkurve.
Spitze -	*Vp–*	Minimumwert innerhalb des angezeigten Abschnitts der Messkurve.

Messart	Symbol	Beschreibung/Ergebnis
Spitze Spitze	Vpp	Spitze-Spitze-Wert der Messkurve: die Differenz zwischen Höchst- und Mindestwert. $X_{Ampl} = X_{Max} - X_{Min}$
Mittelwert	*Mittelwert*	Mittelwert der gesamten angezeigten Messkurve.
σ	*σ*	Standardabweichung der Messkurvenabtastwerte.
Periode	*T*	Die Länge der höchstwertigen Signalperiode innerhalb des angezeigten Abschnitts der Messkurve.
Frequenz	*f*	Frequenz des Signals. Das Ergebnis basiert auf der Dauer der höchstwertigen Signalperiode innerhalb des angezeigten Abschnitts der Messkurve.
Pos. Tastverhältnis	*Dty+*	Positives Tastverhältnis: Breite eines positiven Pulses in Bezug zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode eines getriggerten Signals.
Negatives Tastverhältnis	*Dty-*	Negatives Tastverhältnis: Breite eines negativen Pulses in Bezug zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode eines getriggerten Signals.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.12, „Welligkeit“, auf Seite 759 beschrieben.

14.5.1.2 Welligkeitsmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.5.1.3, „Welligkeitseinstellungen“, auf Seite 377.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Welligkeit“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie den Spannungstastkopf mit der Endstufe des Messobjekts.
   - Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Endstufe des Messobjekts.

10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die „Quelle“ aus.
13. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.5.1.1, „Welligkeitsergebnisse“, auf Seite 375.

14.5.1.3 Welligkeitseinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:

- Spannungstastkopf
- Stromzange (Optional)

► Einstellungsmenü „Welligkeit“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Welligkeit“.

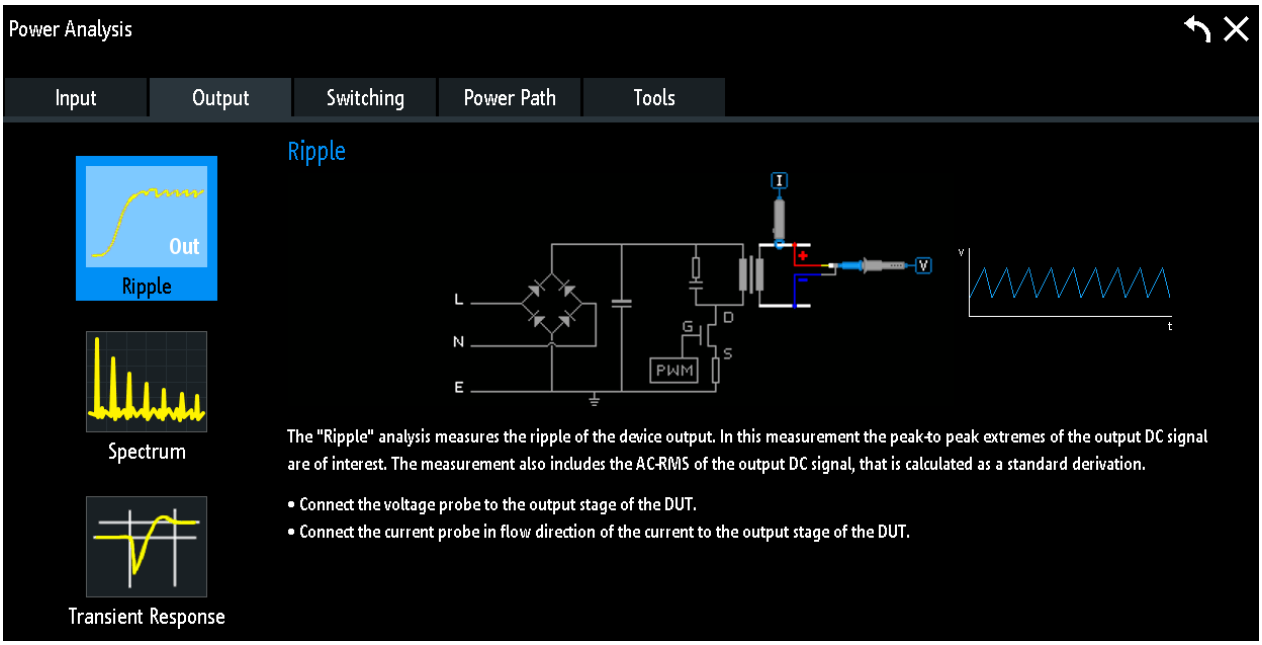
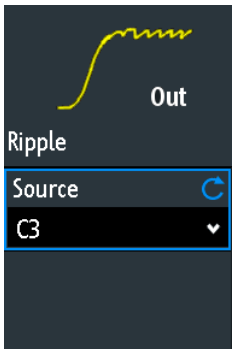


Bild 14-5: Einstellungen für Welligkeitsanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ❖ rechts unten auf dem Bildschirm.

e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Quelle
Gibt den Kanal für den Quelleneingang an. Dies kann eine Strom- oder eine Spannungsquelle sein.

14.5.2 Spektrum

Die Spektrumanalyse dient zur Messung des Spektrums der Ausgangsspannung. Mithilfe der Ergebnisse können typische Nebenwirkungsprobleme des Schaltnetzteils (SMPS), z. B. Umschaltung von Frequenzanteilen eines internen SMPS, sichtbar gemacht werden.

14.5.2.1 Spektrumergebnisse

„Spektrum“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Spektrum
- Numerische Messergebnisse

Eine ausführliche Beschreibung der numerischen Parameter finden Sie in Tabelle 14-2.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.15, „Spektrum“, auf Seite 778 beschrieben.

14.5.2.2 Spektrummessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.5.2.3, „Spektrumeinstellungen“, auf Seite 379.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Spektrum“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.

4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie den Spannungstastkopf mit der Endstufe des Messobjekts.
   - Verbinden Sie die Stromzange in Flussrichtung des Stroms mit der Endstufe des Messobjekts.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die „Quelle“ aus.
13. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und das Spektrum sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.5.2.1, „Spektrumergebnisse“, auf Seite 378.

14.5.2.3 Spektrumeinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:
- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Spektrum“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Spektrum“.

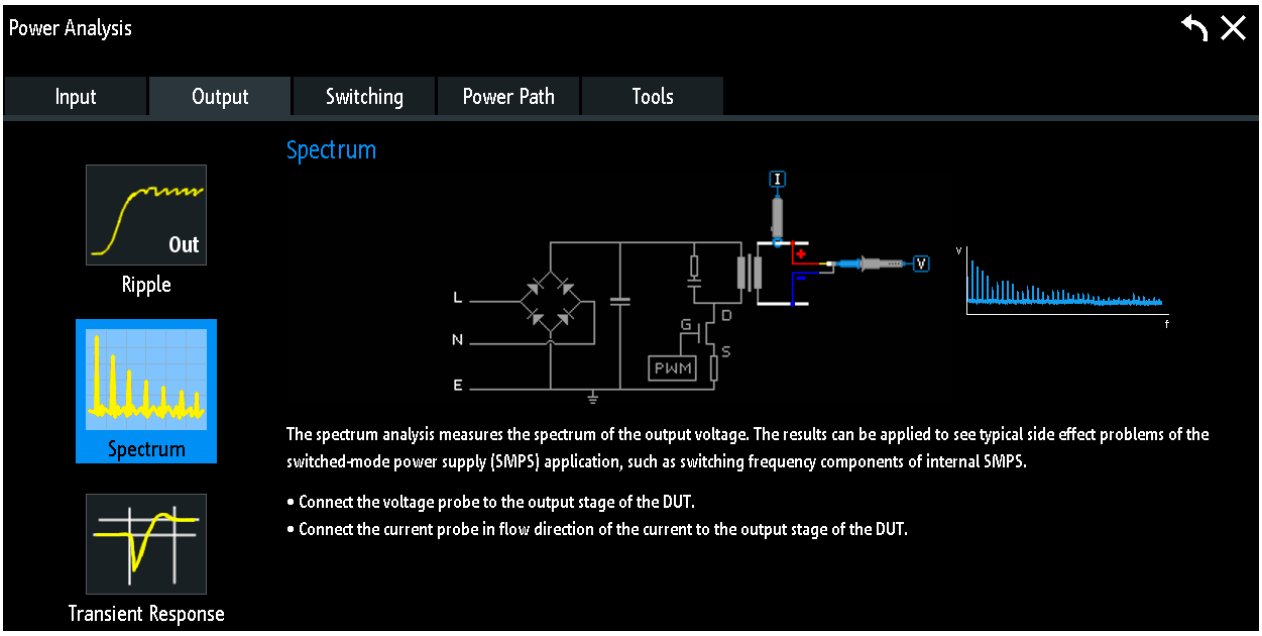
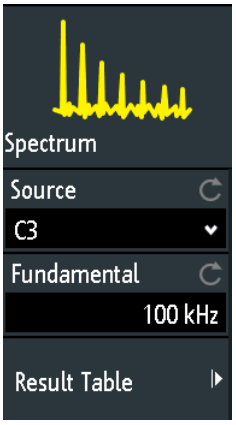


Bild 14-6: Einstellungen für Spektrumanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Wählen Sie „Leistung“ aus.



Quelle
Gibt den Kanal für den Quelleneingang an. Dies kann eine Strom- oder eine Spannungsquelle sein.

Grundwelle
Gibt die Umschaltfrequenz des Geräts an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SPECtrum:FREQuency` auf Seite 778

Export
„Export“ öffnet das Exportmenü zum Speichern der Messergebnisse. Sie können das Zielverzeichnis, den Dateinamen und einen Kommentar angeben. Das Dateiformat ist CSV.

Fernsteuerbefehl:
`EXPort:POWer:NAME` auf Seite 749
`EXPort:POWer:SAVE` auf Seite 749

14.5.3 Lastwechsel-Verhalten

Die Analyse des Lastwechsel-Verhaltens dient zur Messung der Antwort eines Systems auf eine Gleichgewichtsänderung. Diese Antwort wird durch unterschiedliche Eigenschaften wie Überschwinger, Einschwingzeit, Peak-Zeit und Verzögerungszeit beschrieben.

14.5.3.1 Ergebnisse Lastwechsel-Verhalten

„Lastwechsel-Verhalten“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Numerische Messergebnisse

Die Ergebnisse für Lastwechsel-Verhalten sind wie folgt definiert:

Tabelle 14-4: Lastwechsel-Verhalten

Ergebnis	Symbol	Beschreibung
Anstiegszeit	tr	Die Zeit, die das Signal für den Wechsel von 10% zu 90% des angegebenen oberen Pegels benötigt.
Überschwingpegel	Ovr	Der maximale Schwankungspegel über dem oberen Pegel.
Einschwingzeit	Sett.	Die Zeitperiode zwischen Cursor 1 und Cursor 2.
Peak-Zeit	tPeak	Die Zeit, die die Antwort zum Erreichen der ersten Spitze des Überschwingers benötigt.
Peak	Peak	Der Spitzenwert des Signals
Verzögerungszeit	Verzögerung	Die Zeit, die die Antwort zum Erreichen der Hälfte des oberen Pegelwerts benötigt (nach dem Triggerereignis).

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.17, „Lastwechsel-Verhalten“, auf Seite 785 beschrieben.

14.5.3.2 Lastwechsel-Verhalten-Messungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.5.3.3, „Einstellungen für Lastwechsel-Verhalten“, auf Seite 382.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Lastwechsel-Verhalten“.
3. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
4. Verbinden Sie den Spannungstastkopf mit dem Oszilloskop.
5. Verbinden Sie den Spannungstastkopf mit der Endstufe des Messobjekts.
6. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
7. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die „Quelle“ aus.
8. Geben Sie die Werte für „Oberer Pegel“ und „Unterer Pegel“ an.
9. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

   Auf dem Bildschirm werden die Messkurven für die Spannung angezeigt. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.5.3, „Lastwechsel-Verhalten“, auf Seite 381.

14.5.3.3 Einstellungen für Lastwechsel-Verhalten

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf

► Einstellungsmenü „Lastwechsel-Verhalten“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Ausgang“ auf „Lastwechsel-Verhalten“.

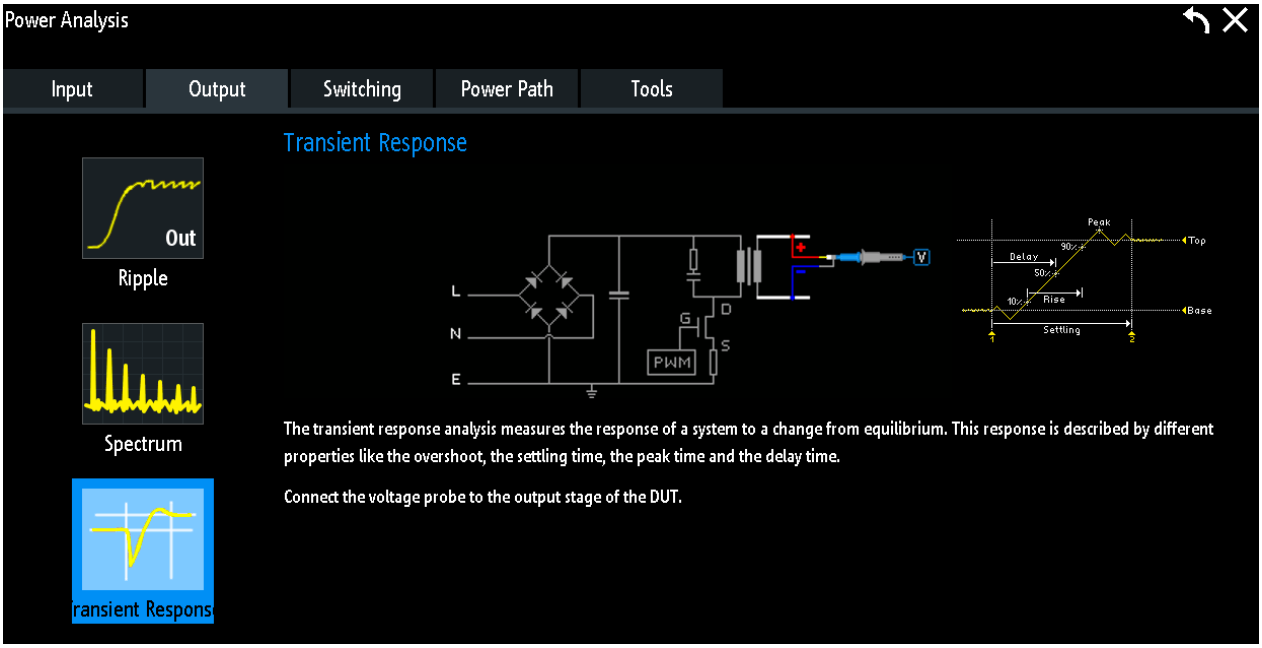
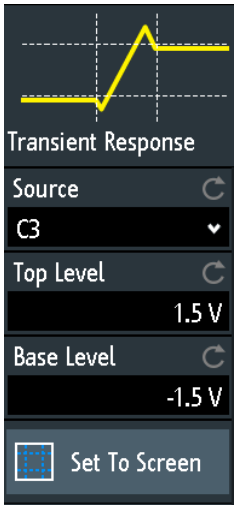


Bild 14-7: Einstellungen für Lastwechsel-Verhalten-Analyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.

d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Quellen sind dieselben wie für die Welligkeitsanalyse (siehe „Quelle“ auf Seite 378).

Oberer Pegel
Gibt den erwarteten Hochspannungswert des Signals an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:TRANsient:SIGHigh` auf Seite 786

Unterer Pegel
Gibt den erwarteten Niederspannungswert des Signals an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:TRANsient:SIGLow` auf Seite 786

Zentrieren
Setzt die Cursor auf ihre Anfangspositionen zurück. Dies ist hilfreich, wenn die Cursor vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

14.6 Umschaltleistungsmessungen

Die Umschaltungs- und Regelkreisanalyse dient zur Messung der internen Eigenschaften eines Schaltgeräts und der Betriebszuverlässigkeit der Komponenten.

- Anstiegsrate 384
- Modulation 386
- Widerstand im Ein-Zustand 389

14.6.1 Anstiegsrate

Bei der Anstiegsratenanalyse wird die Flankensteilheit der Spannungs- oder Strommesskurve während der Umschaltung eines Schalttransistors gemessen.

14.6.1.1 Ergebnisse für die Anstiegsrate

„Anstiegsrate“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve oder Strommesskurve
- Messkurve der Ableitung von Spannung und Strom
- Numerische Messergebnisse

Eine ausführliche Beschreibung der numerischen Ergebnisse finden Sie in Kapitel 14.5.1.1, „Welligkeitsergebnisse“, auf Seite 375.

Sie können auch für jedes Messergebnis eine statistische Auswertung der Messergebnisse aktivieren. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück.

14.6.1.2 Anstiegsratenmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.6.1.3, „Anstiegsrateneinstellungen“, auf Seite 385.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Anstiegsrate“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Senke des Transistors.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Quelle des Transistors.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit der Quelle des Transistors.

10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die „Quelle“ aus.
13. Geben Sie einen „Δt“-Wert an, der niedrig genug ist.
14. Wählen Sie „Statistik“ > „Sichtbar“ aus, um die statistische Auswertung der Messergebnisse zu aktivieren.
15. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Ableitung von Spannung und Strom sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.6.1.1, „Ergebnisse für die Anstiegsrate“, auf Seite 384.

14.6.1.3 Anstiegsrateneinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Anstiegsrate“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Anstiegsrate“.

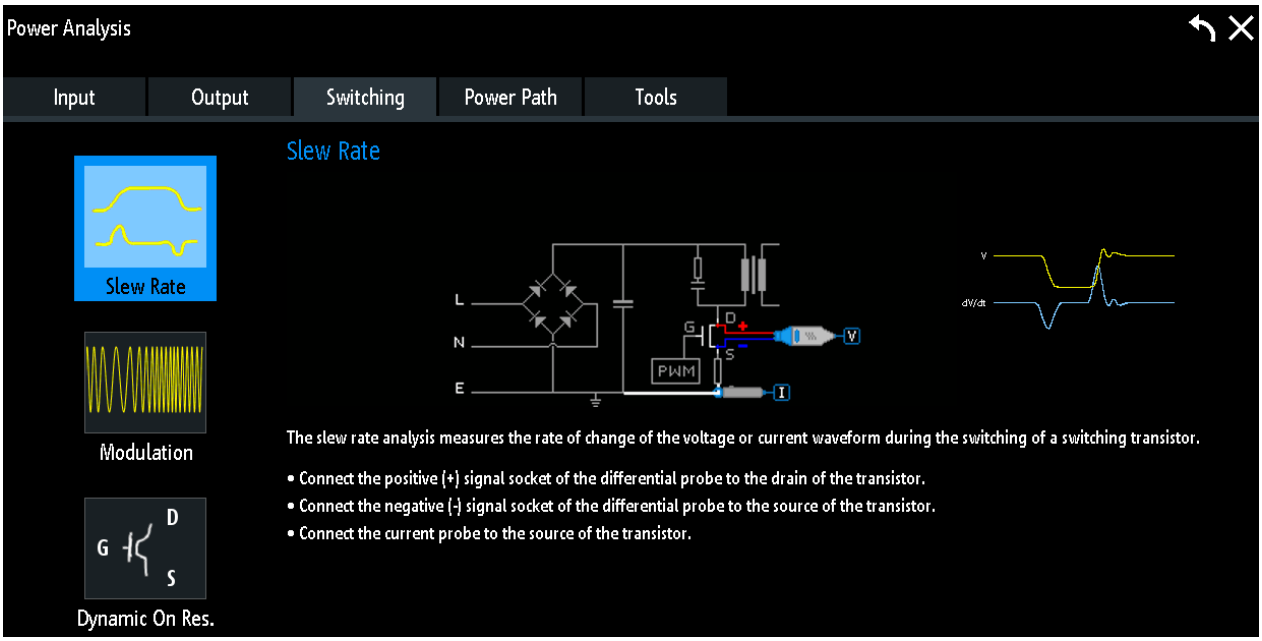
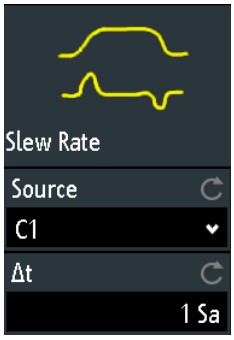


Bild 14-8: Einstellungen für Anstiegsratenanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.

d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Quelle
Gibt den Kanal für die Quelle an. Dies kann eine Strom- oder eine Spannungsquelle sein.

Δt
Gibt die Deltazeit an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SLEWrate:DTIMe` auf Seite 766

14.6.2 Modulation

Die Modulationsanalyse dient zur Messung des Steuerimpulssignals an ein Schaltgerät.

14.6.2.1 Modulationsergebnisse

„Modulation“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungs- oder Strommesskurve
- Numerische Messergebnisse

Eine ausführliche Beschreibung der numerischen Ergebnisse finden Sie in Kapitel 14.5.1.1, „Welligkeitsergebnisse“, auf Seite 375.

Sie können auch für jedes Messergebnis eine statistische Auswertung der Messergebnisse aktivieren. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück.

14.6.2.2 Modulationsmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.6.2.3, „Einstellungen für Modulationsanalyse“, auf Seite 387.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Modulation“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit dem Gate des Transistors.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Quelle des Transistors.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit der Senke des Transistors.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die „Quelle“ aus.
13. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.6.2.1, „Modulationsergebnisse“, auf Seite 386.

14.6.2.3 Einstellungen für Modulationsanalyse

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Modulation“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection.
b) Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
c) Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Modulation“.

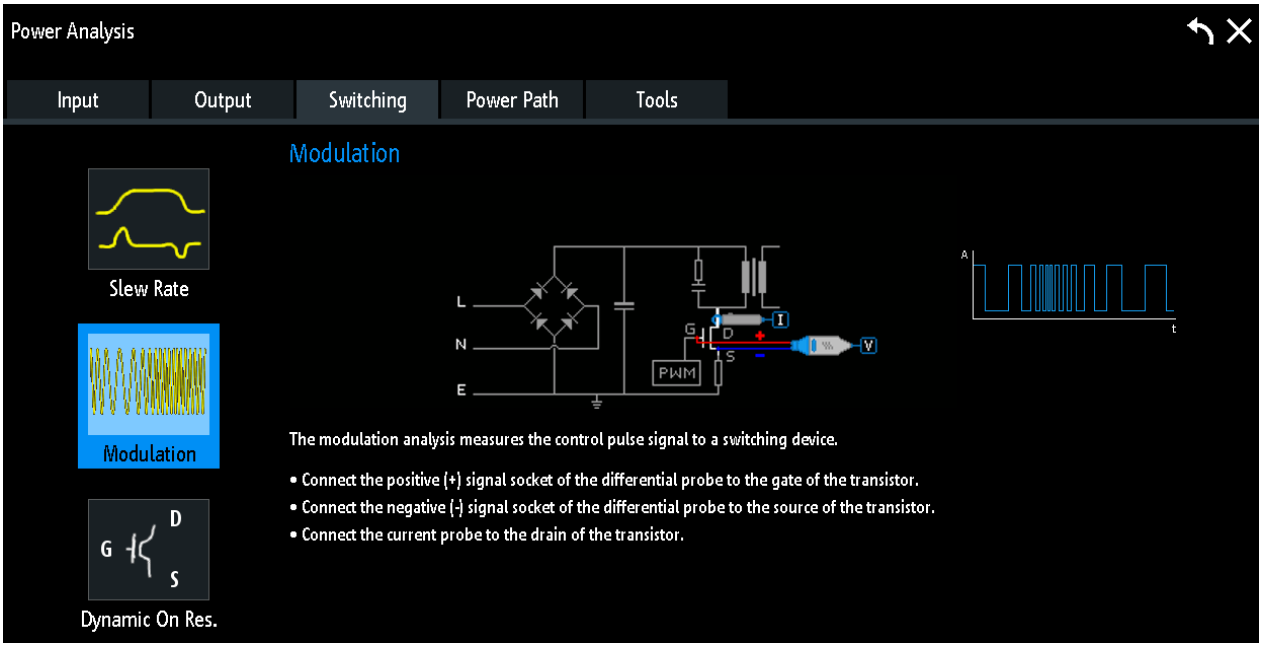


Bild 14-9: Einstellungen für Modulationsanalyse

d) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
e) Tippen Sie auf das Menüsymbol ❖ rechts unten auf dem Bildschirm.
f) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.

Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Quelle
Gibt den Kanal für die Quelle an. Dies kann eine Strom- oder eine Spannungsquelle sein.

Typ
Gibt den Modulationstyp an. Auf dem Bildschirm wird eine Berechnung der Messkurve für den ausgewählten Modulationstyp angezeigt. Die Modulationstypen sind die gleichen wie die Track-Messkurven, die im mathematischen „Formelsatz-Editor“ verfügbar sind.

Tippen Sie auf „Mehr“ um die Schwellenwerte, die Hysterese und die Referenzflanke für die Track-Berechnung einzustellen.

Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 7.2.6, „Tracks“, auf Seite 116.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:MODulation:TYPE` auf Seite 751
`POWer:MODulation:THReshold[:UPPer]` auf Seite 752
`POWer:MODulation:THReshold:LOWer` auf Seite 752
`POWer:MODulation:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 752

14.6.3 Widerstand im Ein-Zustand

Die Analyse "Widerstand im EIN-Zustand" dient zur Messung des dynamischen Widerstands eines Schaltgeräts während des Betriebs. Da Spannung und Strom mit der Zeit variieren können, ist der Widerstand nicht konstant und wird deshalb als dynamischer Widerstand bezeichnet. Er wird definiert als das Verhältnis dV/dI.

14.6.3.1 Ergebnisse von Widerstand im Ein-Zustand

„Widerstand im Ein-Zustand“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Wert für den Widerstand im Ein-Zustand

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.5, „Widerstand im Ein-Zustand“, auf Seite 740 beschrieben.

14.6.3.2 Messungen für Widerstand im Ein-Zustand konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.6.3.3, „Einstellungen für Widerstand im Ein-Zustand“, auf Seite 390.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Dyn. Widerstand“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.

5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Senke des Transistors.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Quelle des Transistors.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit der Quelle des Transistors.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
13. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm werden die Messkurven für den Strom und die Spannung angezeigt. Außerdem werden rechts unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.6.3.1, „Ergebnisse von Widerstand im Ein-Zustand“, auf Seite 389.

14.6.3.3 Einstellungen für Widerstand im Ein-Zustand

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Dyn. Widerstand“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Umschaltung“ auf „Dyn. Widerstand“.

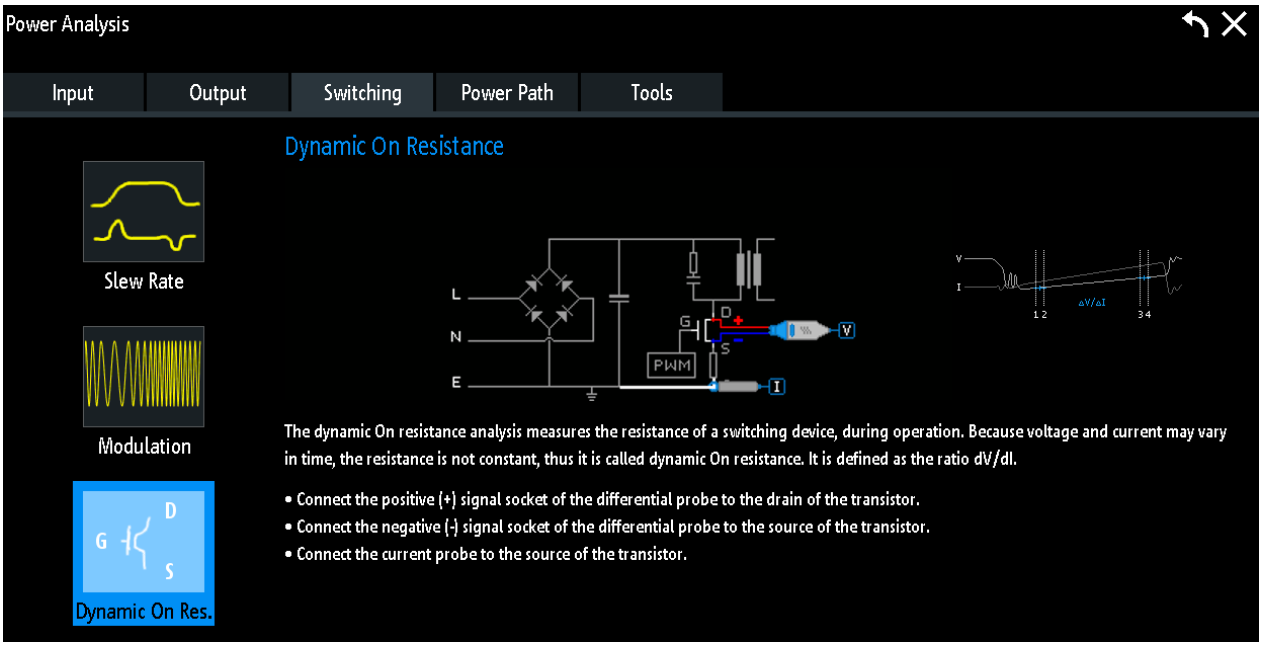
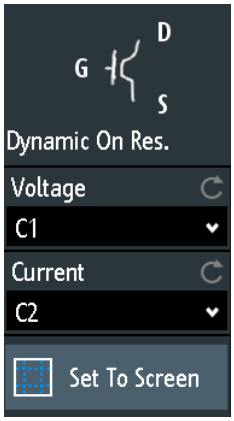


Bild 14-10: Einstellungen für Analyse "Widerstand im EIN-Zustand"

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Spannungs- und Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Spannung“ auf Seite 365 und „Strom“ auf Seite 366).

Zentrieren
Setzt die Cursor auf ihre Anfangspositionen zurück. Dies ist hilfreich, wenn die Cursor vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

14.7 Leistungspfadmessungen

Mit Leistungspfadmessungen wird das Verhalten der Geräte analysiert, die den Leistungsfluss durch den Stromkreis des Schaltnetzteils (SMPS), einschließlich Schaltgeräten und Induktoren, steuern.

- Wirkungsgrad....392
- Schaltverluste....395
- Ein./Ausschaltzeit....398
- Sicherer Arbeitsbereich (SOA)....401

14.7.1 Wirkungsgrad

Die Wirkungsgradanalyse dient zur Messung der Eingangs- und Ausgangsleistung eines Netzteils. Der Wirkungsgrad des Netzteils wird dann als das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung berechnet.

14.7.1.1 Wirkungsgradergebnisse

„ Wirkungsgrad“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Leistungsmesskurve (ergibt sich aus Strom- und Spannungsmesskurve)
- Numerische Messergebnisse

Eine ausführliche Beschreibung der numerischen Ergebnisse finden Sie in Kapitel 14.5.1.1, „Welligkeitsergebnisse“, auf Seite 375.

Sie können auch für jedes Messergebnis eine statistische Auswertung der Messergebnisse aktivieren. Sie gibt die aktuellen, minimalen und maximalen Messwerte, den Mittelwert und die Standardabweichung sowie die Anzahl der gemessenen Messkurven zurück.

14.7.1.2 Wirkungsgradmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.7.1.3, „Wirkungsgradeinstellungen“, auf Seite 393.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Wirkungsgrad“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.

5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des ersten differenziellen Tastkopfs mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des ersten differenziellen Tastkopfs mit dem Neutralleiter des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die erste Stromzange mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des zweiten differenziellen Tastkopfs mit dem Eingangspfad der Last.
   - Verbinden Sie die negative (+) Signalanschlussbuchse des zweiten differenziellen Tastkopfs mit der Rückleitung der Last.
   - Verbinden Sie die zweite Stromzange mit dem Eingangspfad der Last, wobei der Pfeil in Richtung des Stromflusses zeigt.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Eingangssp.“, „Eingangsstrom“, „Ausgangssp.“ und „Ausgangsstrom“ aus.
13. Wählen Sie „Statistik“ > „Sichtbar“ aus, um die statistische Auswertung der Messergebnisse zu aktivieren.
14. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm werden die Messkurven der Ströme und der Spannungen angezeigt. Außerdem werden rechts unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.7.1, „Wirkungsgrad“, auf Seite 392.

14.7.1.3 Wirkungsgradeinstellungen

Erforderliche Tastköpfe:
- Zwei differenzielle Spannungstastköpfe
- Zwei Stromzangen

► Einstellungsmenü „Wirkungsgrad“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Wirkungsgrad“.

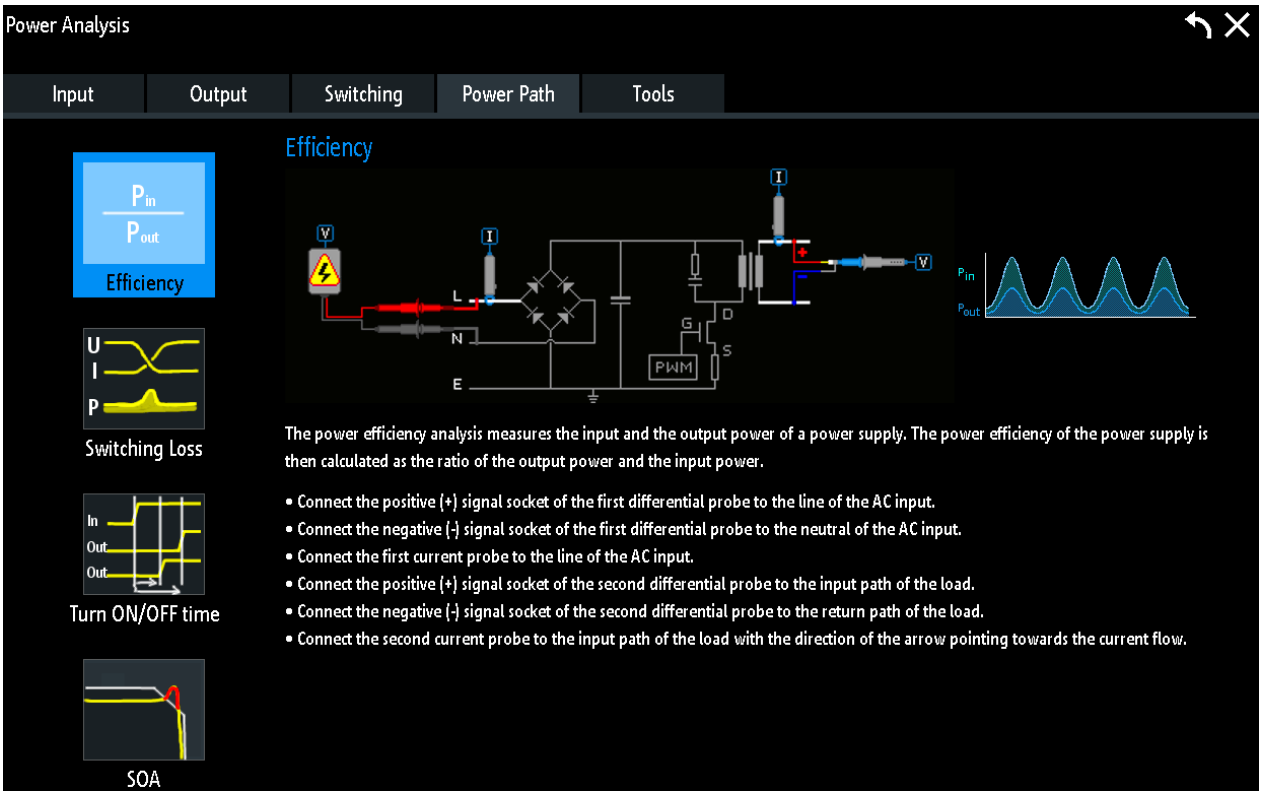
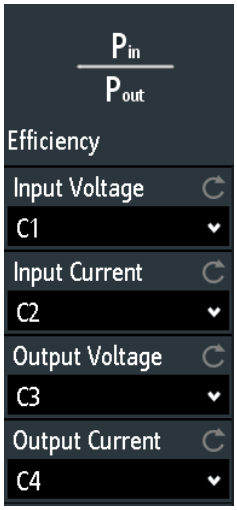


Bild 14-11: Einstellungen für Wirkungsgradanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Eingangssp., Eingangsstrom
Geben die Kanäle für die Eingangsspannung und den Eingangsstrom an.

Ausgangssp., Ausgangsstrom
Geben die Kanäle für die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom an.

14.7.2 Schaltverluste

Die Schaltverlustanalyse dient zum Messen der Leistungs- und Energieverluste eines Schaltgeräts, die während der Schaltphasen und der leitenden Phase eines Schalttransistors auftreten.

14.7.2.1 Ergebnisse für Schaltverluste

„Schaltverluste“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Spannungsmesskurve
- Strommesskurve
- Leistungsmesskurve (ergibt sich aus Strom- und Spannungsmesskurve)
- Numerische Messergebnisse

Die numerischen Messergebnisse können abhängig von der Leistung oder der Energie der ausgewählten „Typ“ entsprechend angezeigt werden. Die Schaltverlustergebnisse enthalten die Leistungs-/Energiewerte in W/J für die folgenden Schaltphasen:

Tabelle 14-5: Schaltverlustphasen

Phase	Symbol	Definitionspunkte	Beschreibung
Einschalten	Ein	Der Bereich zwischen „t_1“ und „t_2“	Die Zeit nach dem Umschalten des Geräts, in der der Strom ansteigt, bis er den Sättigungsstrompegel erreicht.
Leiten	Cond	Der Bereich zwischen „t_2“ und „t_3“	Die Zeit, in der die Spannung dem Sättigungsminimum des Transistors entspricht und der Strom fließt.
Ausschalten	Aus	Der Bereich zwischen „t_3“ und „t_4“	Die Zeit, in der nach einer kurzen Verzögerungszeit die Spannung ansteigt, bis sie ihren Endwert erreicht.
Nicht leiten	No Cond	Der Bereich zwischen „t_4“ und „t_5“	Die Zeit, in der kein Strom fließt. Die Verluste in dieser Phase sollten theoretisch bei null liegen.
Gesamt	Gesamt	Der Bereich zwischen „t_1“ und „t_5“	Die Periode eines einzigen Schaltzyklus.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.16, „Umschaltung“, auf Seite 781 beschrieben.

14.7.2.2 Schaltverlustmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.7.2.3, „Einstellungen für Schaltverluste“, auf Seite 396.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Schaltverluste“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Senke des Transistors.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Quelle des Transistors.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit der Quelle des Transistors.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
13. Wählen Sie die „Typ“ für die Messung aus.
14. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm sind die Messkurven für den Strom, die Spannung und die Leistung sichtbar. Außerdem werden rechts unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.7.2, „Schaltverluste“, auf Seite 395.

14.7.2.3 Einstellungen für Schaltverluste

Erforderliche Tastköpfe:

- Differenzieller Spannungstastkopf
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Schaltverluste“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Schaltverluste“.

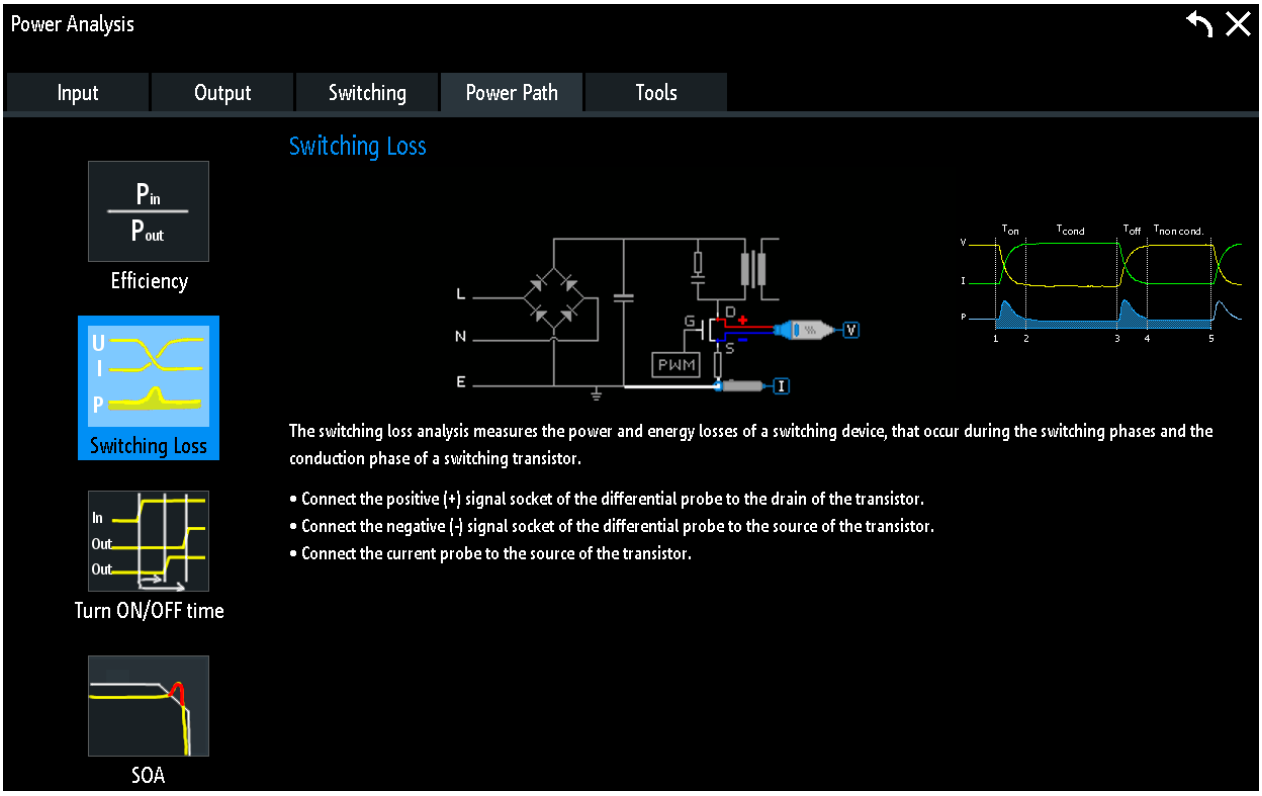
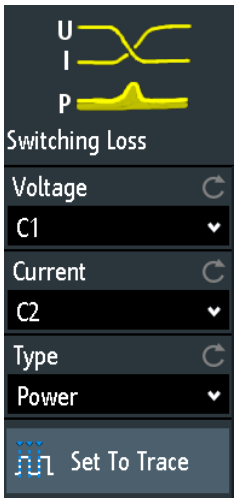


Bild 14-12: Einstellungen für die Verbrauchsanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Die Einstellungen für die Spannungs- und Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Spannung“ auf Seite 365 und „Strom“ auf Seite 366).

Typ
Gibt die Messart (Leistung oder Energie) für die Schaltverlustmessung an. Die Ergebnisse der Messung werden für Leistungsmessungen in W und für Energiemessungen in J angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SWITching:TYPE` auf Seite 784

Setzen
Automatische Einstellung für Cursor-Linien. Setzt die Cursor-Linien auf typische Punkte der Messkurve (abhängig von der ausgewählten Messart).

14.7.3 Ein./Ausschaltzeit

Bei der Ein-/Ausschaltzeitanalyse wird gemessen, wie lange ein Netzteil benötigt, um beim ersten Ein- oder Ausschalten einen bestimmten Prozentsatz des stationären Ausgangspegels zu erreichen.

14.7.3.1 Ergebnisse der Ein-/Ausschaltzeitmessungen

„Ein./Ausschaltzeit“-Messungen haben folgende Ergebnisse:

- Messkurve der Eingangsspannung
- Messkurve der Ausgangsspannung
- Ein-/Ausschaltzeit

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.10, „Ein/Ausschalten“, auf Seite 754 beschrieben.

14.7.3.2 Ein-/Ausschaltzeitmessungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.7.3.3, „Einstellungen für die Ein-/Ausschaltzeit“, auf Seite 399.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.
2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Ein./Ausschaltzeit“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.

4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Leitung des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit dem Neutralleiter des AC-Eingangs.
   - Verbinden Sie den passiven Spannungstastkopf mit dem DC-Ausgang des Messobjekts.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit dem Eingangspfad der Last, wobei der Pfeil in Richtung des Stromflusses zeigt.
10. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Eingangssp.“ und „Ausgangssp.“ aus.
11. Wählen Sie die „Typ“ für die Messung aus.
12. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm werden die Messkurven der Eingangs- und Ausgangsspannung angezeigt. Außerdem werden links unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.7.3, „Ein./Ausschaltzeit“, auf Seite 398.

14.7.3.3 Einstellungen für die Ein-/Ausschaltzeit

Erforderliche Tastköpfe:

- Zwei Spannungstastköpfe
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Ein./Ausschaltzeit“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „Ein./Ausschaltzeit“.

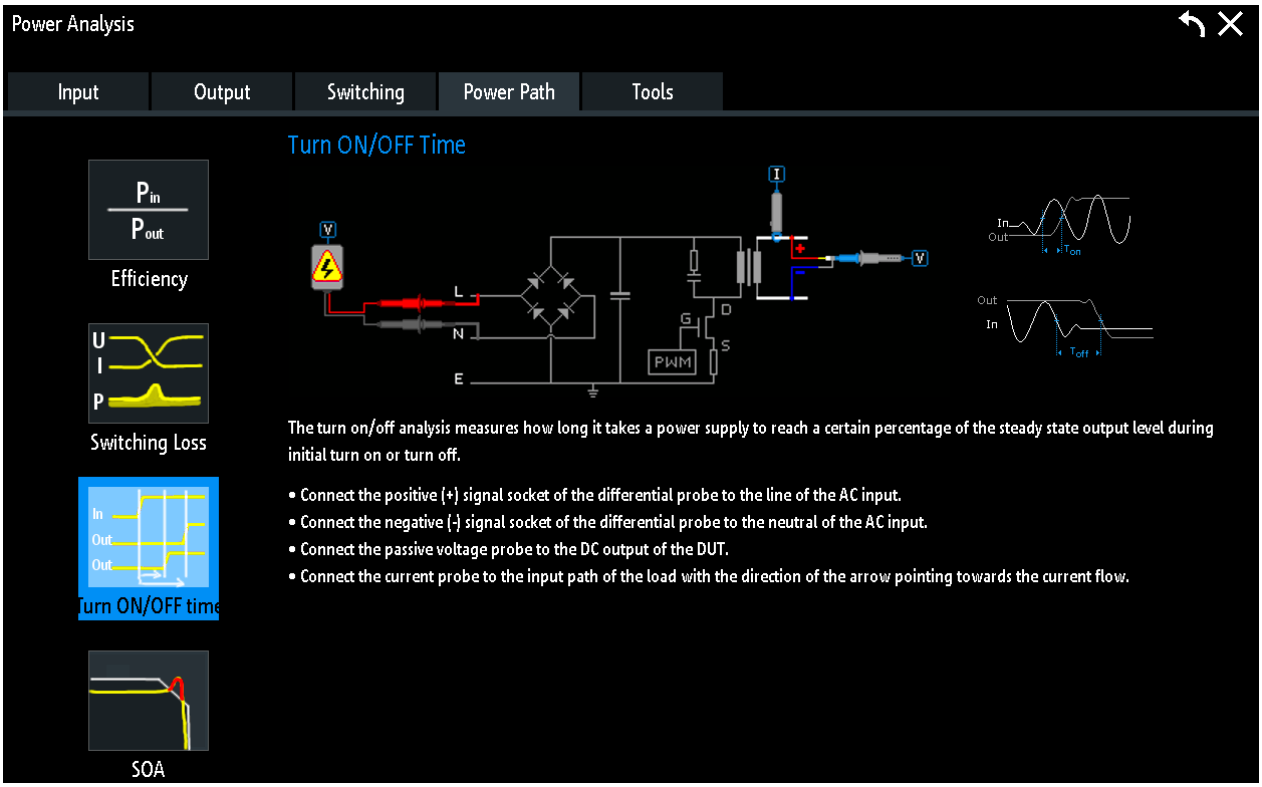
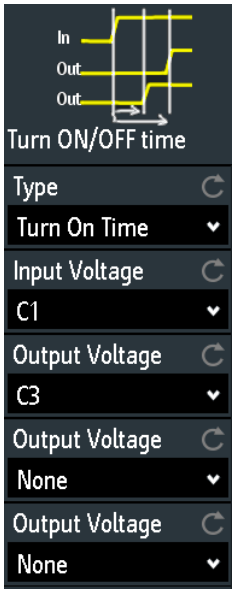


Bild 14-13: Einstellungen für Ein-/Ausschaltzeitanalyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.

d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.

e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.



Öffnen Sie zum Abgleichen der Tastköpfe das Menü „Tastkopf“. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.1.2, „Tastkopfeinstellungen für Leistungsmessungen“, auf Seite 359.

Typ
Gibt die Ein- oder Ausschaltzeit als Messart an.

Eingangssp.
Gibt den Kanal für die Eingangsspannung an.

Ausgangssp.
Gibt den Kanal für die Ausgangsspannung an.

14.7.4 Sicherer Arbeitsbereich (SOA)

Der sichere Arbeitsbereich wird durch die Spannungs- und Strombedingungen definiert, unter denen ein Leistungshalbleitergerät erwartungsgemäß ohne Gefahr einer Selbstbeschädigung betrieben werden kann. Die „SOA“-Analyse liefert ein Diagramm der sicheren Arbeitsbedingungen eines Geräts.

14.7.4.1 Ergebnisse der SOA-Messungen

Die Ergebnisse von „SOA“-Messungen werden wie folgt bereitgestellt:

- Das Diagramm zeigt die grafische Darstellung:
  - Spannungsmesskurve
  - Strommesskurve
- Ein logarithmisches oder lineares XY-Diagramm der berechneten Spannungsmesskurve (x-Achse) und Strommesskurve (y-Achse). Diese Kurve ist eine grafische Darstellung des Leistungsvermögens des Geräts unter verschiedenen Bedingungen.

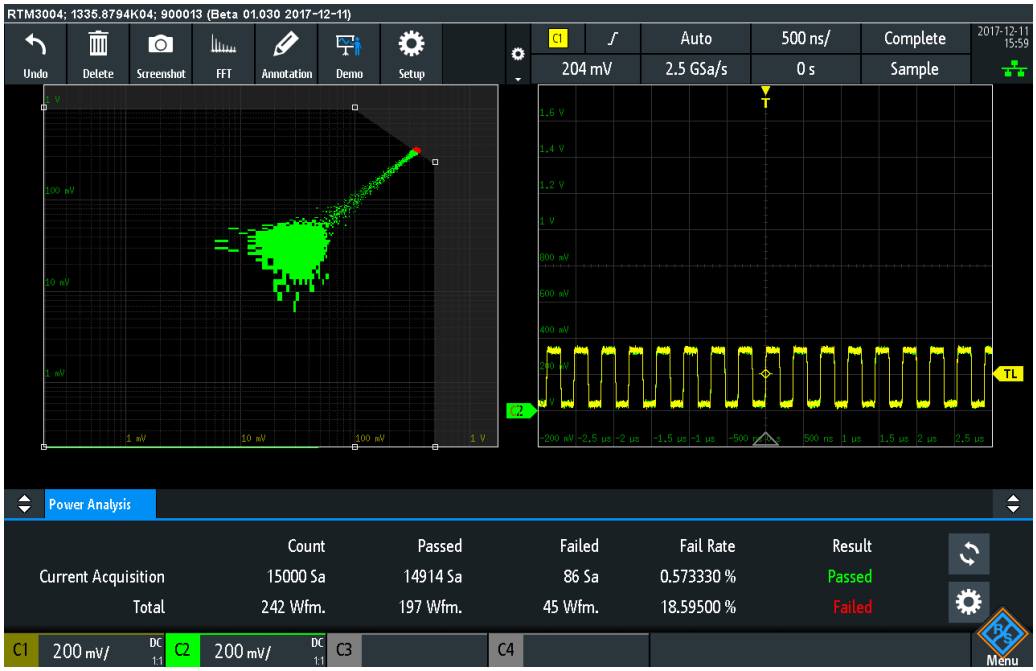


Bild 14-14: Ergebnisse der SOA-Leistungsmessung

Die numerischen Ergebnisse des SOA-Maskentests werde in Tabelle 14-6 beschrieben.

Tabelle 14-6: Ergebnisse des Maskentests

Ergebnis	Beschreibung
Anzahl	Anzahl der getesteten Punkte/Erfassungen
Bestanden	Anzahl der Punkte/Erfassungen, die den Maskentest bestanden haben, d. h., sie liegen innerhalb der definierten SOA-Maske
Durchgefallen	Anzahl der Punkte/Erfassungen, die den Maskentest nicht bestanden haben, d. h., sie liegen außerhalb der definierten SOA-Maske
Durchfallrate	Verhältnis der Erfassungstreffer zur Anzahl der getesteten Erfassungen
Ergebnis	Ein Test ist nicht bestanden, wenn die Anzahl der Abtastwert- oder Erfassungstreffer den Treffergrenzwert für „Tot. Toleranz“ / „Erfassungstoleranz“ überschreitet.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.12.14, „S.O.A“, auf Seite 770 beschrieben.

14.7.4.2 SOA-Messungen konfigurieren

Einzelheiten zu den Konfigurationseinstellungen finden Sie in Kapitel 14.7.4.3, „SOA-Einstellungen“, auf Seite 403.

1. Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

2. Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „SOA“.
3. Verbinden Sie den differenziellen Spannungstastkopf und die Stromzange mit dem Oszilloskop.
   Für Messungen am Leistungseingang des Messobjekts wird ein differenzieller Hochspannungstastkopf empfohlen.
4. Entmagnetisieren Sie die Stromzange. Einzelheiten finden Sie im Bedienhandbuch der Stromzange.
5. Wählen Sie die Registerkarte „Werkzeuge“ aus.
6. Verbinden Sie die Tastköpfe mit der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
7. Führen Sie einen „Deskew“ der Tastköpfe und Abgleich des „Null-Offset“ durch.
8. Trennen Sie die Tastköpfe von der R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit.
9. Verbinden Sie die Tastköpfe mit dem Messobjekt:
   - Verbinden Sie die positive (+) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Senke des Transistors.
   - Verbinden Sie die negative (-) Signalanschlussbuchse des differenziellen Tastkopfs mit der Quelle des Transistors.
   - Verbinden Sie die Stromzange mit der Quelle des Transistors.
10. Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
11. Drücken Sie die „Menü“-Taste und blättern Sie zum Menü „Leistung“.
12. Wählen Sie die richtigen Kanäle für die Quellen „Strom“ und „Spannung“ aus.
13. Öffnen Sie das Menü „Maskeneinstellungen“ und definieren Sie die Maskenparameter.
14. Öffnen Sie das Menü „Testeinstellungen“ und definieren Sie die Testparameter.
15. Drücken Sie die Taste Autoset, um die Anzeigeskalen automatisch anzupassen, oder tun Sie dies manuell.

    Auf dem Bildschirm werden die Messkurven der Ströme und der Spannungen angezeigt. Außerdem werden rechts unten die numerischen Messergebnisse angezeigt. Weitere Einzelheiten finden Sie in Kapitel 14.7.4.1, „Ergebnisse der SOA-Messungen“, auf Seite 401.

14.7.4.3 SOA-Einstellungen

Erforderliche Tastköpfe:
- Differenzielle Spannungstastköpfe
- Stromzange

► Einstellungsmenü „Wirkungsgrad“ öffnen:

a) Drücken Sie die Taste Apps Selection. Tippen Sie auf „Leistungsanalyse“.

b) Tippen Sie auf der Registerkarte „Leistungspfad“ auf „SOA“.

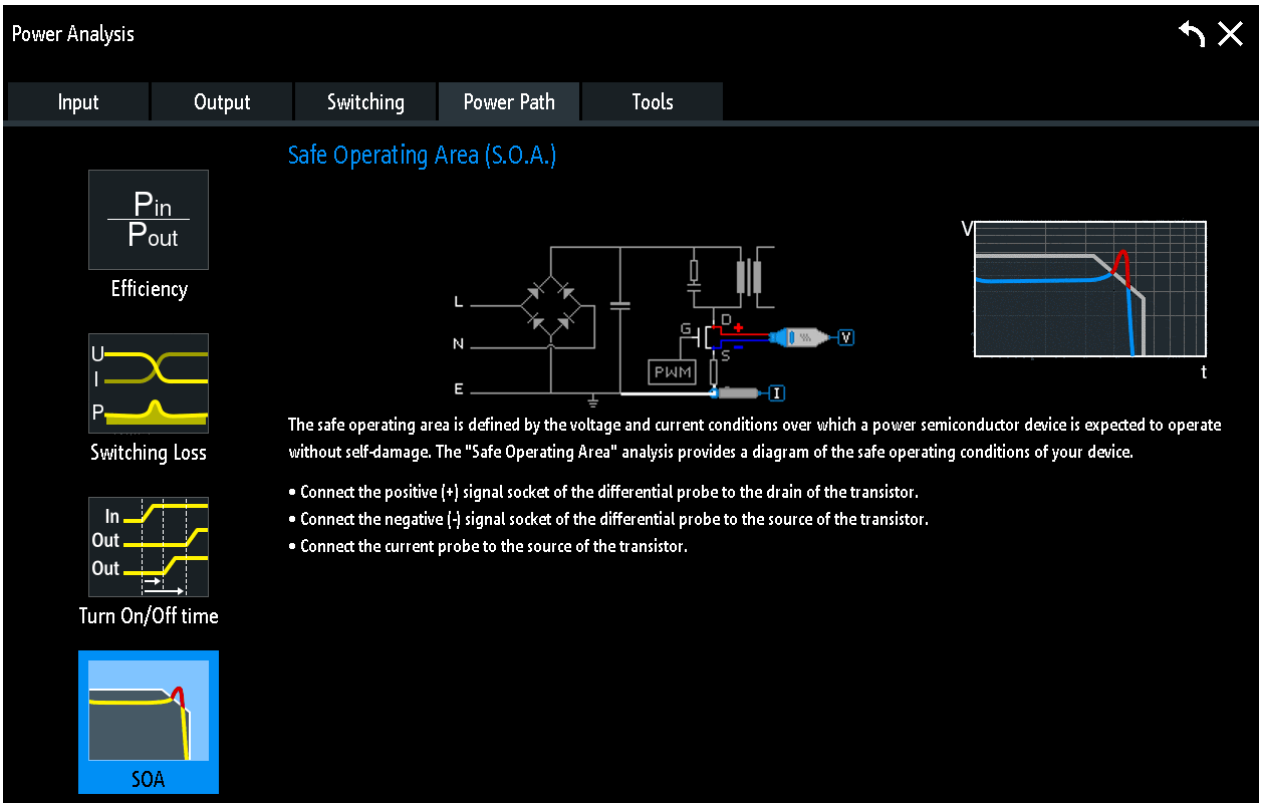
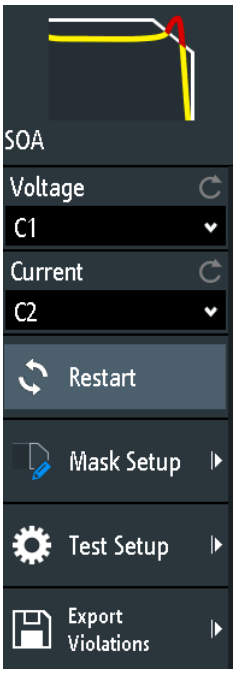


Bild 14-15: Einstellungen für SOA-Analyse

c) Schließen Sie die „Leistungsanalyse“.
d) Tippen Sie auf das Menüsymbol ◆ rechts unten auf dem Bildschirm.
e) Blättern Sie abwärts. Wählen Sie „Leistung“ aus.

Allgemeine Einstellungen



Die Einstellungen für die Spannungs- und Stromquellen sind dieselben wie für die Qualitätsanalyse (siehe „Spannung“ auf Seite 365 und „Strom“ auf Seite 366).

Neustart
Führt einen Neustart der SOA-Messung durch.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:RESTart` auf Seite 778

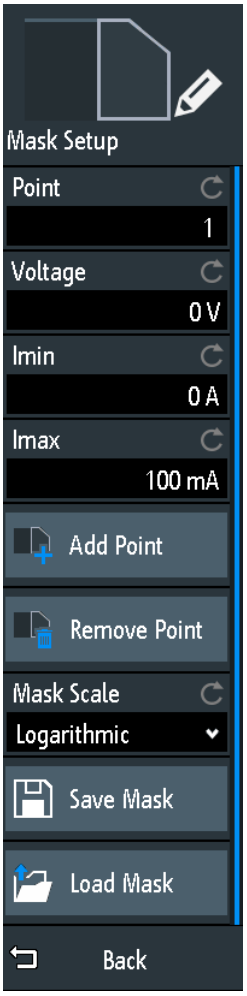
Maskeneinstellungen
Öffnet ein Menü zur Konfiguration der Maske (siehe „Maskeneinstellungen“ auf Seite 405).

Testeinstellungen
Öffnet ein Menü zur Definition der Toleranz für die Testeinstellungen sowie der Fensterskalierung (siehe „Testeinstellungen“ auf Seite 407).

Verletzungen exportieren
Öffnet ein Menü zum Speichern der Messergebnisse in einer Excel-Datei.

Maskeneinstellungen

In diesem Menü können Sie die Maskeneinstellungen festlegen.



Punkt
Gibt den zu definierenden Punkt an.

Spannung
Gibt die Spannung für den ausgewählten Punkt an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:LINear:POINt<m>:VOLTage` auf Seite 772
`POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:VOLTage` auf Seite 772

Imin
Gibt den Minimalstrom für den ausgewählten Punkt an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MINimum` auf Seite 772
`POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MINimum` auf Seite 772

Imax
Gibt den Maximalstrom für den ausgewählten Punkt an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent` auf Seite 772
`POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MAXimum` auf Seite 772
`POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent` auf Seite 772
`POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MAXimum` auf Seite 772

Punkt hinzufügen
Fügt einen Punkt zur SOA-Definitionsliste hinzu.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:LINear:ADD` auf Seite 771
`POWer:SOA:LINear:INSert` auf Seite 771
`POWer:SOA:LOGarithmic:ADD` auf Seite 771
`POWer:SOA:LOGarithmic:INSert` auf Seite 771

Punkt entfernen
Entfernt den ausgewählten Punkt aus der SOA-Definitionsliste.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:LINear:REMove` auf Seite 773
`POWer:SOA:LOGarithmic:REMove` auf Seite 773

Maskenskalierung
Gibt die Skalierung für die Maske an: linear oder logarithmisch.

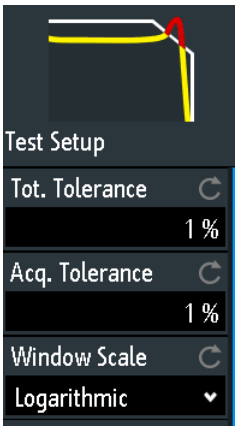
Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:SCALe:MASK` auf Seite 778

Maske speichern
Öffnet ein Menü zum Speichern der Maske.

Maske laden
Öffnet einen Datei-Explorer zum Auswählen einer zuvor gespeicherten Maske. Die ausgewählte Maske wird geladen und ist für anschließende Tests verfügbar.

Testeinstellungen

In diesem Menü können Sie die Toleranz für die Testeinstellungen und die Fensterskalierung definieren.



Tot. Toleranz
Gibt die zulässige Gesamttoleranz an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:RESult:TOTal:TOLerance` auf Seite 776

Erfassungstoleranz
Gibt die zulässige Erfassungstoleranz an.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:RESult:ACQuisition:TOLerance` auf Seite 774

Fensterskalierung ← Erfassungstoleranz
Dient zur Auswahl einer linearen oder logarithmischen Skalierung für die angezeigten Ergebnisse.

Fernsteuerbefehl:
`POWer:SOA:SCALe:DISPlay` auf Seite 778

15 Logikanalysator (Option R&S RTA-B1, MSO)

Die Mixed-Signal-Option R&S RTA- B1 erweitert die klassischen Oszilloskopfunktionen um Logikanalysatorfunktionen. Mit dem Logikanalysator können Sie eingebettete Systeme mit Mixed-Signal-Konzepten, die analoge Signale und zeitkorrelierte digitale Signale simultan verwenden, analysieren und eine Fehlersuche durchführen. Die Option stellt 16 Logikkanäle verteilt auf zwei Logiktastköpfe mit jeweils acht Kanälen bereit. Das Gerät stellt sicher, dass analoge und digitale Messkurven synchronisiert werden, sodass kritische Zeitabstimmungsinteraktionen zwischen analogen und digitalen Signalen angezeigt und gemessen werden können.

ACHTUNG

Genaue Messergebnisse sicherstellen

Die Logikkanalysatoroption R&S RTA-B1 mit angeschlossenen Tastkopfkabeln wird als Prüftastkopf gemäß EN 61326-2-1, Paragraph 5.2.4.101 betrachtet. Deshalb sind die Messungen anfällig für elektromagnetische Störungen. Ziehen Sie zur Vermeidung von Störeinflüssen zusätzliche Schirmungen in Betracht.

Beachten Sie die folgenden Richtlinien für gute Prüfverfahren:

- Verbinden Sie das Massekabel jedes Logiktastkopfs mit der Masse des Messobjekts, wenn ein Logikkanal des Logiktastkopfs zur Datenerfassung verwendet wird. Das Massekabel verbessert die Signaltreue zum Oszilloskop und stellt so genaue Messungen sicher.
- Verwenden Sie bei Highspeed-Zeitmessungen (Anstiegszeit < 3 ns) für jeden Logiktastkopf eine eigene Masse.

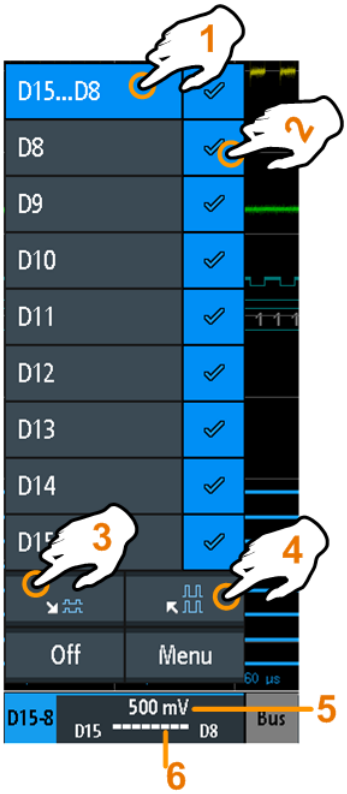
Logikanalyse aktivieren

► Drücken Sie die Taste [Logic].

15.1 Kurzmenü für Logikkanäle

Es gibt zwei Kurzmenüs, die den Status der Logikkanäle anzeigen, eins für Logiktastkopf „D7...D0“ und eins für Logiktastkopf „D15...D8“.

► Tippen Sie zum Öffnen des Kurzmenüs für Logikkanäle auf die Logiktastkopf-Kompaktanzeige in der untersten Zeile des Displays.
Wenn der Logiktastkopf (Pod) nicht ausgewählt wurde, tippen Sie zweimal: einmal zum Auswählen des Logiktastkopfs und einmal zum Öffnen des Kurzmenüs.



1 = alle Logikkanäle oder einen Logikkanal auswählen
2 = Logikkanal anzeigen
3 = Alle sichtbaren Kanäle auf ein Minimum skalieren
4 = Alle sichtbaren Kanäle auf ein Maximum skalieren
5 = Zeigt den Schwellenwert der Kanäle an
6 = Zeigt die Aktivität des Logikkanals an

Logikkanäle - Aktivitätsanzeige

Die Aktivitätssymbole des Logikkanals zeigen den aktuellen Status aller Logikkanäle an und können folgende Werte annehmen:

- ▁: Logikkanal ist Low
- ▀: Logikkanal ist High
- ⊡: Zustand des Logikkanals hat sich während des Messintervalls geändert

Fernsteuerbefehle:

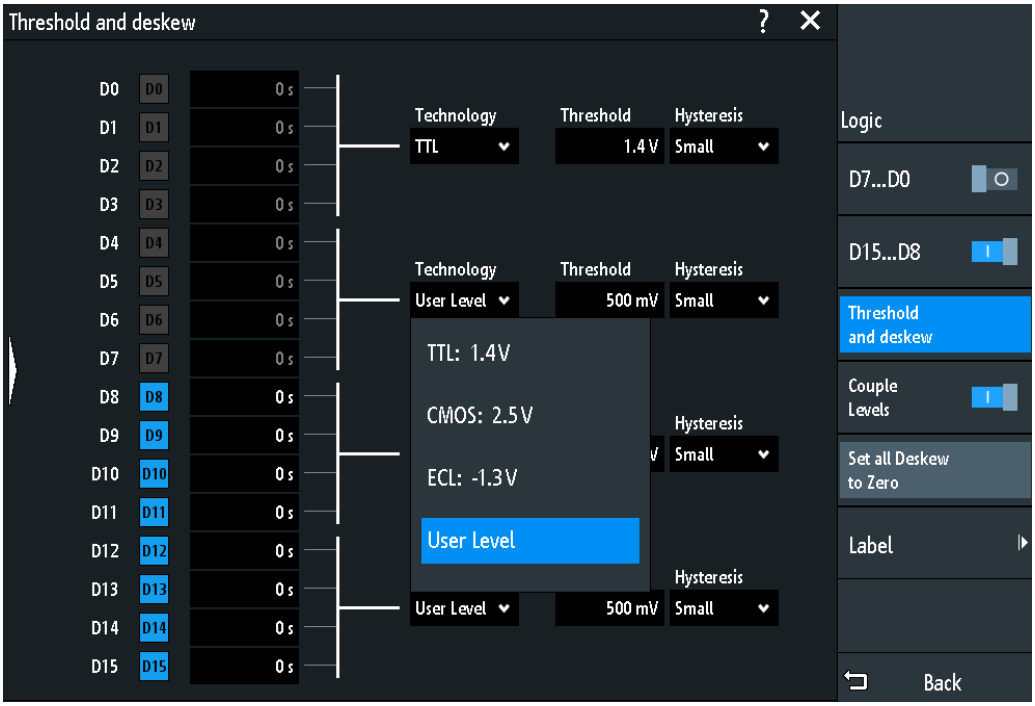
- `LOGic<p>:PROBe[:ENABle]?` auf Seite 787
- `DIGital<m>:PROBe[:ENABle]?` auf Seite 789
- `DIGital<m>:CURRent:STATe:MINimum?` auf Seite 788
- `DIGital<m>:CURRent:STATe:MAXimum?` auf Seite 788
- `LOGic<p>:CURRent:STATe:MINimum?` auf Seite 788
- `LOGic<p>:CURRent:STATe:MAXimum?` auf Seite 788

15.2 Einstellungen des Logikanalysators

Voraussetzung: Es ist ein Logiktastkopf an das Gerät angeschlossen.

1. Wenn die Logikanalyse nicht aktiv ist, drücken Sie die Taste [Logic], um sie zu aktivieren.
2. Drücken Sie erneut die Taste[Logic].

   Das Menü „Logik“ wird geöffnet.
3. Aktivieren Sie den zu verwendenden Logiktastkopf oder beide Logiktastköpfe.
4. Tippen Sie auf „Schwelle und Zeit-Offset“.
5. Stellen Sie die „Technologie“ und die „Hysterese“ ein.



D7...D0 / D15...D8
Schaltet den ausgewählten Logiktastkopf ein oder aus.

Der Zustand jedes Logikkanals lässt sich im Kurzmenü auch separat einstellen (siehe Kapitel 15, „Logikanalysator (Option R&S RTA-B1, MSO)“, auf Seite 409).

Fernsteuerbefehl:
`LOGic<p>:STATe` auf Seite 788
`DIGital<m>:PROBe[:ENABle]?` auf Seite 789

Schwelle und Zeit-Offset
Öffnet einen Dialog, in dem Sie den Schwellenwert und die Hysterese sowie die Sichtbarkeit der einzelnen Logikkanäle einstellen können.

Level koppeln
Setzt alle Schwellen- und Hysteresewerte auf die Werte des ersten Nibbles (D0...D3).

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:THCoupling` auf Seite 790

Alle Deskews auf Null setzen
Gleicht die Laufzeitdifferenz zwischen den Tastkopfanschlussboxen der digitalen Tastköpfe und den Tastkopfanschlussboxen, die mit den Analogkanälen verbunden sind, ab.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:DESKew` auf Seite 791

Technologie
Auswahl des Schwellenwertpegels: Es sind drei vordefinierte Schwellenwerte und ein benutzerdefinierter Schwellenwert verfügbar.

„TTL: 1,4 V“	Setzt den Schwellenwert auf 1,4 V, was für Transistor-Transistor-Logik (TTL) typisch ist.
„CMOS: 2,5 V“	Setzt den Schwellenwert auf 2,5 V, was für Complementary Metal Oxide Semiconductor-Technologie (CMOS) typisch ist.
„ECL: -1,3 V“	Setzt den Schwellenwert auf -1,3 V, was für emittergekoppelte Logik (ECL) typisch ist.
„Schwellenwert“	Stellt einen benutzerdefinierten Schwellenwert ein. Geben Sie den Wert in Schwellenwert ein.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:TECHnology` auf Seite 789

Schwellenwert
Stellt den Schwellenwert zwischen -2 V und +8 V in Schritten von 10 mV ein oder zeigt den Wert der ausgewählten Technologie an.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Hysterese
Gibt die Größe der Hysterese an, um zu verhindern, dass sich Signalzustände durch Rauschen ändern.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:HYSTeresis` auf Seite 790

Bezeichnung
Öffnet ein Menü zur Angabe benutzerdefinierter Beschriftungen für die einzelnen Logikkanäle.

Bit ← Bezeichnung
Gibt den Logikkanal oder das „Bit“ für die Beschriftung an.

- Für den Logiktastkopf „D7...D0“ können Sie Bit „D0“, „D1“, „D2“, ... oder „D7“ auswählen.

- Für Logiktastkopf „D15...D8“ können Sie Bit „D8“, „D9“, „D10“, ... oder „D15“ auswählen.

Bezeichnung ← Bezeichnung
Aktiviert oder deaktiviert die benutzerdefinierte Beschriftung für den ausgewählten Logikkanal.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:LABel:STATe` auf Seite 792

Vordefiniert ← Bezeichnung
Ermöglicht die Auswahl einer vordefinierten Beschriftung. Der Text kann mit „Bezeichnung editieren“ bearbeitet werden.

Bezeichnung editieren ← Bezeichnung
Öffnet eine On-Screen-Tastatur zur Eingabe einer Beschriftung. War bereits eine vordefinierte Beschriftung ausgewählt, wird sie im Eingabefeld angezeigt und Sie können sie ändern.

Der Name darf maximal acht Zeichen lang sein und kann nur ASCII-Zeichen enthalten, die auf der On-Screen-Tastatur verfügbar sind.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:LABel` auf Seite 791

15.3 Triggerung auf Logikkanälen

Jeder Logikkanal kann als Triggerquelle genutzt werden. Mit dem Mustertrigger können Sie auf logische Kombinationen von analogen und digitalen Kanälen triggern. Sie können auch eine Trigger-Holdoff-Zeit angeben.

Bei der Triggerung auf Logikkanäle wird der Schwellenwert als Triggerpegel verwendet.

Folgende Triggertypen sind verfügbar, wenn die Triggerquelle ein Logikkanal ist:

- Flanke
- Breite
- Muster: Das Muster kann alle aktiven Logikkanäle nutzen.
- Timeout

Zur Analyse von seriellen Protokollen können Sie das Protokoll mit Logikkanälen als Quellen konfigurieren und auf den Triggertyp „Serielle Busse“ triggern. Einzelheiten finden Sie im Kapitel mit der Beschreibung des jeweiligen Busses.

15.4 Logikkanäle analysieren

Die wichtigsten Analysewerkzeuge für Logikkanäle sind die Analyse serieller Protokolle ([Protocol]) und die Mustertrigger.

Darüber hinaus können Sie alle Logikkanäle anzeigen sowie die vertikale Skalierung und Position ändern. Sie können auch in die Anzeige zoomen ([Zoom]).

Zum Messen von Logikkanälen können wie üblich automatische und Cursor-Messungen verwendet werden.

Siehe auch Kapitel 8.2, „Automatische Messungen“, auf Seite 155 und Kapitel 8.3, „Cursor-Messungen“, auf Seite 167.

Die Messkurvendaten können auch exportiert werden: Taste [Save Load] > „Messkurven“

15.5 Parallele Busse

Das R&S RTA4000 kann bis zu 16 Leitungen eines parallelen Busses anzeigen und decodieren. Sie können die Logikkanäle den Bus-Bits einzeln zuordnen.

Verwenden Sie zum Triggern auf parallele Busse den Mustertrigger (siehe Kapitel 6.8, „Trigger“, auf Seite 95).

- Konfiguration des parallelen Busses.....414
- Decodierergebnisse.....417

15.5.1 Konfiguration des parallelen Busses

Sie können einen parallelen Bus oder einen parallel getakteten Bus konfigurieren. Für den parallel getakteten Bus werden zusätzlich zu den anderen Einstellungen eine Taktleitung und eine optionale Chip-Select-Leitung angegeben.

Zugriff: [Protocol] > „Bus-Typ“ = „Parallel“ / „Parallel getaktet“ > „Konfiguration“

Es wird das folgende Konfigurationsmenü geöffnet:

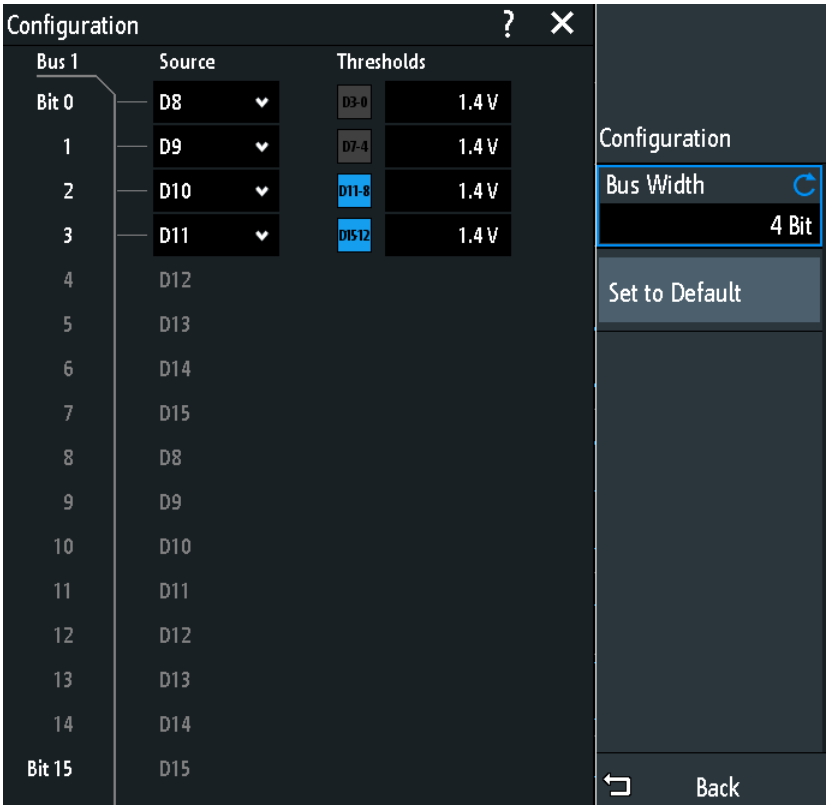


Bild 15-1: Konfigurationsmenü für parallelen Bus

Bild 15-2: Konfigurationsmenü für parallel getakteten Bus

Die Menüs enthalten folgende Einstellungen:

Busbreite....416
Schwellenwerte....416
Quelle....417
Zurücksetzen....417
Chip-Select....417
Polarität....417
Flanke....417

Busbreite

Gibt die Anzahl Leitungen (Bits) der Logikkanäle D0 bis D15 an, die im parallelen oder getakteten parallelen Bus analysiert werden sollen. Die maximale Anzahl entspricht der Anzahl der Logikeingangsleitungen.

Fernsteuerbefehl:

`BUS<b>:PARallel:WIDTh` auf Seite 795

`BUS<b>:CPARallel:WIDTh` auf Seite 795

Schwellenwerte

Setzt den Schwellenwert für jedes Nibble auf Logikkanälen: D0...D3, D4...D7, D8...D11 und D12...D15.

Die Einstellung ist auch in der „Logik“-Konfiguration verfügbar.

Fernsteuerbefehl:
`DIGital<m>:THReshold` auf Seite 790

Quelle
Gibt die Eingangsleitung für jedes Bit des parallelen oder getakteten parallelen Busses an.

Bei Verwendung eines getakteten parallelen Busses können Sie in den letzten zwei Zeilen die Quelle für den „Takt“ und „CS“ auswählen.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:PARallel:DATA<m>:SOURce` auf Seite 795
`BUS<b>:CPARallel:DATA<m>:SOURce` auf Seite 795
`BUS<b>:CPARallel:CLOCk:SOURce` auf Seite 796
`BUS<b>:CPARallel:CS:SOURce` auf Seite 796

Zurücksetzen
Setzt die Datenleitungen des parallelen Busses auf die Standardreihenfolge D0...D15 zurück.

Chip-Select
Aktiviert die Chip-Select-Leitung für den parallel getakteten Bus.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CPARallel:CS:ENABle` auf Seite 796

Polarität
Gibt für den parallel getakteten Bus an, ob das Chip-Select-Signal High aktiv (High = 1) oder Low aktiv (Low = 1) ist.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CPARallel:CS:POLarity` auf Seite 797

Flanke
Gibt für den parallel getakteten Bus an, ob die Daten auf der steigenden ( ) oder fallenden ( ) Flanke des Takts abgetastet werden oder auf beiden Flanken ( ) eines Takts mit doppelter Datenrate. Die Taktflanke markiert den Anfang eines neuen Bits.

Fernsteuerbefehl:
`BUS<b>:CPARallel:CLOCK:SLOPe` auf Seite 796

15.5.2 Decodierergebnisse

Sobald die Konfiguration des parallelen Busses abgeschlossen ist, kann das Signal decodiert werden:

1. Aktivieren Sie im „Bus“-Menü den Punkt „Decodieren“.
2. Wählen Sie im Menü „Anzeige“ die Einstellungen für die Ergebnisanzeige aus. Siehe Kapitel 13.1.2, „Decodierergebnisse anzeigen“, auf Seite 265.

3. Aktivieren Sie im Menü „Bustabelle“ die „Bustabelle“. Passen Sie die Tabelleneinstellungen an.
   Siehe auch Kapitel 13.1.3, „Bustabelle: Decodierergebnisse“, auf Seite 266.

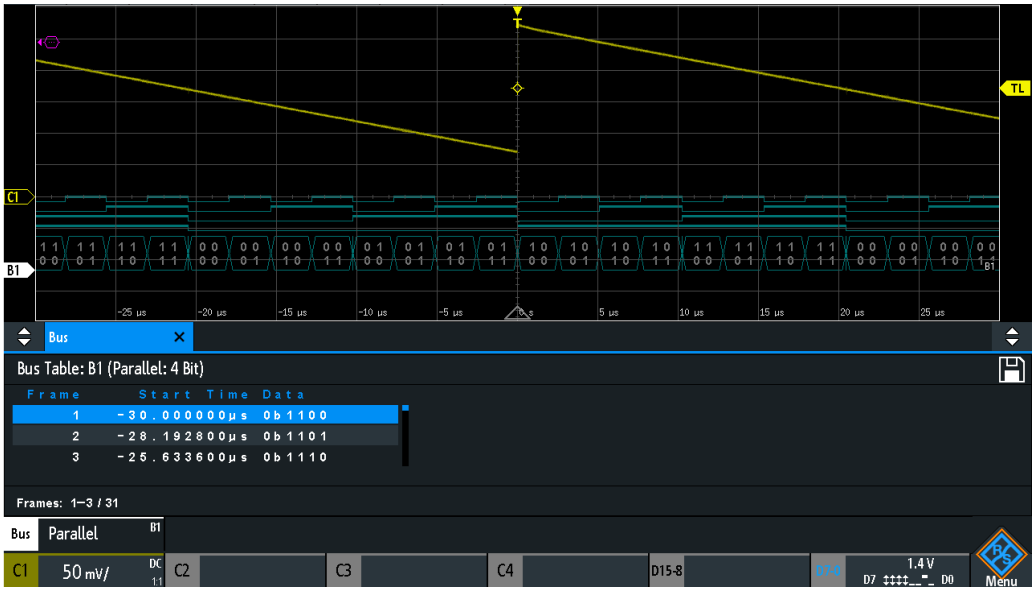


Bild 15-3: Decodiertes Signal des parallelen Busses mit Bustabelle

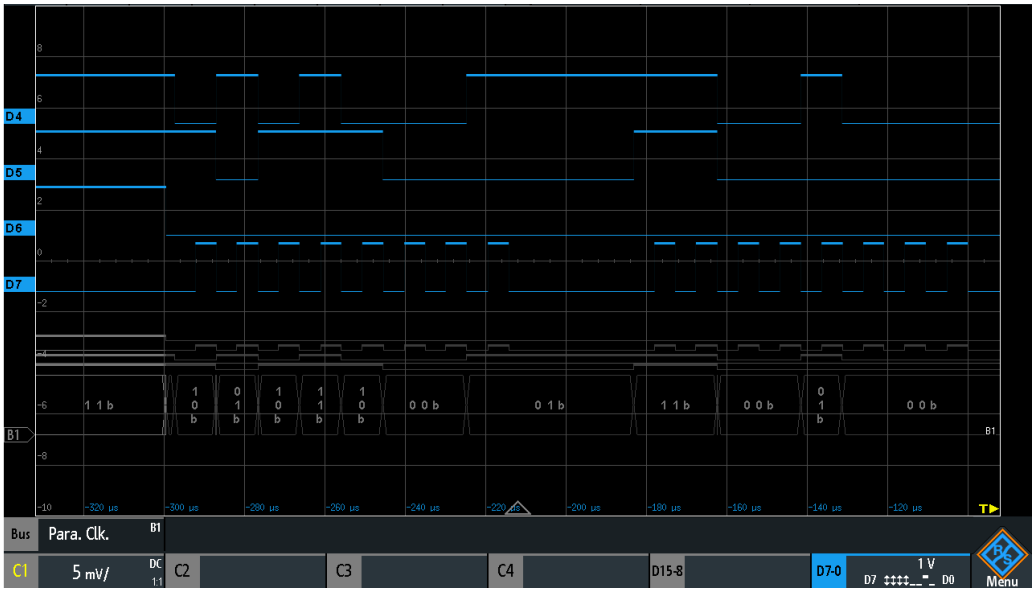


Bild 15-4: Decodiertes Signal des parallel getakteten Busses

Die Bustabelle enthält die Daten von decodierten Frames und die zugehörige Startzeit.

Fernsteuerbefehle werden in Kapitel 17.13.2.3, „Parallele Busse - Decodierergebnisse“, auf Seite 797 beschrieben.

16 Signalerzeugung (Option R&S RTA-B6)

Das R&S RTA4000 verfügt über einen integrierten Funktions- und Mustergenerator, der Signale erzeugen kann, zum Beispiel bei der Prüfung von Schaltkreisen.

Der Signalformgenerator kann einfache Funktionen, modulierte Sinuskurven, arbiträre Kurven und gewobbelte Kurven ausgeben. Der integrierte Mustergenerator kann Individual- oder Zyklusmuster und einfache Bussignalmuster erzeugen.

16.1 Funktionsgenerator

Der Signalformgenerator kann einfache Funktionen, modulierte Sinuskurven, arbiträre Kurven und gewobbelte Kurven ausgeben. Das Signal wird am Anschluss [Gen] an der Frontplatte ausgegeben.

Kurzmenü

Im Kurzmenü für den Funktionsgenerator können Sie das Vollmenü öffnen und den Funktionsgenerator ausschalten.

Sie können auch eine arbiträre Kurve erstellen, indem Sie eine Kurve kopieren und die arbiträre Kurve ein- oder ausblenden. Eine Beschreibung der Funktionen des Kurzmenüs enthält Kapitel 16.1.6, „Arbiträr-Einstellungen“, auf Seite 430.

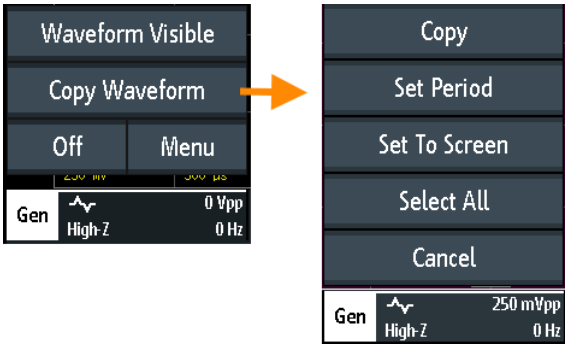


Bild 16-1: Kurzmenü zum Erstellen arbiträrer Messkurven

16.1.1 Mit Hilfe des Funktionsgenerators.

Zur Konfigurierung einer Funktionsmesskurve

1. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
2. Wählen Sie die „Funktion“ aus, die Sie erstellen wollen, beispielsweise „Sinus“.
3. Je nach ausgewählter „Funktion“ konfigurieren Sie die Einstellungen der Messkurve, wie „Frequenz“ und „Amplitude“.

4. Aktivieren Sie „Ausgang“, um die Messkurve am Anschluss [Gen] auf der Frontplatte auszugeben.

Erzeugung einer modulierten Messkurve

Die Modulationseinstelllungen werden in Kapitel 16.1.4, „Modulationseinstellungen“, auf Seite 426 beschrieben.

1. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
2. Konfigurieren Sie die Trägermesskurve wie oben beschrieben.
3. Tippen Sie auf „Modulation“.
4. Im Menü „Modulation“ tippen Sie auf „Modulationstyp“ und wählen den Modulationstyp aus, beispielsweise „AM“.
5. Je nach ausgewähltem „Modulationstyp“ konfigurieren Sie die Einstellungen der Messkurve.
6. Aktivieren Sie „Modulation“, um die Modulation zu starten.
7. Tippen Sie auf „Zurück“.
8. Aktivieren Sie „Ausgang“, um die Messkurve am Anschluss [Gen] auf der Frontplatte auszugeben.

Um eine arbiträre Messkurve zu erzeugen, verwenden Sie das umfangreiche Menü.

Die Einstellungen werden in Kapitel 16.1.6, „Arbiträr-Einstellungen“, auf Seite 430 beschrieben.

1. Erfassen und Anzeigen der Messkurve, die die Grundlage für die arbiträre Messkurve ist.
2. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
3. Wählen Sie „Funktion“ > „Arbiträr“ aus.
4. Stellen Sie die Frequenz, die Amplitude und den Offset der erzeugten Messkurve ein.
5. Tippen Sie auf „Arbiträr-Einstellung“.
6. Wählen Sie die „Quelle“ für die Messkurve aus.
7. Um einen Ausschnitt der vorhandenen Messkurve auszuwählen, tippen Sie auf „Messkurve schneiden“. Es stehen nun mehrere alternative Möglichkeiten zur Verfügung:
   a) Stellen Sie die „Start“- und „Stopp“-Zeit für einen bestimmten Bereich ein.
   b) Ziehen Sie die Grenzlinien des Bereichs, um die Start- und Endzeit zu ändern.
   c) Tippen Sie auf „Zeitspanne einstellen“, um die Kopie auf den ersten Punkt der Messkurve zu setzen.
   d) Tippen Sie auf „Zentrieren“, um den Kopierbereich innerhalb des Bildschirms um den Triggerpunkt herum festzulegen.

e) Tippen Sie auf „Alle auswählen“, um die vollständige Messkurve zu verwenden.

8. Drücken Sie auf „Kopieren“, um die arbiträre Messkurve aus der ausgewählten „Quelle“ und den „Messkurve schneiden“ Grenzen zu erzeugen.

   Die arbiträre Messkurve wird automatisch gespeichert.

9. Tippen Sie auf „Sichtbar“, um die arbiträre Messkurve zu aktivieren.

   Die arbiträre Messkurve ist in der Farbe Magenta dargestellt. Wenn die arbiträre Messkurve aus einem Teil der angezeigten Kanalmesskurve erzeugt wurde, wird dieser Teil in horizontaler Richtung gedehnt, um alle Teilungen zu füllen.

10. Um eine vorhandene arbiträre Messkurve oder eine gespeicherte Referenzmesskurve zu laden, tippen Sie auf „Laden“. Wählen Sie die Messkurvendatei aus.

11. Tippen Sie auf „Zurück“.

12. Aktivieren Sie „Ausgang“, um die Messkurve am Anschluss [Gen] auf der Frontplatte auszugeben.

    Die erzeugte arbiträre Messkurve wird am [Gen] -Anschluss auf der Frontplatte mit der im Menü „Funktionsgenerator“ eingestellten Frequenz, Amplitude und Offset ausgegeben.

Arbiträre Messkurve mit dem Kurzmenü erzeugen

Die Einstellungen werden in Kapitel 16.1.6, „Arbiträr-Einstellungen“, auf Seite 430 beschrieben.

1. Erfassen und Anzeigen der Messkurve, die die Grundlage für die arbiträre Messkurve ist.
2. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
3. Wählen Sie „Funktion“ > „Arbiträr“ aus.
4. Stellen Sie die Frequenz, die Amplitude und den Offset der erzeugten Messkurve ein.
5. Aktivieren Sie „Ausgang“.
6. Öffnen Sie das Kurzmenü des Funktionsgenerators im unteren Menü.
7. Tippen Sie auf „Messkurve kopieren“.
8. Um einen Ausschnitt der vorhandenen Messkurve auszuwählen, tippen Sie auf „Messkurve schneiden“. Es stehen nun mehrere alternative Möglichkeiten zur Verfügung:
   a) Ziehen Sie die Grenzlinien des Bereichs, um die Start- und Endzeit zu ändern. Es wird ein Zeit-Eingabefeld angezeigt, in dem Sie auch die „Start“- und „Stopp“-Zeit einstellen können.
   b) Tippen Sie auf „Zeitspanne einstellen“, um die Kopie auf den ersten Punkt der Messkurve zu setzen.
   c) Tippen Sie auf „Zentrieren“, um den Kopierbereich innerhalb des Bildschirms um den Triggerpunkt herum festzulegen.

d) Tippen Sie auf „Alle auswählen“, um die vollständige Messkurve zu verwenden.

9. Drücken Sie auf „Kopieren“, um die arbiträre Messkurve in „Messkurve schneiden“-Grenzen zu erzeugen.

   Die arbiträre Messkurve ist in der Farbe Magenta dargestellt. Wenn die arbiträre Messkurve aus einem Teil der angezeigten Kanalmesskurve erzeugt wurde, wird dieser Teil in horizontaler Richtung gedehnt, um alle Teilungen zu füllen. Die arbiträre Messkurve wird automatisch gespeichert.
   Die erzeugte arbiträre Messkurve wird am [Gen] -Anschluss auf der Frontplatte mit der im Menü „Funktionsgenerator“ eingestellten Frequenz, Amplitude und Offset ausgegeben.

Konfigurieren eines Burst

Die Burst-Einstellungen werden in Kapitel 16.1.5, „Burst-Einstellungen“, auf Seite 428 beschrieben.

1. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
2. Konfigurieren Sie die Signalmesskurve wie oben beschrieben.
3. Wählen Sie die Registerkarte „Burst“ aus.
4. Stellen Sie „N-Zyklen“, „Leerlaufzeit“ und „Startphase“ ein.
5. Stellen Sie den „Trigger“ auf „Fortl.“ oder „Manuell“ ein.
6. Tippen Sie auf „Zurück“.
7. Aktivieren Sie „Ausgang“, um die Messkurve am Anschluss [Gen] auf der Frontplatte auszugeben.

Konfigurierung einer Sweep-Messkurve

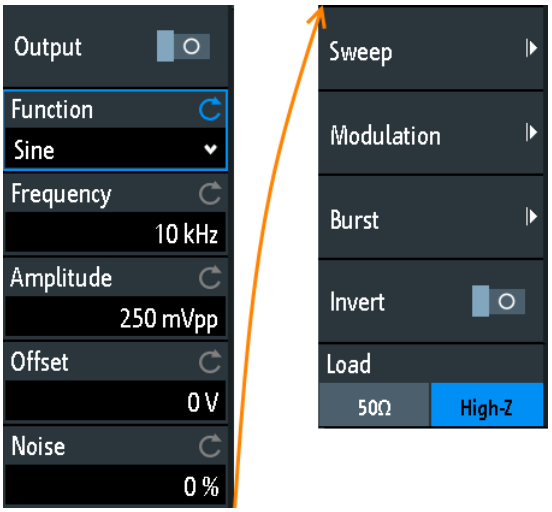
Die Sweep-Einstellungen werden in Kapitel 16.1.3, „Sweep-Einstellungen“, auf Seite 425 beschrieben.

1. Drücken Sie die Taste [Gen] auf der Frontplatte.
2. Konfigurieren Sie die Signalmesskurve wie oben beschrieben.
3. Wählen Sie die Registerkarte „Sweep“ aus.
4. Stellen Sie „Startfrequenz“, „Stoppfrequenz“ und „Sweep-Zeit“ ein.
5. Drücken Sie auf „Sweep“, um den Sweep zu aktivieren.
6. Tippen Sie auf „Zurück“.
7. Aktivieren Sie „Ausgang“, um die Messkurve am Anschluss [Gen] auf der Frontplatte auszugeben.

16.1.2 Grundlegende Einstellungen des Funktionsgenerators

Zugriff: Taste [Gen]

Eine schrittweise Beschreibung finden Sie in Abschnitt „Zur Konfigurierung einer Funktionsmesskurve“ auf Seite 419.



Ausgang
Aktiviert den Funktionsgenerator.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:OUTPut[:ENABle]` auf Seite 801

Funktion
Gibt den Typ der zu erzeugenden Messkurve an. Für alle Messkurven können Frequenz, Amplitude, Offset und Rauschen eingestellt werden.

„DC“	Erzeugt ein Gleichstromsignal.
„Sinus“	Erzeugt eine Sinuskurve.
„SinC“	Erzeugt eine Kardinalsinuskurve.
„Rechteck“	Erzeugt eine Rechteckkurve.
„Puls“	Erzeugt ein Pulssignal. Zusätzliche Einstellungen sind der Tastverhältnis und die Flankenzeit.
„Dreieck“	Erzeugt ein Dreiecksignal.
„Rampe“	Erzeugt ein Rampensignal. Sie können die Polarität einstellen.
„Arbiträr“	Erzeugt eine arbiträre Messkurve, die aus einer vorhandenen Kurve kopiert oder einer Datei geladen wird. Siehe Kapitel 16.1.6, „Arbiträr-Einstellungen“, auf Seite 430.
„Exponentiell“	Erzeugt ein exponentielles Anstiegssignal. Sie können die Polarität einstellen.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:FUNCtion` auf Seite 799

Frequenz
Gibt die Frequenz der Messkurve an. Der verfügbare Frequenzbereich hängt von der ausgewählten Funktion ab. Die Frequenzbereiche stehen im Datenblatt.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:FREQuency` auf Seite 800

Amplitude
Gibt die Amplitude der Messkurve an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:VOLTage` auf Seite 799

Offset
Gibt das vertikale Offset der erzeugten Messkurve an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:VOLTage:OFFSet` auf Seite 800

Rauschen
Gibt das Rauschen der erzeugten Messkurve an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:NOISe:ABSolute` auf Seite 801
`WGENerator:NOISe:RELative` auf Seite 801

Polarität
Legt die Polarität für Rampen- und Exponentialfunktionen fest.

Für die Funktion „Exponentiell“ können Sie zwischen steigendem oder fallendem Exponentialsignal wählen. Für die Funktion „Rampe“ können Sie eine positive oder negative Polarität einstellen.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:FUNCtion:EXPonential:POLarity` auf Seite 801
`WGENerator:FUNCtion:RAMP:POLarity` auf Seite 801

Flankenzeit
Gibt die Pulsflankenzeit an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:FUNCtion:PULSe:ETIMe` auf Seite 801

Tastverhältnis
Gibt das Tastverhältnis für die Pulsfunktion an. Das Tastverhältnis bestimmt, für welchen Prozentsatz der Periode der Signalzustand High ist.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:FUNCtion:PULSe:DCYCle` auf Seite 800

Symmetrie
Legt die Symmetrie für die Dreiecksmesskurve fest. 50 % definiert symmetrische Dreiecke. Werte < 50 % definieren Dreiecke mit steiler ansteigender Kante nach links geneigt. Werte > 50 % definieren Dreiecke mit steiler abfallender Kante nach rechts geneigt.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:TRIangle:SYMMetry` auf Seite 800

Arbiträr-Einstellung
Öffnet ein Menü zur Konfiguration der arbiträren Messkurve.

Siehe Kapitel 16.1.6, „Arbiträr-Einstellungen“, auf Seite 430.

Sweep
Öffnet ein Menü zur Sweep-Konfiguration.

Siehe Kapitel 16.1.3, „Sweep-Einstellungen“, auf Seite 425.

Modulation
Öffnet ein Menü zur Konfiguration der Modulation.

Siehe Kapitel 16.1.4, „Modulationseinstellungen“, auf Seite 426.

Invertieren
Invertiert die Messkurve am Offsetpegel.

Laden
Gibt den Nutzerlastwiderstand an, den Lastwiderstand des Messobjekts an der Verbindung. Sie können „50Ω“ oder „Hochohmig“ (hohe Eingangsimpedanz) als Lastwiderstand auswählen.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:OUTPut:LOAD` auf Seite 801

16.1.3 Sweep-Einstellungen

Zugriff: Taste [Gen] > „Sweep“

Im Sweep-Modus erzeugt das R&S RTA4000 ein Signal, dessen Frequenz sich von der Startfrequenz bis zur Stoppfrequenz für eine bestimmte Sweep-Zeit graduell ändert.

Eine schrittweise Beschreibung der Sweep-Einstellung finden Sie in Abschnitt „Konfigurierung einer Sweep-Messkurve“ auf Seite 422.

Sweep
Aktiviert oder deaktiviert das Wobbeln.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:SWEep[:ENABle]` auf Seite 808

Startfrequenz
Gibt die Sweep-Startfrequenz an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:SWEep:FSTart` auf Seite 807

Stoppfrequenz
Gibt die Sweep-Stoppfrequenz an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:SWEep:FEND` auf Seite 807

Sweep-Zeit
Gibt die Sweep-Dauer an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:SWEep:TIME` auf Seite 807

Sweep
Gibt den Sweep-Typ an, eine lineare, logarithmische oder dreieckförmige Änderung der Frequenz. Der dreieckförmige Sweep läuft von der „Startfrequenz“ zur „Stoppfrequenz“ und anschließend von der „Stoppfrequenz“ zurück zur „Startfrequenz“.

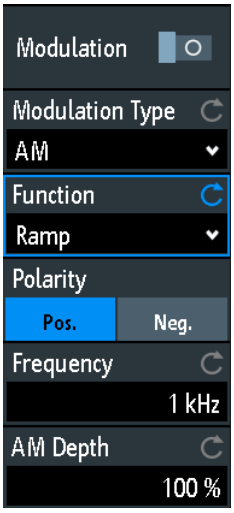
Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:SWEep:TYPE` auf Seite 807

16.1.4 Modulationseinstellungen

Zugriff: Taste [Gen] > „Modulation“

Modulation ist die Abweichung von Eigenschaften einer ursprünglichen periodischen Messkurve gemäß einem zweiten modulierenden Signal. Der Typ der Modulation bestimmt, welche Eigenschaften geändert werden.

Eine schrittweise Beschreibung der Modulationseinstellung finden Sie in Abschnitt „Erzeugung einer modulierten Messkurve“ auf Seite 420.



Modulation
Aktiviert oder deaktiviert die Modulation.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation[:ENABLE]` auf Seite 805

Modulationstyp
Gibt den Modulationstyp an, der bestimmt, wie das Trägersignal modifiziert wird.

„AM“	Amplitudenmodulation. Die Amplitude des Trägersignals wird gemäß dem Modulationssignal variiert.
„FM“	Frequenzmodulation. Die Frequenz des Trägersignals wird gemäß dem Modulationssignal variiert.
„ASK“	Amplitudenumtastungsmodulation. Die Amplitude wechselt zwischen 100 % und der Amplitude „ASK-Tiefe“ mit einer definierten modulierenden „Frequenz“.
„FSK“	Frequenzumtastungsmodulation. Die Signalfrequenz wechselt zwischen der Träger-„Frequenz“ und der „Sprung Frequenz“ bei einer „FSK-Rate“.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:TYPE` auf Seite 805

Funktion
Gibt den Typ des modulierenden Signals für die AM- oder FM-Modulation an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:FUNCtion` auf Seite 805

Frequenz
Gibt die Frequenz der modulierenden Messkurve für die AM-/FM-/ASK-Modulation an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:AM:FREQuency` auf Seite 805
`WGENerator:MODulation:FM:FREQuency` auf Seite 806
`WGENerator:MODulation:ASK:FREQuency` auf Seite 806

AM-Tiefe
Gibt die Modulationstiefe an, den Prozentsatz des Amplitudenbereichs für die AM-Modulation.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:AM:DEPTh` auf Seite 805

Abweichung
Gibt die Frequenzabweichung an, die maximale Differenz zwischen dem FM-modulierten Signal und dem Trägersignal.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:FM:DEViation` auf Seite 806

ASK-Tiefe
Gibt die Modulationstiefe an, den Prozentsatz des Amplitudenbereichs für die ASK-Modulation.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:ASK:DEPTh` auf Seite 806

Polarität
Gibt die Polarität der Rampenfunktion für die AM- und FM-Modulation an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:RAMP:POLarity` auf Seite 807

Sprung Frequenz
Gibt die zweite Frequenz des FSK-modulierten Signals an.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:FSK:HFREquency` auf Seite 806

FSK-Rate
Gibt die Rate an, in der das Signal zwischen der Trägerfrequenz und der Sprungfrequenz wechselt.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:MODulation:FSK:RATE` auf Seite 806

16.1.5 Burst-Einstellungen

Zugriff: Taste [Gen] > „Burst“

Mit dem Burst-Modus können Sie eine Messkurve mehrfach für eine bestimmte Anzahl von Malen ausgeben.

Eine schrittweise Beschreibung der Modulationseinstellung finden Sie in Abschnitt „Konfigurieren eines Burst“ auf Seite 422.

Burst
Aktiviert oder deaktiviert den Burst-Modus.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:BURSt[:STATe]` auf Seite 804

N-Zyklen
Legt fest, wie oft der Generator pro Burst einen Zyklus der Messkurve ausgibt.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:BURSt:NCYCle` auf Seite 803

Leerlaufzeit
Legt die Leerlaufzeit zwischen zwei Burst-Zyklen fest.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:BURSt:ITIMe` auf Seite 803

Startphase
Legt die Startphase des Burst fest.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:BURSt:PHASe` auf Seite 804

Trigger
Gibt den Triggermodus an. Jedes Mal, wenn der Generator einen Trigger empfängt, gibt er einen Burst mit der Anzahl von Zyklen aus, die mit „N-Zyklen“ definiert werden.

Im kontinuierlichen Modus gibt das Oszilloskop kontinuierlich aus, wenn der Burst aktiviert ist.

Im manuellen Modus müssen Sie „Manuell“ drücken, um einen Burst auszugeben.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:BURSt:TRIGger[:MODE]` auf Seite 803
`WGENerator:BURSt:TRIGger:SINGle` auf Seite 804

16.1.6 Arbiträr-Einstellungen

Zugriff: Taste [Gen] > „Arbiträr-Einstellung“

Eine arbiträre Messkurve wird aus einer auf dem Gerät vorhandenen Messkurve kopiert oder aus einer Datei geladen. Die arbiträre Kurve kann auf dem Bildschirm angezeigt werden.

Eine schrittweise Beschreibung der Modulationseinstellung finden Sie in Abschnitt „Um eine arbiträre Messkurve zu erzeugen, verwenden Sie das umfangreiche Menü.“ auf Seite 420.

Sichtbar
Aktiviert die Anzeige der arbiträren Kurve.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary:VISible` auf Seite 803

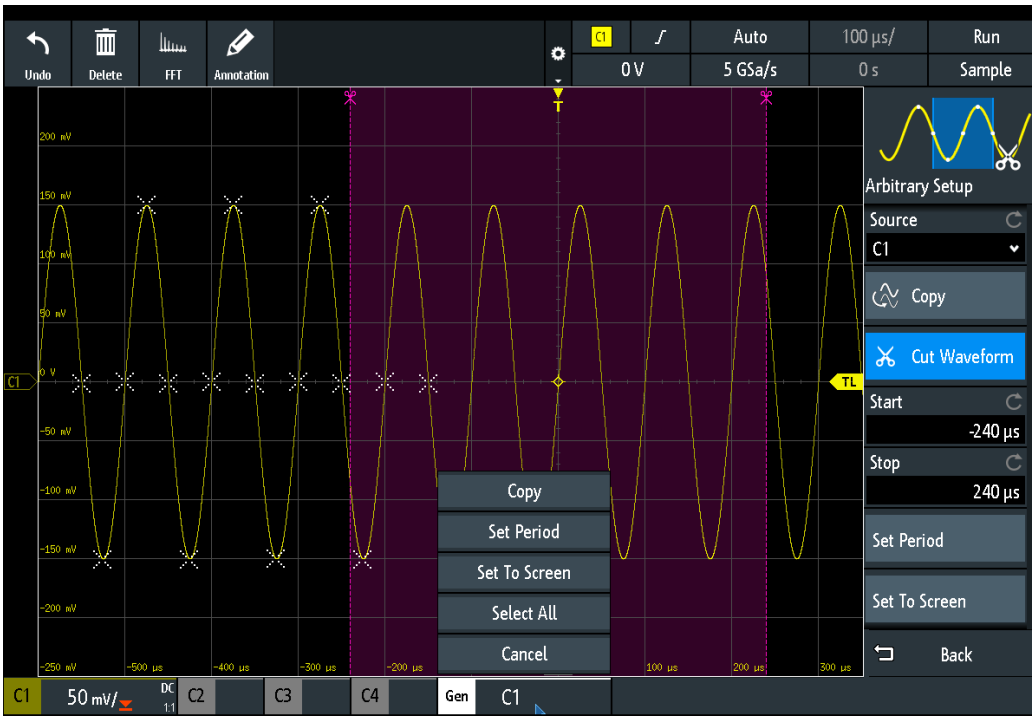
Quelle
Gibt die Quelle der arbiträren Kurve an. Sie können eine vorhandene Datei laden oder die aktuelle Oszilloskopkurve laden.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary:SOURce` auf Seite 802

Kopieren
Lädt die Messkurve von der ausgewählten „Signalquelle“ oder dem Messkurventeil, der mit „Messkurve schneiden“ ausgewählt wurde.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary:UPDate` auf Seite 802

Messkurve schneiden
Stellt die Einstellungen zur Präzisierung des zu kopierenden Teils der Messkurve bereit.



Zeitspanne einstellen ← Messkurve schneiden
Setzt den Kopierbereich auf die erste Periode der Messkurve.

Zentrieren ← Messkurve schneiden
Legt den Kopierbereich innerhalb des Bildschirms fest.

Alle auswählen ← Messkurve schneiden
Wählt die gesamte Messkurve aus.

Start ← Messkurve schneiden
Legt die Startzeit des Kopierbereichs fest.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary:RANGe:START` auf Seite 802

Stopp ← Messkurve schneiden
Legt die Stoppzeit des Kopierbereichs fest.

Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary:RANGe:STOP` auf Seite 802

Laden
Öffnet ein Dialogfeld zum Auswählen und Laden einer Datei. Das Gerät unterstützt die Dateiformate `.trf` und `.csv`, also dieselben Formate wie für Referenzmesskurven.

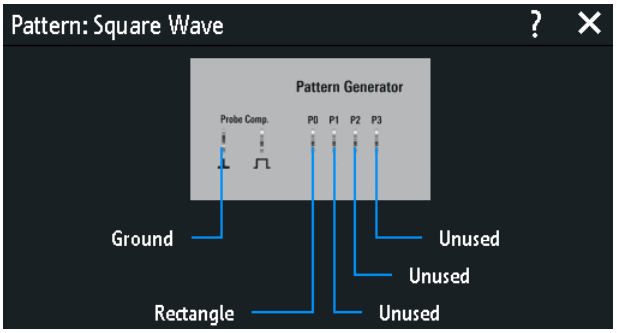
Fernsteuerbefehl:
`WGENerator:ARBitrary[:FILE]:NAME` auf Seite 802
`WGENerator:ARBitrary[:FILE]:OPEN` auf Seite 803

16.2 Mustergenerator

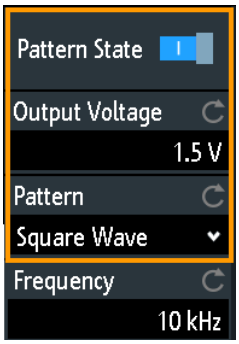
Der Mustergenerator gibt parallele Muster auf den vier Pins P0 bis P3 an der Frontplatte des Geräts aus.

1. Drücken Sie die Taste [Apps Selection].
2. Tippen Sie auf „Mustergen.“.

In einem Dialogfeld werden die Pins angezeigt, auf denen das Muster abhängig vom ausgewählten Muster ausgegeben wird.



16.2.1 Musterauswahl



Status
Aktiviert oder deaktiviert die Musterausgabe an den Pins P0 bis P3.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:STATe` auf Seite 809

Ausgangsspannung
Stellt die Ausgangsspannung des erzeugten Mustersignals ein.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:OUTPut:VOLTage` auf Seite 809

Muster
Gibt den Mustertyp an.

„Rechteck“ Erzeugt ein Rechteckmuster an Pin P0.

„Zähler“ Erzeugt ein 4 Bit breites Zählermuster an den Pins P0 bis P3.

„Arbiträr“ Erstellt, speichert oder lädt ein arbiträres 4 Bit breites Muster und gibt es an den Pins P0 bis P3 aus.

„Manuell“ Gibt den High- oder Low-Zustand für jeden Pin an.

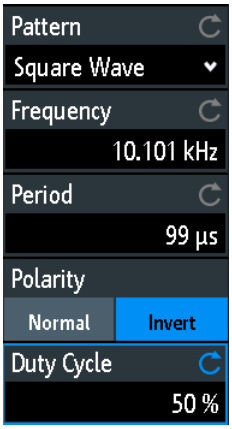
„UART, SPI, I2C, CAN, LIN, Audio -I2S, Audio- TDM“
Erzeugt ein Bussignal für Messungen ohne Messobjekt.

„PWM, PWM - RGB LED, PWM-Testsignale“
Erzeugt verschiedene pulsweitenmodulierte Signale.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:FUNCtion` auf Seite 808

16.2.2 Einstellungen für Rechteckwellenmuster

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „Rechteckwelle“



Frequenz
Gibt die Frequenz des Rechteckwellensignals an.

Die Werte für „Frequenz“ und „Periode“ hängen voneinander ab: *Periode = 1 / Frequenz*

Wenn Sie den Wert ändern, wird die „Periode“ entsprechend angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:FREQuency` auf Seite 810

Periode
Gibt die Periode des Rechtecksignals an. Wenn Sie den Wert ändern, wird die „Frequenz“ entsprechend angepasst.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:PERiod` auf Seite 810

Polarität
Stellt normale oder invertierte Polarität ein.

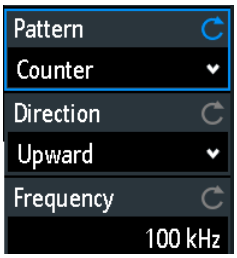
Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:SQUarewave:POLarity` auf Seite 810

Tastverhältnis
Gibt das Tastverhältnis des Rechtecksignals von 1 % bis 99 % an. Das Tastverhältnis bestimmt, für welchen Prozentsatz der Periode der Signalzustand High ist.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:SQUarewave:DCYCle` auf Seite 810

16.2.3 Einstellungen für Zählermuster

Zugriff: „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „Zähler“



Frequenz
Gibt die Umschaltfrequenz an, also wie schnell sich die Musterbedingung ändert. Die Rechteckkurven an den Pins haben folgende Ergebnisfrequenzen:

- P0: f/2
- P1: f/4
- P2: f/8
- P3: f/16

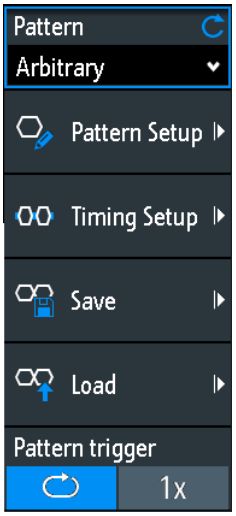
Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:COUNter:FREQuency` auf Seite 811

Richtung
Ändert die Zählrichtung.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:COUNter:DIRection` auf Seite 811

16.2.4 Einstellungen für arbiträres Muster

Zugriff: „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „Arbiträr“



- Allgemeine Einstellungen....435
- Mustereinstellungen....436
- Zeiteinstellungen....437

16.2.4.1 Allgemeine Einstellungen

Mustereinstellungen
Öffnet das Menü zur Definition der einzelnen Bitwerte des Musters.

Siehe Kapitel 16.2.4.2, „Mustereinstellungen“, auf Seite 436.

Zeiteinstellungen
Öffnet das Menü zur Festlegung der Zeiteinstellungen.

Siehe Kapitel 16.2.4.3, „Zeiteinstellungen“, auf Seite 437.

Speichern
Öffnet ein Dialogfeld zum Speichern einer Kurve als ARB-Muster. Die Textdateien mit Fernsteuerbefehlen werden im Format `*.scp` gespeichert.

Sie können den „Speicherort“ für die Kurvendatei auswählen (intern oder USB).

Tippen Sie auf „Speichern“, um die Datei unter dem aktuellen Namen zu speichern.

Tippen Sie auf „Neue Datei“ und geben Sie den Namen der neuen Datei ein, die Sie speichern möchten.

In diesem Dialogfeld können Sie auch nicht mehr benötigte Dateien löschen.

Laden
Bietet Funktionen zum Laden einer ARB-Kurve.

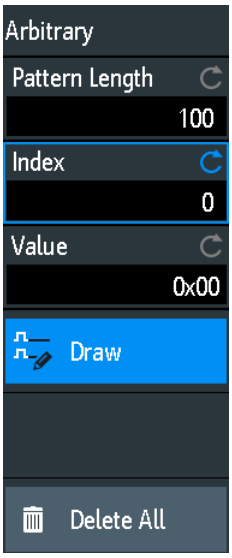
Wählen Sie den „Speicherort“ der Messkurvendatei (intern oder USB) und die Datei aus. Tippen Sie auf „Laden“.

In diesem Dialogfeld können Sie auch nicht mehr benötigte Dateien löschen.

Trigger
Gibt den Modus für den Trigger für das ARB-Muster oder das PWM-Testsignal an. Sie können einen automatischen Start/Stopp-Trigger oder einen manuellen Einmaltrigger auswählen. Wenn „1x“ ausgewählt ist, tippen Sie auf „Manuell“, um den Trigger auszulösen.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:TRIGger:MODE` auf Seite 812
`PGENerator:PATTern:TRIGger:SINGle` auf Seite 813

16.2.4.2 Mustereinstellungen



Musterlänge
Gibt die Musterlänge an, die Anzahl Abtastwerte für das Muster.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:LENGth` auf Seite 812

Index
Dient zur Auswahl eines Abtastwerts. Der ausgewählte Wert wird im Informationsfenster als hellblaue Linie angezeigt. Um den Index herum werden ±8 Bits angezeigt.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:INDex` auf Seite 813

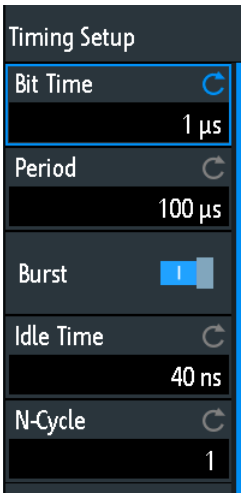
Wert
Gibt den Wert des aktuell ausgewählten „Index“ an.

Zeichnen
Wenn aktiviert, können Sie große Mengen von Abtastwerten mit demselben Wert zeichnen.

Alles löschen
Löscht das Muster. Außerdem wird die „Musterlänge“ auf 1 und der „Wert“ auf 0 zurückgesetzt.

16.2.4.3 Zeiteinstellungen

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „Arbiträr“ oder „PWM-Testsignale“



Bitzeit
Gibt die Zeit an, für die jeder Abtastwert angelegt wird. Die Zeit gilt für alle Abtastwerte.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:STIMe` auf Seite 813

Periode
Gibt die Periode des Abtastwerts an. Sie gilt für das gesamte Muster. Periode = Musterlänge * Bitzeit

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:PERiod` auf Seite 810

Burst
Wenn aktiviert, macht das Gerät nach jedem ausgegebenen Muster eine Pause in der Länge der „Pausenzeit“.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:BURSt:STATe` auf Seite 814

Leerlaufzeit
Stellt die Pausenzeit ein, die Länge der Pause, die das Gerät nach jedem ausgegebenen Muster macht. Die „Pausenzeit“ zwischen den Mustern kann zwischen 20 ns und 42 s in Schritten von 10 ns eingestellt werden.

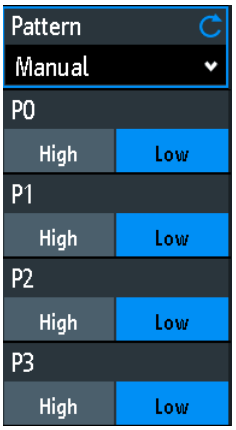
Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:ITIMe` auf Seite 813

N-Zyklen
Gibt an, wie oft das Muster erzeugt wird.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:BURSt:NCYCle` auf Seite 814

16.2.5 Einstellungen für ein manuelles Muster

Zugriff: „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „Manuell“



P0/P1/P2/P3
Setzt den Zustand für den jeweiligen Pin des manuellen Musters auf High oder Low.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:MANual:STATe<s>` auf Seite 814

16.2.6 Einstellungen für serielle Busse

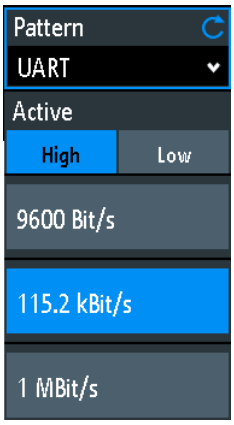
Mit dem Mustergenerator können Signale gemäß den seriellen Protokollen erzeugt werden (Bussignale).

Die erzeugten Signale von seriellen Protokollen sind Pseudo-Zufallsmuster und nicht anpassbar. Es können nur der Protokolltyp und die Datenrate ausgewählt werden.

Der Kontakt oben links ist immer Masse und die Signalpegel liegen bei 1 V. Die folgende Tabelle zeigt, wie die vier Ausgänge P0, P1, P2 und P3 abhängig vom Signal belegt sind.

Signal	P0	P1	P2	P3
UART	Tx	Rx	Unbenutzt	Unbenutzt
SPI	Takt	MOSI	MISO	Chip Select
I2C	Takt SCL	Daten SDA	Unbenutzt	Unbenutzt
CAN	CAN H	CAN L	Unbenutzt	Unbenutzt
LIN	High	Low	Unbenutzt	Unbenutzt

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „UART | SPI | I2C | CAN | LIN“



Datenrate
Gibt die Datenrate des Bussignals an.

Folgende Werte sind für den jeweiligen Bus verfügbar:

- **UART**: 9600 bit/s, 115.2 kbit/s, 1 Mbit/s
- **SPI**: 100 kbit/s, 250 kbit/s, 1 Mbit/s
- **I2C**: 100 kbit/s, 400 kbit/s, 1000 kbit/s, 3400 kbit/s
- **CAN**: 50 kbit/s, 100 kbit/s, 1 Mbit/s
- **LIN**: 9,6 kbit/s, 10,417 kbit/s, 19,200 kbit/s

Aktiv
Gibt die Polarität für den UART-Bus an.

16.2.7 Einstellungen für PWM-Signale

Mit dem Mustergenerator können Sie verschiedene pulsweitenmodulierte (PWM) Signale erzeugen: PWM, PWM - RGB LED, PWM-Testsignale.

- PWM-Signale 439
- PWM - RGB LED-Signale 440
- PWM-Testsignale 441

16.2.7.1 PWM-Signale

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „PWM“

Sie können das erzeugte Signal beispielsweise zur direkten Steuerung eines Motortreibers verwenden.

Frequenz
Gibt die Frequenz des PWM-Signals an.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:FREQuency` auf Seite 810

Tastverhältnis
Setzt das Tastverhältnis des PWM-Signals auf P0. Das Tastverhältnis kann mit dem Navigation-Knopf geändert werden, um die Motordrehzahl zu erhöhen oder zu verringern.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:PWM:DCYCle` auf Seite 815

Richtung
Ändert die Motordrehrichtung.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:PWM:DIRection` auf Seite 815

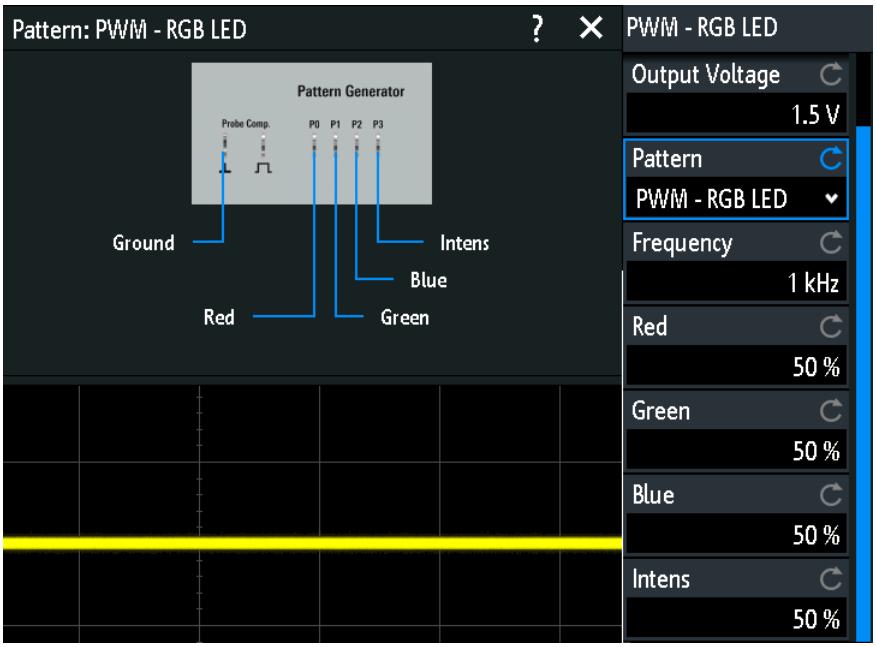
Aktivieren
Schaltet den Motor ein oder aus, wenn der Motortreiber ein eigenes Aktivierungssignal verwendet.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:PWM:ENABle` auf Seite 815

16.2.7.2 PWM - RGB LED-Signale

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „PWM - RGB-LED“

Mit dem Muster „PWM - RGB LED-Signale“ können Sie Signale erzeugen, um beispielsweise die Farben von LED-Leuchtbändern zu steuern.



Rot, grün, blau
Stellen Sie das Tastverhältnis der Farben Rot, Grün und Blau ein, das der Farbintensität entspricht.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:LED:RED` auf Seite 815
`PGENerator:PATTern:LED:GREen` auf Seite 815
`PGENerator:PATTern:LED:BLUE` auf Seite 815

Intensität
Legt das Tastverhältnis des Signals an P3 fest, das der Intensität des Lichts entspricht. Sie können dieses Signal verwenden, wenn das Steuergerät eine separate Intensitätssteuerung unterstützt.

Fernsteuerbefehl:
`PGENerator:PATTern:LED:INTens` auf Seite 815

16.2.7.3 PWM-Testsignale

Zugriff: ❖ „Menü“ > „Mustergen.“ > „Muster“ = „PWM-Testsignale“

Mit Hilfe des Musters „PWM_Testsignale“ können Sie verschiedene Testsignale erzeugen:

- P0 („Rampe“): sägezahnmoduliertes PWM-Signal
- P1 („Sinus“): sinusmoduliertes PWM-Signal
- P2 („Sync. Puls“): kann als Trigger verwendet werden
- P3 („Sync. Puls - Zyklus“): kann als Trigger verwendet werden

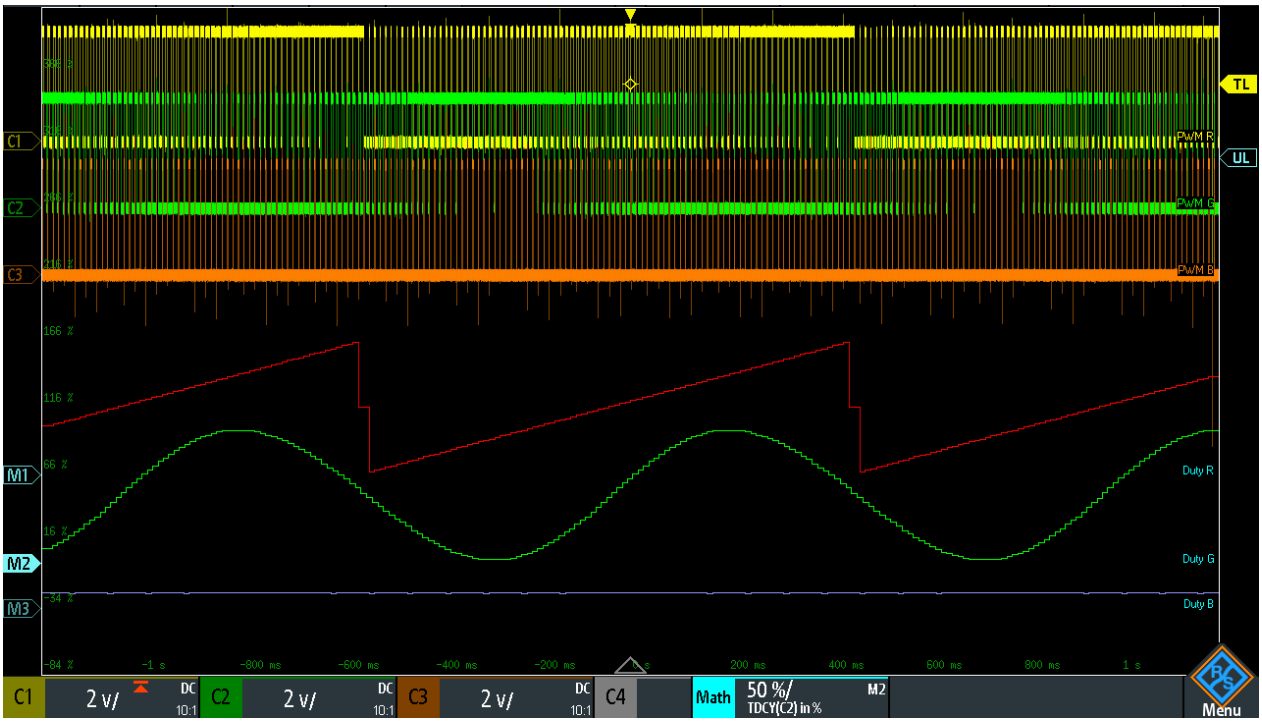


Bild 16-2: PWM-Testsignale für die RGB-LED-Steuerung: P0 verbunden mit C1, P1 mit C2 und P2 mit C3

► Um das erzeugte Signal zu konfigurieren, stellen Sie Folgendes ein:

a) „Ausgangsspannung“, siehe „Ausgangsspannung“ auf Seite 433
b) „Frequenz“, siehe „Frequenz“ auf Seite 433
c) Periode, Bit-Zeit und Burst, siehe Kapitel 16.2.4.3, „Zeiteinstellungen“, auf Seite 437
d) Muster-Trigger, siehe „Trigger“ auf Seite 436

17 Fernsteuerbefehle

In diesem Kapitel werden die für R&S RTA4000 verfügbaren Fernsteuerbefehle beschrieben. Die Befehle sind der Menüstruktur des Geräts entsprechend sortiert. Eine Übersicht in alphabetischer Reihenfolge finden Sie in der "Liste der Befehle" am Ende dieser Dokumentation.

Verarbeitung von Fernsteuerbefehlen

Die Antwortzeit von Fernsteuerbefehlen ist von mehreren Faktoren abhängig:

- Anzahl der aktiven Kanäle
- Anzahl der aktiven Messungen
- Größe des Erfassungsspeichers
- Zeitbasis
- Triggerfrequenz

Das R&S RTA4000 verarbeitet Messanfragen auf folgende Weise:

- Wenn im Stoppmodus oder mit langsamer Triggerfrequenz seit der letzten Wertberechnung keine neuen Daten verfügbar sind, sendet das Oszilloskop den Messwert in der Antwort.
- Sind dagegen seit der letzten Wertberechnung neue Daten verfügbar, führt das Oszilloskop eine Berechnung durch und sendet die Antwort.

- Konventionen in den Befehlsbeschreibungen....443
- Programmierbeispiele....444
- Common Commands....450
- Messkurveneinrichtung....454
- Trigger....480
- Messkurvenanalyse....497
- Messungen....534
- Anwendungen....556
- Ergebnisse dokumentieren....589
- Allgemeine Geräteeinstellung....611
- Analyse serieller Bus....624
- Leistungsanalyse (Option R&S RTA-K31)....734
- Mixed-Signal-Option (Option R&S RTA-B1)....787
- Signalerzeugung (Option R&S RTA-B6)....799
- Status-Reporting....816

17.1 Konventionen in den Befehlsbeschreibungen

Die folgenden Konventionen werden in den Beschreibungen der Fernsteuerbefehle verwendet:

- **Verwendung des Befehls**
  Wenn nicht anders angegeben, können Befehle zum Einstellen und Abfragen von Parametern verwendet werden.

Kann ein Befehl nur zum Einstellen oder Abfragen verwendet werden oder wenn er ein Ereignis auslöst, wird ausdrücklich darauf hingewiesen.

- **Verwendung des Parameters**
  Wenn nicht anders angegeben, ist ein Parameter zum Festlegen eines Werts verwendbar oder er ist das Ergebnis einer Abfrage.
  Parameter, die nur zum Einstellen erforderlich sind, werden als **Einstellparameter** bezeichnet.
  Parameter, die nur zum Spezifizieren einer Abfrage erforderlich sind, werden als **Abfrageparameter** bezeichnet.
  Parameter, die nur als das Ergebnis einer Abfrage zurückgegeben werden, werden als **Rückgabewerte** bezeichnet.
- **Konformität**
  Befehle, die dem SCPI-Standard entnommen werden, werden als **SCPI-konform** bezeichnet. Alle vom R&S RTA4000 verwendeten Befehle entsprechen den SCPI-Syntaxregeln.
- **Asynchrone Befehle**
  Ein Befehl, der nicht automatisch abgeschlossen wird, bevor die Ausführung des nächsten Befehls beginnt (überlappender Befehl), wird als **asynchroner Befehl** bezeichnet.
- **Rücksetzwerte (*RST)**
  Standardparameterwerte, die direkt nach einem Rücksetzen des Geräts (`*RST`-Befehl) verwendet werden, werden als ***RST**-Werte bezeichnet, sofern verfügbar.
- **Standardeinheit**
  Die Standardeinheit wird für numerische Werte verwendet, wenn keine andere Einheit mit dem Parameter angegeben wird.

17.2 Programmierbeispiele

- Ergebnisse dokumentieren 444
- Firmwareaktualisierung 448
- Suche 449
- Funktionsgenerator 450

17.2.1 Ergebnisse dokumentieren

- Screenshots in Datei speichern 444
- Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden 445
- Messkurvendaten im echten Format lesen 446
- Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen 446

17.2.1.1 Screenshots in Datei speichern

Speichern Sie zwei Screenshots im PNG-Format im Ordner `PIX` auf einem USB-Stick, der an der Frontplatte angeschlossen ist. Ein Screenshot ist farbig und der andere in

Graustufen. Schließlich werden die Daten des Graustufen-Screenshots zur weiteren Nutzung auf dem Steuercomputer gelesen.

Eine Befehlsbeschreibung befindet sich in Kapitel 17.9.3, „Screenshots“, auf Seite 602.

```
*RST
MMEM:CDIR "/USB_FRONT"
MMEM:MDIR "/USB_FRONT/PIX"
MMEM:CDIR "/USB_FRONT/PIX/"

HCOP:LANG PNG
HCOP:COL:SCH COL
MMEM:NAME "COLORED"
HCOP:IMM
HCOP:COL:SCH GRAY
MMEM:NAME "GRAY"
HCOP:IMM

MMEM:CAT? "*.PNG"
MMEM:DATA? "GRAY.PNG"
```

17.2.1.2 Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden

Speichern Sie Geräteeinstellungen in einer Datei auf einer internen Speichereinheit, duplizieren Sie die Datei und speichern Sie sie auf einem USB-Stick, der an der Frontplatte angeschlossen ist. Am Ende gibt es drei Einstellungsdateien auf dem internen Speicher `/INT/SETTINGS` und eine Datei auf dem USB-Stick.

Eine Befehlsbeschreibung befindet sich in Kapitel 17.9.4, „Geräteinstellungen: Subsystem Mass MEMory“, auf Seite 604.

```
CHAN1:STAT ON                       // Turn channel 1 on
CHAN2:STAT ON                       // Turn channel 2 on
TIM:ZOOM:STAT ON                    // Show zoom diagram
MMEM:CDIR "/INT/SETTINGS"           // Set storage device and directory
MMEM:STOR:STAT 1,"ZOOM_A.SET"       // Save settings to internal storage
MMEM:CAT? "*.SET"                   // Check
<--  332112,8633856,"ZOOM_A.SET,,2759"
MMEM:COPY "ZOOM_A.SET","ZOOM_B.SET" // Copy file
MMEM:CAT? "*.SET"                   // Check
<--  332112,8633856,"ZOOM_A.SET,,2759","ZOOM_B.SET,,2759"
MMEM:COPY "/INT/SETTINGS/ZOOM_B.SET","/USB_FRONT/ZOOM_B.SET"
                                    // Save copied file to USB stick
MMEM:CDIR "/USB_FRONT"              // Check
MMEM:CAT? "*.SET"
<--  4890624,-641765376,"ZOOM_B.SET,,2759"
MMEM:COPY "/USB_FRONT/ZOOM_B.SET","/USB_FRONT/ZOOM_USB.SET"
                                    // Duplicate file on USB stick
MMEM:CAT? "*.SET"                   // Check
<--  4890624,-641765376,"ZOOM_B.SET,,2759","ZOOM_USB.SET,,2759"
MMEM:DEL "ZOOM_B.SET"               // Delete original file
```

```
MMEM:CAT? "*.SET"                    // Check
<--  4886528,-641765376,"ZOOM_USB.SET,,2759"
MMEM:COPY "/USB_FRONT/ZOOM_USB.SET","/INT/SETTINGS/"
                                     // Copy new file to the instrument
MMEM:CDIR "/INT/SETTINGS"            // Check
MMEM:CAT? "*.SET"
<--  332112,8633856,"ZOOM_A.SET,,2759","ZOOM_B.SET,,2759","ZOOM_USB.SET,,2759"
*RST;*OPC?
<--  1
MMEM:CDIR "/INT/SETTINGS"
MMEM:LOAD:STAT 1,"ZOOM_USB.SET"      // Load settings
```

17.2.1.3 Messkurvendaten im echten Format lesen

Legen Sie Datenformat und Abtastwertbereich fest und lesen Sie Kanalheader und -daten.

Befehlsbeschreibung in Kapitel 17.9.1, „Übertragung von Messkurvendaten“, auf Seite 589. Die Rückgabewerte sind Beispieldaten.

```
// Check instrument connection (example)

* Connected to: TCPIP0::192.168.1.1::inst0::INSTR
SYST:ERR:ALL?
<-- 0,"No error"        // if error queue is empty
*IDN?
<-- Rohde&Schwarz,RTA4004,1335.7700K04/101489,01.502

// Read waveform data
*RST
CHAN:TYPE HRES            // Set high resolution mode (16 bit data)
TIM:SCAL 1E-7             // Set time base
FORM REAL                 // Set REAL data format
FORM:BORD LSBF            // Set little endian byte order
CHAN:DATA:POIN DMAX       // Set sample range to memory data in displayed time range
SING;*OPC?                // Start single acquisition
<--  1
CHAN:DATA:HEAD?           // Read header
<--  -4.9980E-07,5.0000E-07,5000,1    // Xstart, Xstop, record length in samples
CHAN:DATA?                // Read channel data
<--  #520000>??[>??[>??[>??[>??[>??...   // Binary block data,
                                        // 4-byte floating point number/sample
```

17.2.1.4 Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen

Lesen Sie den Kanalheader und die Messkurvenkonvertierungsdaten, legen Sie das UINT-Binärdatenformat fest und lesen Sie die Kanaldaten.

Eine Befehlsbeschreibung befindet sich in: Kapitel 17.9.1, „Übertragung von Messkurvendaten“, auf Seite 589. Die Rückgabewerte sind Beispieldaten.

```
*RST
TIM:SCAL 1E-7
CHAN:DATA:POIN DMAX       // Set data range
SING;*OPC?
<--  1
CHAN:DATA:HEAD?           // Read header
<--  -4.9980E-07,5.0000E-07,5000,1    // Xstart, Xstop, record length in samples
CHAN:DATA:YRES?           // Read vertical resolution
<--  8
CHAN:DATA:YOR?            // Read voltage value for binary value 0
<--  -2.549999943E-2
CHAN:DATA:XOR?            // Read time of the first sample
<--  -4.998000058E-7
CHAN:DATA:XINC?           // Read time between two adjacent samples
<--  2.000000023E-10
FORM UINT,8;FORM?         // Set data format to unsigned integer, 8 bit
<--  UINT,8
CHAN:DATA:YINC?           // Read voltage value per bit
<--  1.999999949E-4
CHAN:DATA?                // Read channel data
<--  128,125,120...       // 5000 bytes total
FORM UINT,16;FORM?        // Change data format to unsigned integer, 16 bit
<--  UINT,16
CHAN:DATA:YINC?           // Read voltage value per bit
<--  7.812499803E-7
CHAN:DATA?                // Read channel data
<--  32768,32000,30720... // 10000 bytes total
```

Beachten Sie folgende Korrelationen:

- Die Anzahl der empfangenen Datenwerte stimmt mit der im Header angegebenen Anzahl der Abtastwerte überein.
- Die Zeit des ersten Abtastwerts (XORigin) stimmt mit der im Header angegebenen Startzeit Xstart überein.
- Das Y-Inkrement wird an die Datenlänge angepasst, die im Datenformat definiert ist (8 oder 16 Bit).

Datenkonvertierung

Definition: Die Beispielzahlen beginnen mit *0* und enden mit *Satzlänge - 1*.

Beispielzeit

$t_n = n * xIncrement + xOrigin$

Erste Beispiel: $t_0 = -4{,}998000058E\text{-}7$ (= Xstart)

Letztes Beispiel: $t_{4999} = 4999 * 2E^{-10} - 4{,}998E^{-7} = 5{,}0\ E^{-7}$ (= Xstop)

Beispielwert

$Y_n = yOrigin + (yIncrement * byteValue_n)$

Das Format `UINT,8` hat den Datenbereich 0 bis 255. Der Spannungswert für Bytewert 128 ist:

$Y_n = -2{,}55E^{-2} + (2E^{-4} * 128) = 0{,}0001$

Die Mitte der Anzeige an Position 0 div hat immer den Bytewert 127,5. Der entsprechende Spannungswert ist:

$Y_n = -2{,}55E^{-2} + (2E^{-4} * 127{,}5) = 0$

8-Bit- und 16-Bit-Daten

Am Ende des obigen Beispiels wird die 8-Bit-Messkurve als 16-Bit-Daten gelesen, z. B wird *0xFF* als *0xFF00* bzw. *0x1A* als *0x1A00* gelesen. Der *yOrigin*-Wert ist in beiden Fällen gleich, aber der *yIncrement*-Wert ist unterschiedlich.

	8-Bit-Daten	16-Bit-Daten	Ergebnis
*yIncrement * byteValue*$_n$	$2e^{-4}$ * 128	$7{,}8125E^{-7}$ * 32768	0,0256 V
	$2e^{-4}$ * 125	$7{,}8125E^{-7}$ * 32000	0,025 V

Wenn im umgekehrten Fall eine 16-Bit-Messkurve im 8-Bit-Datenformat gelesen wird, kann die Datengenauigkeit schlechter sein. Datenwerte werden abgeschnitten und nur die höherwertigen Bits bleiben erhalten. Zum Beispiel werden die 16-Bit-Daten *0xabcd* als *0xab* im 8-Bit-Format gelesen; *cd* geht verloren.

17.2.2 Firmwareaktualisierung

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Firmware auf dem Gerät per Fernsteuerung zu aktualisieren. Der Webbrowser bietet noch keine Funktion zum Aktualisieren der Firmware.

Um die Fernaktualisierung vorzubereiten, konfigurieren Sie die Schnittstelle des Geräts auf Ethernet, USB TMC oder USB VCP. Stellen Sie die Verbindung zum R&S RTA4000 über eine Buchsenverbindung, Visa oder ein Terminalprogramm her.

17.2.2.1 MMEM:DATA + DIAGnostic:UPDate:LOAD verwenden

1. Senden Sie die Daten der Firmware-Updatedatei an den internen Speicher des Geräts, z. B. wie folgt:
   `:MMEM:DATA "/INT/RTA4004.FWU",blockdata\n`
   In SCPI bestehen Blockdaten aus einem Header #nm, der die Länge der Daten und direkt danach die Rohdaten im binären Format enthält. Hier gibt m die Länge der Daten in Bytes und n die Anzahl der Stellen in m an. Die Firmware-Updatedatei muss in einer einzigen Übertragung gesendet werden.
2. Starten Sie die Firmwareaktualisierung:
   `:DIAG:UPD:LOAD "/INT/RTA4004.FWU"\n`
   Das Gerät lädt und prüft die Firmwareaktualisierung und führt sie durch. Anschließend wird es neu gestartet.

3. Löschen Sie nach dem Neustart die Firmwareaktualisierungsdatei im internen Speicher:
   `:MMEM:DEL "/INT/RTA4004.FWU"\n`

17.2.2.2 DIAGnostic:UPDdate:TRANsfer verwenden

1. Öffnen Sie eine Datenübertragung für die Firmwareaktualisierungsdatei und überprüfen Sie sie auf Fehler:
   ```
   :DIAG:UPD:TRAN:OPEN FIRM\n
   :SYST:ERR:ALL?
   ```
2. Senden Sie die Daten der Firmwareaktualisierungsdatei an den internen Speicher (RAM) des Geräts:
   `:DIAG:UPD:TRAN:DATA offset,checksum,blockdata\n`
   Der Parameter "offset" gibt das Byteoffset der Blockdaten in der Datei an. Der Parameter "checksum" ist eine CRC-16-CCITT-Prüfsumme, berechnet für die binären Rohdaten in den Blockdaten. In SCPI bestehen Blockdaten aus einem Header #nm, der die Länge der Daten und direkt danach die Rohdaten im binären Format enthält. Hier gibt m die Länge der Daten in Byte und n die Anzahl der Stellen in m an.
   Die Firmwareaktualisierungsdatei kann in mehrere Blöcke aufgeteilt werden, wobei jeder Block mit dem oben genannten Befehl übertragen werden muss. Die Datei kann auch in einem einzigen Block übertragen werden.
   Beispiel für Senden aller Daten auf einmal, ohne CRC:
   ```
   DUT#sendRAW DIAG:UPD:TRAN:DATA 0,0,#822393104
   DUT#sendFileContent "W:\RTA4004.FWU"
   DUT#sendByte 10 //end of command '\n'
   ```
3. Schließen Sie die Übertragung:
   `:DIAG:UPD:TRAN:CLOSE\n`
4. Starten Sie die Firmwareaktualisierung:
   `:DIAG:UPD:INST ""\n`
   Das Gerät prüft die Firmwareaktualisierung und führt sie durch.

17.2.3 Suche

17.2.3.1 Suche nach einem Puls mit angegebener Breite

Suche nach positiven Pulsen mit Pulsbreite 12 ± 10 µs (2 µs bis 22 µs).

Eine Befehlsbeschreibung befindet sich in Kapitel 17.6.4, „Suche“, auf Seite 507.

Voraussetzung: An Kanal 2 ist ein Impulssignal angeschlossen.

```
SEAR:STAT ON                // Turn on search
SEAR:COND WIDTH             // Select search condition
```

```
SEAR:SOUR CH2                // Configure search source
SEAR:TRIG:WIDT:POL POS       // Configure search parameters: Polarity
SEAR:TRIG:WIDT:RANG WITH     // Configure search parameters: Condition = within
SEAR:TRIG:WIDT:WIDT 12e-6    // Configure search parameters: Pulse width
SEAR:TRIG:WIDT:DELT 10e-6    // Configure search parameters: +/- delta
SEAR:RESD:SHOW ON            // Show result table
SEAR:RCO?                    // Get number of search events found
<--  1.400E+01
SEAR:RES:ALL?                // Get all search results
<--  1,5.201200e-06,0,WIDTH,POSITIVE,1.220160e-05,2,4.120040e-05,0,WIDTH,
POSITIVE,3.076800e-06,3,4.732480e-05,0,WIDTH,POSITIVE,9.127200e-06,4,
6.499960e-05,0,WIDTH,POSITIVE,1.835160e-05,5,8.634920e-05,0,WIDTH,POSITIVE,
3.052000e-06,6,1.293984e-04,0,WIDTH,POSITIVE,9.176800e-06,7,1.477228e-04,0,
WIDTH,POSITIVE,3.052000e-06,8,1.623224e-04,0,WIDTH,POSITIVE,3.102000e-06,9,
1.684724e-04,0,WIDTH,POSITIVE,1.215160e-05,10,1.953216e-04,0,WIDTH,POSITIVE,
3.027200e-06,11,2.044716e-04,0,WIDTH,POSITIVE,6.052000e-06,12,2.252212e-04,0,
WIDTH,POSITIVE,3.052000e-06,13,2.435456e-04,0,WIDTH,POSITIVE,3.027200e-06,14,
2.496456e-04,0,WIDTH,POSITIVE,6.702000e-06
```

17.2.4 Funktionsgenerator

Konfiguration und Ausgabe einer Sinuskurve.

Eine Befehlsbeschreibung befindet sich in Kapitel 17.14.1, „Funktionsgenerator“, auf Seite 799.

Voraussetzung: Um die erzeugte Messkurve auf dem Oszilloskop zu sehen, verbinden Sie den Ausgang „Gen“ mit dem Eingang „Ch1“.

```
*RST
WGEN:FUNC SIN            // Selects sine function
WGEN:VOLT 700E-3         // Sets the amplitude
WGEN:FREQ 1.00E+06       // Sets the frequency
WGEN:OUTP:LOAD R50       // Sets the user load
WGEN:OUTP 1              // Outputs the sine waveform
AUT                    // Autoscale to see the waveform
```

17.3 Common Commands

Common Commands (geräteunabhängige Befehle) werden in der Norm IEEE 488.2 (IEC 625-2) beschrieben. Diese Befehle haben auf verschiedenen Geräten dieselbe Wirkung und werden auf dieselbe Weise verwendet. Die Header dieser Befehle bestehen aus "*", gefolgt von drei Buchstaben. Viele Common Commands betreffen das Status-Reporting-System.

Verfügbare Common Commands:

*CAL?....451
*CLS....451
*ESE....451
*ESR?....451
*IDN?....452
*OPC....452
*OPT?....452
*PSC....452
*RST....453
*SRE....453
*STB?....453
*TRG....453
*WAI....453

***CAL?**

Führt einen Selbstabgleich des Geräts durch und generiert dann eine Statusantwort. Rückgabewerte von ≠ 0 zeigen einen Fehler an.

Verwendung: Nur Abfrage

***CLS**

Status löschen

Setzt das Statusbyte (STB), das Standard-Event-Register (ESR) und den `EVENt`-Teil des `QUEStionable`- und des `OPERation`-Registers auf Null. Der Befehl verändert die Mask- und Transition-Teile der Register nicht. Er löscht vielmehr den Ausgabepuffer.

Verwendung: Nur Einstellung

***ESE** <Value>

Event Status Enable

Setzt das Event Status Enable-Register auf den angegebenen Wert. Die Abfrage gibt den Inhalt des Event Status Enable-Registers in dezimaler Form zurück.

Parameter:
<Value> Bereich: 0 bis 255

***ESR?**

Event Status Read

Gibt den Inhalt des Event Status Enable-Registers in dezimalem Format zurück und setzt daraufhin das Register auf Null.

Rückgabewerte:
<Contents> Bereich: 0 bis 255

Verwendung: Nur Abfrage

***IDN?**

Identifikation

Gibt die Gerätekennung zurück.

Rückgabewerte:

<ID> "Rohde&Schwarz,<device type>,<serial number>,<firmware version>"

Beispiel: `Rohde&Schwarz,RTA4004,1335.7700k04/900011,01.100`

Verwendung: Nur Abfrage

***OPC**

Operation complete

Setzt das Bit 0 im Ereignisstatusregister, wenn alle vorhergehenden Befehle ausgeführt wurden. Dieses Bit kann verwendet werden, um einen Service Request auszulösen. Die Abfrage schreibt eine "1" in den Ausgabepuffer, wenn alle vorangegangenen Befehle ausgeführt wurden. Dies ist für die Befehlssynchronisation nützlich.

***OPT?**

Option Identification Query

Fragt die im Gerät installierten Optionen ab. Eine Liste aller verfügbaren Optionen mit Beschreibungen finden Sie im Datenblatt.

Rückgabewerte:

<Options> Gibt eine Liste der installierten Optionen zurück. Die Optionen werden an festen Positionen und durch Kommas getrennt in einem String ausgegeben. Bei nicht installierten Optionen wird eine Null ausgegeben.

Verwendung: Nur Abfrage

***PSC** <Action>

Power On Status Clear

Legt fest, ob beim Einschalten der Inhalt der `ENABle`-Register erhalten bleibt oder zurückgesetzt wird. Damit kann bei entsprechender Konfiguration der Statusregister ESE und SRE beim Einschalten ein Service Request ausgelöst werden. Die Abfrage liest den Inhalt des „Power-on-Status-Clear“-Flags aus.

Parameter:

<Action> 0 | 1

0
Der Inhalt der Statusregister bleibt erhalten.

1
Setzt die Statusregister zurück.

***RST**

Reset

Versetzt das Gerät in einen definierten Standardstatus. Die Standardeinstellungen sind in der Befehlsbeschreibung angegeben.

Verwendung: Nur Einstellung

***SRE** <Contents>

Service Request Enable

Setzt das Service Request Enable-Register auf den angegebenen Wert. Dieser Befehl legt fest, unter welchen Bedingungen ein Service Request ausgelöst wird.

Parameter:

<Contents> Inhalt des Service Request Enable-Registers in dezimalem Format. Bit 6 (MSS-Maskenbit) ist immer 0.

Bereich: 0 bis 255

***STB?**

Status byte query

Liest den Inhalt des Statusbytes in dezimaler Form aus.

Verwendung: Nur Abfrage

***TRG**

Trigger

Löst alle Aktionen aus, die auf ein Triggerereignis warten. *TRG erzeugt insbesondere ein Signal für die manuelle Auslösung einer Aktion. Dieser Befehl ergänzt die Befehle des `TRIGger`-Subsystems.

Verwendung: Ereignis

***WAI**

Warten, um fortzufahren

Verhindert die Abarbeitung der nachfolgenden Befehle, bis alle vorangegangenen Befehle ausgeführt wurden und alle Signale abgeklungen sind (siehe auch Befehlssynchronisation und `*OPC`).

Verwendung: Ereignis

17.4 Messkurveneinrichtung

- Automatische Einstellung....454
- Erfassung starten und stoppen....454
- Vertikale Einstellungen....456
- Passive Tastköpfe....462
- Aktive Tastköpfe....463
- R&S ProbeMeter....471
- Horizontale Einstellungen....473
- Erfassungseinstellungen....474
- Messkurvendaten....479

17.4.1 Automatische Einstellung

AUToscale

Performs an autoset process for analog channels: analyzes the enabled analog channel signals, and adjusts the horizontal, vertical, and trigger settings to display stable waveforms

Verwendung: Ereignis
Asynchroner Befehl

17.4.2 Erfassung starten und stoppen

RUN....454
RUNContinous....454
SINGle....455
RUNSingle....455
ACQuire:NSINgle:COUNt....455
STOP....455
ACQuire:STATe....455

RUN
RUNContinous

Starts the continuous acquisition.

Verwendung: Ereignis
Asynchroner Befehl

SINGle
RUNSingle

Starts a defined number of acquisitions. The number of acquisitions is set with `ACQuire:NSINgle:COUNt`.

Verwendung: Ereignis
Asynchroner Befehl

ACQuire:NSINgle:COUNt <NSingleCount>

Sets the number of waveforms acquired with `RUNSingle`.

Parameter:
<NSingleCount> Number of waveforms.

Bereich: 1 to maximum number that depends on the record length.
*RST: 1

STOP

Stops the running acquistion.

Verwendung: Ereignis
Asynchroner Befehl

ACQuire:STATe

Sets or queries the acquisition state of the instrument.

Parameter:
<AcquisitionState> RUN | STOPping | COMPlete | BREak

RUN
Set: Starts the acquisition.
Read: The acquisition is running.

STOPping
Set: Stops the acquisition when it is finished.
Read: Acquisition is stopped.

COMPlete
Set: Not available.
Read: The current acquisition is finished and completed.

BREak
Set: Immediate interrupt of current acquisition.
Read: acquisition is finished but interrupted.

17.4.3 Vertikale Einstellungen

CHANnel<m>:STATe 456
CHANnel<m>:AON 456
CHANnel<m>:AOFF 456
CHANnel<m>:SCALe 457
CHANnel<m>:RANGe 457
CHANnel<m>:POSition 457
CHANnel<m>:OFFSet 457
CHANnel<m>:COUPling 458
CHANnel<m>:BANDwidth 458
CHANnel<m>:POLarity 459
CHANnel<m>:SKEW 459
CHANnel<m>:ZOFFset[:VALue] 459
CHANnel<m>:WCOLor 460
CHANnel<m>:OVERload 460
CHANnel<m>:THReshold 461
CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel 461
CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis 461
CHANnel<m>:LABel 461
CHANnel<m>:LABel:STATe 462

CHANnel<m>:STATe <State>

Switches the channel signal on or off.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<State> ON | OFF

CHANnel<m>:AON

Switches all analog channels on.

Suffix:

<m> The suffix is irrelevant.

Verwendung: Ereignis

CHANnel<m>:AOFF

Switches all analog channels off.

Suffix:

<m> The suffix is irrelevant.

Verwendung: Ereignis

CHANnel<m>:SCALe <Scale>

Sets the vertical scale for the indicated channel.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<Scale> Scale value, given in Volts per division.

Bereich: 1e-3 bis 10 (without probe attenuation)
*RST: 5e-3
Std.-einheit: V/div

CHANnel<m>:RANGe <Range>

Sets the voltage range across the all vertical divisions of the diagram. Use the command alternatively instead of `CHANnel<m>:SCALe`.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<Range> Voltage range value

Bereich: 8e-3 bis 80 (without probe attenuation)
*RST: 40e-3
Std.-einheit: V

CHANnel<m>:POSition <Position>

Sets the vertical position of the waveform in divisions. While the offset sets a voltage, position is a graphical setting given in divisions.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<Position> Graphical position

Bereich: -5 bis 5
*RST: 0
Std.-einheit: div

CHANnel<m>:OFFSet <Offset>

Sets the offset voltage, which is subtracted to correct an offset-affected signal.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<Offset> Offset value

Bereich: Depend on vertical scale and probe attenuation.
Inkrement: Depends on vertical scale and probe attenuation.
*RST: 0
Std.-einheit: V

CHANnel<m>:COUPling <Coupling>

Selects the connection of the indicated channel signal - coupling and termination.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<Coupling> DCLimit | ACLimit | GND | DC

DCLimit
DC coupling passes the input signal unchanged.

ACLimit
Removes the DC offset voltage from the input signal.

GND
Connection to a virtual ground. All channel data is set to o V.

DC
Direct connection with 50 Ω termination. If termination is 1 MΩ, use DCLimit or ACLimit.

CHANnel<m>:BANDwidth <BandwidthLimit>

Selects the bandwidth limit for the indicated channel.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<BandwidthLimit> FULL | B20

FULL
Use full bandwidth.

B20
Limit to 20 MHz. Higher frequencies are removed to reduce noise.

*RST: FULL

CHANnel<m>:POLarity <Polarity>

Turns the inversion of the signal amplitude on or off. To invert means to reflect the voltage values of all signal components against the ground level. Inversion affects only the display of the signal but not the trigger.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Polarity> NORMal | INVerted
*RST: NORM

CHANnel<m>:SKEW <Skew>

Sets a delay for the selected channel.

Deskew compensates delay differences between channels caused by the different length of cables, probes, and other sources. Correct deskew values are important for accurate triggering.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Skew> Deskew value
Std.-einheit: s

CHANnel<m>:ZOFFset[:VALue] <ZeroOffset>

Sets the zero offset.

Differences in DUT and oscilloscope ground levels may cause larger zero errors affecting the waveform. If the DUT is ground-referenced, the „Zero Offset“ corrects the zero error and sets the probe to the zero level.

You can assess the zero error by measuring the mean value of a signal that should return zero.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZeroOffset> *RST: 0
Std.-einheit: V

CHANnel<m>:WCOLor <WaveformColor>

Selects the color scale for the waveform color. Each scale comprises a set of colors, where each color represents a certain frequency of occurrence.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<WaveformColor> TEMPerature | RAINbow | FIRE | DEFault

TEMPerature
Temperature colors. Blue corresponds to rare occurrences of the samples, while white indicates frequent ones.

RAINbow
Rainbow colors. Blue corresponds to rare occurrences of the samples, while red indicates frequent ones.

FIRE
Fire colors. Yellow corresponds to rare occurrences of the samples, while red indicates frequent ones.

DEFault
Default monochrome color.

*RST: DEF

CHANnel<m>:OVERload <Overload>

Retrieves the overload status of the specified channel from the status bit. When the overload problem is solved, the command resets the status bit.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Overload> ON | OFF

Use OFF to reset the overload status bit.

*RST: OFF

Beispiel: `CHANnel2:OVERload?`
Queries the overload status of channel 2.
`CHANnel2:OVERload OFF`
Resets the overload status bit.

CHANnel<m>:THReshold <Threshold>

Threshold value for digitization of analog signals. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high (1 or true for the Boolean logic). Otherwise, the signal state is considered low (0 or false) if the signal value is below the threshold.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Threshold> Often used values are:
TTL: 1.4 V
ECL: -1.3 V
CMOS: 2.5 V

Std.-einheit: V

CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel

The instrument analyzes the channel and sets the threshold for digitization.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<FindLevel>

Verwendung: Ereignis

CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis <ThresholdHysteresis>

Defines the size of the hysteresis to avoid the change of signal states due to noise.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ThresholdHysteresis> SMALl | MEDium | LARGe

Values correspond to the vertical scale

*RST: SMAL

CHANnel<m>:LABel <Label>

Specifies a name for the selected channel.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Label> String value
String with max. 8 characters, only ASCII characters can be used

---

CHANnel<m>:LABel:STATe

Shows or hides the channel name.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

17.4.4 Passive Tastköpfe

PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT....462
PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual....462
PROBe<m>:SETup:GAIN:UNIT....463
PROBe<m>:SETup:GAIN:MANual....463

PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT <Unit>

Selects the unit that the probe can measure.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Unit> V | A

PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual <ManualAttenuation>

Sets the attenuation of the probe.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ManualAttenuation> Bereich: 0.0001 bis 10e6

PROBe<m>:SETup:GAIN:UNIT <Unit>

Selects the unit that the probe can measure.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Unit> V | A

PROBe<m>:SETup:GAIN:MANual <ManualGain>

Sets the gain of the probe. The gain the the reciprocal of the attenuation (`PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual`)

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ManualGain> Bereich: 0.0001 bis 10000

17.4.5 Aktive Tastköpfe

Die Befehle in diesem Kapitel sind nur für aktive Tastköpfe von Rohde & Schwarz gültig.

PROBe<m>:SETup:MODE 464
PROBe<m>:ID:BUILd? 464
PROBe<m>:ID:PARTnumber? 464
PROBe<m>:ID:PRDate? 465
PROBe<m>:ID:SRNumber? 465
PROBe<m>:ID:SWVersion? 465
PROBe<m>:SETup:TYPE? 465
PROBe<m>:SETup:NAME? 466
PROBe<m>:SETup:BANDwidth? 466
PROBe<m>:SETup:ATTenuation[:AUTO]? 466
PROBe<m>:SETup:GAIN[:AUTO]? 466
PROBe<m>:SETup:CAPacitance? 467
PROBe<m>:SETup:IMPedance? 467
PROBe<m>:SETup:ADVanced:PMToffset 467
PROBe<m>:SETup:DEGauss 468
PROBe<m>:SETup:ADVanced:STPRobe 468
PROBe<m>:SETup:ADVanced:ZADJust 468

PROBe<m>:SETup:PRMode....468
PROBe<m>:SETup:ZAXV....469
PROBe<m>:SETup:ADVanced:AUDioverload....469
PROBe<m>:SETup:ADVanced:FILTer....470
PROBe<m>:SETup:ADVanced:RANGe....470
PROBe<m>:SETup:ACCoupling....470

PROBe<m>:SETup:MODE <Mode>

Selects the action that is started with the probe button.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Mode> RCONtinuous | RSINgle | AUToset | NOACtion

RCONtinuous
Starts continuous acquisition, like the [Run Stop] key. The acquisition is running as long as you press the micro button again.

RSINgle
Run single: starts one acquisition.

AUToset
Starts the autoset procedure.

NOACtion
Nothing is started on pressing the micro button.

*RST: RCONtinuous

PROBe<m>:ID:BUILd?

Returns the build number of the probe software.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<BuildNumber> 32 bit number

Bereich: 0 bis 4294967295
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:ID:PARTnumber?

Returns the R&S part number of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<PartNumber> Part number in a string

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:ID:PRDate?

Returns the production date of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ProductionDate> Date in a string

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:ID:SRNumber?

Returns the serial number of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<SerialNumber> Serial number in a string

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:ID:SWVersion?

Returns the version of the probe firmware.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<SoftwareVersion> Version number in a string.

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:TYPE?

Returns the type of the probe: not detected, active or passive probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<Type> NONE | ACTive | PASSive

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:NAME?

Returns the name of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<Name> String parameter

Beispiel:
```
PROB:SET:NAME?
<-- "RT-ZS20"
```

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:BANDwidth?

Returns the bandwidth of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<Bandwidth> Bereich: 10e5 bis 20e8
Inkrement: 10
Std.-einheit: Hz

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:ATTenuation[:AUTO]?

Returns the attenuation of an automatically detected probe.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ProbeAttenuation> Bereich: 0.0001 bis 10000

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:GAIN[:AUTO]?

Returns the gain of an automatically detected probe.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ProbeGain> Bereich: 0.0001 bis 10000

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:CAPacitance?

Returns the input capacity of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<InputCapacitance> Bereich: 0.1e-12 bis 1.0e-9
Inkrement: 1.0e-12
Std.-einheit: F

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:IMPedance?

Returns the termination of the probe.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<Termination> 50OHm | 1MOHm | UNKNown

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:SETup:ADVanced:PMToffset

Sets the measured ProbeMeter's DC mean value as offset. Make sure that the ProbeMeter is active before you use this command.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Verwendung: Ereignis

PROBe<m>:SETup:DEGauss

Demagnetizes the core if it has been magnetized by switching the power on and off, or by an excessive input. Always demagnetize the probe before measurement. The demagnetizing process takes about one second.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Verwendung: Ereignis

PROBe<m>:SETup:ADVanced:STPRobe

This command is relevant only for R&S RT-ZCxxB current probes. It saves the zero adjust value in the probe box. If you connect the probe to another channel or to another oscilloscope with Rohde & Schwarz probe interface, the value is read out again.

See also: `PROBe<m>:SETup:ADVanced:ZADJust` auf Seite 468.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Verwendung: Ereignis

PROBe<m>:SETup:ADVanced:ZADJust <ZeroAdjustValue>

This command is relevant only for R&S RT-ZCxxB current probes. It sets the waveform to zero position. It corrects the effect of a voltage offset or temperature drift.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZeroAdjustValue> Bereich: -100 bis 100
*RST: 0
Std.-einheit: %

PROBe<m>:SETup:PRMode <ZMMeasMode>

This command is relevant only for R&S RT-ZM probes. It sets the measurement mode of modular probes. You can switch between singleended, differential and common mode measurements without reconnecting or resoldering the probe.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZMMeasMode> DMODe | CMODe | PMODe | NMODe

DMODe
Differential mode input voltage (V_{dm}), the voltage between the positive and negative input terminal.

CMODe
Common mode input voltage (V_{cm}), the mean voltage between the positive and negative input terminal vs. ground.

PMODe
Positive single-ended input voltage (V_p). The voltage between the positive input terminal and ground.

NMODe
Negative single-ended input voltage (V_N). The voltage between the negative input terminal and ground.

*RST: DMODe

PROBe<m>:SETup:ZAXV <ExtAttZA15>

This command is relevant only for differential active probes R&S RT-ZD10, R&S RT-ZD20 or R&S RT-ZD30. If you use the external attenuator R&S RT-ZA15, enable it to include the external attenuation in the measurements.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ExtAttZA15> ON | OFF

*RST: OFF

PROBe<m>:SETup:ADVanced:AUDioverload <ZHDAudioState>

This command is relevant for R&S RT-ZHD probes. It activates the acoustic overrange warning in the probe control box.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZHDAudioState> ON | OFF

*RST: OFF

PROBe<m>:SETup:ADVanced:FILTer <ZHDLowpassState>

This command is relevant for R&S RT-ZHD probes. It activates the lowpass filter in the probe control box.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZHDLowpassState> ON | OFF
*RST: OFF

PROBe<m>:SETup:ADVanced:RANGe <ZHDRange>

This command is relevant for R&S RT-ZHD probes. It sets the voltage range of the probe.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ZHDRange> AUTO | MHIGh | MLOW

AUTO
The voltage range is set only at the oscilloscope by adjusting the vertical scale.

MHIGh
Sets the higher voltage range of the connected probe.

MLOW
Sets the lower voltage range of the connected probe.

*RST: AUTO

PROBe<m>:SETup:ACCoupling <ProbeCouplingAC>

Enables AC coupling in R&S RT-ZPR probes, which removes DC and very low-frequency components. The R&S RT-ZPR probes requires 50 Ω input termination, for which the channel AC coupling is not available. The probe setting allows AC coupling also at 50 Ω inputs.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ProbeCouplingAC> ON | OFF
*RST: OFF

17.4.6 R&S ProbeMeter

PROBe<m>:PMETer:VISibility....471
PROBe<m>:SETup:OFFSwitch....471
PROBe<m>:SETup:DCOFfset?....471
PROBe<m>:PMETer:RESults:SINGle?....471
PROBe<m>:PMETer:RESults:COMMon?....471
PROBe<m>:PMETer:RESults:DIFFerential?....472
PROBe<m>:PMETer:RESults:NEGative?....472
PROBe<m>:PMETer:RESults:POSitive?....472

PROBe<m>:PMETer:VISibility <State>
PROBe<m>:SETup:OFFSwitch <State>

Switches the integrated voltmeter of a Rohde & Schwarz active probe on or off. The command is only relevant if a Rohde & Schwarz active probe with R&S ProbeMeter is used.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

PROBe<m>:SETup:DCOFfset?
PROBe<m>:PMETer:RESults:SINGle?

rcset

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<ResultValue>

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:PMETer:RESults:COMMon?

The command is available only for Rohde & Schwarz differential and modular probes that have an R&S ProbeMeter.

It returns the common mode voltage, which is the mean voltage between the signal sockets and the ground socket.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ResultValue> Std.-einheit: V

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:PMETer:RESults:DIFFerential?

The command is available only for Rohde & Schwarz differential and modular probes that have an R&S ProbeMeter.

It returns the differential voltage, which is the voltage between the positive and negative signal sockets.

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<ResultValue>

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:PMETer:RESults:NEGative?

The command is available only for Rohde & Schwarz modular probes that have an R&S ProbeMeter.

It returns the voltage that is measured between the negative signal socket and the ground.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ResultValue> Std.-einheit: V

Verwendung: Nur Abfrage

PROBe<m>:PMETer:RESults:POSitive?

The command is available only for Rohde & Schwarz modular probes that have an R&S ProbeMeter.

It returns the voltage that is measured between the positive signal socket and the ground.

Suffix:
<m> Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:
<ResultValue> Std.-einheit: V

Verwendung: Nur Abfrage

17.4.7 Horizontale Einstellungen

TIMebase:SCALe....473
TIMebase:POSition....473
TIMebase:REFerence....473
TIMebase:ACQTime....474
TIMebase:RANGe....474
TIMebase:DIVisions?....474
TIMebase:RATime?....474

TIMebase:SCALe <TimeScale>

Sets the horizontal scale for all channel and math waveforms.

Parameter:

<TimeScale>	Bereich:	1e-9 bis 50; lower limits are possible if zoom or FFT is enabled.
	Inkrement:	1e-9
	*RST:	100e-6
	Std.-einheit:	s/div

TIMebase:POSition <Offset>

Defines the trigger position, the time distance from the trigger point to the reference point (trigger offset). The trigger point is the zero point of the diagram. Changing the horizontal position, you can move the trigger, even outside the screen.

See also: `TIMebase:REFerence` auf Seite 473

Parameter:

<Offset>	Bereich:	Depends on time base setting
	Inkrement:	0.01
	*RST:	0
	Std.-einheit:	s

TIMebase:REFerence <ReferencePoint>

Defines the time reference point in the diagram. The reference point is the rescaling center of the time scale on the screen. If you modify the time scale, the reference point remains fixed on the screen, and the scale is stretched or compressed to both sides of the reference point.

The reference point defines which part of the waveform is shown. By default, the reference point is displayed in the center of the window, and you can move it to the left or right.

See also: `TIMebase:POSition` auf Seite 473

Parameter:

<ReferencePoint> 8.33 | 50 | 91.67

8.33 = left position (1 div); 50 = middle position; 91.67 = right position (11 div).

*RST: 50
Std.-einheit: %

TIMebase:ACQTime <AcquisitionTime>
TIMebase:RANGe <AcquisitionTime>

Defines the time of one acquisition, that is the time across the 12 divisions of the diagram: *Horizontal scale*12*.

Parameter:

<AcquisitionTime> Range and increment depend on time base (horizontal scale) and other settings

Bereich: 250e-12 bis 500
Inkrement: 1e-12
Std.-einheit: s

TIMebase:DIVisions?

Queries the number of horizontal divisions on the screen.

Rückgabewerte:

<HorizDivCount> Returns 12 divisions.

Verwendung: Nur Abfrage

TIMebase:RATime?

Queries the real acquisition time used in the hardware. If FFT analysis is performed, the value can differ from the adjusted acquisition time (`TIMebase:ACQTime`).

Rückgabewerte:

<HWAcqTime> Bereich: Depends on various settings
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

17.4.8 Erfassungseinstellungen

ACQuire:POINts:AUTomatic....475
ACQuire:POINts[:VALue]....475
CHANnel<m>:TYPE....476
ACQuire:TYPE....476
CHANnel<m>:ARIThmetics....476
ACQuire:PEAKdetect....477
ACQuire:HRESolution....477

ACQuire:NSINgle:COUNt....477
ACQuire:AVERage:COUNt....477
ACQuire:AVERage:RESet....478
ACQuire:AVERage:COMPlete?....478
TIMebase:ROLL:AUTomatic....478
TIMebase:ROLL:MTIMe....478
ACQuire:INTerpolate....478
ACQuire:POINts:ARATe?....479
ACQuire:SRATe?....479

ACQuire:POINts:AUTomatic <AutoRecordLength>

Enables or disables the automatic record length. The instrument sets a value that fits to the selected timebase.

If you set a specific value with `ACQuire:POINts[:VALue]`, the automatic assignment of a record length is turned off.

Parameter:
<AutoRecordLength> ON | OFF

Beispiel:

```
ACQ:POIN:AUT ON
TIM:SCAL 1e-9
ACQ:POIN?;:SYST:ERR:ALL?
-> received 10000;0,"No error"
TIM:SCAL 5e-3
ACQ:POIN?;:SYST:ERR:ALL?
-> received 20000000;0,"No error"
```

ACQuire:POINts[:VALue]

Defines a record length value, the number of recorded waveform points in a segment.

The command turns `ACQuire:POINts:AUTomatic` OFF.

If `ACQuire:POINts:AUTomatic` is turned ON, the query `ACQuire:POINts?` returns the automatically set record length.

Each predefined record length corresponds to a maximum number of history segments, which are stored in the instrument's memory.Using the history, you can display the history segments.

Available record length values are:

- 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 kSample
- 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 MSample

Parameter:
<RecordLength> Record length in Samples.
If the entered value differs from the predefined values, the instrument sets the closest value.

CHANnel<m>:TYPE <DecimationMode>

Selects the method to reduce the data stream of the ADC to a stream of waveform points with lower sample rate.

Suffix:
<m> 1..4
The command affects all channels regardless of the indicated channel number. The suffix can be omitted.

Parameter:
<DecimationMode> SAMPle | PDETect | HRESolution

SAMPle
Input data is acquired with a sample rate which is aligned to the time base (horizontal scale) and the record length.

PDETect
Peak Detect: the minimum and the maximum of n samples in a sample interval are recorded as waveform points.

HRESolution
High resolution: The average of n sample points is recorded as waveform point.

*RST: SAMPle

ACQuire:TYPE <AcquisitionType>

Sets the type of the aquisition mode.

Parameter:
<AcquisitionType> REFresh | AVERage | ENVelope

REFresh
The aquisitions are displayed as they are done.

AVERage
The aquisitions are averaged.

ENVelope
The envelope of a repetitive signal is shown, representing the borders in which the signal occurs.

CHANnel<m>:ARIThmetics <TrArith>

Selects the method to build the resulting waveform from several consecutive acquisitions of the signal.

Suffix:
<m> 1..4
The command affects all channels regardless of the indicated channel number. The suffix can be omitted.

Parameter:
<TrArith> OFF | ENVelope | AVERage

OFF
The data of the current acquisition is recorded according to the decimation settings.

ENVelope
Detects the minimum and maximum values in an sample interval over a number of acquisitions.

AVERage
Calculates the average from the data of the current acquisition and a number of acquisitions before. The number of used acquisitions is set with `ACQuire:AVERage:COUNt`.

*RST: OFF

ACQuire:PEAKdetect <PeakDetect>

Enables or disables the peak detect acquisition mode.

You can use this command alternatively to `CHANnel<m>:TYPE`.

Parameter:
<PeakDetect> AUTO | OFF

*RST: OFF

ACQuire:HRESolution <HighRes>

Enables or disables the high resolution acquisition mode.

You can use this command alternatively to `CHANnel<m>:TYPE`.

Parameter:
<HighRes> AUTO | OFF

*RST: OFF

ACQuire:NSINgle:COUNt <NSingleCount>

Sets the number of waveforms acquired with `RUNSingle`.

Parameter:
<NSingleCount> Number of waveforms.

Bereich: 1 to maximum number that depends on the record length.

*RST: 1

ACQuire:AVERage:COUNt

Defines the number of waveforms used to calculate the average waveform. The higher the number, the better the noise is reduced.

Parameter:
<AverageCount> Bereich: 2 bis 100,000
*RST: 2

ACQuire:AVERage:RESet

Deletes the waveform and restarts the average calculation.

Verwendung: Ereignis

ACQuire:AVERage:COMPlete?

Returns the state of averaging.

Rückgabewerte:
<AverageComplete> 0 | 1

0
The number of acquired waveforms is less than the number required for average calculation. See `ACQuire:AVERage:COUNt` auf Seite 477.

1
The instrument acquired a sufficient number of waveforms to determine the average.

Verwendung: Nur Abfrage

TIMebase:ROLL:AUTomatic <AutomaticRoll>

Enables the automatic roll mode. The instrument switches to roll mode if the timebase is equal or slower than the roll mode limit defined with `TIMebase:ROLL:MTIMe`.

Parameter:
<AutomaticRoll> ON | OFF
*RST: OFF

TIMebase:ROLL:MTIMe <MinTimeBase>

The roll mode is enabled automatically if the time base exceeds the `MinTimeBase`, and if `TIMebase:ROLL:AUTomatic` auf Seite 478 is set ON.

Parameter:
<MinTimeBase> Limit value for roll mode enabling.
*RST: 500e-3
Std.-einheit: s/div

ACQuire:INTerpolate <InterpolationType>

Defines the interpolation mode.

See also: „Interpolation“ auf Seite 80

Parameter:

<InterpolationType> SINX | LINear | SMHD

LINear
Linear interpolation between two adjacent sample points.

SINX
Interpolation by means of a sin(x)/x curve.

SMHD
Sample & hold causes a histogram-like interpolation.

*RST: SINX

ACQuire:POINts:ARATe?

Retrieves the sample rate of the ADC, that is the number of points that are sampled by the ADC in one second.

Rückgabewerte:

<ACDsampleRate> ADC sample rate

Std.-einheit: Hz

Verwendung: Nur Abfrage

ACQuire:SRATe? <SampleRate>

Returns the sample rate, that is the number of recorded waveform samples per second.

Parameter:

<SampleRate> Std.-einheit: Sa/s

Verwendung: Nur Abfrage

17.4.9 Messkurvendaten

Verwenden Sie folgende Befehle, die in Kapitel 17.9.1.2, „Analoge Kanäle“, auf Seite 591 beschrieben werden:

- `FORMat[:DATA]` auf Seite 589
- `CHANnel<m>:DATA?` auf Seite 591
- `CHANnel<m>:DATA:HEADer?` auf Seite 592
- `CHANnel<m>:DATA:POINts` auf Seite 592
- `CHANnel<m>:DATA:ENVelope?` auf Seite 593
- `CHANnel<m>:DATA:ENVelope:HEADer?` auf Seite 594
- `CHANnel<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `CHANnel<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `CHANnel<m>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600

- CHANnel<m>:DATA:YORigin? auf Seite 599
- CHANnel<m>:DATA:YRESolution? auf Seite 600
- CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XINCrement? auf Seite 599
- CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XORigin? auf Seite 599
- CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YINCrement? auf Seite 600
- CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YORigin? auf Seite 599
- CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YRESolution? auf Seite 600

17.5 Trigger

- Allgemeine Triggereinstellungen....480
- Flankentrigger....482
- Flanke-A/B-Trigger....484
- Pulsbreitentrigger....485
- Video-/TV-Trigger....487
- Trigger....488
- Runt-Trigger....491
- Anstiegszeit-Trigger....492
- Timeout-Trigger....494
- Serieller Bus....495
- Aktionen bei einem Trigger....495

17.5.1 Allgemeine Triggereinstellungen

In diesem Abschnitt werden allgemeine Triggerbefehle beschrieben, die vom Triggertyp unabhängig sind.

TRIGger:A:MODE....480
TRIGger:A:SOURce....481
TRIGger:A:TYPE....481
TRIGger:A:HOLDoff:MODE....482
TRIGger:A:HOLDoff:TIME....482

TRIGger:A:MODE <TriggerMode>

Sets the trigger mode. The trigger mode determines the behavior of the instrument if no trigger occurs.

Parameter:

<TriggerMode> AUTO | NORMal

AUTO
The instrument triggers repeatedly after a time interval if the trigger conditions are not fulfilled. If a real trigger occurs, it takes precedence.

NORMal
The instrument acquires a waveform only if a trigger occurs.

*RST: AUTO

TRIGger:A:SOURce <Source>

Sets the trigger source for the selected A trigger type.

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | EXTernanalog | LINE | SBUS1 | SBUS2 | D0..D15

CH1 | CH2 | CH3 | CH4
One of the analog input channels is the trigger source. Available channels depend on the instrument type.

EXTernanalog
External trigger input on the front panel

LINE
AC power supply line for the line trigger

SBUS1 | SBUS2
Serial bus 1 or 2
Requires at least one protocol option for serial bus (R&S RTA-K1 to K3)

D0..D15
Digital channels D0 to D15, can be used as trigger sources for edge, width, timeout and pattern trigger. Require MSO option R&S RTA-B1.

TRIGger:A:TYPE <Type>

Sets the trigger typer.

Parameter:

<Type> EDGE | WIDTh | TV | BUS | LOGic | LINE | RISetime | RUNT

EDGE
Edge trigger

WIDTh
Width trigger

TV
Video trigger

BUS
Requires at least one protocol option for serial bus (R&S RTA-K1 to K3)

LOGic
Pattern trigger, logic trigger

LINE
Trigger on power supply line

RISetime
Trigger on rise and fall time (transition trigger)

RUNT
Trigger on runts, on pulses with smaller amplitude

TRIGger:A:HOLDoff:MODE <HoldOffMode>

Enables or disables the holdoff time.

Parameter:
<HoldOffMode> TIME | OFF
*RST: Off

TRIGger:A:HOLDoff:TIME <HoldOffTime>

Defines the holdoff time. The next trigger occurs only after the holdoff time has passed.

Parameter:
<HoldOffTime> Std.-einheit: s

17.5.2 Flankentrigger

TRIGger:A:EDGE:SLOPe 482
TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue] 482
TRIGger:A:FINDlevel 483
TRIGger:A:EDGE:COUPling 483
TRIGger:A:HYSTeresis 483
TRIGger:A:EDGE:FILTer:HFReject 483
TRIGger:A:EDGE:FILTer:NREJect 484

TRIGger:A:EDGE:SLOPe <Slope>

Sets the slope for the edge trigger.

Parameter:
<Slope> POSitive | NEGative | EITHer

POSitive
Rising edge, a positive voltage change

NEGative
Falling edge, a negative voltage change

EITHer
The rising as well as the falling edge

*RST: POSitive

TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue] <Level>

Sets the trigger threshold voltage for edge, width, and timeout trigger.

Suffix:
<n> 1..5
Selects the trigger input. 1...4 select the corresponding analog channel, 5 is the external trigger input. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<Level> Bereich: Depends on vertical scale.
Std.-einheit: V

TRIGger:A:FINDlevel

Sets the trigger level to 50% of the signal amplitude.

Verwendung: Ereignis

TRIGger:A:EDGE:COUPling <Coupling>

Sets the coupling for the trigger source.

Parameter:
<Coupling> DC | AC | LFReject

DC
Direct current coupling. The trigger signal remains unchanged.

AC
Alternating current coupling. A highpass filter removes the DC offset voltage from the trigger signal.

LFReject
Sets the trigger coupling to high frequency. A 15 kHz highpass filter removes lower frequencies from the trigger signal. Use this mode only with very high frequency signals.

*RST: DC

TRIGger:A:HYSTeresis <Hysteresis>

Sets a hysteresis range around the trigger level. Hysteresis avoids unwanted trigger events caused by noise oscillation around the trigger level. The automatic, small, medium, large hysteresis values depend on the vertical scale.

Parameter:
<Hysteresis> AUTO | SMALl | MEDium | LARGE

*RST: AUTO

TRIGger:A:EDGE:FILTer:HFReject <State>

Enables or disables an additional 5 kHz lowpass filter in the trigger path. This filter removes higher frequencies and is available with AC and DC coupling.

To folter out higher frequencies, you can use either this command or `TRIGger:A:EDGE:FILTer:NREJect`.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

TRIGger:A:EDGE:FILTer:NREJect <State>

Turns an additional 100 MHz lowpass filter in the trigger path on or off. This filter removes higher frequencies and is available with AC and DC coupling.

To folter out higher frequencies, you can use either this command or `TRIGger:A:EDGE:FILTer:HFReject`.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

17.5.3 Flanke-A/B-Trigger

TRIGger:B:ENABle....484
TRIGger:B:SOURce....484
TRIGger:B:EDGE:SLOPe....485
TRIGger:B:MODE....485
TRIGger:B:DELay....485
TRIGger:B:EVENt:COUNt....485

TRIGger:B:ENABle <State>

Activates the B-trigger.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

TRIGger:B:SOURce <Source>

Sets the source of the B-trigger.

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0 ... D15

CH1 | CH2 | CH3 | CH4
Analog input channels. Available channels depend on the instrument type.

D0..D15
Digital channels D0 to D15. Require MSO option R&S RTA-B1.

*RST: CH1

TRIGger:B:EDGE:SLOPe <Slope>

Sets the slope of the B-trigger.

Parameter:

<Slope> POSitive | NEGative | EITHer

*RST: POSitive

TRIGger:B:MODE <Mode>

Sets a time delay or event delay for the B-trigger. The instrument waits for that delay after an A-trigger until it recognizes the B-trigger.

Parameter:

<Mode> DELay | EVENts

DELay
Time delay. Set the time with `TRIGger:B:DELay`.

EVENts
Event delay. Set the number of events with `TRIGger:B:EVENt:COUNt`.

*RST: DELay

TRIGger:B:DELay <DelayTime>

Sets the time the instrument waits until it checks the B-trigger condition.

Parameter:

<DelayTime>
Bereich: 20e-9 bis 6,871946854
Inkrement: Depends on the <DelayTime> value. The longer the time, the higher the increment.
*RST: 20e-9
Std.-einheit: s

TRIGger:B:EVENt:COUNt EventCount

Sets a number of B-trigger events that fulfill the B-trigger condition but do not cause the trigger. The oscilloscope triggers on the n-th event, the last of the specified number of events.

Parameter:

EventCount
Bereich: 1 bis 65535
Inkrement: 1
*RST: 1

17.5.4 Pulsbreitentrigger

Befehle zum Festlegen der Triggerschwelle (Schwellenwert):

- `TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482

CHANnel<m>:THReshold auf Seite 461

- TRIGger:A:FINDlevel auf Seite 483
CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel auf Seite 461
- CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis auf Seite 461

TRIGger:A:WIDTh:POLarity 486
TRIGger:A:WIDTh:RANGe 486
TRIGger:A:WIDTh:WIDTh 486
TRIGger:A:WIDTh:DELTa 487

TRIGger:A:WIDTh:POLarity <Polarity>

Sets the polarity of the pulse.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive
Positive going pulse, the width is defined from the rising to the falling slopes.

NEGative
Negative going pulse, the width is defined from the falling to the rising slopes.

*RST: POSitive

TRIGger:A:WIDTh:RANGe <RangeMode>

Defines how the measured pulse width is compared with the given limits.

Parameter:

<RangeMode> WITHin | OUTSide | SHORter | LONGer

WITHin | OUTSide
Triggers on pulses inside or outside a range defined by *time ± delta*. The time is specified with TRIGger:A:WIDTh:WIDTh, the range around is defined with TRIGger:A:WIDTh:DELTa. To trigger on an exact value („Breite =“ or „Breite ≠“, set the range to 0 („Abweichung“, TRIGger:A:WIDTh:DELTa).

SHORter | LONGer
Triggers on pulses shorter or longer than a time set with TRIGger:A:WIDTh:WIDTh.

*RST: LONGer

TRIGger:A:WIDTh:WIDTh <Time1>

For the ranges WITHin and OUTSide (defined using TRIGger:A:WIDTh:RANGe), the <Time1> defines the center of a range which is defined by the limits ±<Delta> (set with TRIGger:A:WIDTh:DELTa).

For the ranges SHORter and LONGer, the width defines the maximum and minimum pulse width, respectively.

Parameter:

<Time1> Center value, maximum value or minimum value depending on the defined range type.

Bereich: 20E-9 bis 6.87194685440
Inkrement: Depends on the <Time1> value
*RST: 20E-9

TRIGger:A:WIDTh:DELTa <Delta>

Defines a variation range around the width value specified using `TRIGger:A:WIDTh:WIDTh`.

Parameter:

<Delta> Variation ±Δt

Bereich: Minimum is 0. Maximum depends on the defined pulse width (TRIG:A:WIDTH:WITDH).

17.5.5 Video-/TV-Trigger

TRIGger:A:TV:STANdard 487
TRIGger:A:TV:POLarity 487
TRIGger:A:TV:FIELd 488
TRIGger:A:TV:LINE 488

TRIGger:A:TV:STANdard <Standard>

Selects the color television standard.

Parameter:

<Standard> PAL | NTSC | SECam | PALM | I576 | P720 | P1080 | I1080

PALM = PAL-M
I576 = SDTV 576i (PAL and SECAM)
P720 | P1080 = HDTV 720/1080p (progressive scanning)
I1080 = HDTV 1080i (interlaced scanning)

*RST: PAL

TRIGger:A:TV:POLarity <Polarity>

Selects the polarity of the signal. Note that the sync pulse has the opposite polarity. The edges of the sync pulses are used for triggering,

See also: „Signal“ auf Seite 94

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive
If the video modulation is positive, the sync pulses are negative.

NEGative
If the modulation is negative, sync pulses are positive.

*RST: NEGative

TRIGger:A:TV:FIELd <Field>

Sets the trigger on the beginning of the video signal fields, or on the beginning of video signal lines.

Parameter:

<Field> EVEN | ODD | ALL | LINE | ALINe

EVEN | ODD
Triggers only on the field start of even or odd fields. Only available for interlaced scanning.

ALL
All fields, triggers on the frame start (progressive scanning) or any field start (interlaced scanning).

LINE
Triggers on the beginning of a specified line in any field. The line number is set with `TRIGger:A:TV:LINE`.

ALINe
Triggers on the beginning of all video signal lines.

*RST: ALL

TRIGger:A:TV:LINE <Line>

Sets an exact line number if `TRIGger:A:TV:FIELd` is set to LINE.

Parameter:

<Line> Bereich: 1 bis 525 (NTSC, PAL-M); 625 (PAL, SECAM, SDTV I-576); 750 (HDTV P720); 1125 (HDTV I1080, HDTV P1080)
Inkrement: 1
*RST: 1

17.5.6 Trigger

- Musterdefinition....488
- Zeitbegrenzung....490

17.5.6.1 Musterdefinition

TRIGger:A:PATTern:SOURce....489
TRIGger:A:PATTern:FUNCtion....489
TRIGger:A:PATTern:CONDition....489

TRIGger:A:PATTern:SOURce <SourceString>

Sets the state for each channel.

Parameter:

<SourceString> String containing 0, 1, or X for each channel.

1: high, the signal voltage is higher than the trigger level.
0: low, the signal voltage is lower than the trigger level.
X: Don't care. the channel does not affect the trigger.
Without MSO option R&S RTA-B1, the pattern has 4 or 2 bits, depending on the number of channels: <C1><C2>[<C3><C4>].
With MSO option, the pattern has 20 or 18 bits: <C1><C2>[<C3><C4>]<D0><D1><D2>...<D15>.

Beispiel: Without MSO option:
`TRIG:A:PATT:SOUR "1X10"`
C1 and C3 is set to high, C4 to low, and C2 does not matter (don't care).

Beispiel: With MSO option:
`TRIG:A:PATT:SOUR "XXXX111101010011XXXX"`
Analog channels C1 to C4 do not matter (don't care). Digital channels D0 to D11 are set to high or low, D12 to D15 do not matter.

TRIGger:A:PATTern:FUNCtion <Function>

Sets the logical combination of the channel states .

Parameter:

<Function> AND | OR

AND
The required states of all channels must appear in the input signal at the same time.

OR
At least one of the channels must have the required state.

*RST: AND

TRIGger:A:PATTern:CONDition <ConditionString>

Defines whether the instrument triggers on fulfillment of the logical condition, or on violation.

Parameter:

<ConditionString> ""TRUE"" | ""FALSE""

String parameter

*RST: ""TRUE""

17.5.6.2 Zeitbegrenzung

TRIGger:A:PATTern:MODE 490
TRIGger:A:PATTern:WIDTh:RANGe 490
TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh] 490
TRIGger:A:PATTern:WIDTh:DELTa 491

TRIGger:A:PATTern:MODE <PatternMode>

Disables the time limitation or sets the time comparison mode.

Parameter:

<PatternMode> OFF | TIMeout | WIDTh

OFF
Disables the time limitation.

TIMeout
Defines how long at least the result of the state pattern condition must be true or false.

WIDTh
Defines a time range for keeping up the true result of the pattern condition. The range is defined using `TRIGger:A:PATTern:WIDTh:RANGe`.

TRIGger:A:PATTern:WIDTh:RANGe <PatternRange>

Selects how the time limit for the pattern condition is defined.

The time is specified using `TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh]`, the range around is specified using `TRIGger:A:PATTern:WIDTh:DELTa`.

Parameter:

<PatternRange> WITHin | OUTSide | SHORter | LONGer

WITHin
Triggers if the pattern condition remains unchanged longer than *Time - Delta* and shorter than *Time + Delta*.

OUTSide
Triggers if the pattern condition remains unchanged either shorter than *Time - Delta* or longer than *Time + Delta*.

SHORter | LONGer
Triggers if the pattern condition changes before or after the specified time.

TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh] <PatternWidth>

For the ranges WITHin and OUTSide, the <PatternWidth> defines the center of a range which is defined by the limits ±<Delta>.

For the ranges SHORter and LONGer, the pattern width defines the maximum and minimum values, respectively.

Parameter:
<PatternWidth> Std.-einheit: s

TRIGger:A:PATTern:WIDTh:DELTa <PatternDelta>

Defines a range around the pattern width value specified using `TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh]`.

Parameter:
<PatternDelta> Std.-einheit: s

17.5.7 Runt-Trigger

TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:LOWer 491
TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:UPPer 491
TRIGger:A:RUNT:DELTa 491
TRIGger:A:RUNT:POLarity 492
TRIGger:A:RUNT:RANGe 492
TRIGger:A:RUNT:WIDTh 492

TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:LOWer <Level>

Sets the lower voltage threshold for runt detection. A positive runt crosses the lower level twice without crossing the upper level.

Suffix:
<n> 1..5

Parameter:
<Level>

TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:UPPer <Level>

Sets the upper voltage threshold for runt detection. A negative runt crosses the upper level twice without crossing the lower level.

Suffix:
<n> 1..5

Parameter:
<Level>

TRIGger:A:RUNT:DELTa <Variation>

Sets a range Δt to the reference pulse width set with `TRIGger:A:RUNT:WIDTh`, if `TRIGger:A:RUNT:RANGe` is set to `WITHin` or `OUTSide`.

Parameter:
<Variation> Bereich: Depends on various settings, mainly time base and sample rate

TRIGger:A:RUNT:POLarity <Polarity>

Indicates the polarity of a the runt to be triggered on.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

*RST: POS

TRIGger:A:RUNT:RANGe <Range>

Sets how the measured pulse width is compared with the given limit(s).

To set the width, use `TRIGger:A:RUNT:WIDTh`.

To set the range ± Δt, use `TRIGger:A:RUNT:DELTa`.

Parameter:

<Range> LONGer | SHORter | WITHin | OUTSide

LONGer
Finds pulses longer than the given width.

SHORter
Finds pulses shorter than the given width.

WITHin
Finds pulses inside the range *width ± Δt*.

OUTSide
Finds pulses outside the range *width ± Δt*.

*RST: LONG

TRIGger:A:RUNT:WIDTh <Width>

Sets the reference runt pulse width, the nominal value for comparisons.

Parameter:

<Width> Bereich: Depends on various settings, mainly time base and sample rate

17.5.8 Anstiegszeit-Trigger

TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:LOWer 492
TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:UPPer 493
TRIGger:A:RISetime:DELTa 493
TRIGger:A:RISetime:RANGe 493
TRIGger:A:RISetime:SLOPe 493
TRIGger:A:RISetime:TIME 494

TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:LOWer <Level>

Sets the lower voltage threshold. When the signal crosses this level, the rise time measurement starts or stops depending on the selected slope.

Suffix:
<n> 1..5

Parameter:
<Level>

TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:UPPer <Level>

Sets the upper voltage threshold. When the signal crosses this level, the rise/fall time measurement starts or stops depending on the selected slope.

Suffix:
<n> 1..5

Parameter:
<Level>

TRIGger:A:RISetime:DELTa <Variation>

Sets a range Δt to the reference rise/fall time set with `TRIGger:A:RISetime:TIME`, if `TRIGger:A:RISetime:RANGe` is set to `Within` or `Outside`. The instrument triggers on rise/fall times inside or outside the range *time* ± *Δt*.

Parameter:
<Variation>

TRIGger:A:RISetime:RANGe <Range>

Sets how the measured rise or fall time is compared with the given limit(s).

To set the rise/fall time, use `TRIGger:A:RISetime:TIME`.

To set the range ± Δt, use `TRIGger:A:RISetime:DELTa`.

Parameter:
<Range> LONGer | SHORter | WITHin | OUTSide

LONGer
Triggers on rise/fall times longer than the given time.

SHORter
Triggers on rise/fall times shorter than the given time.

WITHin
Triggers on rise/fall times inside the range *time* ± *Δt*.

OUTSide
Triggers on rise/fall times outside the range *time* ± *Δt*.

*RST: LONG

TRIGger:A:RISetime:SLOPe <Polarity>

Sets the edge of the slope to be triggered on.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

`POSitive`: rise time trigger
`NEGative`: fall time trigger

*RST: POS

TRIGger:A:RISetime:TIME <RiseTime>

Sets the reference rise or fall time, the nominal value for comparisons.

Parameter:

<RiseTime> Depends on various settings, mainly time base and sample rate

17.5.9 Timeout-Trigger

Befehle zum Festlegen der Triggerschwelle (Schwellenwert):

- `TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]` auf Seite 482
  `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461
- `TRIGger:A:FINDlevel` auf Seite 483
  `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis` auf Seite 461

TRIGger:A:TIMeout:RANGe 494
TRIGger:A:TIMeout:TIME 494

TRIGger:A:TIMeout:RANGe <Range>

Sets the relation of the signal level to the threshold.

Parameter:

<Range> HIGH | LOW

HIGH
The signal level stays above the trigger level.

LOW
The signal level stays below the trigger level.

*RST: HIGH

TRIGger:A:TIMeout:TIME <Time>

Sets the time limit for the timeout at which the instrument triggers.

Parameter:

<Time> Bereich: 3.2e-9 bis 6.871928
*RST: 10e-6

17.5.10 Serieller Bus

Die Triggerung auf decodierte Daten eines Protokollbusses ist verfügbar, wenn mindestens eine Option für serielle Protokolle installiert ist. Der serielle Bus muss korrekt konfiguriert sein. Detaillierte Informationen zu seriellen Protokollen und ihren Triggerbedingungen finden Sie im Kapitel über das jeweilige Protokoll.

17.5.11 Aktionen bei einem Trigger

Um bei einem Triggerereignis einen Puls am Anschluss Aux Out zu erzeugen, verwenden Sie `TRIGger:OUT:MODE TRIGger`. Sie können auch die Pulslänge und Pulspolarität mit `TRIGger:OUT:PLENgth` und `TRIGger:OUT:POLarity` definieren.

TRIGger:EVENt[:ENABle] 495
TRIGger:EVENt:SOUNd 495
TRIGger:EVENt:REFSave 496
TRIGger:EVENt:SCRSave 496
TRIGger:EVENt:SCRSave:DESTination 496
TRIGger:EVENt:TRIGgerout 496
TRIGger:EVENt:WFMSave 497
TRIGger:EVENt:WFMSave:DESTination 497

TRIGger:EVENt[:ENABle] <EventsEnabled>

Activates the selected actions on trigger event.

To activate the actions, use:

- `TRIGger:EVENt:SOUNd` auf Seite 495
- `TRIGger:EVENt:TRIGgerout` auf Seite 496
- `TRIGger:EVENt:WFMSave` auf Seite 497
- `TRIGger:EVENt:SCRSave` auf Seite 496
- `TRIGger:EVENt:REFSave` auf Seite 496

Parameter:

<EventsEnabled> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:EVENt:SOUNd <SoundEnable>

If ON, the instrument generates a beep on trigger event. The acquisition is not delayed, the sound generation runs asynchronously. The minimum time between two beeps is 1 s. If the instrument triggers faster, not all events are notified by a beep.

Parameter:

<SoundEnable> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:EVENt:REFSave <SaveReference>

If ON, the instrument saves reference waveforms of all active channels, and activates the references. This action works only with single acquisition.

The channels are assigned to the references: C1 to R1, C2 to R2 and so on. If a channel is off, the assigned reference is also not active.

If „Nx Single“ > 1, the waveforms of the last acquisition are saved as reference waveforms.

Parameter:

<SaveReference>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

TRIGger:EVENt:SCRSave <SaveScreenshot>

If ON, the instrument saves a screenshot on each trigger event. The screenshot is saved when the acquisition is complete. During saving, the acquisition stops, and restarts when saving is finished. Thus, the waveform update rate decreases significantly.

To set up the target directory, file name, color and file format, use the following commands:

- `TRIGger:EVENt:SCRSave:DESTination`
- `HCOPy:COLor:SCHeme`
- `HCOPy:FORMat`

Parameter:

<SaveScreenshot>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

TRIGger:EVENt:SCRSave:DESTination <File>

Defines the target directory and file name for a screenshot that is saved on trigger event when `TRIGger:EVENt:SCRSave` is ON.

Parameter:

<File>	String parameter
	String with path and file name

TRIGger:EVENt:TRIGgerout <PulseOut>

If ON, the instrument generates a pulse on the Aux Out connector on trigger event. The acquisition is not delayed, the pulse generation runs asynchronously.

Enabling „Puls“ sets the „Einstellungen“ > „Aux Out“ selection to „Trigger Out“, and vice versa. Selecting another item in the „Aux Out“ menu disables the pulse action.

To set the pulse width and polarity of the trigger out pulse, use:

- `TRIGger:OUT:PLENgth` auf Seite 622

- TRIGger:OUT:POLarity auf Seite 622

Parameter:

<PulseOut> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:EVENt:WFMSave <SaveWaveform>

If ON, the instrument saves the data of a selected waveform on each trigger event. The waveform is saved when the acquisition is complete. During saving, the acquisition stops, and restarts when saving is finished. Thus, the waveform update rate decreases significantly.

If fast segmentation is active, only the last acquisition is saved.

To select the waveform, use EXPort:WAVeform:SOURce.

Set up the target directory, file name and file format, use TRIGger:EVENt:WFMSave:DESTination and FORMat[:DATA].

Parameter:

<SaveWaveform> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:EVENt:WFMSave:DESTination <File>

Defines the target directory and file name for a waveform that is saved on trigger event when TRIGger:EVENt:WFMSave is ON.

Parameter:

<File> String parameter

String with path and file name

17.6 Messkurvenanalyse

- Zoom....497
- Mathematik....499
- Referenzmesskurven....503
- Suche....507
- History....523

17.6.1 Zoom

TIMebase:ZOOM:STATe....498
TIMebase:ZOOM:SCALe....498
TIMebase:ZOOM:TIME....498
TIMebase:ZOOM:POSition....498
DISPlay:CBAR:ZOOM[:POSition]....498

TIMebase:ZOOM:STATe <ZoomState>

Switches the zoom on or off.

Parameter:

<ZoomState>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

TIMebase:ZOOM:SCALe <ZoomScale>

Defines the horizontal scale for the zoom window in seconds per division, the timebase of the zoom window. The scaling determines the width of the zoom area (12 divisions * scaling per division).

Parameter:

<ZoomScale>	Bereich:	Depends on various settings
	*RST:	50e-6
	Std.-einheit:	s/div

TIMebase:ZOOM:TIME <Time>

Defines the distance of the trigger point to the reference point in the zoom window. The value determines the position of the zoom area that is displayed in the zoom window.

Parameter:

<Time>	*RST:	0
	Std.-einheit:	s

TIMebase:ZOOM:POSition <Position>

Defines the position of the zoom window in the upper window.

Parameter:

<Position>	Bereich:	Depends on the zoom time base, from nearly 0 to 100 % for large zoom.
	*RST:	50
	Std.-einheit:	%

DISPlay:CBAR:ZOOM[:POSition] <DividerPosition>

Defines the position of the divide bar between normal waveform and zoom window.

Parameter:

<DividerPosition>	Vertical position in pixel, measured from the top edge. The vertical display size is 800 px.
	Std.-einheit: px

17.6.2 Mathematik

Rufen Sie mit folgenden Befehlen die Daten einer mathematischen Messkurve ab:

- `CALCulate:MATH<m>:DATA?` auf Seite 595
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:HEADer?` auf Seite 595
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:POINts?` auf Seite 595
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:YORigin?` auf Seite 599
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:YRESolution?` auf Seite 600

CALCulate:MATH<m>:STATe 499
CALCulate:MATH<m>[:EXPRession][:DEFine] 499
CALCulate:MATH<m>:LABel 501
CALCulate:MATH<m>:LABel:STATe 501
CALCulate:MATH<m>:POSition 501
CALCulate:MATH<m>:SCALe 501
CALCulate:MATH<m>:WCOLor 502
CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE 502
CALCulate:MATH<m>:TRACk:DPULse[:ENABle] 502
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis 503
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer] 503
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:LOWer 503

CALCulate:MATH<m>:STATe <State>

Activates the mathematics function and displays the defined math waveforms.

Suffix:

<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:

<State> ON | OFF
*RST: OFF

CALCulate:MATH<m>[:EXPRession][:DEFine] <RemComplExpr>

Defines the equation to be calculated for the selected math waveform as a regular expression.

Suffix:

<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:

<RemComplExpr> String parameter, consisting of the mathematical operation and the source(s), written in parenthesis. Optionally, the unit can be included in the string. If no unit is given, the last setting is used.

Beispiel:

`CALC:MATH<2>:EXPR:DEF "ADD(CH1,CH2)"`

Same command with unit:

`CALC:MATH<2>:EXPR:DEF "ADD(CH1,CH2)ín V"`

Delete the unit:

`CALC:MATH<2>:EXPR:DEF "ADD(CH1,CH2)ín"`

Operation	Expression string	Comment
Addition	"ADD(CH1,CH2) in V"	"CH1+CH2" is also possible
Subtraction	"SUB(CH1,CH2) in V"	"CH1-CH2" is also possible
Multiplication	"MUL(CH1,CH2)"	"CH1*CH2" is also possible
Division	"DIV(CH1,CH2)"	"CH1/CH2" is also possible
Square	"SQR(CH1)"	
Square Root	"SQRT(CH1)"	
Absolute value	"ABS(CH1)"	
Reciprocal	"REC(CH1)"	
Inverse	"INV(CH1)"	
Common logarithm (basis 10)	"LOG(CH1)"	
Natural logarithm (basis e)	"LN(CH1)"	
Derivative	DERI(CH1,1.000E+03) in V	CH1 – Source waveform 1.000E+03 – constant value, number of samples averaged for calculation. See Kapitel 7.2.4.1, „Ableitung“, auf Seite 115.
Integral	"INT(CH1)"	
Low pass filter	"LP(CH1,1E6) in V"	CH1 – Source waveform 1E6 – constant value, limit frequency of the low or high pass
High pass filter	"HP(CH1,1E6) in V"	
FFT	"FFTMAG(CH1)"	FFT function of the source waveform

Track period (unipolar)	"TPER(CH1)"	Set the threshold, hysteresis and edge with:
		`CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer]`
		`CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis`
		`CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE`
		See also:Kapitel 7.2.6, „Tracks“, auf Seite 116

Track frequency (unipolar)	"TFREQ(CH1)"	
Track pulse width (unipolar)	"TPW(CH1)"	
Track duty cycle (unipolar)	"TDCY(CH1)"	
Track period (bipolar)	"TPERB(CH1)"	Set the thresholds, hysteresis and edge with:

Operation	Expression string	Comment
Track frequency (bipolar)	"TFREQB(CH1)"	CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:LOWer CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer] CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE See also:Kapitel 7.2.6, „Tracks“, auf Seite 116
Track pulse width (bipolar)	"TPWB(CH1)"	
Track duty cycle (bipolar)	"TDCYB(CH1)"	

CALCulate:MATH<m>:LABel <Label>

Defines a label for the specified math waveform (equation), which is shown at the waveform.

Suffix:
<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:
<Label> String Data
String with label text

CALCulate:MATH<m>:LABel:STATe <LabelVisible>

Activates the diplay of the label that is defined with CALCulate:MATH<m>:LABel.

Suffix:
<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:
<LabelVisible> ON | OFF

CALCulate:MATH<m>:POSition <Position>

Sets the vertical position of the math waveform.

Suffix:
<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:
<Position> Position value, given in divisions.

CALCulate:MATH<m>:SCALe <Scale>

Sets the vertical scale of the math waveform.

Suffix:
<m> 1..5
Selects the math waveform.

Parameter:
<Scale> Scale value, given in Volts per division

Bereich: -1.0E-24 bis 5.0E+25
Inkrement: Depends on vertical scale, in 1 - 2 - 5 steps (1 mV, 2 mV, 5 mV, 10 mV, 20 mV, 50 mV ...)
*RST: 1

CALCulate:MATH<m>:WCOLor <WaveformColor>

Sets the color of the indicated math waveform.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<WaveformColor> YELLow | GREen | ORANge | BLUE | LBLUE | WHITE | CYAN | PINK | RED | TEMPerature | RAINbow | FIRE | DEFault

*RST: DEF

CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE <Polarity>

Sets the rising or falling edge as a reference for each measurement. The setting helps to determine values in terms of the power stage switching state.

For unipolar souces, the on edge is the rising edge, and the off edge is the falling edge.

In the bipolar case, all transitions are inverted for the negative branch. For positive pulses, the rising edge is the on edge, and for negative pulses, the falling edge is the on edge.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<Polarity> ON | OFF

CALCulate:MATH<m>:TRACk:DPULse[:ENABle] <DoublePulseEnable>

Available for bipolar signals. Considers the effect of the double pulse, which arises due to the inversion.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<DoublePulseEnable>ON | OFF

CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis <Hysteresis>

Sets the hysteresis for correct edge detection.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<Hysteresis> Std.-einheit: V

CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer] <ThresholdLevel>

Sets the threshold for unipolar track sources, or the upper level for bipolar sources. The signal is measured at the crossing points of the signal with the threshold.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<ThresholdLevel> Std.-einheit: V

CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:LOWer <ThresholdLevel>

Sets the lower level for bipolar track sources, which determines the crossing points on negative pulses.

Suffix:
<m> 1..5

Parameter:
<ThresholdLevel> Std.-einheit: V

17.6.3 Referenzmesskurven

In allen REFCurve:...-Befehlen gibt das Suffix <m> die Referenzmesskurve an.

Rufen Sie mit folgenden Befehlen die Messkurvendaten ab:

- `REFCurve<m>:DATA?` auf Seite 596
- `REFCurve<m>:DATA:HEADer?` auf Seite 596
- `REFCurve<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `REFCurve<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `REFCurve<m>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `REFCurve<m>:DATA:YORigin?` auf Seite 600
- `REFCurve<m>:DATA:YRESolution?` auf Seite 600

REFCurve<m>:SOURce.....504
REFCurve<m>:SOURce:CATalog?.....504
REFCurve<m>:STATe.....504
REFCurve<m>:UPDate.....505
REFCurve<m>:SAVE.....505

REFCurve<m>:LOAD....505
REFCurve<m>:LOAD:STATe....505
REFCurve<m>:HORizontal:POSition....506
REFCurve<m>:HORizontal:SCALe....506
REFCurve<m>:VERTical:POSition....506
REFCurve<m>:VERTical:SCALe....506
REFCurve<m>:WCOLor....507
REFCurve<m>:LABel....507

REFCurve<m>:SOURce <Source>

Defines the source of the reference waveform.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the reference waveform

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4 | D70 | D158 | SPEC | MINH | MAXH | AVER

CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4
Any active channel, math, or reference waveform. CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

D70 | D158
Logic probes, sources require MSO option R&S RTA-B1.

SPEC | MINH | MAXH | AVER
FFT waveforms: spectrum, min hold, max hold, average.

*RST: CH1

REFCurve<m>:SOURce:CATalog?

Returns the source waveform.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:

<Source Catalogue> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | QMA | RE1 | RE2 | RE3 | RE4 | D70 | D158 | SPEC | MINH | MAXH | AVER

See `REFCurve<m>:SOURce` auf Seite 504.

Verwendung: Nur Abfrage

REFCurve<m>:STATe

Displays or hides the selected reference waveform.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

REFCurve<m>:UPDate

Updates the selected reference by the waveform defined with `REFCurve<m>:SOURce`.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Verwendung: Ereignis

REFCurve<m>:SAVE <Filename>

Stores the reference waveform in the specified file.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Einstellparameter:
<Filename> String with path and file name

Verwendung: Nur Einstellung

REFCurve<m>:LOAD <Filename>

Loads the waveform data from the indicated reference file to the reference waveform.

To load the correspondent instrument settings, use `REFCurve<m>:LOAD:STATe` auf Seite 505.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Einstellparameter:
<Filename> String with path and file name

Verwendung: Nur Einstellung

REFCurve<m>:LOAD:STATe

Loads the instrument settings in addition to the reference waveform data. The waveform data must be loaded before the settings, see `REFCurve<m>:LOAD` auf Seite 505.

The settings are only available if the file was stored to the internal storage and never written to a USB flash device.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Verwendung: Ereignis

REFCurve<m>:HORizontal:POSition <Position>

Changes the horizontal position of the reference waveform independently of the channel waveform settings.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<Position> Std.-einheit: s

REFCurve<m>:HORizontal:SCALe <Scale>

Changes the horizontal scale (timebase) of the reference waveform independently of the channel waveform settings.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<Scale> Std.-einheit: s/div

REFCurve<m>:VERTical:POSition <Position>

Changes the vertical position of the reference waveform.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<Position> Std.-einheit: div

REFCurve<m>:VERTical:SCALe <Scale>

Changes the vertical scale of the reference waveform.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<Scale> Std.-einheit: V/div

REFCurve<m>:WCOLor <WaveformColor>

Selects a color for the reference waveform. The default color is white. You can select another monochrome color, or a color scale.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<WaveformColor> YELLow | GREen | ORANge | BLUE | LBLUE | WHITE | CYAN | PINK | RED | TEMPerature | RAINbow | FIRE | DEFault
*RST: DEF

REFCurve<m>:LABel <WaveformLabel>

Defines a label for the indicated reference waveform.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform.

Parameter:
<WaveformLabel> String parameter
String parameter

Beispiel: `REFCurve2:LABel "Origin"`
Sets the label "Origin" for reference R2.

17.6.4 Suche

- Allgemeine Sucheinstellungen....508
- Konfiguration Flankensuche....509
- Konfiguration Pulsbreitensuche....510
- Konfiguration Peaksuche....512
- Konfiguration Anstiegszeit-/Abfallzeit-Suche....512
- Konfiguration Runt-Suche....514
- Konfiguration Daten-zu-Takt-Suche....515
- Konfiguration Mustersuche....517
- Konfiguration Fenstersuche....519
- Suchergebnisse....521

17.6.4.1 Allgemeine Sucheinstellungen

SEARch:STATe....508
SEARch:CONDition....508
SEARch:SOURce....509

SEARch:STATe <SearchState>

Enables and disables the search mode.

Parameter:

<SearchState> ON | OFF

*RST: OFF

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

SEARch:CONDition <SearchCondition>

Parameter:

<SearchCondition> EDGE | WIDTh | PEAK | RUNT | RTIMe | DATatoclock | PATTern | PROTocol | WINDow

EDGE
An edge search result is found when the waveform passes the given level in the specified direction.

WIDTH
A width search finds pulses with an exact pulse width, or pulses shorter or longer than a given time, or pulses inside or outside the allowable time range.

PEAK
The peak search finds pulses exceeding a given amplitude.

RUNT
The runt search finds pulses lower than normal in amplitude. The amplitude crosses the first threshold twice without crossing the second one. In addition to the threshold amplitudes, you can define a time limit for the runt in the same way as for width search: runts with exact width, shorter or longer than a given time, or runts inside or outside the allowable time range.

RTIMe
The rise or fall time search finds slopes with an exact rise or fall time, or rise/fall times shorter or longer than a given limit, or rise/fall times inside or outside the allowable time range.

DATatoclock
The Data2Clock search - also known as setup/hold - finds violation of setup and hold times. It analyzes the relative timing between two signals: a data signal and the synchronous clock signal. Setup time is the time that the data signal is steady before clock edge. Hold time is the time that the data signal is steady after clock edge.

PATTern
The pattern search finds logical combinations of channel states inside or outside a specified time range. For each channel, its state and threshold level is defined. The states are combined logically, and the time of true pattern results is compared with a specified time range.

PROTocol
The protocol search finds various events in decoded data of signals, for example, a specified frame type, identifier, data, and errors. Available search settings depend on the configured bus type.
Protocol search is not available for bus types PARallel, I2C, SPI (no CS), SPI (with CS), UART, and I2S (Audio).

WINDow
The window search finds violations of a window that is formed by the upper and lower voltage levels. An event occurs if the waveform enters or leaves the window, or if the waveform stays inside or outside for a time longer or shorter than specified, or if the waveform passes both levels in a given time.

*RST: EDGE

SEARch:SOURce <SearchSource>

Selects the waveform to be analyzed.

Parameter:
<SearchSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | QMA | RE1 | RE2 | RE3 | RE4

Any active channel, math, or reference waveform can be searched.
For protocol search on CAN and LIN signals, an active serial bus is the search source.

*RST: CH1

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

17.6.4.2 Konfiguration Flankensuche

SEARch:TRIGger:EDGE:SLOPe 509
SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel 510
SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel:DELTa 510

SEARch:TRIGger:EDGE:SLOPe <Slope>

Sets the slope to be searched for.

Parameter:
<Slope> POSitive | NEGative | EITHer

*RST: POS

SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel <Level>

Sets the voltage level for the edge search.

Parameter:

<Level>	*RST:	0.5 V

SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel:DELTa <DeltaLevel>

Sets a hysteresis range above and below the search level to avoid unwanted search results caused by noise oscillation around the level.

Parameter:

<DeltaLevel>	Bereich:	Lower limit depends on vertical scale and other settings, no upper limit
	*RST:	0.2 V

17.6.4.3 Konfiguration Pulsbreitensuche

SEARch:TRIGger:WIDTh:POLarity 510
SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel 510
SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel:DELTa 510
SEARch:TRIGger:WIDTh:RANGe 511
SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh 511
SEARch:TRIGger:WIDTh:DELTa 511

SEARch:TRIGger:WIDTh:POLarity <Polarity>

Indicates the polarity of the pulse to be searched for.

Parameter:

<Polarity>	POSitive | NEGative	
	*RST:	POS

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel <Level>

Sets the voltage level on which the pulse width is measured.

Parameter:

<Level>	*RST:	500 mV

SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel:DELTa <DeltaLevel>

Sets a hysteresis range above and below the search level to avoid unwanted search results caused by noise oscillation around the level.

Parameter:

<DeltaLevel>	Bereich:	Lower limit depends on vertical scale and other settings, no upper limit
	*RST:	200 mV

SEARch:TRIGger:WIDTh:RANGe <Range>

Sets how the measured pulse width is compared with the given limit(s).

To set the width, use `SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh`.

To set the range ± Δt, use `SEARch:TRIGger:WIDTh:DELTa`.

Parameter:

<Range> WITHin | OUTSide | SHORter | LONGer

WITHin
Finds pulses inside the range *width ± Δt*.

OUTSide
Finds pulses outside the range *width ± Δt*.

SHORter
Finds pulses shorter than the given width.

LONGer
Finds pulses longer than the given width.

*RST: WITH

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh <Width>

Sets the reference pulse width, the nominal value for comparisons.

Parameter:

<Width> Std.-einheit: s

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

SEARch:TRIGger:WIDTh:DELTa <DeltaWidth>

Sets a range Δt to the reference pulse width set with `SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh`, if `SEARch:TRIGger:WIDTh:RANGe` is set to `WITHin` or `OUTSide`.

Parameter:

<DeltaWidth>	Bereich:	Lower limit depends on the resolution, practically no upper limit

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

17.6.4.4 Konfiguration Peaksuche

SEARch:MEASure:PEAK:POLarity 512
SEARch:MEASure:LEVel:PEAK:MAGNitude 512

SEARch:MEASure:PEAK:POLarity <Polarity>

Indicates the polarity of a the pulse to be searched for a peak.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative | EITHer

*RST: POS

SEARch:MEASure:LEVel:PEAK:MAGNitude <Magnitude>

Sets the peak-to-peak limit. If the signal exceeds this limit, a search event is listed.

Parameter:

<Magnitude> Std.-einheit: V

17.6.4.5 Konfiguration Anstiegszeit-/Abfallzeit-Suche

SEARch:TRIGger:RISetime:SLOPe 512
SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:LOWer 512
SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:UPPer 513
SEARch:TRIGger:RISetime:RANGe 513
SEARch:TRIGger:RISetime:TIME 513
SEARch:TRIGger:RISetime:DELTa 513

SEARch:TRIGger:RISetime:SLOPe <Polarity>

Sets the slope to be found.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative | EITHer

POSitive: to search for rise time.
NEGative: to search for fall time.
EITHer: to search for rise and fall time.

*RST: POS

SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:LOWer <LowerLevel>

Sets the lower voltage threshold. When the signal crosses this level, the rise time measurement starts or stops depending on the selected slope.

Parameter:

<LowerLevel> *RST: 400 mV
Std.-einheit: V

SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:UPPer <UpperLevel>

Sets the upper voltage threshold. When the signal crosses this level, the rise/fall time measurement starts or stops depending on the selected slope.

Parameter:

<UpperLevel> *RST: 600 mV
Std.-einheit: V

SEARch:TRIGger:RISetime:RANGe <Range>

Sets how the measured rise or fall time is compared with the given limit(s).

To set the rise/fall time, use `SEARch:TRIGger:RISetime:TIME`.

To set the range ± Δt, use `SEARch:TRIGger:RISetime:DELTa`.

Parameter:

<Range> LONGer | SHORter | WITHin | OUTSide

LONGer
Finds rise/fall times longer than the given time.

SHORter
Finds rise/fall times shorter than the given time.

WITHin
Finds rise/fall times inside the range *time* ± *Δt*.

OUTSide
Finds rise/fall times outside the range *time* ± *Δt*.

*RST: LONG

SEARch:TRIGger:RISetime:TIME <Time>

Sets the reference rise or fall time, the nominal value for comparisons.

Parameter:

<Time> Bereich: Depends on various settings, mainly time base and sample rate
*RST: 200e-6
Std.-einheit: s

SEARch:TRIGger:RISetime:DELTa <DeltaTime>

Sets a range Δt to the reference rise/fall time set with `SEARch:TRIGger:RISetime:TIME`, if `SEARch:TRIGger:RISetime:RANGe` is set to `Within` or `Outside`. The instrument finds rise/fall times inside or outside the range *time* ± *Δt*.

Parameter:

<DeltaTime> Bereich: Depends on various settings, mainly time base and sample rate
*RST: 50e-6
Std.-einheit: s

17.6.4.6 Konfiguration Runt-Suche

SEARch:TRIGger:RUNT:POLarity....514
SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:LOWer....514
SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:UPPer....514
SEARch:TRIGger:RUNT:RANGe....514
SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh....515
SEARch:TRIGger:RUNT:DELTa....515

SEARch:TRIGger:RUNT:POLarity <Polarity>

Indicates the polarity of a the runt to be searched for.

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative | EITHer

*RST: POS

SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:LOWer <LowerLevel>

Sets the lower voltage threshold for runt detection. A positive runt crosses the lower level twice without crossing the upper level.

Parameter:

<LowerLevel> Bereich: Depends on vertical scale and LSB value.
*RST: 400 mV
Std.-einheit: V

SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:UPPer <UpperLevel>

Sets the upper voltage threshold for runt detection. A negative runt crosses the upper level twice without crossing the lower level.

Parameter:

<UpperLevel> Bereich: Depends on vertical scale and LSB value.
*RST: 600 mV
Std.-einheit: V

SEARch:TRIGger:RUNT:RANGe <Range>

Sets how the measured pulse width is compared with the given limit(s).

To set the width, use `SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh`.

To set the range ± Δt, use `SEARch:TRIGger:RUNT:DELTa`.

Parameter:

<Range> LONGer | SHORter | WITHin | OUTSide

LONGer
Finds pulses longer than the given width.

SHORter
Finds pulses shorter than the given width.

WITHin
Finds pulses inside the range *width* ± *Δt*.

OUTSide
Finds pulses outside the range *width* ± *Δt*.

*RST: LONG

SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh <Width>

Sets the reference runt pulse width, the nominal value for comparisons.

Parameter:

<Width>	Bereich:	Depends on various settings, mainly time base and sample rate.
	*RST:	200e-6
	Std.-einheit:	s

SEARch:TRIGger:RUNT:DELTa <DeltaWidth>

Sets a range Δt to the reference pulse width set with `SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh` , if `SEARch:TRIGger:RUNT:RANGe` is set to `WITHin` or `OUTSide`.

Parameter:

<DeltaWidth>	Bereich:	Depends on various settings, mainly time base and sample rate.
	*RST:	50e-6
	Std.-einheit:	s

17.6.4.7 Konfiguration Daten-zu-Takt-Suche

SEARch:TRIGger:DATatoclock:CSOurce....515
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel:DELTa....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel:DELTa....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CEDGe....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:HTIMe....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:STIMe....516

SEARch:TRIGger:DATatoclock:CSOurce <ClockSource>

Selects the input channel of the clock signal.

Parameter:

<ClockSource>	CH1 | CH2 | CH3 | CH4	
	*RST:	CH1

SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel <ClockLevel>

Sets the voltage level for the clock signal. The crossing of clock level and clock edge defines the start point for setup and hold time.

Parameter:

<ClockLevel>	Bereich:	Depends on vertical scale

SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel <DataLevel>

Sets the voltage level for the data signal. The data lavel defines the threshold for data transition.

Parameter:

<DataLevel>	Bereich:	Depends on vertical scale

SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel:DELTa <LevelDelta>
SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel:DELTa <LevelDelta>

Set a hysteresis range to the clock and data levels in order to avoid unwanted search results caused by noise oscillation around the level.

Parameter:

<LevelDelta>	Bereich:	Lower limit depends on vertical scale and other settings, no upper limit

SEARch:TRIGger:DATatoclock:CEDGe <ClockEdge>

Sets the edge of the clock signal to define the start point for the setup and hold time.

Parameter:

<ClockEdge>	POSitive | NEGative | EITHer	
	*RST:	POS

SEARch:TRIGger:DATatoclock:HTIMe <HoldTime>

Sets the minimum time **after** the clock edge while the data signal must stay steady above or below the data level. The hold time can be negative. In this case, the hold time ends before the clock edge, and the setup time must be positive and longer than the absolute value of the hold time.

Parameter:

<HoldTime>	Bereich:	Depends on time base and sample interval

SEARch:TRIGger:DATatoclock:STIMe <SetupTime>

Sets the minimum time **before** the clock edge while the data signal must stay steady above or below the data level. The setup time can be negative. In this case, the setup interval starts after the clock edge, and the hold time must be positive and longer than the absolute value of the setup time.

Parameter:
<SetupTime> Bereich: Depends on time base and sample interval

17.6.4.8 Konfiguration Mustersuche

SEARch:TRIGger:PATTern:SOURce....517
SEARch:TRIGger:PATTern:FUNCtion....517
SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>....518
SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>:DELTa....518
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:RANGe....518
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh]....519
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:DELTa....519

SEARch:TRIGger:PATTern:SOURce <Pattern>

Specifies the search pattern - the state for each channel. The state can be set only for active channels.

Parameter:
<Pattern> String parameter

String containing 0, 1, X|x for each channel. The order of channels is fixed: CH1 CH2 [CH3 CH4] D0 D1 D2 D3 ...

Beispiel:

```
CHAN1:STAT ON
CHAN2:STAT ON
CHAN3:STAT ON
CHAN4:STAT ON
SEAR:STAT ON
SEAR:COND PATT
SEAR:TRIG:PATT:SOUR '1X10'
```

CH1, CH3 are high, CH4 is low. These states are logically combined with `SEARch:TRIGger:PATTern:FUNCtion`. CH2 does not matter (don't care) and can be off.

SEARch:TRIGger:PATTern:FUNCtion <Function>

Sets the logical combination of the channel states.

Parameter:
<Function> AND | OR | NAND | NOR

AND
The required states of all channels must appear in the input signal at the same time.

OR
At least one of the channels must have the required state.

NAND
"Not and" operator, at least one of the channels does not have the required state.

NOR
"Not or" operator, none of the channels has the required state.

*RST: AND

SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n> <ThresholdLevel>

Sets the threshold value for the specified source channel. You can set different levels for the channels

Suffix:
<n> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<ThresholdLevel> Bereich: Depends on vertical scale

SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>:DELTa <LevelDelta>

Sets a hysteresis range to the threshold of the specified source channel to avoid unwanted search results caused by noise oscillation around the level.

Suffix:
<n> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:
<LevelDelta> Bereich: Lower limit depends on vertical scale and other settings, no upper limit

---

SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:RANGe <Range>

Sets the condition how the duration of a steady pattern is compared with the given reference time.

To set the reference value *width*, use `SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh]`.

To set a range *Δt*, use `SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:DELTa`

Parameter:
<Range> WITHin | OUTSide | LONGer | SHORter

WITHin
Finds patterns steady for a time range *width* ± *Δt*.

OUTSide
Finds patterns outside a time range *width* ± *Δt*.

LONGer
Finds patterns steady for at least the given *width*.

SHORter
Finds patterns shorter than the given *width*.

*RST: LONG

SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh] <Width>

Sets the reference time of a steady pattern, the nominal value for comparisons.

Parameter:
<Width> Std.-einheit: s

SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:DELTa <DeltaTime>

Sets a range Δt to the reference pattern duration set with `SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh]`, if `SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:RANGe` is set to `WITHin` or `OUTSide`.

Parameter:
<DeltaTime> Std.-einheit: s

17.6.4.9 Konfiguration Fenstersuche

SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:LOWer....519
SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:UPPer....519
SEARch:TRIGger:WINDow:DELTa....519
SEARch:TRIGger:WINDow:POLarity....519
SEARch:TRIGger:WINDow:RANGe....520
SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange....520
SEARch:TRIGger:WINDow:WIDTh....521

SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:LOWer <LowerLevel>
SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:UPPer <UpperLevel>

Set the lower and upper voltage limits for the window.

Parameter:
<UpperLevel> *RST: 0.4

SEARch:TRIGger:WINDow:DELTa <DeltaWidth>

Defines a range around the width value (see `SEARch:TRIGger:WINDow:DELTa`).

Parameter:
<DeltaWidth> *RST: 100e-6

SEARch:TRIGger:WINDow:POLarity <Polarity>

Indicates the polarity of the pulse to be searched for.

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative | EITHer
*RST: EITH

SEARch:TRIGger:WINDow:RANGe <RangeMode>

Selects how the signal run is compared with the window.

Parameter:

<RangeMode> ENTer | EXIT | WITHin | OUTSide | PASSthrough | NPASsthrough

ENTer
Triggers when the signal crosses the upper or lower level and thus enters the window made up of these two levels.

EXIT
Triggers when the signal leaves the window.

WITHin
Triggers if the signal stays between the upper and lower level for a specified time. The time is defined in various ways by the `SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange` command.

OUTSide
Triggers if the signal stays above the upper level or below the lower level for a specified time. The time is also defined by the `SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange` command.

*RST: ENT

SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange <TimeRange>

Selects how the time limit of the window is defined. Time conditioning is available for the vertical conditions `WITHin` and `OUTSide` (see `SEARch:TRIGger:WINDow:RANGe`).

Parameter:

<TimeRange> WITHin | OUTSide | SHORter | LONGer

WITHin
Triggers if the signal stays inside or outside the vertical window limits at least for the time *Width - Delta* and for *Width + Delta* at the most.

OUTSide
„Outside“ is the opposite definition of „Within“. The instrument triggers if the signal stays inside or outside the vertical window limits for a time shorter than *Width - Delta* or longer than *Width + Delta*.

SHORter
Triggers if the signal crosses vertical limits before the specified „Width“ time is reached.

LONGer
Triggers if the signal crosses vertical limits before the specified „Width“ time is reached.

*RST: LONG

SEARch:TRIGger:WINDow:WIDTh <Width>

Sets the reference pulse width, the nominal value for comparisons.

Parameter:
<Width> *RST: 400e-6

17.6.4.10 Suchergebnisse

SEARch:RESult:BCOunt?....521
SEARch:RESDiagram:SHOW....521
SEARch:RESult:ALL?....521
SEARch:RESult<n>?....522
SEARch:RCOunt?....522
EXPort:SEARch:NAME....523
EXPort:SEARch:SAVE....523

SEARch:RESult:BCOunt?

Returns the maximum number of search results, which the instrument can store.

Rückgabewerte:
<BufferedCount> Maximum number of search results

Verwendung: Nur Abfrage

SEARch:RESDiagram:SHOW <ResultShow>

Shows or hides the table of search results.

Parameter:
<ResultShow> ON | OFF
*RST: OFF

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

SEARch:RESult:ALL?

Returns all result values of the search.

Rückgabewerte:
<AllResults> List of results items seperated by comma

For each result, six values are returned:
1. Result number as indicated in the search results table
2. X-position (time) of the search result
3. Y-position of the search result, currently not relevant
4. Type of the search result (Edge, Peak, ...)
5. Slope or polarity of the search result

6. For peak searches, the value contains the peak voltage. For width searches, it contains the pulse width. For edge searches, the value is not relevant.

Beispiel: `SEARch:RESult:ALL?`
Returns all four results of a peak search:
```
1,-4.7750e-04,0,PEAK,NEGATIVE,-1.530e-02,2,
-4.4630e-04,0,PEAK,NEGATIVE,-1.530e-02,3,
-4.1660e-04,0,PEAK,NEGATIVE,-1.530e-02,4,
-3.8690e-04,0,PEAK,NEGATIVE,-1.530e-02
```

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

Verwendung: Nur Abfrage

SEARch:RESult<n>?

Returns the result values of the specified search result.

See also: `SEARch:RESult:ALL?`

Suffix:
<n> *
Number of the search result

Rückgabewerte:
<Result> Comma-separated value list
Meaning of the values:
Result number, time value, y-position (not relevant), search type, slope or polarity, optional value: voltage for peak search, pulse width for width search.

Beispiel: `SEARch:RESult3?`
Returns the result values of the third search result.
`3,-4.1660e-04,0,PEAK,NEGATIVE,-1.530e-02`

Verwendung: Nur Abfrage

SEARch:RCOunt?

Returns the number of search results.

Rückgabewerte:
<ResultCount> *RST: 0

Beispiel: Kapitel 17.2.3.1, „Suche nach einem Puls mit angegebener Breite“, auf Seite 449

Verwendung: Nur Abfrage

EXPort:SEARch:NAME <FileName>

Defines the path and filename for search results that will be saved with `EXPort:SEARch:SAVE`. The file format is CSV, the filename is incremented automatically.

You can change the file name manually in the [Search] > „Save“ dialog. Remote control uses the recent settings.

Parameter:
<FileName> String parameter

Beispiel: `EXPort:SEARch:NAME "/USB_FRONT/SEARCH/RESULT"`
On first save, the search results are saved to `RESULT.CSV`, on second save to `RESULT01.CSV`, the third to `RESULT02.CSV` ...

EXPort:SEARch:SAVE

Saves the search results to the path and file defined by `EXPort:SEARch:NAME`.

Verwendung: Nur Einstellung

17.6.5 History

- History-Einstellungen 523
- History-Segmente anzeigen 525
- Zeitmarken 529
- Export von History-Daten 533

17.6.5.1 History-Einstellungen

ACQuire:MEMory[:MODE] <MemoryMode>

Defines how the record length is set.

Parameter:
<MemoryMode> AUTomatic | DMEMory | MANual

AUTomatic
Automatically by the instrument

DMEMory
Predefined values are set with `ACQuire:POINts[:VALue]`

MANual
User-defined value is set with `ACQuire:POINts[:VALue]`.
The number of available history segments is adjusted automatically.

*RST: AUT

ACQuire:POINts:AUTomatic <AutoRecordLength>

Enables or disables the automatic record length. The instrument sets a value that fits to the selected timebase.

If you set a specific value with `ACQuire:POINts[:VALue]`, the automatic assignment of a record length is turned off.

Parameter:
<AutoRecordLength> ON | OFF

Beispiel:

```
ACQ:POIN:AUT ON
TIM:SCAL 1e-9
ACQ:POIN?;:SYST:ERR:ALL?
-> received 10000;0,"No error"
TIM:SCAL 5e-3
ACQ:POIN?;:SYST:ERR:ALL?
-> received 20000000;0,"No error"
```

ACQuire:POINts[:VALue]

Defines a record length value, the number of recorded waveform points in a segment.

The command turns `ACQuire:POINts:AUTomatic` OFF.

If `ACQuire:POINts:AUTomatic` is turned ON, the query `ACQuire:POINts?` returns the automatically set record length.

Each predefined record length corresponds to a maximum number of history segments, which are stored in the instrument's memory.Using the history, you can display the history segments.

Available record length values are:

- 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 kSample
- 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 MSample

Parameter:
<RecordLength> Record length in Samples.
If the entered value differs from the predefined values, the instrument sets the closest value.

ACQuire:COUNt

Sets the number of segments to be captured.

In automatic mode, the command is a query and returns the maximum number of segments that can be captured with the current configuration. See also: `ACQuire:MEMory[:MODE]`

Parameter:
<NoOfAcquisitions> Number of available segments in the memory

ACQuire:NSINgle:COUNt <NSingleCount>

Sets the number of waveforms acquired with `RUNSingle`.

Parameter:

<NSingleCount> Number of waveforms.

Bereich: 1 to maximum number that depends on the record length.

*RST: 1

ACQuire:AVAilable?

Returns the number of segments that are currently saved in the memory. This number is available for history viewing.

Parameter:

<Acquisitions> Number of captured segments

Verwendung: Nur Abfrage

ACQuire:SEGMented:STATe <State>

If ON, the acquisitions are performed as fast as possible, without processing and displaying the waveforms. When acquisition has been stopped, the data is processed and the latest waveform is displayed. Older waveforms are stored in segments. You can display and analyze the segments using the history..

Parameter:

<State> ON | OFF

ACQuire:AVERage:CURRent?

Returns the current amount of acquired waveforms that contribute to the average. The value is independent of the number of available segments, there are more waveforms in the average available than segments in history.

Parameter:

<CurrentAverages> Bereich: Minimum is 2; maximum depends on the instrument settings.

Verwendung: Nur Abfrage

17.6.5.2 History-Segmente anzeigen

Die Befehle in diesem Kapitel verwenden numerische Suffixe:

- CHANnel<m>: Wählt den analogen Eingangskanal, Bereich 1 | 2 oder 1...4, je nach Anzahl der Kanäle aus
- MATH<m>: Gibt die mathematische Messkurve an, Bereich 1..5
- DIGital<m>: Gibt den Logikkanal an, Bereich 0..15
- LOGic<p>: Gibt den Logiktastkopf an, Bereich 1..2

- BUS<b>: Gibt den Bus an, Bereich 1..4

CALCulate:MATH<m>:HISTory:CONTrol:ENABle] 527
BUS<b>:HISTory:CONTrol:ENABle] 527
DIGital<m>:HISTory:CONTrol:ENABle] 527
LOGic<p>:HISTory:CONTrol:ENABle] 527
CHANnel<m>:HISTory:CONTrol:[ENABle] 527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:CURRent 527
BUS<b>:HISTory:CURRent 527
DIGital<m>:HISTory:CURRent 527
LOGic<p>:HISTory:CURRent 527
SPECtrum:HISTory:CURRent 527
CHANnel<m>:HISTory:CURRent 527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:PALL 527
BUS<b>:HISTory:PALL 527
DIGital<m>:HISTory:PALL 527
LOGic<p>:HISTory:PALL 527
SPECtrum:HISTory:PALL 527
CHANnel<m>:HISTory:PALL 527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:STARt 527
BUS<b>:HISTory:STARt 527
DIGital<m>:HISTory:STARt 527
LOGic<p>:HISTory:STARt 528
SPECtrum:HISTory:STARt 528
CHANnel<m>:HISTory:STARt 528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:STOP 528
BUS<b>:HISTory:STOP 528
DIGital<m>:HISTory:STOP 528
LOGic<p>:HISTory:STOP 528
SPECtrum:HISTory:STOP 528
CHANnel<m>:HISTory:STOP 528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
BUS<b>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
SPECtrum:HISTory:PLAYer:SPEed 528
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:REPLay 528
BUS<b>:HISTory:REPLay 528
DIGital<m>:HISTory:REPLay 528
LOGic<p>:HISTory:REPLay 528
SPECtrum:HISTory:REPLay 528
CHANnel<m>:HISTory:REPLay 528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:STATe 529
BUS<b>:HISTory:PLAYer:STATe 529
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:STATe 529
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:STATe 529
SPECtrum:HISTory:PLAYer:STATe 529
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:STATe 529

CALCulate:MATH<m>:HISTory:CONTrol:ENABle] <PlayerControlEnable>
BUS<b>:HISTory:CONTrol:ENABle] <PlayerControlEnable>
DIGital<m>:HISTory:CONTrol:ENABle] <PlayerControlEnable>
LOGic<p>:HISTory:CONTrol:ENABle] <PlayerControlEnable>
CHANnel<m>:HISTory:CONTrol:[ENABle] <PlayerControl>

Displays or hides the history player on the screen.

Parameter:

<PlayerControl> ON | OFF

*RST: OFF

CALCulate:MATH<m>:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>
BUS<b>:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>
DIGital<m>:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>
LOGic<p>:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>
SPECtrum:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>
CHANnel<m>:HISTory:CURRent <CurrentAcquisition>

Accesses a particular history segment in the memory to display it. The query returns the index of the segment that is shown.

Parameter:

<CurrentAcquisition> Segment index. There are two ways to enter the index.
Negative index count: the newest segment has the index "0", older segments have a negative index: -(n-1), ... -1 , 0
Positive index count: the oldest segment has the index 1, and the newest segment has the index n: 1, 2,..., n
where n is the number of acquired segments.

CALCulate:MATH<m>:HISTory:PALL <PlayAll>
BUS<b>:HISTory:PALL <PlayAll>
DIGital<m>:HISTory:PALL <PlayAll>
LOGic<p>:HISTory:PALL <PlayAll>
SPECtrum:HISTory:PALL <PlayAll>
CHANnel<m>:HISTory:PALL <PlayAll>

Enables the replay of all acquired segments.

Parameter:

<PlayAll> ON | OFF

If set to OFF, define the range of segments to be shown using `CHANnel<m>:HISTory:STARt` and `CHANnel<m>:HISTory:STOP`

*RST: ON

CALCulate:MATH<m>:HISTory:STARt <StartAcquisition>
BUS<b>:HISTory:STARt <StartAcquisition>
DIGital<m>:HISTory:STARt <StartAcquisition>

LOGic<p>:HISTory:STARt <StartAcquisition>
SPECtrum:HISTory:STARt <StartAcquisition>
CHANnel<m>:HISTory:STARt <StartAcquisition>

Sets the index of the oldest segment to be displayed.

Parameter:

<StartAcquisition> Start index. You can enter a positive or negative index, see `CHANnel<m>:HISTory:CURRent` .

CALCulate:MATH<m>:HISTory:STOP <StopAcquisition>
BUS<b>:HISTory:STOP <StopAcquisition>
DIGital<m>:HISTory:STOP <StopAcquisition>
LOGic<p>:HISTory:STOP <StopAcquisition>
SPECtrum:HISTory:STOP <StopAcquisition>
CHANnel<m>:HISTory:STOP <StopAcquisition>

Sets the index of the latest segment to be displayed.

Parameter:

<StopAcquisition> Stop index. You can enter a positive or negative index, see `CHANnel<m>:HISTory:CURRent`.

CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>
BUS<b>:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>
SPECtrum:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:SPEed <PlayerSpeed>

Sets the speed of the history replay.

Parameter:

<PlayerSpeed> SLOW | MEDium | FAST | AUTO

*RST: AUTO

CALCulate:MATH<m>:HISTory:REPLay <Replay>
BUS<b>:HISTory:REPLay <Replay>
DIGital<m>:HISTory:REPLay <Replay>
LOGic<p>:HISTory:REPLay <Replay>
SPECtrum:HISTory:REPLay <Replay>
CHANnel<m>:HISTory:REPLay <Replay>

If set to ON, the replay of the selected history segments repeats automatically.

Parameter:

<Replay> ON | OFF

*RST: STOP

CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>
BUS<b>:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>
SPECtrum:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:STATe <PlayerState>

Starts and stops the replay of the history segments.

Parameter:
<PlayerState> RUN | STOP
*RST: STOP

17.6.5.3 Zeitmarken

Sie können die Zeitmarken von History-Segmenten auf zwei Arten abfragen:

- Abfrage der Zeitmarken aller History-Segmente mit `...:HISTory:...:ALL`-Befehlen.
- Abfrage der Zeitmarke eines bestimmten Segments mit `...:HISTory:...`-Befehlen. Wählen Sie das betreffende Segment mit dem geeigneten `CHANnel<m>:HISTory:CURRent`-Befehl aus.

Die Befehle in diesem Kapitel verwenden numerische Suffixe:

- CHANnel<m>: Wählt den analogen Eingangskanal aus.
- MATH<m>: Gibt die mathematische Messkurve an, Bereich 1..4
- DIGital<m>: Gibt den Logikkanal an, Bereich 0..15
- LOGic<p>: Gibt den Logiktastkopf an, Bereich 1..2
- BUS<b>: Gibt den Bus an, Bereich 1..4

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TTABle[:ENABle]..... 530
BUS<b>:HISTory:TTABle[:ENABle]..... 530
DIGital<m>:HISTory:TTABle[:ENABle]..... 530
LOGic<p>:HISTory:TTABle[:ENABle]..... 530
CHANnel<m>:HISTory:TTABle[:ENABle]..... 530
CHANnel<m>:HISTory:TMODe..... 530
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative?..... 530
BUS<b>:HISTory:TSRelative?..... 530
DIGital<m>:HISTory:TSRelative?..... 531
LOGic<p>:HISTory:TSRelative?..... 531
SPECtrum:HISTory:TSRelative?..... 531
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative?..... 531
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
BUS<b>:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
DIGital<m>:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
LOGic<p>:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
SPECtrum:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative:ALL?..... 531
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute?..... 531
BUS<b>:HISTory:TSABsolute?..... 531

DIGital<m>:HISTory:TSABsolute?....531
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute?....531
SPECtrum:HISTory:TSABsolute?....531
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute?....531
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
BUS<b>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
DIGital<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
SPECtrum:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate?....532
BUS<b>:HISTory:TSDate?....532
DIGital<m>:HISTory:TSDate?....532
LOGic<p>:HISTory:TSDate?....532
SPECtrum:HISTory:TSDate?....532
CHANnel<m>:HISTory:TSDate?....532
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate:ALL?....532
BUS<b>:HISTory:TSDate:ALL?....532
DIGital<m>:HISTory:TSDate:ALL?....532
LOGic<p>:HISTory:TSDate:ALL?....532
SPECtrum:HISTory:TSDate:ALL?....532
CHANnel<m>:HISTory:TSDate:ALL?....532

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TTABle[:ENABle] <TimeTableEnable>
BUS<b>:HISTory:TTABle[:ENABle] <TimeTableEnable>
DIGital<m>:HISTory:TTABle[:ENABle] <TimeTableEnable>
LOGic<p>:HISTory:TTABle[:ENABle] <TimeTableEnable>
CHANnel<m>:HISTory:TTABle[:ENABle] <TimeTableEnable>

Displays or hides the segment table on the screen.

Parameter:

<TimeTableEnable> ON | OFF

*RST: OFF

CHANnel<m>:HISTory:TMODe <TableMode>

Returns the the type of the timestamp that is shown the segment table.

Parameter:

<TableMode> RELative | ABSolute

RELative
Time difference of the current segment to the newest segment (index = 0).

ABSolute
Date and daytime of the trigger event of the segments.

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative?
BUS<b>:HISTory:TSRelative?

DIGital<m>:HISTory:TSRelative?
LOGic<p>:HISTory:TSRelative?
SPECtrum:HISTory:TSRelative?
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative?

Returns the time difference of the selected segment to the newest segment. To select a segment, use `CHANnel<m>:HISTory:CURRent`.

Rückgabewerte:

<TimeToNewestAcq> Time to newest acquisition

Beispiel:

```
CHAN:HIST:CURR -5
CHAN:HIST:TSR?
--> -1.138757760000E-02
```

Returns the relative time of the sixth segment. The newest segment has index 0.

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative:ALL?
BUS<b>:HISTory:TSRelative:ALL?
DIGital<m>:HISTory:TSRelative:ALL?
LOGic<p>:HISTory:TSRelative:ALL?
SPECtrum:HISTory:TSRelative:ALL?
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative:ALL?

Returns the time differences to the newest acquisition of all history segments.

Rückgabewerte:

<TimeToNewestAcq> List of Values

The list starts with the oldest segment, and the newest segment is the last one.

Beispiel:

```
CHANnel2:HISTory:TSRelative:ALL?
--> -4.184565632000E-01,-4.094896352000E-01,-4.005227104000E-01,
-3.915557824000E-01, ...,-8.966924800000E-03,-0.000000000000E+00
```

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute?
BUS<b>:HISTory:TSABsolute?
DIGital<m>:HISTory:TSABsolute?
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute?
SPECtrum:HISTory:TSABsolute?
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute?

Returns the absolute daytime of the selected acquisition (`CHANnel<m>:HISTory:CURRent`).

Rückgabewerte:

<Hour>, <Minute>, <Seconds> Comma-separated list

Beispiel:

```
CHAN:HIST:CURR -1
CHAN:HIST:TSAB?
--> 16,24,3.302100000000E+01
```

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?
BUS<b>:HISTory:TSABsolute:ALL?
DIGital<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute:ALL?
SPECtrum:HISTory:TSABsolute:ALL?
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?

Returns the absolute daytimes of all history segments.

Rückgabewerte:

<Hour>, <Minute>, <Second> — Comma-separated list of hour, minute, and second values.

Beispiel:

```
CHANnel2:HISTory:TSABsolute:ALL?
--> 14,59,4.558154343680E+01,14,59,4.559051036480E+01,
14,59,4.559947728960E+01,...
```

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate?
BUS<b>:HISTory:TSDate?
DIGital<m>:HISTory:TSDate?
LOGic<p>:HISTory:TSDate?
SPECtrum:HISTory:TSDate?
CHANnel<m>:HISTory:TSDate?

Returns the date of the selected acquisition (`CHANnel<m>:HISTory:CURRent`).

Rückgabewerte:

<Year>, <Month>, <Day> — Comma-separated list

Beispiel:

```
CHAN:HIST:CURR -5
CHAN:HIST:TSD?
--> 2014,7,1
```

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate:ALL?
BUS<b>:HISTory:TSDate:ALL?
DIGital<m>:HISTory:TSDate:ALL?
LOGic<p>:HISTory:TSDate:ALL?
SPECtrum:HISTory:TSDate:ALL?
CHANnel<m>:HISTory:TSDate:ALL?

Returns the dates of all history segments.

Rückgabewerte:

<Year>, <Month>, <Day> — Comma-separated list of year, month, and day values.

The list starts with the oldest segment, and the newest segment is the last one.

Beispiel:

```
CHANnel2:HISTory:TSDate:ALL?
--> 2014,11,26,2014,11,26,2014,11,26,2014,11,26,...
```

Verwendung: Nur Abfrage

17.6.5.4 Export von History-Daten

Die Befehle in diesem Kapitel verwenden numerische Suffixe:

- CHANnel<m>: Wählt den analogen Eingangskanal aus.
- MATH<m>: Gibt die mathematische Messkurve an, Bereich 1..4
- DIGital<m>: Gibt den Logikkanal an, Bereich 0..15
- LOGic<p>: Gibt den Logiktastkopf an, Bereich 1..2
- BUS<b>: Gibt den Bus an, Bereich 1..4

BPLot:EXPort:NAME 533
BUS<b>:HISTory:EXPort:NAME 533
DIGital<m>:HISTory:EXPort:NAME 533
LOGic<p>:HISTory:EXPort:NAME 533
SPECtrum:HISTory:EXPort:NAME 533
CHANnel<m>:HISTory:EXPort:NAME 533
EXPort:ATABle:NAME 533
BPLot:EXPort:SAVE 533
BUS<b>:HISTory:EXPort:SAVE 533
DIGital<m>:HISTory:EXPort:SAVE 534
LOGic<p>:HISTory:EXPort:SAVE 534
SPECtrum:HISTory:EXPort:SAVE 534
CHANnel<m>:HISTory:EXPort:SAVE 534
EXPort:ATABle:SAVE 534

BPLot:EXPort:NAME
BUS<b>:HISTory:EXPort:NAME <ExportPath>
DIGital<m>:HISTory:EXPort:NAME <ExportPath>
LOGic<p>:HISTory:EXPort:NAME <ExportPath>
SPECtrum:HISTory:EXPort:NAME <ExportPath>
CHANnel<m>:HISTory:EXPort:NAME <ExportPath>
EXPort:ATABle:NAME <ExportPath>

Parameter:

<ExportPath> — String parameter

Beispiel:

```
EXPort:ATABle:NAME "/USB_FRONT/EXPORT/TIMES"
```

BPLot:EXPort:SAVE
BUS<b>:HISTory:EXPort:SAVE

DIGital<m>:HISTory:EXPort:SAVE
LOGic<p>:HISTory:EXPort:SAVE
SPECtrum:HISTory:EXPort:SAVE
CHANnel<m>:HISTory:EXPort:SAVE
EXPort:ATABle:SAVE

Saves the acquisition timestamps table to the file that is defined by the `EXPort:ATABle:NAME` command.

Beispiel: `EXPort:ATABle:SAVE`

The file contains the following timestamp values:

```
"","Date","Time"
"Start of Acquisition","2014-11-24","14:35:59"
"Last Acquisition","2014-11-24","14:36:01"
"Acquisitions","150"

"Number","Relative Time","Time to previous",
"Date","Time", "Trigger"
"0","-0.000000000000000E+00","1.009638400000000E-02",
"2014-11-24","14:36:01","0.0000000000E+00",Trg'd
"-1","-1.009638400000000E-02","2.000568800000000E-02",
"2014-11-24","14:36:00","9.8990361600E-01",Trg'd
"-2","-3.010207200000000E-02","2.000216800000000E-02",
"2014-11-24","14:36:00","9.6989792800E-01",Trg'd
"-3","-5.010424000000000E-02","2.001423200000000E-02",
"2014-11-24","14:36:00","9.4989576000E-01",Trg'd
"-4","-7.011847200000000E-02","2.000044000000000E-02",
"2014-11-24","14:36:00","9.2988152800E-01",Trg'd
"-5","-9.011891200000001E-02","9.917412000000000E-03",
"2014-11-24","14:36:00","9.0988108800E-01",Trg'd
"-6","-1.000363240000000E-01","1.009686000000000E-02",
"2014-11-24","14:36:00","8.9996367600E-01",Trg'd.....
```

Verwendung: Ereignis

17.7 Messungen

17.7.1 Schnellmessungen

In den Befehlen für Schnellmessungen ist das numerische Suffix <m> irrelevant und sollte weggelassen werden.

MEASurement<m>:AON 535
MEASurement<m>:AOFF 535
MEASurement<m>:ARESult? 535
MEASurement<m>:ALL[:STATe] 535

MEASurement<m>:AON

Starts the quick measurement.

Verwendung: Ereignis

MEASurement<m>:AOFF

Stops the quick measurement.

Verwendung: Ereignis

MEASurement<m>:ARESult?

Returns the results of the quick measurement.

Rückgabewerte:

<Data> List of values

Quick measurement results are listed in the following order: PEAK (Vpp), UPE (Vp+), LPE (Vp-), CYCR (RMS-Cyc), CYCM (MeanCyc), PER (T), FREQ (f), RTIM (tr), FTIM (tf).

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:ALL[:STATe]

Starts or stops the quick measurement and sets the status bit.

Suffix:

<m> 1..8

The suffix is irrelevant.

Parameter:

<State> ON | OFF

*RST: OFF

17.7.2 Automatische Messungen

- Messeinstellungen 535
- Messergebnisse 541
- Messungs-Gate 546
- Referenzpegel 548

17.7.2.1 Messeinstellungen

MEASurement<m>[:ENABle] 536
MEASurement<m>:MAIN 536
MEASurement<m>:SOURce 538
MEASurement<m>:DELay:SLOPe 538

MEASurement<m>:DELay:DIRection....539
MEASurement<m>:DELay:MARKer....540
MEASurement<m>:STATistics[:ENABle]....540
MEASurement<m>:STATistics:RESet....540

MEASurement<m>[:ENABle] <State>

Activates or deactivates the selected measurement.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

MEASurement<m>:MAIN <MeasType>

Defines the measurement type to be performed on the selected source. To query the results, use `MEASurement<m>:RESult[:ACTual]?`.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement.

Parameter:
<MeasType> FREQuency | PERiod | PEAK | UPEakvalue | LPEakvalue | PPCount | NPCount | RECount | FECount | HIGH | LOW | AMPLitude | MEAN | RMS | RTIMe | FTIMe | SRRise | SRFall | PDCYcle | NDCYcle | PPWidth | NPWidth | CYCMean | CYCRms | STDDev | DELay | PHASe | DTOTrigger | CYCStddev | POVershoot | NOVershoot | BWIDth

See also: Kapitel 8.2.2, „Messtypen“, auf Seite 158.

FREQuency
Frequency of the signal. The result is based on the length of the left-most signal period within the displayed section of the waveform of the selected channel.

PERiod
Length of the left-most signal period within the displayed section of the waveform of the selected channel.

PEAK
Peak-to-peak value within the displayed section of the waveform of the selected channel.

UPEakvalue
Maximum (upper) value within the displayed section of the waveform of the selected channel.

LPEakvalue
Minimum (lower) value within the displayed section of the waveform of the selected channel.

PPCount | NPCount
Counts positive or negative pulses.

RECount | FECount
Counts the number of rising or falling edges.

HIGH | LOW
Mean value of the high or low level of a square wave.

AMPLitude
Amplitude of a square wave.

MEAN
Mean voltage value of the complete displayed waveform of the selected channel.

RMS
RMS (root mean square) voltage value of the complete displayed waveform of the selected channel.

RTIMe | FTIMe
Rise or falling time of the left-most rising or falling edge within the displayed section of the waveform of the selected channel. The reference level for this measurement is set with `REFLevel:RELative:MODE`.

SRRise | SRFall
Slew rate of the left-most rising or falling edge within the displayed section of the waveform of the selected channel. The reference level for this measurement is set with `REFLevel:RELative:MODE`

PDCycle | NDCycle
Positive or negative duty cycle.

PPWidth | NPWidth
Width of positive or negative pulses.

CYCMean
Mean voltage value of the left-most signal period of the waveform of the selected channel.

CYCRms
RMS (root mean square) voltage value of the left-most signal period of the waveform of the selected channel.

STDDev
Standard deviation of the waveform.

CYCStddev
Standard deviation of one cycle, usually of the first, left-most signal period.

DELay
Time difference between two edges of the same or different waveforms.
The edges are defined with `MEASurement<m>:DELay:SLOPe` and `MEASurement<m>:DELay:DIRection`.

DTOTrigger
Time between the trigger point and a selectable edge, measured on the middle reference level.
The edge is defined with `MEASurement<m>:DELay:SLOPe` and `MEASurement<m>:DELay:DIRection`.

PHASe
Phase difference between two waveforms (time difference/ period * 360).

BWIDth
Burst width, the duration of one burst, measured from the first edge to the last edge that crosses the middle reference level.

POVershoot | NOVershoot
Positive and negative overshoot of a square wave.

*RST: PEAK

MEASurement<m>:SOURce <SignalSource>[,<SignalSource2>]

Selects one of the active signal, reference or math channels as the source(s) of the selected measurement. Available sources depend on the selected measurement type.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Parameter:
<SignalSource> CH1..4 | MA1 | RE1..4 | D0..15

Waveform to be measured, required for all measurement types. For delay and phase measurements, it is the „Messquelle“.

CH1 | CH2 | CH3 | CH4
Active signal channels 1 to 4

MA1
Active math channel

RE1 | RE2 | RE3 | RE4
Active reference channels 1 to 4

D0..D15
Active digital channels D0...D15. Only available, if MSO option R&S RTA-B1 is installed.

<SignalSource2> None | CH1..4 | MA1 | RE1..4 | D0..15

Second source waveform, which is required for delay and phase mesurements („Messquelle 2“).

MEASurement<m>:DELay:SLOPe <SignalSlope>,<ReferenceSlope>

Sets the edges to be used for delay measurement and delay to trigger measurement. The associated waveforms are defined with `MEASurement<m>:SOURce`.

Suffix:

<m> 1..8
Selects the measurement place.

Parameter:

<SignalSlope> POSitive | NEGative
Slope of first waveform („Messquelle“).
*RST: POS

<ReferenceSlope> POSitive | NEGative
Slope of the second waveform („Messquelle 2“). The value is ignored in delay to trigger measurements.
*RST: POS

MEASurement<m>:DELay:DIRection <Direction>,<Direction>

Selects the edges for delay measurement and delay to trigger measurement.

See also: Kapitel 8.2.4, „Einstellung der Verzögerung“, auf Seite 165.

Suffix:

<m> 1..8
Selects the measurement place.

Parameter:

<Direction> NEARest | FRFI | FRLA
For **delay measurement**, it defines the edge of the first waveform („Messquelle“).
NEARest: Nearest edge to the trigger point.
FRFI: First edge from the left window edge.
FRLA: First edge from the right window edge, which is the last edge if counted from the left window edge.
For **delay to trigger measurement**, it defines the measured edge.
NEARest: Nearest edge to the trigger point.
FRFI: Next edge from the trigger to the right.
FRLA: Next edge from the trigger to the left.

<Direction> NEARest | FRFI | FRLA
For delay measurement, it defines the edge of the second waveform („Messquelle 2“).
NEARest: Nearest edge to the edge determined on „Messquelle“.
FRFI: Next edge to the right, counted from the edge determined on „Messquelle“.
FRLA: Next edge to the left, counted from the edge determined on „Messquelle“
For delay to trigger measurement, enter any value. This value is ignored.

Beispiel:

```
MEAS2:MAIN DELay
MEAS2:SOUR CH1,CH2
MEAS2:DEL:SLOP POS,NEG
MEAS2:DEL:DIR NEAR,FRFI
```

Configures a delay measurement on measurements place 2. It measures the time delay between the positive edge of channel 1 that is nearest to the trigger, and the next to the right negative edge on channel 2.

Beispiel:

```
MEAS3:MAIN DTOTrigger
MEAS3:SOUR CH1
MEAS3:DEL:SLOP POS,NEG
MEAS3:DEL:DIR FRFI,FRFI
```

Configures a delay to trigger measurement on measurements place 3. It measures the time delay between the trigger and the next to the right positive edge of channel 1. The second values for slope and direction are ignored.

MEASurement<m>:DELay:MARKer <MarkerVisible>

If ON, the markers show the edge, the measured point on the edge, and the direction in which the edge is detected.

Suffix:
<m> 1..8

Parameter:
<MarkerVisible> ON | OFF
*RST: OFF

MEASurement<m>:STATistics[:ENABle] <StatisticEnable>

Activates or deactivates the statistical evaluation for all active measurements.

Suffix:
<m> The suffix is irrelevant.

Parameter:
<StatisticEnable> ON | OFF
*RST: OFF

MEASurement<m>:STATistics:RESet

Deletes the statistical results for all measurements, and starts a new statistical evaluation if the acquisition is running. The waveform count is set to 0 and all measurement values are set to NAN.

Suffix:
<m> The suffix is irrelevant.

Verwendung: Ereignis

17.7.2.2 Messergebnisse

Sie können die statistischen Ergebnisse mit den `MEAS:STAT`-Befehlen abfragen.

Exportieren Sie statistische Ergebnisse mit den `EXP:MEAS:STAT`-Befehlen in eine CSV-Datei. Statistiken können nur bei Fernbedienung exportiert werden, nicht bei Handbedienung.

MEASurement<m>:TIMeout[TIME] 541
MEASurement<m>:TIMeout:AUTO 541
MEASurement<m>:RESult[:ACTual]? 542
MEASurement<m>:RESult:AVG? 542
MEASurement<m>:RESult:STDDev? 542
MEASurement<m>:RESult:NPEak? 543
MEASurement<m>:RESult:PPEak? 543
MEASurement<m>:RESult:WFMCount? 543
MEASurement<m>:STATistics:WEIGht? 543
MEASurement<m>:STATistics:VALue:ALL? 544
MEASurement<m>:STATistics:VALue<n>? 544
EXPort:MEASurement<m>:STATistics:NAME 544
EXPort:MEASurement<m>:STATistics:SAVE 545
EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:NAME 545
EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:SAVE 545

MEASurement<m>:TIMeout[TIME] <TimeoutTime>

Sets a waiting time, how long the instrument waits until it returns the measurement results on `MEASurement:RESult?`.

After changing measurement or channel parameters, the instrument needs a setup time of about 200 ms and the time of a valid acquisition (at least *12 * horizontal scale + trigger period*). Only after this time, valid measurement results can be returned.

You can define this waiting time manually, or let it set automatically with `MEASurement<m>:TIMeout:AUTO` auf Seite 541.

Suffix:
<m> The suffix is irrelevant.

Parameter:
<TimeoutTime> *RST: 0
Std.-einheit: s

MEASurement<m>:TIMeout:AUTO <AutomaticMode>

The waiting time is set automatically, based on the horizontal scale. For details, see `MEASurement<m>:TIMeout[TIME]` auf Seite 541.

Suffix:
<m> The suffix is irrelevant.

Parameter:
<AutomaticMode> ON | OFF
*RST: OFF

MEASurement<m>:RESult[:ACTual]? [<MeasType>]

Returns the result of the specified measurement type.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<MeasType> FREQuency | PERiod | PEAK | UPEakvalue | LPEakvalue | PPCount | NPCount | RECount | FECount | HIGH | LOW | AMPLitude | MEAN | RMS | RTIMe | FTIMe | PDCYcle | NDCYcle | PPWidth | NPWidth | CYCMean | CYCRms | STDDev | CYCStddev | DELay | PHASe | BWIDth | POVershoot | NOVershoot

Specifies the measurement type, see `MEASurement<m>:MAIN` auf Seite 536. If you omit the parameter, the result of the last measurement setup is returned.

Rückgabewerte:
<Value> Measurement result. If no measurement was executed, no value (NAN) is returned.

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:RESult:AVG? <AverageValue>

Returns the average value of the current measurement series.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<AverageValue> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:RESult:STDDev? <StandardDeviation>

Returns the statistical standard deviation of the current measurement series.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<StandardDeviation> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:RESult:NPEak? <NegativePeak>

Returns the minimum measurement result of the current measurement series.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<NegativePeak> Minimum measurement result

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:RESult:PPEak? <PositivePeak>

Returns the maximum measurement result of the current measurement series.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<PositivePeak> Maximum measurement result

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:RESult:WFMCount? <WaveformCount>

Returns the current number of measured waveforms.

The query for MIN and MAX values is not possible.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Abfrageparameter:
<WaveformCount> Number of measured waveforms

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:STATistics:WEIGht? <BufferSize>

Returns the size of the statistics buffer.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Rückgabewerte:
<BufferSize> The buffer size is always 1000 result values.

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:STATistics:VALue:ALL?

Returns all values from the statistics buffer.

Note: Valid buffered values can only be read if the acquisition is stopped. As long as the acquisition is running, the buffer contents is changing and the buffered values are not valid for reading.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Rückgabewerte:
<ValueList> Comma separated List of Values
Comma-separated list of statistical values

Verwendung: Nur Abfrage

MEASurement<m>:STATistics:VALue<n>?

Returns the nth statistical value from the indicated buffer place.

Note: Valid buffered values can only be read if the acquisition is stopped. As long as the acquisition is running, the buffer contents is changing and the buffered values are not valid for reading.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

<n> *
Buffer place. The buffer size is 1000 results.

Rückgabewerte:
<StatisticValue> Statistical value

Verwendung: Nur Abfrage

EXPort:MEASurement<m>:STATistics:NAME

Defines the path and filename of the statistics file. The file format is CSV. If the file already exists, it will be overwritten without notice.

Suffix:
<m> 1..8
Selects the measurement place.

Parameter:
<FileName> String parameter

EXPort:MEASurement<m>:STATistics:SAVE

Saves statistical results of the indicated measurement place to the file that is defined by the `EXPort:MEASurement<m>:STATistics:NAME` command.

Suffix:

<m>	1..8 Selects the measurement place.

Verwendung: Ereignis

See also: `EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:SAVE` auf Seite 545.

EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:NAME

Defines the path and filename of the statistics file. The file format is CSV. If the file already exists, it will be overwritten.

Parameter:

<FileName>	String parameter

EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:SAVE

Saves statistical results of all measurement places to the file that is defined by the `EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:NAME` command.

Beispiel: The file contains general information, statistical results, long term statistics, and the individual values that are used to calculate the statistics. The number of values is "Average No."

```
"Vendor","Rohde&Schwarz",
"Device/Mat.-No.","RTA4004 / 1335.7700K04",
"Serial No.","500001",
"Firmware Version","01.001",
"Date","2017-11-18 / 16:40:27",

"Meas. Place",,"1",,"2",,"3",,
"Type",,"Frequency",,"Mean Value",,"Frequency",,
"Source 1",,"CH1",,"CH1",,"CH2",,
"Source 2",,,,,,,,,,
"Wave count",,42,,39,,37,,
"Current",,4.998250e+05,,5.648727e-01,,4.998250e+05,,
"Average No.",,1.000000e+03,,1.000000e+03,,1.000000e+03,,
"Minimum",,4.997501e+05,,5.633875e-01,,4.997501e+05,,
"Maximum",,4.998250e+05,,5.650349e-01,,4.998250e+05,,
"Mean",,4.998179e+05,,5.642045e-01,,4.998169e+05,,
"σ-Deviation",,2.199706e+01,,3.677224e-04,,2.326898e+01,,
"Time of first value",,,,,,,,,,
"Time of last value",,,,,,,,,,
"Long term Minimum",,4.997501e+05,,5.633875e-01,,4.997501e+05,,
"Long term Maximum",,4.998250e+05,,5.650349e-01,,4.998250e+05,,
"Long term Mittelwert",,4.998179e+05,,5.642045e-01,,4.998169e+05,,
"Long term σ-Deviation",,2.226370e+01,,3.725295e-04,,2.358995e+01,,
"Long term start time",,,,,,,,,,
"Long term end Time",,,,,,,,,,

"Index","Time Offset","Value","Time Offset","Value",
"Time Offset","Value",
1,,4.998250e+05,,5.649274e-01,,4.997501e+05,
2,,4.998250e+05,,5.649072e-01,,4.998250e+05,
3,,4.998250e+05,,5.650349e-01,,4.998250e+05,
4,,4.998250e+05,,5.641094e-01,,4.998250e+05,
5,,4.998250e+05,,5.640586e-01,,4.998250e+05,
6,,4.997501e+05,,5.642784e-01,,4.998250e+05,
7,,4.998250e+05,,5.637245e-01,,4.998250e+05,...
```

Verwendung: Ereignis

17.7.2.3 Messungs-Gate

MEASurement<m>:GATE 547
MEASurement<m>:GATE:MODE 547
MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STARt 547
MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STOP 547
MEASurement<m>:GATE:RELative:STARt 548
MEASurement<m>:GATE:RELative:STOP 548

MEASurement<m>:GATE <State>

Activates or deactivates the measurement gate.

To set the gate, use:

- `MEASurement<m>:GATE:MODE` and
- `MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STARt` and `MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STOP`
- or `MEASurement<m>:GATE:RELative:STARt` and `MEASurement<m>:GATE:RELative:STOP`

Suffix:

<m> 1..8
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurement places.

Parameter:

<State> ON | OFF
*RST: OFF

MEASurement<m>:GATE:MODE <GateMode>

Defines whether the gate is defined in absolute or relative values.

Suffix:

<m> 1..4
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurement places.

Parameter:

<GateMode> RELative | ABSolute
*RST: REL

MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STARt <StartTime>

Defines the absolute start time for the measurement gate.

Suffix:

<m> 1..4
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurements.

Parameter:

<StartTime> *RST: -300e-6
Std.-einheit: s

MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STOP <StopTime>

Defines the absolute end time for the measurement gate.

Suffix:
<m> 1..4
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurements.

Parameter:
<StopTime> *RST: 300e-6
Std.-einheit: s

MEASurement<m>:GATE:RELative:STARt <StartPosition>

Defines the relative start value for the measurement gate.

Suffix:
<m> 1..4
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurements.

Parameter:
<StartPosition> *RST: 25
Std.-einheit: %

MEASurement<m>:GATE:RELative:STOP <StopPosition>

Defines the relative end value for the measurement gate.

Suffix:
<m> 1..4
The suffix is irrelevant. One gate is used for all measurements.

Parameter:
<StopPosition> *RST: 75
Std.-einheit: %

17.7.2.4 Referenzpegel

REFLevel:RELative:MODE 548
REFLevel:RELative:LOWer 549
REFLevel:RELative:UPPer 549
REFLevel:RELative:MIDDle 549

REFLevel:RELative:MODE <RelativeMode>

Sets the lower and upper reference levels for rise and fall time mesurements (cursor and automatic mesurements) as well as the middle reference level for phase and delay measurements. The levels are defined as percentages of the high signal level. The setting is valid for all measurement places.

Parameter:
<RelativeMode> TEN | TWENty | FIVE | USER

TEN: 10, 50 and 90%
TWENty: 20, 50 and 80%
FIVE: 5, 50 and 95 %

USER: levels are defined with `REFLevel:RELative:LOWer`, `REFLevel:RELative:MIDDle` and `REFLevel:RELative:UPPer`.

*RST: TEN

Beispiel:

```
REFL:REL:MODE TWENty
MEAS2:MAIN RTIM
```

Sets the reference levels for all measurements and measures the rise time between these levels for measurement place 2:
lower reference level = 20% of high signal level
upper reference level = 80% of high signal level

REFLevel:RELative:LOWer <LowerLevel>
REFLevel:RELative:UPPer <UpperLevel>

Set the lower and upper reference levels for rise and fall time mesurements (cursor and automatic mesurements) if `REFLevel:RELative:MODE` is set to `USER`. The levels are defined as percentages of the high signal level. They are valid for all measurements.

Parameter:

<LowerLevel> *RST: 10
Std.-einheit: %

<UpperLevel> *RST: 90
Std.-einheit: %

REFLevel:RELative:MIDDle <MiddleLevel>

Set the middle reference level that is used for phase and delay measurements, if `REFLevel:RELative:MODE` is set to `USER`. The level is defined as percentages of the high signal level. The setting is valid for all measurements.

Parameter:

<MiddleLevel> *RST: 50
Std.-einheit: %

17.7.3 Cursor-Messungen

17.7.3.1 Cursor-Einstellungen

CURSor<m>:AOFF 550
CURSor<m>:STATe 550
CURSor<m>:FUNCtion 550
CURSor<m>:SOURce 551
CURSor<m>:USSOURce 552
CURSor<m>:SSOURce 552
CURSor<m>:TRACking[:STATe] 552

CURSor<m>:X1Position 552
CURSor<m>:X2Position 552
CURSor<m>:Y1Position 553
CURSor<m>:Y2Position 553
CURSor<m>:YCOupling 553
CURSor<m>:XCOupling 553
CURSor<m>:SWAVe 553
CURSor<m>:TRACking:SCALe[:STATe] 553
CURSor<m>:SPPeak<n> 554
CURSor<m>:SNPeak<n> 554

CURSor<m>:AOFF

Switches the cursor off.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Verwendung: Ereignis

CURSor<m>:STATe <State>

Activates or deactivates the cursor measurement.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

CURSor<m>:FUNCtion <Type>

Defines the cursor measurement type.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<Type> HORizontal | VERTical | HVERtical
To set the V-marker measurement, use `CURSor<m>:TRACking[:STATe]`.
*RST: VERTical

Value	Description	Queries for results

HORizontal	Sets two horizontal cursor lines and measures the voltages at the two cursor positions and the delta of the two values.	`CURSor<m>:Y1Position`
		`CURSor<m>:Y2Position`
		`CURSor<m>:YDELta[:VALue]?`
		`CURSor<m>:YDELta:SLOPe?`

VERTical	Sets two vertical cursor lines and measures the time from the trigger point to each cursor, the time between the two cursors and the frequency calculated from that time.	`CURSor<m>:X1Position`
		`CURSor<m>:X2Position`
		`CURSor<m>:XDELta[:VALue]?`
		`CURSor<m>:XDELta:INVerse?`

HVERtical	Combines the HORizontal cursor and VERTical cursor measurements. Two horizontal and two vertical cursor lines are set and the voltages and time from the trigger point are measured at the cursor positions, as well as the delta of the voltage and time values.	`CURSor<m>:Y1Position`
		`CURSor<m>:Y2Position`
		`CURSor<m>:YDELta[:VALue]?`
		`CURSor<m>:X1Position`
		`CURSor<m>:X2Position`
		`CURSor<m>:XDELta[:VALue]?`

CURSor<m>:SOURce <Source>

Defines the source of the cursor measurement.

Suffix:

<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4 | XY1 | XY2 | D70 | D158 | D0..15 | SPECtrum | MINHold | MAXHold | AVERage

CH1 | CH2 | CH3 | CH4
Active analog channel waveforms 1 to 4

MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5
Active math waveforms 1 to 5

RE1 | RE2 | RE3 | RE4
Active reference waveform 1 to 4

XY1 | XY2
Active XY-waveforms

D0..15
Active digital channels D0 to D15, available if MSO option R&S RTA-B1 is installed.
On individual digital channels, only vertical (time) cursor measurements are possible.

D70 | D158
Active digital channels D0...D7 (pod 1) and D8...D15 (pod 2). Only available, if MSO option R&S RTA-B1 is installed. On pods, only V-marker measurement is possible.

SPECtrum | MINHold | MAXHold | AVERage
FFT waveforms

CURSor<m>:USSOURce <UseSecondSource>

Enables the second cursor source. To select the second source, use `CURSor<m>:SSOURce`.

If enabled, the second cursor measures on the second source. Using a second source, you can measure differences between two waveforms with cursors. Both sources must be in the same domain (time domain or frequency domain).

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<UseSecondSource> ON | OFF
*RST: OFF

CURSor<m>:SSOURce <SecondSource>

Selects the second cursor source.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<SecondSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4 | XY1 | XY2 | D70 | D158 | D0..15 | SPECtrum | MINHold | MAXHold | AVERage

See `CURSor<m>:SOURce` auf Seite 551.

CURSor<m>:TRACking[:STATe] <State>

If set to ON, the V-Marker cursor measurement is enabled.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

CURSor<m>:X1Position <Xposition1>
CURSor<m>:X2Position <Xposition2>

The commands specify or return the positions of vertical cursor lines on the x-axis (time, frequency for FFT).

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:

<Xposition1> <Xposition2>	Bereich:	Depends on the current instrument settings, for example, horizontal position.
	Std.-einheit:	s

CURSor<m>:Y1Position <Yposition1>
CURSor<m>:Y2Position <Yposition2>

The commands specify or return the positions of horizontal cursor lines on the y-axis (voltage, current, level for FFT).

Suffix:

<m>	1, the suffix is irrelevant.

Parameter:

<Yposition2>	Bereich:	Depends on the current instrument settings.
	Inkrement:	0.01
	Std.-einheit:	V

CURSor<m>:YCOupling <Coupling>
CURSor<m>:XCOupling <Coupling>

If enabled, the cursor lines are coupled so that the distance between the two lines remains the same if one cursor is moved.

Suffix:

<m>	1, the suffix is irrelevant.

Parameter:

<Coupling>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

CURSor<m>:SWAVe

Autoset for cursor lines, sets the cursor lines to typical points of the waveform depending on the selected cursor type. For example, for voltage measurement („Horizontal“), the cursor lines are set to the upper and lower peaks of the waveform. For time measurement („Vertical“), the cursor lines are set to the edges of two consecutive positive or two consecutive negative pulses.

Suffix:

<m>	1, the suffix is irrelevant.

Verwendung: Ereignis

CURSor<m>:TRACking:SCALe[:STATe] <State>

Enables the adjustment of cursor lines if the vertical or horizontal scales are changed.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Parameter:
<State> ON | OFF

ON
Cursor lines keep their relative position to the waveform.

OFF
Cursor lines remain on their position on the display if the scaling is changed.

*RST: OFF

CURSor<m>:SPPeak<n>
CURSor<m>:SNPeak<n>

Set the cursor line to the previous / next peak, respectively. The command is only available for FFT waveforms.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

<n> 1..2
Selects the cursor line.

Verwendung: Ereignis

17.7.3.2 Ergebnisse von Cursor-Messungen

Rufen Sie die Messwerte von vertikalen Cursor-Linien (Zeit, Frequenz für FFT) mit folgenden Befehlen ab:

- `CURSor<m>:X1Position` auf Seite 552
- `CURSor<m>:X2Position` auf Seite 552

Rufen Sie die Messwerte von horizontalen Cursor-Linien (Spannung, Strom, Pegel für FFT) mit folgenden Befehlen ab:

- `CURSor<m>:Y1Position` auf Seite 553
- `CURSor<m>:Y2Position` auf Seite 553

CURSor<m>:XDELta[:VALue]?....554
CURSor<m>:XDELta:INVerse?....555
CURSor<m>:YDELta[:VALue]?....555
CURSor<m>:YDELta:SLOPe?....555

CURSor<m>:XDELta[:VALue]?

Returns the time difference between two vertical cursor lines (Δt).

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Rückgabewerte:

<Delta>	Bereich:	-100E24 bis 100E24
	Inkrement:	0.1
	Std.-einheit:	s

Verwendung: Nur Abfrage

CURSor<m>:XDELta:INVerse?

Returns the inverse time difference between the two cursors (1/Δt, frequency).

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Rückgabewerte:

<DeltaInverse>	Bereich:	-100E24 bis 100E24
	Inkrement:	0.1
	Std.-einheit:	1/s

Verwendung: Nur Abfrage

CURSor<m>:YDELta[:VALue]?

Queries the delta of the values in y-direction at the two cursor lines.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Rückgabewerte:
<YDelta> Delta value

Verwendung: Nur Abfrage

CURSor<m>:YDELta:SLOPe?

Returns the inverse value of the vertical difference (e.g. voltage difference) - the reciprocal of the vertical distance of two horizontal cursor lines: *1/ΔV*.

Suffix:
<m> 1, the suffix is irrelevant.

Rückgabewerte:
<Slope> Inverse value

Verwendung: Nur Abfrage

17.8 Anwendungen

17.8.1 Allgemein

DEVice:MODE

Sets the operation mode or application.

Parameter:
<OperationalMode> YT | ZOOM | XY | QMEas | UPDate | AUToset | MASKtest | FFT

17.8.2 Maskentests

17.8.2.1 Maskeneinstellungen

MASK:STATe....556
MASK:SOURce....556
MASK:CHCopy....557
MASK:YPOSition....557
MASK:YSCale....557
MASK:XWIDth....557
MASK:YWIDth....557
MASK:SAVE....557
MASK:LOAD....558

MASK:STATe <State>

Turns the mask test application on or off. When turning off, any temporarily stored masks are deleted.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

MASK:SOURce <Source>

Defines the channel to be compared with the mask, and also the channel from which the mask is created.

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4
CH3 and CH4 are only available on 4-channel models.
*RST: CH1

MASK:CHCopy

Creates a mask from the envelope waveform of the source set with `MASK:SOURce`.

Beispiel:

```
MASK:STATe ON
MASK:SOURce CH1
MASK:CHCopy
```

Verwendung: Ereignis

MASK:YPOSition <Yposition>

Moves the mask vertically within the display.

Parameter:

<Yposition> Mask offset from the vertical center

Std.-einheit: div

MASK:YSCale <Yscale>

Changes the vertical scaling to stretch or compress the mask in y-direction.

Parameter:

<Yscale> A value over 100% stretches the amplitudes; a value less than 100% compresses the amplitudes.

Std.-einheit: %

MASK:XWIDth <Xaddition>

Changes the width of the mask in horizontal direction.

Parameter:

<Xaddition> The value is added to the positive x-values and subtracted from the negative x-values of the mask limits in relation to the mask center.

Std.-einheit: div

MASK:YWIDth <Yaddition>

Changes the width of the mask in vertical direction.

Parameter:

<Yaddition> The value is added to the y-values of the upper mask limit and subtracted from the y-values of the lower mask limit.

Std.-einheit: div

MASK:SAVE <Filename>

Saves the current mask in the specified file.

Einstellparameter:
<Filename> String parameter
Path and file name

Verwendung: Nur Einstellung

MASK:LOAD <Filename>

Loads a stored mask from the specified file.

Einstellparameter:
<Filename> String parameter
Path and file name

Verwendung: Nur Einstellung

17.8.2.2 Aktionen bei Verletzung

MASK:ACTion:SOUNd:EVENt:MODE 558
MASK:ACTion:SCRSave:EVENt:MODE 558
MASK:ACTion:WFMSave:EVENt:MODE 558
MASK:ACTion:PULSe:EVENt:MODE 558
MASK:ACTion:STOP:EVENt:MODE 559
MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt 559
MASK:ACTion:SCRSave:DESTination 559
MASK:ACTion:WFMSave:DESTination 560
MASK:ACTion:YOUT:ENABle 560

MASK:ACTion:SOUNd:EVENt:MODE <EventMode>
MASK:ACTion:SCRSave:EVENt:MODE <EventMode>
MASK:ACTion:WFMSave:EVENt:MODE <EventMode>
MASK:ACTion:PULSe:EVENt:MODE <EventMode>

Defines when and how often the action is executed.

- SOUNd: Generates a beep sound on mask violation.
- PULSe: Creates a pulse on the [Aux Out] connector. This selection sets the configuration of the [Aux Out] connector to „Maskenverletzung“.
- SCRSave: Saves a screenshot on mask violation. To set path and filename of the screenshot, use `MASK:ACTion:SCRSave:DESTination`.
- WFMSave: Saves the waveform data on mask violation. To set path and filename of the data file, use `MASK:ACTion:WFMSave:DESTination`.

Parameter:
<EventMode> OFF | EACH

OFF
No action is executed.

EACH
The selected action is executed on each violation of the mask.

*RST: OFF

Beispiel:

```
MASK:STATe ON
MASK:SOURce CH1
MASK:CHCopy
MASK:ACTion:SOUNd:EVENt:MODE EACH
```

the instrument beeps at each violation of the mask.

MASK:ACTion:STOP:EVENt:MODE <EventMode>

Stops the waveform acquisition, after mask is violated for a defined number of times. You can set how many times with the command `MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt`.

Parameter:

<EventMode> OFF | CYCLic

OFF
No action is executed.

CYClic
The acquisition is stopped at defined violation of the mask. The action is done only once, there is no automatic restart of the acquisition.

*RST: OFF

Beispiel:

```
MASK:STATe ON
MASK:SOURce CH1
MASK:CHCopy
MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt 3
MASK:ACTion:STOP:EVENt:MODE CYClic
```

Stops the acquisition at the third violation of the mask.

MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt <EventCount>

Sets the number of mask violations after which the action is executed.

Parameter:

<EventCount> Integer value, number of the violations that executes the action.

MASK:ACTion:SCRSave:DESTination <Path>

Defines the directory for a screenshot that is saved on mask violation. The file format is defined with `HCOP:LANG`. The filename is manually defined in the „Datei“ > „Screenshots“ dialog box and is incremented automatically, starting from 01.

Parameter:

<Path> String parameter

Beispiel: Prerequisite: a mask is defined, and a waveform that hits the mask.

```
MASK:ACT:SCRS:DEST "/USB_FRONT/MASKS" //directory must exist
HCOP:LANG PNG
MASK:ACT:SCRS:EVEN:MODE EACH
MASK:TEST RUN
RUN
```

On first violation, the screenshot is saved to `<name>01.PNG`, on second violation to `<name>02.PNG`, the third to `<name>03.PNG` ...

MASK:ACTion:WFMSave:DESTination <Path>

Defines the directory for waveform data files that are saved on mask violation. The file format is defined with `FORMAT`. The filename is manually defined in the „Datei“ > „Messkurven“ dialog box and is incremented automatically, starting from 01.

Parameter:

<Path> String parameter

Beispiel: Prerequisite: a mask is defined, and a waveform that hits the mask.

```
MASK:ACT:WFMS:DEST "/USB_FRONT/MASKS" //directory must exist
FORM CSV,0
MASK:ACT:WFMS:EVEN:MODE EACH
MASK:TEST RUN
RUN
```

On first violation, the waveform data is saved to `<name>01.CSV`, on second violation to `<name>02.CSV`, the third to `<name>03.CSV` ...

MASK:ACTion:YOUT:ENABle <Yout>

Same as `MASK:ACTion:PULSe:EVENt:MODE` auf Seite 558.

Parameter:

<Yout> ON | OFF

*RST: OFF

17.8.2.3 Maskentest

MASK:TEST....561
MASK:RESet:COUNter....561
MASK:COUNt?....561
MASK:VCOunt?....561
MASK:CAPTure[:MODE]....561

MASK:TEST <Test>

Starts, finishes or interrupts a mask test.

Parameter:
<Test> RUN | STOP | PAUSe
*RST: STOP

MASK:RESet:COUNter

Sets the counters of passed and failed acquisitions to zero.

Verwendung: Ereignis

MASK:COUNt?

Returns the number of tested acquisitions.

Rückgabewerte:
<TotalCount> Total number of tested acquisitions

Verwendung: Nur Abfrage

MASK:VCOunt?

Returns the number of acquisitions that hit the mask.

Rückgabewerte:
<ViolationCount> Total number of violations

Verwendung: Nur Abfrage

MASK:CAPTure[:MODE] <CaptureMode>

Only available with history. The command selects whether all acquisitions are stored in segments, or only failed acquisition. You can use the history to analyze the segments.

Parameter:
<CaptureMode> ALL | FAILED
*RST: ALL

17.8.2.4 Maskendaten

Verwenden Sie folgende Befehle, die in Kapitel 17.9.1.5, „Masken“, auf Seite 597 beschrieben werden:

- `MASK:DATA?` auf Seite 597
- `MASK:DATA:HEADer?` auf Seite 597
- `MASK:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `MASK:DATA:XORigin?` auf Seite 599

- MASK:DATA:YINCrement? auf Seite 600
- MASK:DATA:YORigin? auf Seite 599
- MASK:DATA:YRESolution? auf Seite 600

17.8.3 FFT-Analyse

- Allgemeine Einstellungen....562
- Frequenzeinstellungen....564
- Zeiteinstellungen....565
- Messkurveneinstellungen....566
- Messkurvendaten....567

17.8.3.1 Allgemeine Einstellungen

SPECtrum[:STATe]....562
SPECtrum:SOURce....562
SPECtrum:FREQuency:WINDow:TYPE....562
SPECtrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe....563
SPECtrum:FREQuency:POSition....563
SPECtrum:FREQuency:SCALe....564
DISPlay:CBAR:FFT[:POSition]....564

SPECtrum[:STATe]

Switches on the spectrum analysis.

Parameter:

<State> ON | OFF

SPECtrum:SOURce

Selects the source for the spectrum analysis diagrams.

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4

SPECtrum:FREQuency:WINDow:TYPE

Window functions are multiplied with the input values and thus can improve the spectrum analysis display.

Parameter:

<WindowFunction> RECTangular | HAMMing | HANNing | BLACkmanharris | FLATtop

RECTangular
The rectangular window has high frequency accuracy with thin spectral lines, but with increased noise. Use this function preferably with pulse response tests where start and end values are zero.

HAMMing
The Hamming window has higher noise level inside the spectrum than Hann or Blackman, but smaller than the rectangular window. The width of the spectral lines is thinner than the other bell-shaped functions. Use this window to measure amplitudes of a periodical signal precisely.

HANNing
The noise level within the spectrum is reduced and the width of the spectral lines enlarges. Use this window to measure amplitudes of a periodical signal precisely.

BLACkmanharris
In the Blackman window, the amplitudes can be measured precisely. However, determining the frequency is more difficult. Use this window to measure amplitudes of a periodical signal precisely.

FLATtop
The flat top window has low amplitude measurement errors but a poor frequency resolution. Use this window for accurate single-tone measurements and for measurement of amplitudes of sinusoidal frequency components.

SPECtrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe <MagnitudeScale>

Defines the scaling unit of the y-axis.

Parameter:

<MagnitudeScale> LINear | DBM | DBV | DBUV

LINear
Linear scaling, displays the RMS value of the voltage.

DBM
Logarithmic scaling, related to 1 mW.

DBV
Logarithmic scaling, related to 1 V_{eff}.

DBUV
Logarithmic scaling; related to 1 μV_{eff}.

SPECtrum:FREQuency:POSition

Defines the vertical position of the spectrum.

Parameter:

<Position> Std.-einheit: div

SPECtrum:FREQuency:SCALe

Sets the vertical scale of the spectrum analysis waveform.

Parameter:

<Scale> Range values and unit depend on `SPECtrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe`.

DISPlay:CBAR:FFT[:POSition] <DividerPosition>

Defines the position of the divide bar between normal waveform and FFT window.

Parameter:

<DividerPosition> Vertical position in pixel, measured from the top edge. The vertical display size is 800 px.

Std.-einheit: px

17.8.3.2 Frequenzeinstellungen

SPECtrum:FREQuency:CENTer....564
SPECtrum:FREQuency:FULLspan....564
SPECtrum:FREQuency:SPAN....564
SPECtrum:FREQuency:STARt....565
SPECtrum:FREQuency:STOP....565
SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]....565
SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio....565

SPECtrum:FREQuency:CENTer

Defines the position of the displayed frequency domain, which is (Center - Span/2) to (Center + Span/2). The width of the domain is defined using the command `SPECtrum:FREQuency:SPAN`.

Parameter:

<CenterFrequency>

SPECtrum:FREQuency:FULLspan

Performs the spectrum analysis calculation for the full frequency span.

Verwendung: Ereignis

SPECtrum:FREQuency:SPAN

The span is specified in Hertz and defines the width of the displayed frequency range, which is (Center - Span/2) to (Center + Span/2).

Parameter:

<Span>

SPECtrum:FREQuency:STARt

Defines the start frequency of the displayed frequency domain at the left display edge: *Center - Span/2*

You can set start and stop frequency instead of defining a center frequency and span.

Parameter:

<StartFrequency>	Bereich:	Depends on various other settings, mainly on time base, span/RBW ratio, and center frequency.

SPECtrum:FREQuency:STOP

Defines the stop frequency of the displayed frequency domain at the right display edge: *Center + Span/2*

You can set start and stop frequency instead of defining a center frequency and span.

Parameter:

<StopFrequency>	Bereich:	Depends on various other settings, mainly on time base, span/RBW ratio, and center frequency.

SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue] <ResolutionBandwidth>

Defines the resolution bandwidth - the minimum frequency step at which the individual components of a spectrum can be distinguished.

Parameter:

<ResolutionBandwidth>	Bereich:	Depends on various other settings.

SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio <SpanRBWratio>

Defines the ratio of span (Hz) / resolution bandwidth (Hz). The span/RBW ratio is half the number of points used for FFT which is defined with manual operation in the menu.

Parameter:

<SpanRBWratio>	Bereich:	The value is changed in 2^n steps from 2^10 to 2^15 (1024, 2048,4096,8192,16384, 32768).

17.8.3.3 Zeiteinstellungen

SPECtrum:TIME:POSition....565
SPECtrum:TIME:RANGe....566

SPECtrum:TIME:POSition <TimePosition>

Sets the time position of the analyzed time range.

Parameter:
<TimePosition>

SPECtrum:TIME:RANGe <TimeRange>

Sets the time range for the time domain diagram.

Parameter:
<TimeRange>

17.8.3.4 Messkurveneinstellungen

SPECtrum:WAVeform:AVERage[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:MAXimum[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:MINimum[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum[:ENABle]....566
SPECtrum:FREQuency:AVERage:COUNt....566
SPECtrum:FREQuency:AVERage:COMPlete?....566
SPECtrum:FREQuency:RESet....566

SPECtrum:WAVeform:AVERage[:ENABle] <WaveformEnable>
SPECtrum:WAVeform:MAXimum[:ENABle] <WaveformEnable>
SPECtrum:WAVeform:MINimum[:ENABle] <WaveformEnable>
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum[:ENABle] <WaveformEnable>

Enables/diables the indicated waveform.

Parameter:
<WaveformEnable> ON | OFF
*RST: ON

SPECtrum:FREQuency:AVERage:COUNt <AverageCount>

Defines the number of spectrums used for averaging.

Parameter:
<AverageCount>

SPECtrum:FREQuency:AVERage:COMPlete?

Returns the state of spectrum averaging.

Parameter:
<AverageComplete>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:FREQuency:RESet

Resets the Min Hold, Max Hold, Spectrum and Average waveforms to the current waveform.

Verwendung: Ereignis

17.8.3.5 Messkurvendaten

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA? 567
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA? 567
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA? 567
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA? 567
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:HEADer? 567
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:HEADer? 567
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:HEADer? 568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:HEADer? 568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:POINts? 568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:POINts? 568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:POINts? 568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:POINts? 568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XORigin? 568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XORigin? 568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XORigin? 568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XORigin? 568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YINCrement? 568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YORigin? 569
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YORigin? 569
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YORigin? 569
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YORigin? 569
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YRESolution? 569
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YRESolution? 569
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YRESolution? 569
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YRESolution? 569

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA?

Returns the data of the indicated waveform points for transmission from the instrument to the controlling computer. The waveform data can be used in MATLAB, for example.

Rückgabewerte:
<Data> List of values

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:HEADer?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:HEADer?

SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:HEADer?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:HEADer?

Returns information on the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Header> StringData

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:POINts?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:POINts?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:POINts?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:POINts?

Returns the number of data samples that are returned with `SPECtrum:WAVeform:xxx:DATA` for the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<DataPoints>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XINCrement?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XINCrement?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XINCrement?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XINCrement?

Return the level difference between two adjacent samples of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Xincrement>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XORigin?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XORigin?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XORigin?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XORigin?

Returns the frequency of the first sample of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Xorigin>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YINCrement?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YINCrement?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YINCrement?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YINCrement?

Returns the voltage value per bit of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Yincrement>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YORigin?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YORigin?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YORigin?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YORigin?

Returns the vertical bit resolution of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Yorigin>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YRESolution?
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YRESolution?
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YRESolution?
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YRESolution?

Returns the vertical bit resolution of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Yresolution>

Verwendung: Nur Abfrage

17.8.4 Spektrumanalyse und Spektrogramm (Option R&S RTA-K18/K37)

- Spektrogramm....569
- Peaklisteneinstellungen....570
- Referenzmarker....572
- Peaklistenergebnisse....574
- Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm....576

17.8.4.1 Spektrogramm

SPECtrum:MODE

Switches between basic FFT analysis and and advanced spectrum analysis. Spectrum analysis requirese option R&S RTA-K18 or K37.

Parameter:
<Mode> FFT | SPECtrumanalysis

SPECtrum:SPECtrogram:RESet

Resets the current spectrogram and starts a new recording of information.

Verwendung: Ereignis

SPECtrum:SPECtrogram:SCALe <LinesPerAcquisition>

Defines a zoom factor for the spectrogram.

Parameter:

<LinesPerAcquisition>Bereich: 1 bis 20
Inkrement: 1
*RST: 1

DISPlay:CBAR:SPECtrogram[:POSition] <DividerPosition>

Defines the position of the divide bar on top of the spectrogram.

Parameter:

<DividerPosition> Vertical position in pixel, measured from the top edge. The vertical display size is 800 px.

Std.-einheit: px

17.8.4.2 Peaklisteneinstellungen

SPECtrum:MARKer:RTABle:ENABle....570
SPECtrum:MARKer[:ENABle]....570
SPECtrum:MARKer:SOURce....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MMODe....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel....571
SPECtrum:MARKer:SETup:DISTance....571
SPECtrum:MARKer:SETup:EXCursion....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MWIDth....571
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CMPeak....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CSCReen....572

SPECtrum:MARKer:RTABle:ENABle <ResultTable>

Shows the peak list.

Parameter:

<ResultTable> ON | OFF

*RST: OFF

SPECtrum:MARKer[:ENABle]

Enables the usage of markers.

Parameter:

<MarkerEnable> ON | OFF

SPECtrum:MARKer:SOURce

Defines the waveform type that is searched for peaks.

Parameter:
<Source> SPECtrum | MINHold | MAXHold | AVERage
*RST: SPEC

SPECtrum:MARKer:SETup:MMODe

Sets the mode for peak detection.

Parameter:
<MarkerMode> LONLy | ADVanced

LONLy
Level only: detects a peak when a certain minimum level is exceeded. You can define the minimum level with `SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel`.

ADVanced
Enables a more precise advanced peak definition.

SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel

Sets the minimum level for marker peak detection.

Parameter:
<MinimumLevel>

SPECtrum:MARKer:SETup:DISTance

Sets a distance between two subsequent peaks that has to be kept, for the peak to be detected.

Parameter:
<Distance>

SPECtrum:MARKer:SETup:EXCursion

Sets a level difference between two subsequent peaks that has to be kept, for the peak to be detected.

Parameter:
<Excursion>

SPECtrum:MARKer:SETup:MWIDth

Sets the maximum width, that a peak can have for it to be detected.

Parameter:
<MaximumWidth>

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CMPeak

Centers the display to the highest detected peak.

Verwendung: Ereignis

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CSCReen

Centers the display to the center frequency.

Verwendung: Ereignis

17.8.4.3 Referenzmarker

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE 572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:INDex 572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:FREQuency 572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:SPAN 573
SPECtrum:MARKer:RMARker? 573
SPECtrum:MARKer:RMARker:FREQuency? 573
SPECtrum:MARKer:RMARker:LEVel? 573
SPECtrum:MARKer:RMODe 573

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE

Sets the mode for the selection of the reference peak.

Parameter:

<ReferenceMode> OFF | INDicated | RANGe

The reference marker is set to the peak with a specified index number.

RANGe
The peak with the highest level within the selected range is set as the reference marker.

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:INDex

Sets the reference marker to the peak with the specified index, if `SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE` is set to `INDicated`.

Parameter:

<ReferenceIndex>

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:FREQuency

Sets the center frequency for the capture range, if `SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE` is set to `RANGe`.

Parameter:

<ReferenceFrequency>

SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:SPAN

Sets the span range, the ratio of the capture range and the width of the specified reference mode, if `SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE` is set to `RANGe`.

Parameter:
<ReferenceSpan>

SPECtrum:MARKer:RMARker?

Returns the frequency and the level values of the present reference marker.

Rückgabewerte:
<ReferenceFrequency>

<ReferenceLevel>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RMARker:FREQuency?

Returns the frequency of the reference marker.

Rückgabewerte:
<ReferenceFrequency>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RMARker:LEVel?

Returns the level of the reference marker.

Rückgabewerte:
<ReferenceLevel>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RMODe <ResultMode>

Defines the values that are shown in the peak list. You can use absolute values, or delta values in comparison to the reference marker.

Parameter:
<ResultMode> ABSolute | FREQuency | LEVel | FLEVel

ABSolute
Frequency and magnitude in absolute values.

FREQuency
Frequency relative to the reference marker frequency, magnitude in absolute values.

LEVel
Frequency in absolute values, magnitude relative to the level of the reference marker.

FLEVel
Frequency and magnitude relative to the reference marker values.

17.8.4.4 Peaklistenergebnisse

SPECtrum:MARKer:RCOunt? 574
SPECtrum:MARKer:RESult<n>? 574
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL? 574
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL:DELTa? 575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:DELTa? 575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency? 575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency:DELTa? 575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel? 575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel:DELTa? 576

SPECtrum:MARKer:RCOunt?

Returns the number of detected peaks.

Parameter:
<ResultCount>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>?

Returns the frequency and level values of the n-th marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultFrequency>

<ResultLevel>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL?

Returns a list of all marker with the corresponding frequency and level values.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultValues> List of numeric values with shape <freq>,<level>,....

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL:DELTa?

Returns the delta frequency and delta level, the difference between the freqeuncy/level of the specified marker and the freqeuncy/level of the reference marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultValues> List of numeric values with shape <freq>,<level>,....

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:DELTa?

Returns the difference in the values between the n-th marker and the reference marker.

Suffix:
<n> *

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency?

Returns the frequency of the n-th marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultFrequency>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency:DELTa?

Returns the delta frequency, the difference between the frequency of the specified marker and the level of the reference marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultFrequencyDifference>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel?

Returns the level of the n-th marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultLevel>

Verwendung: Nur Abfrage

SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel:DELTa?

Returns the delta level, the difference between the level of the specified marker and the level of the reference marker.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<ResultLevelDifference>

Verwendung: Nur Abfrage

17.8.4.5 Anzeigeeinstellungen für Spektrum und Spektrogramm

SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO 576
SPECtrum:DIAGram:COLor:MAGNitude:MODE 576
SPECtrum:DIAGram:COLor:MAXimum[:LEVel] 576
SPECtrum:DIAGram:COLor:MINimum[:LEVel] 577
SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain 577
SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram 577
SPECtrum:DIAGram:SPECtrogram[:ENABle] 577

SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO <AutoSpanRBWratio>

Enables the auto resolution bandwidth mode. In the auto mode „Span“: „RBW“ ratio of ~1:100 is set.

Parameter:
<AutoSpanRBWratio> ON | OFF
*RST: ON

SPECtrum:DIAGram:COLor:MAGNitude:MODE <MagnitudeMode>

Enables the magnitude coloring of the waveform.

Parameter:
<MagnitudeMode> ON | OFF

SPECtrum:DIAGram:COLor:MAXimum[:LEVel] <MaximumLevel>

Sets the level used as a maximum of the color scale selected with `SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram`/`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain`.

All level values lower than the minimum are displayed with the minimum color.

Parameter:
<MaximumLevel>

SPECtrum:DIAGram:COLor:MINimum[:LEVel] <MinimumLevel>

Sets the level used as a minimum of the color scale selected with `SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram`/`SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain`.

All level values lower than the minimum are displayed with the minimum color.

Parameter:
<MinimumLevel>

SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain <ColorScheme>

Sets the color scale for the display of the waveform in the frequency domain diagram.

Parameter:
<ColorScheme> MONochrome | TEMPerature | RAINbow

SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram <ColorScheme>

Sets the color scale for the display of the spectrogram.

Parameter:
<ColorScheme> MONochrome | TEMPerature | RAINbow

SPECtrum:DIAGram:SPECtrogram[:ENABle] <Enable>

Enables the display of the spectrum diagram.

Parameter:
<Enable> ON | OFF

17.8.5 XY-Messkurven

DISPlay:MODE 577
DISPlay:XY:XSOurce 578
DISPlay:XY:Y1Source 578
DISPlay:XY:Y2Source 578

DISPlay:MODE <Mode>

Sets the diagram mode.

Parameter:
<Mode> YT | XY

YT
Default time diagram with a time axis in x-direction and the signal amplitudes displayed in y-direction.

XY
XY-diagram, combines the voltage levels of two waveforms in one diagram.

*RST: YT

DISPlay:XY:XSOurce <Source>

Defines the source to be displayed in x-direction in an XY-diagram, replacing the usual time base.

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH1

DISPlay:XY:Y1Source <Source>

Defines the first source to be displayed in y-direction in an XY-diagram.

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH2

DISPlay:XY:Y2Source <Source>

Defines an optional second source to be displayed in y-direction in an XY-diagram. The command is only relevant for 4-channel R&S RTA4000 instruments.

Parameter:
<Source> NONE | CH1 | CH2 | CH3 | CH4

*RST: NONE

17.8.6 Digitalvoltmeter

Das DVM-Suffix <m> gibt die Nummer der DVM-Messung an (Messplatz).

DVM<m>:ENABle 579
DVM<m>:SOURce 579
DVM<m>:TYPE 579
DVM<m>:RESult[:ACTual]? 579
DVM<m>:RESult[:ACTual]:STATus? 580

DVM<m>:ENABle <VoltmeterEnable>

Enables and disables all configured meter measurements.

Suffix:
<m> 1..4
The suffix is irrelevant.

Parameter:
<VoltmeterEnable> ON | OFF
*RST: OFF

DVM<m>:SOURce <Source>

Selects an analog channel as the source of the selected meter measurement.

Suffix:
<m> 1..4
Sets the number of the meter measurement.

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4
CH3 and CH4 are only available with 4-channel instruments.

DVM<m>:TYPE <MeasurementType>

Sets the measurement type for the indicated DVM measurement.

Set `OFF` to disable the measurement.

Suffix:
<m> 1..4
Sets the number of the meter measurement.

Parameter:
<MeasurementType> DC | ACDCrms | ACRMs | OFF
DC: mean value of the signal
ACDCrms: RMS value of the signal (AC+DC RMS)
ACRMs: RMS value of the signal's AC component (AC RMS)
OFF: disables the selected meter measurement.
*RST: OFF

DVM<m>:RESult[:ACTual]?

Returns the current value of the selected meter measurement.

Suffix:
<m> 1..4
Sets the number of the meter measurement.

Beispiel:

```
DVM2:SOUR CH2
DVM2:TYPE DCRMs
DVM2:RES?
<-- 7.089E-01
```

An RMS measurement is performed on measurement place 2, on channel 2. The result is 708.9 mV.

Verwendung: Nur Abfrage

DVM<m>:RESult[:ACTual]:STATus?

Returns the result value and the status of the result.

The status is the decimal representation of a 4-bit register value:

- Bit 0 = 1: result is valid
- Bit 1 = 1: no result available
- Bit 2 = 1: clipping occurs
- Bit 3 = 1: no period found

Suffix:

<m> 1..4
Sets the number of the meter measurement.

Rückgabewerte:

<CurrentValue> Measured value

<Status> Decimal status value

Beispiel:

```
DVM:SOUR CH1
DVM:TYPE MEAN
DVM:RES:STAT?
<-- 4.968E-01,5
```

The result value of the mean measurement on channel 1 is 496.1 mV. The result status is 5 (decimal) = 0101 (binary). That means, the result is valid (bit 0 = 1), and the signal is clipped by the limits of the ADC range (bit 3 = 1).

Verwendung: Nur Abfrage

17.8.7 Trigger-Zähler

TCOunter:ENABle....580
TCOunter:SOURce....581
TCOunter:RESult[:ACTual]:FREQuency?....581
TCOunter:RESult[:ACTual]:PERiod?....581

TCOunter:ENABle <Enable>

Enables or disables the trigger counter measurements.

Parameter:
<Enable> ON | OFF

TCOunter:SOURce

Sets the measurement source for the counter.

Parameter:
<CounterSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | TRIGger
TRIGger: Trigger source
*RST: TRIG

TCOunter:RESult[:ACTual]:FREQuency?

Returns the frequency of the trigger source.

Rückgabewerte:
<FrequencyValue> Std.-einheit: Hz

Verwendung: Nur Abfrage

TCOunter:RESult[:ACTual]:PERiod?

Returns the period of the trigger source.

Rückgabewerte:
<PeriodValue> Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

17.8.8 Bode-Diagramm (Option R&S RTA-K36)

17.8.8.1 Bode-Diagramm-Einstellung

BPLot:ENABle 582
BPLot:AUToscale 582
BPLot:AMPLitude:PROFile:COUNt 582
BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:AMPLitude 582
BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:FREQuency 582
BPLot:AMPLitude:MODE 582
BPLot:FREQuency:DATA? 583
BPLot:FREQuency:STARt 583
BPLot:FREQuency:STOP 583
BPLot:INPut[:SOURce] 583
BPLot:MEASurement:DELay 583
BPLot:MEASurement:POINt[:DISPLAY] 584
BPLot:OUTPut[:SOURce] 584
BPLot:POINts:LOGarithmic 584

BPLot:REPeat 584
BPLot:RESet 584
BPLot:STATe 584

BPLot:ENABle

Enables the Bode plot diagram.

Parameter:
<PlotEnable> ON | OFF
*RST: OFF

BPLot:AUToscale

Sets the start and stop frequencies for the Bode plot automatically.

Verwendung: Ereignis

BPLot:AMPLitude:PROFile:COUNt

Sets the number of different points that you can define for the amplitude profile.

Parameter:
<NumberOfPoints> Bereich: 2 bis 16
Inkrement: 1
*RST: 4

BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:AMPLitude

Sets the amplitude of the specified point of the amplitude profile.

Parameter:
<AmplitudeMode>

BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:FREQuency

Sets the frequency of the specified point of the amplitude profile.

Parameter:
<Frequency>

BPLot:AMPLitude:MODE

Sets the amplitude mode.

Parameter:
<AmplitudeMode> CONStant | PROFil

CONStant
In the amplitude constant mode, there is a fixed amplitude for all frequencies.

PROFil
In the amplitude profile mode, you can define different amplitudes for different frequency.

*RST: CONS

BPLot:FREQuency:DATA?

Returns the data of the frequency waveform.

Parameter:
<FrequencyData>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:FREQuency:STARt

Sets the start frequency of the sweep for the Bode plot.

Parameter:
<StartFrequency> Bereich: 10 bis 25e6
Inkrement: 1
*RST: 100

BPLot:FREQuency:STOP

Sets the stop frequency of the sweep for the Bode plot.

Parameter:
<StopFrequency> Bereich: 10 bis 25e6
Inkrement: 1
*RST: 1e6

BPLot:INPut[:SOURce]

Selects the channel for the input signal of the DUT.

Parameter:
<InputSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4
*RST: CH1

BPLot:MEASurement:DELay

Sets a time delay, that the system waits before measuring the next point of the bode plot.

Parameter:
<MeasDelay> Bereich: 0 bis 10.0
Inkrement: 0.01
*RST: 0

BPLot:MEASurement:POINt[:DISPLAY]

Enables the display of the measurement points in the bode plot.

Parameter:

<PointDisplay> ON | OFF

BPLot:OUTPut[:SOURce]

Selects the channel for the output signal of the DUT.

Parameter:

<OutputSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4

*RST: CH2

BPLot:POINts:LOGarithmic

Sets the number of points per decade that are measured.

Parameter:

<PointsPerDecade> Bereich: 10 bis 500

Inkrement: 1

*RST: 10

BPLot:REPeat

Repeats the measurement, using the same parameters.

Parameter:

<RepeatedMeasurement> ON | OFF

*RST: OFF

BPLot:RESet

Deletes all test results.

Verwendung: Ereignis

BPLot:STATe

Starts the Bode plot measurement.

Parameter:

<PlotState> RUN | STOP

*RST: STOP

17.8.8.2 Diagrammeinstellung für das Bode-Diagramm

BPLot:GAIN:DATA?....585
BPLot:GAIN:ENABle....585
BPLot:GAIN:POSition....585
BPLot:GAIN:SCALe....585
BPLot:PHASe:DATA?....586
BPLot:PHASe:ENABle?....586
BPLot:PHASe:POSition?....586
BPLot:PHASe:SCALe?....586
BPLot:AMPLitude:ENABle....586
BPLot:AMPLitude:POSition....586
BPLot:AMPLitude:SCALe....587

BPLot:GAIN:DATA?

Returns the data of the gain waveform.

Parameter:
<GainData>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:GAIN:ENABle

Enables the gain waveform for the Bode plot.

Parameter:
<Enable> ON | OFF
*RST: ON

BPLot:GAIN:POSition

Sets the vertical position of the gain waveform in divisions.

Parameter:
<WaveformPosition> Bereich: -20.0 bis 20.0
Inkrement: 0.1
*RST: 3.0

BPLot:GAIN:SCALe

Sets the vertical scale for the gain waveform.

Parameter:
<WaveformScale> Bereich: 0.1 bis 20.0
Inkrement: 0.1
*RST: 20.0

BPLot:PHASe:DATA?

Returns the data of the phase waveform.

Parameter:
<PhaseData>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:PHASe:ENABle?

Enables the phase waveform for the Bode plot.

Parameter:
<Enable> ON | OFF
*RST: ON

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:PHASe:POSition?

Sets the vertical position of the phase waveform in divisions.

Parameter:
<WaveformPosition> Bereich: -20.0 bis 20.0
Inkrement: 0.1
*RST: 0.0

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:PHASe:SCALe?

Sets the vertical scale for the phase waveform.

Parameter:
<WaveformScale> Bereich: 0.1 bis 45.0
Inkrement: 0.1
*RST: 45.0

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:AMPLitude:ENABle

Enables the amplitude waveform for the Bode plot.

Parameter:
<Enable> ON | OFF
*RST: OFF

BPLot:AMPLitude:POSition

Sets the vertical position of the amplitude waveform in divisions.

Parameter:

<WaveformPosition>	Bereich:	-10.0 bis 10.0
	Inkrement:	0.1
	*RST:	-5.0

BPLot:AMPLitude:SCALe

Sets the vertical scale for the amplitude waveform.

Parameter:

<WaveformScale>	Bereich:	0.1 bis 2.0
	Inkrement:	0.001
	*RST:	1.0

17.8.8.3 Markertabelle

BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:FREQ?..... 587
BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:GAIN?..... 587
BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:PHASe?..... 588
BPLot:MARKer<m>:FREQuency..... 588
BPLot:MARKer<m>:GAIN?..... 588
BPLot:MARKer<m>:INDex..... 588
BPLot:MARKer<m>:PHASe?..... 588
BPLot:MARKer<m>:SSCReen..... 589

BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:FREQ?

Returns the delta value of the frequency between the two markers.

Suffix:

<m>	1..2 The suffix is irrelevant.

Parameter:
<FrequencyDifference>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:GAIN?

Returns the delta value of the gain between the two markers.

Suffix:

<m>	1..2 The suffix is irrelevant.

Parameter:
<GainDifference>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:PHASe?

Returns the delta value of the phase between the two markers.

Suffix:
<m> 1..2
The suffix is irrelevant.

Parameter:
<PhaseDifference>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:MARKer<m>:FREQuency

Returns the frequency for the specified marker.

Suffix:
<m> 1..2

Parameter:
<MarkerFrequency>

BPLot:MARKer<m>:GAIN?

Returns the gain for the specified marker.

Suffix:
<m> 1..2
Selects the marker number.

Parameter:
<PhaseValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:MARKer<m>:INDex

Returns the index for the specified marker.

Suffix:
<m> 1..2
Selects the marker number.

Parameter:
<Index>

BPLot:MARKer<m>:PHASe?

Returns the phase value for the specified marker.

Suffix:
<m> 1..2
Selects the marker number.

Parameter:
<GainValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BPLot:MARKer<m>:SSCReen

Resets the marker to their initial positions. This is helpful if the markers have disappeared from the display or need to be moved for a larger distance.

Suffix:
<m> 1..2

Verwendung: Ereignis

17.9 Ergebnisse dokumentieren

In diesem Kapitel werden Befehle beschrieben, mit denen Daten vom Gerät an einen Computer übertragen, Daten in eine Datei exportiert, Screenshots gedruckt und gespeichert und Messeinstellungen verwaltet werden.

- Übertragung von Messkurvendaten....589
- Messkurvendatenexport in Datei....601
- Screenshots....602
- Geräteinstellungen: Subsystem Mass MEMory....604

17.9.1 Übertragung von Messkurvendaten

In diesem Kapitel werden Datenübertragungsbefehle, die sich auf andere Befehle in verschiedenen Anwendungen des Geräts auswirken, und Übertragungsbefehle, die auf dieselbe Weise funktionieren, beschrieben.

17.9.1.1 Formateinstellungen

FORMat[:DATA]....589
FORMat:BORDer....591

FORMat[:DATA] <DataFormat>,<Accuracy>

Defines the format for data export with

- `CHANnel<m>:DATA?` auf Seite 591
- `CHANnel<m>:DATA:ENVelope?` auf Seite 593
- `CALCulate:MATH<m>:DATA?` auf Seite 595
- `REFCurve<m>:DATA?` auf Seite 596

Parameter:
<DataFormat> ASCii | REAL | UINTeger

ASCii
List of values, for example, 1.23,1.22,1.24,.. File format for waveform export is TXT.
<Accuracy> is 0 which means that the instrument selects the number of digits to be returned. The query returns ASC,0.

REAL
Binary format. <Accuracy> is 32. The query returns REAL,32. File format for waveform export is FLT.
The data is stored as binary data (Definite Length Block Data according to IEEE 488.2). Each waveform value is formatted in 32 Bit IEEE 754 Floating-Point-Format.
The schema of the result string is as follows:
`#41024<value1><value2>…<value n>` with:
`#4` = number of digits of the following number (= 4 in the example)
`1024` = number of following data bytes (= 1024 in the example)
`<value>` = 4-byte floating point values

UINTeger
Unsigned integer format, binary values with length 8 bit (1 byte per sample), 16 bit (2 bytes per sample) or 32 bit (4 bytes per sample): `UINT,8` or `UINT,16` or `UINT,32`. File format for waveform export is BIN.
The data range for `UINT,8` is 0 to 255, the data range for `UINT,16` is 0 to 65.535 and for `UINT,32` is $2^{32} - 1$.
The schema of the result string is the same as for REAL format.
For data conversion, you need the results of following commands:
`...:DATA:XORigin?`; `...:DATA:XINCrement?`; `..:DATA:Yorigin?`; `...:DATA:YINCrement?`; `...:DATA:YRESolution?`. They are described below in this chapter. The way of data conversion is described in Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446.
32 bit data is relevant for average waveforms if averaging 512 or 1024 waveforms. The resulting data is 17 bits long (512 waveforms) or 18 bit (1024 waveforms).

CSV
Only for waveform export in CSV files. List of comma-separated values, for example, 1.23,1.22,1.24,..
<Accuracy> is 0 which means that the instrument selects the number of digits to be returned. The query returns CSV,0.

*RST: ASC

<Accuracy> 0 | 8 | 16 | 32

Length of a data value in bit
0 - for ASC only
32 - for REAL
8 | 16 | 32 - for UINT

*RST: 0

Beispiel: Set the ASCII data format:
`FORM ASC`

Beispiel: Query for data format:
`FORM?`
`-> ASC,0`

Beispiel: Set the unsigned integer format, 16 bit data length:
`FORM UINT,16`

FORMat:BORDer <ByteOrder>

Defines the byte order for binary data export if `FORMat[:DATA]` is set to `REAL` or `UINT,16|32`.

Parameter:

<ByteOrder> MSBFirst | LSBFirst

MSBFirst
Big endian, most significant byte first

LSBFirst
Little endian, least significant byte first

*RST: MSBF

Beispiel: Messkurvendaten im echten Format lesen

ByteOrder	8 bit	16 bit	32 bit
MSBF	0xab	0xAB CD	0xAB CD 00 00
LSBF	not relevant	0xCD AB	0x00 00 CD AB

17.9.1.2 Analoge Kanäle

CHANnel<m>:DATA?..... 591
CHANnel<m>:DATA:HEADer?..... 592
CHANnel<m>:DATA:POINts..... 592
CHANnel<m>:DATA:ENVelope?..... 593
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:HEADer?..... 594

CHANnel<m>:DATA?

Returns the data of the analog channel waveform for transmission from the instrument to the controlling computer. The waveforms data can be used in MATLAB, for example.

To set the export format, use `FORMat[:DATA]` auf Seite 589.

To set the range of samples to be returned, use `CHANnel<m>:DATA:POINts`.

For envelope waveforms, use the `CHANnel<m>:DATA:ENVelope?` command.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Rückgabewerte:

<Data> List of values according to the format settings - the voltages of recorded waveform samples.

Beispiel:

```
FORM ASC
CHAN1:DATA?
-0.125000,-0.123016,-0.123016,-0.123016,
-0.123016,-0.123016,...
```

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.3, „Messkurvendaten im echten Format lesen“, auf Seite 446 and Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:HEADer?

Returns information on the channel waveform. For envelope waveforms, use the `CHANnel<m>:DATA:ENVelope:HEADer?` command.

Tabelle 17-1: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Record length of the waveform in Samples	120000
4	Number of values per sample interval, usually 1.	1

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<DataHeader> Comma-separated value list
Example: `-9.477E-008,9.477E-008,120000,1`

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:POINts <PointSelection>

As a setting, the command selects a range of samples that will be returned with `CHANnel<m>:DATA?` and `CHANnel<m>:DATA:ENVelope?`. As a query, it returns the number of returned samples for the selected range.

Depending on the current settings, the memory can contains more data samples than the screen is able to display. In this case, you can decide which data will be saved: samples stored in the memory or only the displayed samples.

Note: The sample range can only be changed in STOP mode. If the acquisition is running, DEF is always used automatically. If the acquisition has been stopped, data can be read from the memory, and all settings are available.

Suffix:

<m> 1..4
The command affects all channels, and the suffix is irrelevant.

Einstellparameter:

<PointSelection> DEFault | MAXimum | DMAXimum

Sets the range for data queries.

DEFault
Waveform points that are visible on the screen. At maximum waveform rate, the instrument stores more samples than visible on the screen, and DEF returns less values than acquired.

MAXimum
All waveform samples that are stored in the memory. Only available if acquisition is stopped.

DMAXimum
Display maximum: Waveform samples stored in the current waveform record but only for the displayed time range. At maximum waveform rate, the instrument stores more samples than visible on the screen, and DMAX returns more values than DEF. Only available if acquisition is stopped.

*RST: DEFault

Rückgabewerte:

<Points> Number of data points in the selected range.

Std.-einheit: Samples

Beispiel:

```
CHAN:DATA:POIN DEF
CHAN:DATA:POIN?;:CHAN2:DATA:POIN?
```
Returned values: `10416;10416`
```
CHAN:DATA:POIN DMAX
CHAN:DATA:POIN?;:CHAN2:DATA:POIN?
```
Returned values: `124992;124992`
```
CHAN:DATA:POIN MAX
CHAN:DATA:POIN?;:CHAN2:DATA:POIN?
```
Returned values: `4194302;4194302`

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.3, „Messkurvendaten im echten Format lesen“, auf Seite 446

CHANnel<m>:DATA:ENVelope?

Returns the data of the envelope. The envelope consists of two waveforms. The waveforms data can be used in MATLAB, for example.

Use this command only for envelope waveforms. For other channel waveforms use `CHANnel<m>:DATA?`.

To set the export format, use `FORMat[:DATA]`.

To set the range of samples to be returned, use `CHANnel<m>:DATA:POINts`.

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<EnvelopeData> List of values according to the format settings - the voltages of the envelope points. The list contains two values for each sample interval.

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:ENVelope:HEADer?

Returns information on the envelope waveform.

Use this command only for envelope waveforms. for all other channel waveforms use `CHANnel<m>:DATA:HEADer?`.

Tabelle 17-2: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Number of samples	120000
4	Number of values per sample interval. For envelope waveforms the value is 2.	2

Suffix:

<m> 1..4
Selects the input channel. The number of channels depends on the instrument.

Parameter:

<EnvelopeHeader> Comma-separated value list

Example: `-9.477E-008,9.477E-008,200000,2`

Verwendung: Nur Abfrage

17.9.1.3 Mathematische Messkurven

Beachten Sie neben den unten beschriebenen Befehlen auch folgende Befehle:

- `CALCulate:MATH<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `CALCulate:MATH<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599

- CALCulate:MATH<m>:DATA:YINCrement? auf Seite 600
- CALCulate:MATH<m>:DATA:YORigin? auf Seite 599
- CALCulate:MATH<m>:DATA:YRESolution? auf Seite 600

CALCulate:MATH<m>:DATA?

Returns the data of the math waveform points for transmission from the instrument to the controlling computer. The waveforms data can be used in MATHLAB, for example.

To set the export format, use FORMat[:DATA] auf Seite 589.

Suffix:
<m> 1..5

Rückgabewerte:
<Data> List of values according to the format settings - voltages, or magnitudes of a spectrum.

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:DATA:HEADer?

Returns information on the math waveform.

Tabelle 17-3: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Record length of the waveform in Samples	120000
4	Number of values per sample interval, usually 1.	1

Suffix:
<m> 1..5

Rückgabewerte:
<Header> Comma-separated value list
Example: -9.477E-008,9.477E-008,120000,1

Verwendung: Nur Abfrage

CALCulate:MATH<m>:DATA:POINts?

Returns the number of data samples that are returned with CALCulate:MATH<m>:DATA?.

Suffix:
<m> 1..5
Selects the math waveform.

Rückgabewerte:
<DataPoints> Number of data points

Verwendung: Nur Abfrage

17.9.1.4 Referenzmesskurven

Beachten Sie neben den unten beschriebenen Befehlen auch folgende Befehle:

- `REFCurve<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `REFCurve<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `REFCurve<m>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `REFCurve<m>:DATA:YORigin?` auf Seite 600
- `REFCurve<m>:DATA:YRESolution?` auf Seite 600

REFCurve<m>:DATA?

Returns the data of the reference waveform for transmission from the instrument to the controlling computer. The waveforms data can be used in MATLAB, for example.

To set the export format, use `FORMat[:DATA]` auf Seite 589.

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform, the internal reference storage.

Rückgabewerte:
<Data> List of values according to the format settings.

Verwendung: Nur Abfrage

REFCurve<m>:DATA:HEADer?

Returns information on the reference waveform.

Tabelle 17-4: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Record length of the waveform in Samples	200000
4	Number of values per sample interval, usually 1.	1

Suffix:
<m> 1..4
Selects the reference waveform, the internal reference storage.

Parameter:
<Header> Comma-separated value list
Example: `-9.477E-008,9.477E-008,200000,1`

Verwendung: Nur Abfrage

17.9.1.5 Masken

Beachten Sie neben den unten beschriebenen Befehlen auch folgende Befehle:

- `MASK:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `MASK:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `MASK:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `MASK:DATA:YORigin?` auf Seite 599
- `MASK:DATA:YRESolution?` auf Seite 600

MASK:DATA?

Returns the data of the mask. The mask consists of two limit curves.

To set the export format, use `FORMat[:DATA]` auf Seite 589.

Rückgabewerte:

<Data> List of values according to the format settings - the y-values of the mask points. The list contains two values for each sample interval.

Verwendung: Nur Abfrage

MASK:DATA:HEADer?

Returns information on the mask data that is delivered with `MASK:DATA?`.

Tabelle 17-5: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Number of samples	200000
4	Number of values per sample interval. For masks the value is 2.	2

Rückgabewerte:

<DataHeader> Comma-separated value list

Example: `-9.477E-008,9.477E-008,200000,2`

Verwendung: Nur Abfrage

17.9.1.6 Logikkanäle

Siehe Kapitel 17.13.1.3, „Logikkanäle - Messkurvendaten“, auf Seite 792

17.9.1.7 Parameter für Datenauswertung

Zur Analyse von Messkurvendaten benötigen Sie Parameter, die mit den folgenden Befehlen abgefragt werden.

Die Befehle in diesem Kapitel verwenden numerische Suffixe:

- CHANnel<m>: Wählt den analogen Eingangskanal, Bereich 1 | 2 oder 1...4, je nach Anzahl der Kanäle aus
- MATH<m>: Gibt die mathematische Messkurve an, Bereich 1..5
- DIGital<m>: Gibt den Logikkanal an, Bereich 0..15
- LOGic<p>: Gibt den Logiktastkopf an, Bereich 1..2
- BUS<b>: Gibt den Bus an, Bereich 1..4

CHANnel<m>:DATA:XORigin? ... 599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XORigin? ... 599
CALCulate:MATH<m>:DATA:XORigin? ... 599
MASK:DATA:XORigin? ... 599
LOGic<p>:DATA:XORigin? ... 599
DIGital<m>:DATA:XORigin? ... 599
REFCurve<m>:DATA:XORigin? ... 599
CHANnel<m>:DATA:XINCrement? ... 599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XINCrement? ... 599
CALCulate:MATH<m>:DATA:XINCrement? ... 599
MASK:DATA:XINCrement? ... 599
LOGic<p>:DATA:XINCrement? ... 599
DIGital<m>:DATA:XINCrement? ... 599
REFCurve<m>:DATA:XINCrement? ... 599
CHANnel<m>:DATA:YORigin? ... 599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YORigin? ... 599
CALCulate:MATH<m>:DATA:YORigin? ... 599
MASK:DATA:YORigin? ... 599
LOGic<p>:DATA:YORigin? ... 599
DIGital<m>:DATA:YORigin? ... 600
REFCurve<m>:DATA:YORigin? ... 600
CHANnel<m>:DATA:YINCrement? ... 600
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YINCrement? ... 600
CALCulate:MATH<m>:DATA:YINCrement? ... 600
MASK:DATA:YINCrement? ... 600
LOGic<p>:DATA:YINCrement? ... 600
DIGital<m>:DATA:YINCrement? ... 600
REFCurve<m>:DATA:YINCrement? ... 600
CHANnel<m>:DATA:YRESolution? ... 600
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YRESolution? ... 600
CALCulate:MATH<m>:DATA:YRESolution? ... 600
MASK:DATA:YRESolution? ... 600
LOGic<p>:DATA:YRESolution? ... 600
DIGital<m>:DATA:YRESolution? ... 600
REFCurve<m>:DATA:YRESolution? ... 600

CHANnel<m>:DATA:XORigin?
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XORigin?
CALCulate:MATH<m>:DATA:XORigin?
MASK:DATA:XORigin?
LOGic<p>:DATA:XORigin?
DIGital<m>:DATA:XORigin?
REFCurve<m>:DATA:XORigin?

Return the time of the first sample of the indicated waveform.

The commands are relevant for data conversion if binary data format is defined (`FORM UINT, 8|16|32`).

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<Xorigin> Time in s

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:XINCrement?
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XINCrement?
CALCulate:MATH<m>:DATA:XINCrement?
MASK:DATA:XINCrement?
LOGic<p>:DATA:XINCrement?
DIGital<m>:DATA:XINCrement?
REFCurve<m>:DATA:XINCrement?

Return the time difference between two adjacent samples of the indicated waveform.

The commands are relevant for data conversion if binary data format is defined (`FORM UINT, 8|16|32`).

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<Xincrement> Time in s

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:YORigin?
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YORigin?
CALCulate:MATH<m>:DATA:YORigin?
MASK:DATA:YORigin?
LOGic<p>:DATA:YORigin?

DIGital<m>:DATA:YORigin?
REFCurve<m>:DATA:YORigin?

Return the voltage value for binary value 0 of the indicated waveform.

The commands are relevant for data conversion if binary data format is defined (`FORM UINT, 8|16|32`).

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<Yorigin> Voltage in V

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:YINCrement?
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YINCrement?
CALCulate:MATH<m>:DATA:YINCrement?
MASK:DATA:YINCrement?
LOGic<p>:DATA:YINCrement?
DIGital<m>:DATA:YINCrement?
REFCurve<m>:DATA:YINCrement?

Return the voltage value per bit of the indicated waveform.

The commands are relevant for data conversion if binary data format is defined (`FORM UINT, 8|16|32`).

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<Yincrement> Voltage in V

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

CHANnel<m>:DATA:YRESolution?
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YRESolution?
CALCulate:MATH<m>:DATA:YRESolution?
MASK:DATA:YRESolution?
LOGic<p>:DATA:YRESolution?
DIGital<m>:DATA:YRESolution?
REFCurve<m>:DATA:YRESolution?

Return the vertical bit resolution of the indicated waveform.

The commands are relevant for data conversion if binary data format is defined (`FORM UINT, 8|16|32`).

Suffix:
<m> 1..4

Rückgabewerte:
<Yresolution> For default waveforms, the resolution is 8 bit.
If high resolution, average or filter are set for the waveform, the resolution is 16 bit.

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.4, „Messkurvendaten im Ganzzahlformat ohne Vorzeichen lesen“, auf Seite 446

Verwendung: Nur Abfrage

17.9.2 Messkurvendatenexport in Datei

EXPort:WAVeform:SOURce 601
EXPort:WFMSave:DESTination 601
EXPort:WAVeform:NAME 602
EXPort:WAVeform:SAVE 602

EXPort:WAVeform:SOURce <WaveformSource>

Defines the waveform to be exported.

Parameter:
<WaveformSource> CH1..4 | D70 | D158 | MA1 | RE1..4

CH1..4
Analog channels CH1 | CH2 | CH3 | CH4

D70
Pod 1, digital channels D0 to D7 are exported together

D158
Pod 2, digital channels D8 to D15 are exported together.

RE1..4
Reference waveforms RE1 | RE2 | RE3 | RE4

EXPort:WFMSave:DESTination

Defines the directory where waveforms are saved. The specified directory must exist before the command is sent.

Parameter:
<File> String parameter
String with directory path

Beispiel: `EXP:WFMS:DEST "/USB_FRONT/WFM"`
Sets the path for saved waveforms to USB flash drive.

EXPort:WAVeform:NAME <FileName>

Defines the path and filename for a waveform data file that will be saved with `EXPort:WAVeform:SAVE`. The data format and file extension is defined using `FORMat[:DATA]`.

The specified directory must exist before the command is sent (`MMEMory:MDIRectory`). Existing files will be overwritten.

You can also change the storage location, file name and/or file format manually in the [File] > „Waveforms“ menu. Remote control uses the recent settings.

Parameter:

<FileName> String parameter

Beispiel:

```
FORMAT CSV
EXPort:WAVeform:NAME "/USB_FRONT/WAVEFORMS/WFM01"
EXPort:WAVeform:SAVE
```

The waveform data is saved to `WFM01.CSV`. The folder `WAVEFORMS` must exist before the command is sent.

EXPort:WAVeform:SAVE

Executes saving a waveform, for which the path and filename have been defined by `EXPort:WAVeform:NAME`.

Verwendung: Ereignis

17.9.3 Screenshots

In diesem Kapitel werden Fernsteuerbefehle zum Speichern von Screenshots beschrieben.

EXPort:SCRSave:DESTination....602
MMEMory:NAME....603
HCOPy:CWINdow....603
HCOPy[:IMMediate]....603
HCOPy:DATA?....603
HCOPy:FORMat....604
HCOPy:LANGuage....604
HCOPy:SIZE:X?....604
HCOPy:SIZE:Y?....604
HCOPy:COLor:SCHeme....604

EXPort:SCRSave:DESTination

Defines the directory where screenshots are saved. The specified directory must exist before the command is sent.

Parameter:
<File> String parameter
String with directory path

Beispiel: `EXP:SCRS:DEST "/USB_FRONT/SCREEN"`
Sets the path for saved screenshots to USB flash drive.

MMEMory:NAME <file_name>

Defines the file name to store an image of the display with `HCOPy[:IMMediate]`.

Parameter:
<file_name> String parameter

Beispiel: see Kapitel 17.2.1.1, „Screenshots in Datei speichern“, auf Seite 444

HCOPy:CWINdow <CloseWindow>

If ON, open dialog boxes and menus are closed before the screenshot is saved. Thus, the waveforms and results are always visible on the screenshot.

Parameter:
<CloseWindow> ON | OFF
*RST: ON

HCOPy[:IMMediate]

Before starting, make sure that:

- The path for storage is defined correctly by `MMEMory:CDIRectory`
- The file name for storage is defined by `MMEMory:NAME`.

Beispiel: see Kapitel 17.2.1.1, „Screenshots in Datei speichern“, auf Seite 444

Verwendung: Ereignis

HCOPy:DATA?

Returns the data of the image file. The file format is defined using `HCOPy:LANGuage` (`BMP | PNG`)

Rückgabewerte:
<ScreenShot> 488.2 block data

Verwendung: Nur Abfrage

HCOPy:FORMat <Format>
HCOPy:LANGuage <Format>

Defines the format of the screenshot.

Parameter:

<Format> BMP | PNG | GIF

`BMP`: Windows Bitmap Format
`PNG`: Portable Network Graphic
GIF: Graphics interchange format

*RST: PNG

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.1, „Screenshots in Datei speichern“, auf Seite 444

HCOPy:SIZE:X?

Returns the number of horizontal pixels of the oscilloscope screen.

Rückgabewerte:

<Xsize> Numeric value

Verwendung: Nur Abfrage

HCOPy:SIZE:Y?

Returns the number of vertical pixels of the oscilloscope screen.

Rückgabewerte:

<Ysize> Numeric value

Verwendung: Nur Abfrage

HCOPy:COLor:SCHeme <ColorScheme>

Defines the color mode for screenshots.

Parameter:

<ColorScheme> COLor | GRAYscale | INVerted

INVerted inverts the colors of the output, i.e. a dark waveform is depicted on a white background.

*RST: COLor

Beispiel: see Kapitel 17.2.1.1, „Screenshots in Datei speichern“, auf Seite 444

17.9.4 Geräteinstellungen: Subsystem Mass MEMory

Mit Befehlen des Subsystems Mass MEMory kann auf die Speichermedien zugegriffen werden, um Geräteeinstellungen und Daten zu speichern und abzurufen.

Das R&S RTA4000 verfügt über folgende Speichereinheiten, die als Laufwerke bezeichnet werden:

- /INT: interner Speicher mit Standardverzeichnissen für jeden Datentyp
- /USB_FRONT: USB-Anschluss an der Frontplatte
- /USB_REAR: USB-Anschluss an der Rückseite

Allgemeine Computer- und Netzlaufwerke wie `C:`, `D:`, `\\server\share` sind nicht verfügbar.

Namenskonventionen

Die Namen von Dateien und Verzeichnissen müssen folgenden Regeln entsprechen:

- Es wird nur das 8.3-Format mit ASCI-Zeichen unterstützt.
- Sonderzeichen sind nicht zulässig.
- Verwenden Sie / (Schrägstrich) statt \ (umgekehrter Schrägstrich).

MMEMory:DRIVes?....605
MMEMory:MSIS....605
MMEMory:MDIRectory....606
MMEMory:CDIRectory....606
MMEMory:RDIRectory....606
MMEMory:DCATalog?....607
MMEMory:DCATalog:LENGth?....607
MMEMory:CATalog?....608
MMEMory:CATalog:LENGth?....608
MMEMory:COPY....609
MMEMory:MOVE....609
MMEMory:DELete....609
MMEMory:DATA....610
MMEMory:STORe:STATe....610
MMEMory:LOAD:STATe....611

MMEMory:DRIVes?

Returns the storage devices available on the R&S RTA4000.

Parameter:

<Drive> List of strings, for example, ""/INT"","/USB_FRONT""
/INT: internal storage
/USB_FRONT: USB connector on the front panel

Verwendung: Nur Abfrage

MMEMory:MSIS <Drive>

Changes the default storage location (drive).

Parameter:

<Drive> One of the available drives: /INT, or /USB_FRONT

Beispiel: `MMEM:MSIS '/USB_FRONT'`
Sets the USB flash drive connected to the front panel as storage location.

MMEMory:MDIRectory <DirectoryName>

Creates a new directory with the specified name.

Einstellparameter:
<DirectoryName> String parameter

Absolute path including the storage device, or relative to the current directory.

Beispiel: Create directory DATA on the front USB flash device, with absolute path:
`MMEM:MDIR "/USB_FRONT/DATA"`

Beispiel: Create directory JANUARY in the DATA directory, with relative path:
`MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA/"`
`MMEM:MDIR "JANUARY"`

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:CDIRectory <DirectoryName>

Specifies the current directory for file access. Before using the command, create the directory with `MMEMory:MDIRectory`.

Einstellparameter:
<DirectoryName> String parameter to specify the directory, including the storage device.

Beispiel: `MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA"`

Beispiel: Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

MMEMory:RDIRectory <DirectoryName>

Deletes the specified directory.

Note: All subdirectories and all files in the specified directory and in the subdirectories will be deleted!

You cannot delete the current directory or a superior directory. In this case, the instrument returns an execution error.

Einstellparameter:
<DirectoryName> String parameter, absolute path or relative to the current directory

Beispiel: `MMEM:RDIR "/INT/TEST"`
Deletes the directory TEST in the internal storage device, and all files and subdirectories in the directory.

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:DCATalog? <PathName>

Returns the subdirectories of the specified directory. The result corresponds to the number of strings returned by the `MMEMory:DCATalog:LENgth?` command.

Abfrageparameter:

<PathName> String parameter

Specifies the directory.

Rückgabewerte:

<FileEntry> String parameter

List of subdirectory strings separated by commas. If the specified directory does not have any subdirectory, the current and the parent directories are returned (`".,,0","..,,0"`)

Beispiel: Query for directories with absolute path:

```
MMEM:DCAT? "/USB_FRONT/*"
received ".,,0","..,,0","DATA,,0","DATA_NEW,,
0","SCREENSHOTS,,0"
MMEM:DCAT:LENG? "/USB_FRONT/*"
received 5
```

Beispiel: Query for directories in the current directory:

```
MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA/"
MMEM:DCAT? "*"
received ".,,0","..,,0","JANUARY,,0",
"FEBRUARY,,0"
MMEM:DCAT:LENG? "*"
received 4
```

Beispiel: Query with filter:

```
MMEM:DCAT? "/USB_FRONT/DA*"
received "DATA,,0","DATA_NEW,,0"
MMEM:DCAT:LENG? "/USB_FRONT/DA*"
received 2
```

Verwendung: Nur Abfrage

MMEMory:DCATalog:LENGth? <PathName>

Returns the number of directories in specified directory. The result corresponds to the number of strings returned by the `MMEMory:DCATalog?` command.

Abfrageparameter:

<PathName> String parameter

Specifies the directory.

Rückgabewerte:

<DirCount> Number of directories.

Beispiel: `MMEMory:DCATalog?`

Verwendung: Nur Abfrage

MMEMory:CATalog? <PathName>[,<Format>]

Returns the a list of files contained in the specified directory. The result corresponds to the number of files returned by the `MMEMory:CATalog:LENgth?` command.

Abfrageparameter:

<PathName> String parameter

Specifies the directory. A filter can be used to list, for example, only files of a given file type.

<Format> ALL | WTIMe

ALL: Extended result including file, date, time and attributes
WTIMe: Result including file, date, time

Rückgabewerte:

<UsedMemory> Total amount of storage currently used in the directory, in bytes.

<FreeMemory> Total amount of storage available in the directory, in bytes.

<FileEntry> String parameter

All files of the directory are listed with their file name, format and size in bytes.

Beispiel: Query for files in the DATA directory, with absolute path:

```
MMEM:CAT? "/USB_FRONT/DATA/*.*"
received: 511104,8633856,"MONDAY.TXT,,8",
"TUESDAY.CSV,,8"
```

Beispiel: Query for TXT files in the DATA directory, with relative path:

```
MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA"'
MMEM:CAT? "*.TXT"
received: 511104,8633856,"MONDAY.TXT,,8"
MMEM:CAT:LENGTH? "*.TXT"
received 1
```

Beispiel: Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

Verwendung: Nur Abfrage

MMEMory:CATalog:LENGth? <PathName>

Returns the number of files in the specified directory. The result corresponds to the number of files returned by the `MMEMory:CATalog?` command.

Abfrageparameter:

<PathName> String parameter

Directory to be queried, absolute or relative path

Rückgabewerte:

<Count> Number of files.

Beispiel: See examples under `MMEMory:CATalog?`.

Verwendung: Nur Abfrage

MMEMory:COPY <FileSource>,<FileDestination>

Copies data to another directory on the same or different storage device. The file name can be changed, too.

Einstellparameter:

<FileSource> String parameter

Name and path of the file to be copied

<FileDestination> String parameter

Name and path of the new file. If the file already exists, it is overwritten without notice.

Beispiel:

```
MMEM:COPY "/INT/SETTINGS/SET001.SET",
"/USB_FRONT/SETTINGS/TESTSET1.SET"
```

Beispiel: Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:MOVE <FileSource>,<FileDestination>

Moves an existing file to a new location.

Einstellparameter:

<FileSource> String parameter

Path and name of the file to be moved

<FileDestination> String parameter

Path and name of the new file

Beispiel:

```
MMEM:MOVE "/INT/SETTINGS/SET001.SET",
"/USB_FRONT/SETTINGS/SET001.SET"
```

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:DELete <FileSource>

Removes a file from the specified directory.

Einstellparameter:

<FileSource> String parameter

File name and path of the file to be removed. If the path is omitted, the specified file will be deleted in the current directory. Filters are not allowed.

Beispiel: Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:DATA <FileName>,<Data>

Writes data to the specified file in the current directory `MMEMory:CDIRectory`, or reads the data.

Parameter:

<Data> 488.2 block data

The block begins with character '#'. The next digit is the length of the length information, followed by this given number of digits providing the number of bytes in the binary data attached.

Einstell- und Abfrageparameter:

<FileName> String parameter containing the file name

Beispiel:

```
MMEM:DATA "abc.txt", #216This is the file
```

#2: the length infomation has two digits
16: the binary data has 16 bytes.

```
MMEM:DATA? "abc.txt"
received: #216This is the file
```

Beispiel: Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

MMEMory:STORe:STATe <StateNumber>,<FileName>

Saves the current device settings to the specified file in the current directory.

Einstellparameter:

<StateNumber>

Bereich:	1 bis 1
Inkrement:	0
*RST:	1

<FileName> String parameter

File name, with or without file extension

Beispiel:

```
MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA"'
MMEM:STOR:STAT 1,"MORNING.SET"
```

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

Verwendung: Nur Einstellung

MMEMory:LOAD:STATe <StateNumber>,<FileName>

Loads the device settings from the specified file in the current directory.

Einstellparameter:

<StateNumber> Bereich: 1 bis 1
Inkrement: 0
*RST: 1

<FileName> String parameter
File name, with or without file extension

Beispiel:
```
MMEM:CDIR "/USB_FRONT/DATA"'
MMEM:LOAD:STAT 1,"MORNING"
```

Beispiel: See Kapitel 17.2.1.2, „Einstellungsdaten speichern, kopieren und laden“, auf Seite 445

Verwendung: Nur Einstellung

17.10 Allgemeine Geräteeinstellung

- Anzeigeeinstellungen....611
- Systemeinstellungen....616
- LAN-Einstellungen....619
- USB-Einstellungen....621
- Triggerausgang....622
- Firmwareaktualisierung....623

17.10.1 Anzeigeeinstellungen

DISPlay:LANGuage....612
DISPlay:DTIMe....612
DISPlay:CLEar[:SCReen]....612
DISPlay:PERSistence:TYPE....612
DISPlay:PERSistence:TIME....612
DISPlay:PERSistence:CLEar....613
DISPlay:PERSistence[:STATe]....613
DISPlay:PERSistence:INFinite....613
DISPlay:DIALog:CLOSe....613
DISPlay:DIALog:MESSage....613
DISPlay:GRID:STYLe....614
DISPlay:INTensity:GRID....614
DISPlay:INTensity:WAVeform....614
DISPlay:PALette....614
DISPlay:STYLe....615
DISPlay:GRID:ANNotation[:ENABle]....615
DISPlay:GRID:ANNotation:TRACk....615

DISPlay:LANGuage <Language>

Selects the language in which the button labels and other screen information is displayed.

Parameter:

<Language> ENGLish | GERMan | FRENch | SPANish | RUSSian | SCHinese | TCHinese | JAPanese | KORean | ITALian | PORTuguese | CZECh | POLish

Supported languages are listed in the "Specifications" data sheet.

*RST: ENGL

DISPlay:DTIMe <DateTimeVisible>

Switches the date and time display in the upper right corner of the screen on or off.

Parameter:

<DateTimeVisible> ON | OFF

DISPlay:CLEar[:SCReen]

Deletes all waveforms and measurement results.

Verwendung: Ereignis

DISPlay:PERSistence:TYPE <Type>

Defines how long every new data point remains on the screen.

Parameter:

<Type> OFF | TIME | INFinite

OFF
Deactivates persistence.

TIME
Data points remain on the screen for the duration defined with `DISPlay:PERSistence:TIME`.

INF
Data points remain on the screen infinitely until persistence is set to OFF.

*RST: OFF

DISPlay:PERSistence:TIME <Time>

Persistence time if persistence is active (`DISPlay:PERSistence[:STATe]` is set to `TIME`.

Each new data point in the diagram area remains on the screen for the duration defined here. .

Parameter:

<Time> Persistence time

Bereich: 50e-3 bis 12.8
Inkrement: 50e-3
*RST: 50e-3
Std.-einheit: s

DISPlay:PERSistence:CLEar

Removes the displayed persistent waveform from the screen.

Verwendung: Ereignis

DISPlay:PERSistence[:STATe] <State>

Defines whether the waveform persists on the screen or whether the screen is refreshed continuously.

Parameter:

<State> ON | OFF

ON
The waveform persists for the time defined using `DISPlay:PERSistence:TIME`.

OFF
The waveform does not persist on the screen. Only the currently measured values are displayed.

*RST: OFF

DISPlay:PERSistence:INFinite <InfinitePersistence>

Sets the persistence time to infinite if `DISPlay:PERSistence[:STATe]` is ON. each new data point remains on the screen infinitely until this setting is changed or the persistence is cleared.

Parameter:

<InfinitePersistence> ON | OFF

*RST: OFF

DISPlay:DIALog:CLOSe

Closes an open message box.

Verwendung: Ereignis

DISPlay:DIALog:MESSage <MessageText>

Sends a message text to the instrument and displays it in a message box.

To close the message box, use `DISPlay:DIALog:CLOSe`.

Einstellparameter:

<MessageText> String

String that contains the message.

Beispiel:

```
DISP:DIAL:MESS 'My message'
DISP:DIAL:CLOS
```

Verwendung: Nur Einstellung

DISPlay:GRID:STYLe <Style>

Defines how the grid is displayed.

Parameter:

<Style> LINes | RETicle | NONE

LINes
Displays the grid as horizontal and vertical lines.

RETicle
Displays crosshairs instead of a grid.

NONE
No grid is displayed.

*RST: LIN

DISPlay:INTensity:GRID <Intensity>

Defines the brightness of the grid lines in the diagram.

Parameter:

<Intensity>
Bereich: 0 bis 100
Inkrement: 1
*RST: not available, *RST does not change the intensity
Std.-einheit: %

DISPlay:INTensity:WAVeform <Intensity>

Defines the brightness of the waveform lines in the diagram.

Parameter:

<Intensity>
Bereich: 0 bis 100
Inkrement: 1
*RST: not available, *RST does not change the intensity
Std.-einheit: %

DISPlay:PALette <Palette>

Sets the color and brightness of the displayed waveform samples depending on their cumulative occurance.

Parameter:

<Palette> NORMal | INVerse

NORMal
Values that occur frequently are brighter than rare values.

INVerse
Rare values are brighter than frequent values, inverse to the NORMal brightness.

FColor
Rare values are displayed in blue, while more frequent values are red and very frequent values are displayed in yellow or white, with various colors inbetween.

IFColor
Inverses the FColor setting: rare values are yellow or white while frequent values are blue.

*RST: NORM

DISPlay:STYLe <Style>

Defines how the waveform data is displayed

Parameter:
<Style> VECTors | DOTS

VECTors
Individual data points are connected by a line.

DOTS
Only the data points are displayed.

*RST: VECT

DISPlay:GRID:ANNotation[:ENABle] <State>

Enables or disables the display of scale values and units for the x-axis and y-axis at the grid lines.

Parameter:
<State> ON | OFF

*RST: ON

DISPlay:GRID:ANNotation:TRACk <State>

If enabled, the grid moves with the waveforms, if you change the waveform's position in horizontal or vertical direction.

If disabled, the grid remains centered on the display, if you change the waveform's position.

Parameter:
<State> ON | OFF

*RST: OFF

17.10.2 Systemeinstellungen

CALibration ... 616
CALibration:STATe? ... 616
SYSTem:NAME ... 616
SYSTem:DATE ... 617
SYSTem:TIME ... 617
SYSTem:COMMunicate:INTerface[:SELect] ... 617
SYSTem:BEEPer:CONTrol:STATe ... 617
SYSTem:BEEPer:ERRor:STATe ... 618
SYSTem:BEEPer:TRIG:STATe ... 618
SYSTem:BEEPer[:IMMediate] ... 618
SYSTem:SET ... 618
SYSTem:ERRor[:NEXT]? ... 618
SYSTem:ERRor:ALL? ... 618
SYSTem:PRESet ... 619
SYSTem:EDUCation:PRESet ... 619
SYSTem:DFPRint? ... 619
SYSTem:TREE? ... 619

CALibration

`Calibration` starts the self-alignment process. It can take several minutes. Consider your timeout settings.

`Calibration?` returns information on the state of the self-alignment. Return values ≠ 0 indicate an error.

Same as `*CAL?`.

Rückgabewerte:

<SelfAlignment> Numeric status indicator

CALibration:STATe?

Returns the overall state of the self-alignment.

Rückgabewerte:

<SelfAlignmentState> NOALignment | RUN | ERRor | OK | ABORt

NOALignment: no self-aligment was performed. Relevant for service operations.
RUN: self-aligment is running
ERRor: an error occured.
OK: self-aligment has been performed successfully
ABORt: self-aligment has been cancelled

Verwendung: Nur Abfrage

SYSTem:NAME

Defines an instrument name.

Parameter:
<Name> String with max. 20 characters

SYSTem:DATE <Year>,<Month>,<Day>

Specifies the internal date for the instrument.

Parameter:
<Year> Inkrement: 1
Std.-einheit: a

<Month> Bereich: 1 bis 12
Inkrement: 1

<Day> Bereich: 1 bis 31
Inkrement: 1
Std.-einheit: d

Verwendung: SCPI-konform

SYSTem:TIME <Hour>,<Minute>,<Second>

Specifies the internal time for the instrument.

Parameter:
<Hour> Bereich: 0 bis 23
Inkrement: 1
Std.-einheit: h

<Minute> Bereich: 0 bis 59
Inkrement: 1
Std.-einheit: min

<Second> Bereich: 0 bis 59
Inkrement: 1
Std.-einheit: s

Verwendung: SCPI-konform

SYSTem:COMMunicate:INTerface[:SELect]

Selects the interface for remote control and web browser access (ETHernet only).

Parameter:
<Interface> USB | ETHernet

SYSTem:BEEPer:CONTrol:STATe

Enables or disables a sound for general control events, e.g. changing the measurement type in the „Measure“ menu.

Parameter:
<ControlBeep> ON | OFF

SYSTem:BEEPer:ERRor:STATe

Enables or disables the beep if an error occurs.

Parameter:
<ErrorBeep> ON | OFF

SYSTem:BEEPer:TRIG:STATe

Enables or disables the beep if a trigger occurs.

Parameter:
<TriggerBeep> ON | OFF

SYSTem:BEEPer[:IMMediate]

Generates an immediate beep. You can use this command, for example, to locate the instrument.

Verwendung: Ereignis

SYSTem:SET <Setup>

Defines or queries the device settings that can be saved and load manually with [File] > „Device Settings“.

Parameter:
<Setup> 488.2 block data

Verwendung: SCPI-konform

SYSTem:ERRor[:NEXT]?

Returns the oldest item of the error/event queue and removes it from the queue.

Rückgabewerte:
<Error> Error/event_number,"Error/event_description>[;Device-dependent info]"

Beispiel: `0,"No error"`

Verwendung: Nur Abfrage
SCPI-konform

SYSTem:ERRor:ALL?

Returns a list of all error/event numbers and their description, and removes it from the error/event queue.

Rückgabewerte:

<ErrorList> List of ErrorFormat

List of: Error/event_number,"Error/event_description>[;Device-dependent info]"
If the queue is empty, the response is 0,"No error"

Verwendung: Nur Abfrage
SCPI-konform

SYSTem:PRESet

Resets the instrument to the default state, has the same effect as *RST.

Verwendung: Ereignis

SYSTem:EDUCation:PRESet

Deletes the password of the education mode.

Verwendung: Ereignis

SYSTem:DFPRint?

Returns the device footprint of the instrument. The device footprint contains the configuration of the instrument, installed modules, installed software and software licenses. This information is written in the device footprint xml file might be useful in case of maintenance or support request.

Rückgabewerte:

<DeviceFootprint> Block Data

Information as block data.

Verwendung: Nur Abfrage

SYSTem:TREE?

REturns a list of the implemented remote commands.

Rückgabewerte:

<SystemTree> List of commands

Verwendung: Nur Abfrage

17.10.3 LAN-Einstellungen

Die folgenden Befehle sind wirksam, wenn `SYSTem:COMMunicate:INTerface[:SELect]` auf `ETHernet` gesetzt ist.

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:DHCP 620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPADdress 620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:SUBNet 620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:GATeway 620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPPort 620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:VXIPort 621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:HTTPport 621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:TRANsfer 621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:MACaddress? 621

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:DHCP

Enables DHCP for automatic network parameter distribution.

Parameter:

<DHCP> ON | OFF

OFF

Use the following commands to specify connection parameters:

`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPADdress` auf Seite 620

`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:SUBNet` auf Seite 620

`SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:GATeway` auf Seite 620

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPADdress
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:SUBNet
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:GATeway

Return or specify.

- IP address of the instrument.
- IP subnet mask used by the instrument.
- IP gateway used by the instrument.

Parameter:

<FirstByte>	Bereich:	0 bis 255
	Inkrement:	1
<SecondByte>	Bereich:	0 bis 255
	Inkrement:	1
<ThirdByte>	Bereich:	0 bis 255
	Inkrement:	1
<FourthByte>	Bereich:	0 bis 255
	Inkrement:	1

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPPort <IPPort>

Returns or specifies the IP port number (default = 5025).

Parameter:
<IPPort> Bereich: 1024 bis 65535

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:VXIPort <VXIport>

Specifies the VXI-11 port number.

Parameter:
<VXIport> Bereich: 0 bis 65535
*RST: 1024

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:HTTPport <HTTPport>

Returns the HTTP port number.

Parameter:
<HTTPport> Bereich: 0 bis 65535
*RST: 80

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:TRANsfer <TransferMode>

Enables automatic transfer speed selection, or selects one of the predefined settings that corresponds to your network data rate.

Parameter:
<TransferMode> AUTO | FD10 | FD100 | HD10 | HD100

AUTO
Automatic transfer speed

FD10 | FD100 | HD10 | HD100
FD = full duplex, HD = half duplex
10 = 10 Mbps, 100 = 100 Mbps

SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:MACaddress?

Returns the instrument's media access control address.

Rückgabewerte:
<MACaddress> String data
String parameter

Verwendung: Nur Abfrage

17.10.4 USB-Einstellungen

Der folgende Befehl ist wirksam, wenn `SYSTem:COMMunicate:INTerface[:SELect]` auf `USB` gesetzt ist.

SYSTem:COMMunicate:INTerface:USB:CLASs

Selects the USB mode.

- USB TMC (Test & Measurement Class)
- USB VCP (Virtual Com Port)
- USB MTP (Media Transfer Protocol)

Parameter:

<USBClass> TMC | VCP | MTP

17.10.5 Triggerausgang

TRIGger:OUT:MODE....622
TRIGger:OUT:PLENgth....622
TRIGger:OUT:POLarity....622

TRIGger:OUT:MODE <OutputMode>

Defines which signals are generated at the [Aux Out] connector.

Parameter:

<OutputMode> OFF | TRIGger | REFerence | MASK

OFF
No output

TRIGger
Outputs a pulse when the instrument triggers.

REFerence
Outputs a 10 MHz reference frequency.

MASK
Outputs a pulse when a mask is violated. This function is only available if a mask is specified.

*RST: OFF

TRIGger:OUT:PLENgth <PulseLength>

Defines the pulse width of the pulse at the [Aux Out] front connector (at trigger event or mask viaolation).

Parameter:

<PulseLength> *RST: 1E-6

TRIGger:OUT:POLarity <Polarity>

Defines the polarity of the pulse at the [Aux Out] front connector (at trigger event or mask viaolation).

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative
*RST: POS

17.10.6 Firmwareaktualisierung

DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:OPEN 623
DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:DATA 623
DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:CLOSe 623
DIAGnostic:UPDate:INSTall 623

DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:OPEN <TransferItem>

Opens a data transfer for the firmware update file, and checks for errors.

Parameter:
<TransferItem> FIRMware

Beispiel: See Kapitel 17.2.2.2, „DIAGnostic:UPDdate:TRANsfer verwenden“, auf Seite 449

DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:DATA <Offset>,<Checksum>,<Data>

Sends the firmware update file data to the internal RAM of the instrument

Einstellparameter:
<Offset> Specifies the byte offset of the blockdata in the file.

<Checksum> CRC-16-CCITT type checksum calculated for the raw binary data in blockdata.

<Data> Block data is composed of a header #nm containing the length of the data followed by the data in raw binary format. Here, m is the length of the data in byte, and n is the number of digits in m.

Beispiel: See Kapitel 17.2.2.2, „DIAGnostic:UPDdate:TRANsfer verwenden“, auf Seite 449

Verwendung: Nur Einstellung

DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:CLOSe

Closes the file transfer.

Beispiel: See Kapitel 17.2.2.2, „DIAGnostic:UPDdate:TRANsfer verwenden“, auf Seite 449.

Verwendung: Ereignis

DIAGnostic:UPDate:INSTall <Path>

Starts the firmware update.

Einstellparameter:
<Path> Empty string

Beispiel: See Kapitel 17.2.2.2, „DIAGnostic:UPDdate:TRANsfer verwenden“, auf Seite 449

Verwendung: Nur Einstellung

17.11 Analyse serieller Bus

- Allgemein 624
- SPI (Option R&S RTA-K1) 626
- I²C (Option R&S RTA-K1) 639
- UART (Option R&S RTA-K2) 649
- CAN (Option R&S RTA-K3) 658
- LIN (Option R&S RTA-K3) 674
- Audio (Option R&S RTA-K5) 687
- MIL-1553 (Option R&S RTA-K6) 699
- ARINC 429 (Option R&S RTA-K7) 721

17.11.1 Allgemein

BUS<b>:TYPE 624
BUS<b>:STATe 624
BUS<b>:FORMat 625
BUS<b>:LABel 625
BUS<b>:LABel:STATe 625
BUS<b>:DSIGnals 625
BUS<b>:DSIZe 626
BUS<b>:POSition 626
BUS<b>:RESult 626

BUS<b>:TYPE <Type>

Defines the bus or interface type for analysis. All buses require special option to the instrument.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Type> PARallel | CPARallel | I2C | SPI | SSPI | UART | CAN | LIN | I2S | MILStd | ARINc

*RST: PARallel

BUS<b>:STATe <State>

Switches protocol decoding on or off.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

BUS<b>:FORMat <Format>

Sets the decoding format for the display on the screen.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Format> ASCii | HEXadecimal | BINary | DECimal | OCTal
*RST: HEX

BUS<b>:LABel <Label>

Defines an additional name label for the selected bus. The maximum name length is 8 characters, and only ASCII characters provided on the on-screen keypad can be used.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the bus.

Parameter:
<Label> String value

BUS<b>:LABel:STATe <State>

Displays or hides the bus label. The bus label is shown on the the right side of the display.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the bus.

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: ON

BUS<b>:DSIGnals <BitsSignals>

Displays the individual bit lines above the decoded bus line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitsSignals> ON | OFF
*RST: ON

BUS<b>:DSIZe <DisplaySize>

Sets the height of the decoded bus signal on the screen.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<DisplaySize> SMALl | MEDium | LARGe | DIV2 | DIV4

DIV2 | DIV4
2 or 4 divisions

SMALl | MEDium | LARGe
Size of indicated bus is smaller than 2 div.

*RST: MEDium

BUS<b>:POSition <Position>

Sets the vertical position of the decoded bus signal in divisions on the screen.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Position> Bereich: 5 bis -5
Inkrement: 0.02
*RST: -3.5
Std.-einheit: DIV

BUS<b>:RESult <ShowResultTable>

Displays or hides the table of decode results.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ShowResultTable> ON | OFF

17.11.2 SPI (Option R&S RTA-K1)

Das SPI-Protokoll (Serial Peripheral Interface) wird für die Kommunikation mit langsamen Peripheriegeräten verwendet, insbesondere zur Übertragung von Datenströmen.

SPI (no CS) ist eine vereinfachte SPI-Konfiguration ohne Chip-Select-Leitung.

Zur vollen Unterstützung der Protokolle SPI (mit CS) und SPI (kein CS) ist ein Vierkanalmodell des Geräts erforderlich.

- SPI (mit CS) - Konfiguration....627
- SPI (kein CS) - Konfiguration....630
- SPI - Trigger....633
- SPI - Decodierergebnisse....635

17.11.2.1 SPI (mit CS) - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:SPI...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:SPI:CS:SOURce....627
BUS<b>:SPI:CS:POLarity....627
BUS<b>:SPI:CLOCk:SOURce....628
BUS<b>:SPI:CLOCk:POLarity....628
BUS<b>:SPI:DATA:SOURce....628
BUS<b>:SPI:MOSI:SOURce....628
BUS<b>:SPI:MISO:SOURce....628
BUS<b>:SPI:DATA:POLarity....629
BUS<b>:SPI:MOSI:POLarity....629
BUS<b>:SPI:MISO:POLarity....629
BUS<b>:SPI:BORDer....629
BUS<b>:SPI:SSIZe....630

BUS<b>:SPI:CS:SOURce <Source>

Selects the input channel of the chip select line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15
*RST: CH1

BUS<b>:SPI:CS:POLarity <Polarity>

Selects whether the chip select signal is high active (high = 1) or low active (low = 1).

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive = high active
NEGative = low active

*RST: NEGative

BUS<b>:SPI:CLOCk:SOURce <Source>

Selects the input channel of the clock line.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

*RST: CH1

BUS<b>:SPI:CLOCk:POLarity <Polarity>

Selects if data is stored with the rising or falling slope of the clock. The slope marks the begin of a new bit.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive: rising slope
NEGative: falling slope

*RST: POS

BUS<b>:SPI:DATA:SOURce <Source>
BUS<b>:SPI:MOSI:SOURce <MosiSource>

Selects the input channel of the MOSI / MISO line.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<MosiSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

*RST: CH1

BUS<b>:SPI:MISO:SOURce <MisoSource>

Selects the input channel of the optional MISO line.

Suffix:

<b> 1 | 3. Bus 2 or 4 is not available if the MISO source is used on bus 1 or 3, respectively.

Parameter:
<MisoSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | NONE | D0..D15
*RST: NONE

BUS<b>:SPI:DATA:POLarity <Polarity>

Selects whether transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the data line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative
POSitive = high active
NEGative = low active
*RST: POSitive

BUS<b>:SPI:MOSI:POLarity <MosiPolarity>

Selects if transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the MOSI/MISO line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MosiPolarity> ACTLow | ACTHigh
*RST: ACTH

BUS<b>:SPI:MISO:POLarity <MisoPolarity>

Selects whether transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the MISO line.

Suffix:
<b> 1 | 3. Bus 2 or 4 is not available if the MISO source is used on bus 1 or 3, respectively.

Parameter:
<MisoPolarity> ACTLow | ACTHigh
*RST: ACTH

BUS<b>:SPI:BORDer <BitOrder>

Defines if the data of the messages starts with MSB (most significant bit) or LSB (least significant bit).

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitOrder> MSBFirst | LSBFirst
*RST: MSBFirst

BUS<b>:SPI:SSIZe <SymbolSize>

Sets the word length, the number of bits in a message.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<SymbolSize> Bereich: 4 bis 32
Inkrement: 1
*RST: 8
Std.-einheit: Bit

17.11.2.2 SPI (kein CS) - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:SSPI...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:SSPI:CLOCk:SOURce....630
BUS<b>:SSPI:CLOCk:POLarity....631
BUS<b>:SSPI:DATA:SOURce....631
BUS<b>:SSPI:MOSI:SOURce....631
BUS<b>:SSPI:MISO:SOURce....631
BUS<b>:SSPI:DATA:POLarity....631
BUS<b>:SSPI:MOSI:POLarity....632
BUS<b>:SSPI:MISO:POLarity....632
BUS<b>:SSPI:BITime....632
BUS<b>:SSPI:BORDer....632
BUS<b>:SSPI:SSIZe....633

BUS<b>:SSPI:CLOCk:SOURce <Source>

Selects the input channel of the clock line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15
CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.
*RST: CH1

BUS<b>:SSPI:CLOCk:POLarity <Polarity>

Selects if data is stored with the rising or falling slope of the clock. The slope marks the begin of a new bit.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive: rising slope
NEGative: falling slope

*RST: POSitive

BUS<b>:SSPI:DATA:SOURce <Source>
BUS<b>:SSPI:MOSI:SOURce <MosiSource>

Selects the input channel of the MOSI / MISO line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MosiSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

*RST: CH1

BUS<b>:SSPI:MISO:SOURce <MisoSource>

Selects the input channel of the optional MISO line.

Suffix:
<b> 1 | 3. Bus 2 or 4 is not available if the MISO source is used on bus 1 or 3, respectively.

Parameter:
<MisoSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | NONE | D0..D15

*RST: NONE

BUS<b>:SSPI:DATA:POLarity <Polarity>

Selects whether transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the data line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive = high active
NEGative = low active

*RST: POSitive

BUS<b>:SSPI:MOSI:POLarity <MosiPolarity>

Selects if transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the MOSI/MISO line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MosiPolarity> ACTLow | ACTHigh
*RST: ACTH

BUS<b>:SSPI:MISO:POLarity <MisoPolarity>

Selects whether transmitted data is high active (high = 1) or low active (low = 1) on the MISO line.

Suffix:
<b> 1 | 3. Bus 2 or 4 is not available if the MISO source is used on bus 1 or 3, respectively.

Parameter:
<MisoPolarity> ACTLow | ACTHigh
*RST: ACTH

BUS<b>:SSPI:BITime <BurstIdleTime>

Within the idle time the data and clock lines are low. A new frame begins when the idle time has expired and the clock line has been inactive during that time. If the time interval between the data words is shorter than the idle time, the words are part of the same frame.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BurstIdleTime> Bereich: 16e-9 bis 838.832e-6
Inkrement: 16e-9
*RST: 100e-6
Std.-einheit: s

BUS<b>:SSPI:BORDer <BitOrder>

Defines if the data of the messages starts with MSB (most significant bit) or LSB (least significant bit).

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitOrder> MSBFirst | LSBFirst
*RST: MSBFirst

BUS<b>:SSPI:SSIZe <SymbolSize>

Sets the word length, the number of bits in a message.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<SymbolSize>
Bereich: 4 bis 32
Inkrement: 1
*RST: 8
Std.-einheit: Bit

17.11.2.3 SPI - Trigger

To configure the protocol trigger, make sure to set first:

- `TRIGger:A:TYPE` to `BUS`
- `TRIGger:A:SOURce` to `SBUS1 | SBUS2`

TRIGger:A:SOURce:SPI....633
TRIGger:A:SPI:MODE....633
TRIGger:A:SPI:PATTern....634
TRIGger:A:SPI:PLENgth....634
TRIGger:A:SPI:POFFset....634

TRIGger:A:SOURce:SPI <SpiSource>

Selects the MOSI or the MISO line as trigger source. Only relevant, if both lines are used and configured.

Parameter:
<SpiSource> MOSI | MISO

TRIGger:A:SPI:MODE <Mode>

Specifies the trigger mode for the SPI protocols (with and without CS).

Parameter:
<Mode> BSTart | BEND | NTHBit | PATTern

BSTart
Burst start, sets the trigger event to the start of the frame. The frame starts when the chip select signal CS changes to the active state.

BEND
Burst end, sets the trigger event to the end of the message.

NTHBit
Sets the trigger event to the specified bit number. To define the bit number, use `TRIGger:A:SPI:POFFset`.

PATTern
Sets the trigger event to a serial pattern. To define the pattern, use `TRIGger:A:SPI:PATTern`.
For a complete configuration of the pattern mode, you also have to set `TRIGger:A:SPI:PLENgth` and `TRIGger:A:SPI:POFFset`.

*RST: BSTart

TRIGger:A:SPI:PATTern <DataPattern>

Defines the bit pattern as trigger condition. The pattern length is adjusted to the number of bits defined in the pattern.

Parameter:
<DataPattern> String with max. 32 characters (4 byte + 8 bit) . Characters 0, 1 and X are allowed.

Beispiel:
```
TRIG:A:SPI:PATT "0011XXXX0110"
```
Sets a 12bit pattern.

TRIGger:A:SPI:PLENgth <PatternLength>

Returns the number of bits in the previously defined bit pattern (`TRIGger:A:SPI:PATTern`). The command can also be used to shorten a previously defined bit pattern.

Parameter:
<PatternLength>
Bereich: 1 bis 32
Inkrement: 1
*RST: 4

Beispiel:
```
TRIG:A:SPI:PATT "0011XXXX0110"
TRIG:A:SPI:PLEN?
12
TRIG:A:SPI:PLEN 4
TRIG:A:SPI:PATT?
"0011"
```

TRIGger:A:SPI:POFFset <PatternBitOffset>

Sets the number of bits before the first bit of the pattern.

Parameter:
<PatternBitOffset> Number of ignored bits
Bereich: 0 bis 4095
Inkrement: 1
*RST: 0

17.11.2.4 SPI - Decodierergebnisse

In allen `BUS<b>:SPI...`- und `BUS<b>:SSPI...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:SPI:FCOunt?....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STATus?....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STARt?....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STOP?....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MOSI?....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MISO?....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WCOunt?....637
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STARt?....637
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STOP?....637
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MOSI?....638
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MISO?....638

BUS<b>:SPI:FCOunt?

Returns the number of decoded frames.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STATus?

Returns the overall state of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<Status> OK | INCFirst | INCLast | INSufficient

INCFirst
First frame is incomplete

INCLast
Last frame is incomplete

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<StartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<StopTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MOSI?

Returns the data words of the specified frame of the MOSI line.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<DataMosi> List of decimal values of data bytes

Beispiel:
```
BUS:SPI:FRAM3:DATA:MOSI?
-> 94,177,171,60,242,219,100,0
```

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MISO?

Returns the data words of the specified frame of the MISO line.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<DataMiso> List of decimal values of data bytes

Beispiel:
```
BUS:SPI:FRAM3:DATA:MISO?
-> 94,177,171,60,242,219,100,0
```

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WCOunt?

Returns the number of words in the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<WordCount> Number of words

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STARt?

Returns the start time of the specified data word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:
<StartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STOP?

Returns the end time of the specified data word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:
<StopTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MOSI?

Returns the data value of the specified word on the MOSI line.

Use this command if only one line is defined.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n)

<o> *
Selects the word number (1...o)

Rückgabewerte:
<Data> Decimal value of the data word

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MISO?

Returns the data value of the specified word on the optional MISO line.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n)

<o> *
Selects the word number (1...o)

Rückgabewerte:
<Data> Decimal value of the data word

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.3 I²C (Option R&S RTA-K1)

Inter-Integrated Circuit ist ein einfaches Protokoll mit geringer Bandbreite und Geschwindigkeit für die Kommunikation zwischen On-Board-Geräten, z. B. in LCD- und LED-Treibern, RAM, EEPROM und anderen.

- I²C - Konfiguration....639
- I²C - Trigger....640
- I²C - Decodierergebnisse....642

17.11.3.1 I²C - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:I2C...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:I2C:CLOCk:SOURce....639
BUS<b>:I2C:DATA:SOURce....639

BUS<b>:I2C:CLOCk:SOURce <Source>

Sets the input channel to which the clock line is connected.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH1

BUS<b>:I2C:DATA:SOURce <Source>

Sets the input channel to which the data line is connected.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH1

17.11.3.2 I²C - Trigger

To configure the protocol trigger, make sure to set first:

- `TRIGger:A:TYPE` to `BUS`
- `TRIGger:A:SOURce` to `SBUS1 | SBUS2`

TRIGger:A:I2C:MODE 640
TRIGger:A:I2C:ACCess 640
TRIGger:A:I2C:AMODe 641
TRIGger:A:I2C:ADDRess 641
TRIGger:A:I2C:PATTern 641
TRIGger:A:I2C:PLENgth 642
TRIGger:A:I2C:POFFset 642

TRIGger:A:I2C:MODE <Mode>

Specifies the trigger mode for I²C.

Parameter:

<Mode> STARt | RESTart | STOP | MACKnowledge | PATTern

STARt
Start of the message. The start condition is a falling slope on SDA while SCL is high.

RESTart
Restarted message. The restart is a repeated start condition.

STOP
End of the message. The stop condition is a rising slope on SDA while SCL is high.

MACKnowledge
Missing acknowledge. If the transfer failed, at the moment of the acknowledge bit the SCL and the SDA lines are both on high level.

PATTern
Triggers on a set of trigger conditions: read or write access of the master, to an address, or/and to a bit pattern in the message.
For a complete configuration of the pattern mode, you have to set:
`TRIGger:A:I2C:ACCess` (read/write access), and
`TRIGger:A:I2C:AMODe` and `TRIGger:A:I2C:ADDRess` (address), and/or
`TRIGger:A:I2C:POFFset` and `TRIGger:A:I2C:PLENgth` and `TRIGger:A:I2C:PATTern` (pattern)

*RST: STARt

TRIGger:A:I2C:ACCess <Access>

Toggles the trigger condition between Read and Write access of the master.

Parameter:

<Access> READ | WRITe

*RST: READ

TRIGger:A:I2C:AMODe <AdrMode>

Sets the lenght of the slave address.

Parameter:

<AdrMode> NORMal | EXTended

NORMal: 7 bit address
EXTended: 10 bit address

*RST: NORMal

TRIGger:A:I2C:ADDRess <AddressString>

Sets the address of the slave device. The address can have 7 bits or 10 bits.

Parameter:

<AddressString> String with max. 7 or 10 characters, depending on the address length. Characters 0, 1, and X are allowed, but X cannot be assigned to a specified bit. If at least one X occurs in the address, the complete address is set to X.

Beispiel:

```
TRIG:A:I2C:AMOD NORM
TRIG:A:I2C:ADDR "1011"
TRIG:A:I2C:ADDR?
```

Return value (7bit address): `"0001011"`

Beispiel:

```
TRIG:A:I2C:AMOD EXT
TRIG:A:I2C:ADDR "10X1"
TRIG:A:I2C:ADDR?
```

Return value (10bit address): `"XXXXXXXXXX"`

TRIGger:A:I2C:PATTern <DataPattern>

Defines the bit pattern as trigger condition. Make sure that the correct pattern length has been defined before with `TRIGger:A:I2C:PLENgth`.

Parameter:

<DataPattern> String with max. 24 characters (3 byte * 8 bit). Characters 0, 1, and X are allowed. X can be assigned to a specified bit. If you define a pattern shorter than the pattern length, the missing LSB are filled with X. If you define a pattern longer than the pattern length, the pattern string is not valid

Beispiel:

```
TRIG:A:I2C:PLEN 2
TRIG:A:I2C:PATT "10X10000XXXX1111"
TRIG:A:I2C:PATT?
```

Return value (2 bytes): `"10X10000XXXX1111"`

Beispiel:

```
TRIG:A:I2C:PLEN 1
TRIG:A:I2C:PATT "110"
TRIG:A:I2C:PATT?
```

Return value (1 byte): "110XXXXX"

TRIGger:A:I2C:PLENgth <PatternLength>

Defines how many bytes are considered in the trigger condition. To set the pattern for these bytes, use `TRIGger:A:I2C:PATTern`.

Parameter:

<PatternLength> Number of bytes

Bereich: 1 bis 3
Inkrement: 1
*RST: 1

TRIGger:A:I2C:POFFset <PatternByteOffset>

Sets the number of bytes before the first byte of interest, relating to the end of the address bytes.

Parameter:

<PatternByteOffset> Number of ignored bytes

Bereich: 0 bis 4095
Inkrement: 1
*RST: 0

17.11.3.3 I²C - Decodierergebnisse

In allen `BUS<b>:I2C...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:I2C:FCOunt? 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:DATA? 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STATus? 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STARt? 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STOP? 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AACCess? 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACCess? 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACOMplete? 645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADBStart? 645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADDRess? 645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADEVice? 646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AMODe? 646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ASTart? 646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BCOunt? 647
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACCess? 647
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACKStart? 647

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:COMPlete?.....648
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:STARt?.....648
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?.....649

BUS<b>:I2C:FCOunt?

Returns the number of received frames.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:DATA?

Returns the data words of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<DataWords> Comma-separated list of decimal values of the data bytes.

Beispiel: `BUS:I2C:FRAM2:DATA?`
returns four data bytes:
`-> 69,158,174,161`

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STATus?

Returns the overall state of the frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<State> INComplete | OK | UNEXpstop | INSufficient | ADDifferent

INComplete
The frame is not completely contained in the acquisition.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<StartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<EndTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AACCess?

Returns the address acknowledge bit value for the indicated frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<Acknowledge> INComplete | ACK | NACK | EITHer

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACCess?

Returns the transfer direction - read or write access from master to slave.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<Access> INComplete | READ | WRITE | EITHer | UNDF

INComplete
The frame is not completely contained in the acquisition.

UNDF
Access is not defined.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACOMplete?

Returns the state of the address.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<AddressComplete> ON | OFF

ON
Address was received completely.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADBStart?

Returns the start time of the address acknowledge bit.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<AckStartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADDRess?

Returns the decimal address value of the indicated frame **including** the R/W bit.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<AddressValue> Decimal value

Bereich: 0 bis 2047
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADEVice?

Returns the decimal address value of the indicated frame **without** R/W bit.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<SlaveAddress> Decimal value

Bereich: 0 bis 1023
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AMODe?

Returns the address length.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<AddressMode> BIT7 | BIT10

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ASTart?

Returns the start time of the address for the indicated frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<StartTime>	Bereich:	depends on sample rate, record length, and time base
	Inkrement:	depends on the time base
	Std.-einheit:	s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BCOunt?

Returns the number of data bytes in the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame.

Rückgabewerte:

<ByteCount im Frame>	Number of words (bytes)

Beispiel:

```
BUS:I2C:FRAM2:BCO?
-> 4
```

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACCess?

Returns the acknowledge bit value of the specified data byte.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame.
<o>	* Selects the byte number.

Rückgabewerte:

<Acknowledge>	INComplete | ACK | NACK | EITHer

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACKStart?

Returns the start time of the acknowledge bit of the specified byte.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame.

<o> *
Selects the byte number.

Rückgabewerte:
<AckStartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:COMPlete?

Returns the state of the byte.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the byte number.

Rückgabewerte:
<ByteComplete> ON | OFF

ON
Data byte was received completely.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:STARt?

Returns the start time of the specified data byte.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the byte number.

Rückgabewerte:
<StartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?

Returns the decimal value of the specified byte.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame.
<o>	* Selects the byte number.

Rückgabewerte:

<ByteValue>	Decimal value Bereich: 0 bis 255 Inkrement: 1
Beispiel:	`BUS:I2C:FRAM2:BYTE2:VAL?` `-> 158`
Verwendung:	Nur Abfrage

17.11.4 UART (Option R&S RTA-K2)

Die UART-Schnittstelle (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) wandelt ein Datenwort in serielle Daten um und umgekehrt.

- UART - Konfiguration 649
- UART - Trigger 652
- UART -Decodierergebnisse 654

17.11.4.1 UART - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:UART...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:UART:RX:SOURce 650
BUS<b>:UART:DATA:SOURce 650
BUS<b>:UART:TX:SOURce 650
BUS<b>:UART:POLarity 650
BUS<b>:UART:DATA:POLarity 650
BUS<b>:UART:SSIZe 651
BUS<b>:UART:PARity 651
BUS<b>:UART:SBIT 651
BUS<b>:UART:BAUDrate 652
BUS<b>:UART:BITime 652

BUS<b>:UART:RX:SOURce <Source>
BUS<b>:UART:DATA:SOURce <Source>

Selects the input channel of the data line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH1

BUS<b>:UART:TX:SOURce <Source>

Selects the input channel of the transmitter TX line.

Suffix:
<b> 1 | 3. Bus 2 or 4 is not available if the TX source is used on bus 1 or 3, respectively.

Parameter:
<TxSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | NONE | D0..D15

NONE
Disables the optional TX line.

*RST: NONE

BUS<b>:UART:POLarity <IdleState>

Defines the logic levels of the bus. The idle state corresponds to a logic 1, and the start bit to a logic 0. If both RX and TX lines are used, the setting affects both lines.

Alternative command for `BUS<b>:UART:DATA:POLarity`

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<IdleState> IDLLow | IDLHigh

IDLLow: idle low, low = 1
IDLHigh: idle high, high = 1

*RST: IDLH

BUS<b>:UART:DATA:POLarity <Polarity>

Defines if the transmitted data on the bus is high (high = 1) or low (low = 1) active. If both RX and TX lines are used, the setting affects both lines.

Alternative command for `BUS<b>:UART:POLarity` .

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative

POSitive = high active
NEGative = low active

*RST: POS

BUS<b>:UART:SSIZe <SymbolSize>

Sets the number of data bits in a message.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<SymbolSize> Bereich: 5 bis 9
Inkrement: 1
*RST: 8
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:UART:PARity <Parity>

Defines the optional parity bit that is used for error detection.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the bus.
Note: SPI and UART protocols occupy two bus lines.

Parameter:
<Parity> ODD | EVEN | NONE

*RST: NONE

BUS<b>:UART:SBIT <StopBitNumber>

Sets the stop bits.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the bus.
Note: SPI and UART protocols occupy two bus lines.

Parameter:
<StopBitNumber> B1 | B1_5 | B2

1 stop bit, 1.5 stop bits or 2 stop bits are possible.

*RST: B1

BUS<b>:UART:BAUDrate <Baudrate>

Sets the number of transmitted bits per second.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Baudrate> Bereich: 100 bis 78.1E6
Inkrement: 100
*RST: 115200
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:UART:BITime <BurstIdleTime>

Sets the minimal time between two data frames (packets), that is, between the last stop bit and the start bit of the next frame.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BurstIdleTime> Bereich: Range depends on the bus configuration, mainly on bit rate and symbol size.
Std.-einheit: s

17.11.4.2 UART - Trigger

To configure the protocol trigger, make sure to set first:

- `TRIGger:A:TYPE` to `BUS`
- `TRIGger:A:SOURce` to `SBUS1 | SBUS2`

TRIGger:A:SOURce:UART 652
TRIGger:A:UART:MODE 652
TRIGger:A:UART:PATTern 653
TRIGger:A:UART:PLENgth 653
TRIGger:A:UART:POFFset 654

TRIGger:A:SOURce:UART <UartSource>

Selects the transmitter or receiver line as trigger source.

Parameter:
<UartSource> RX | TX

TRIGger:A:UART:MODE <Mode>

Specifies the trigger mode for UART/RS-232 interfaces.

See also: „UART-Triggereinstellungen“ auf Seite 295.

Parameter:

<Mode> BSTart | SBIT | NTHSymbol | SYMBol | PATTern | PRERror | SPERror | BREak

BSTart
Burst start. Sets the trigger to the begin of a data frame. The frame start is the first start bit after the idle time.

SBIT
Start bit. The start bit is the first low bit after a stop bit.

NTHSymbol
Sets the trigger to the n-th symbol of a burst.

SYMBol
Triggers if a pattern occurs in a symbol at any position in a burst.

PATTern
Triggers on a serial pattern at a defined position in the burst.
To define the pattern, use `TRIGger:A:UART:PLENgth` and `TRIGger:A:UART:PATTern`.
To define the position, use `TRIGger:A:UART:POFFset`.

PRERror
Parity Error: Triggers if a bit error occured in transmission.

FERRor
Triggers on frame error.

BREak
Triggers if a start bit is not followed by a stop bit within a defined time. During the break the stop bits are at low state.

*RST: SBIT

TRIGger:A:UART:PATTern <DataPattern>

Defines the bit pattern as trigger condition.

Parameter:

<DataPattern> Binary pattern with max. 32 bit. Characters 0, 1, and X are allowed.

*RST: 1 = "00000001"

TRIGger:A:UART:PLENgth <PatternLength>

Defines how many symbols build up the serial pattern.

Parameter:

<PatternLength> Number of symbols

Bereich: 1 bis 4
Inkrement: 1
*RST: 1

TRIGger:A:UART:POFFset <PatternByteOffset>

Sets the number of symbols before the first symbol of the pattern.

Parameter:

<PatternByteOffset> Number of ignored symbols

Bereich: 0 bis 4095
Inkrement: 1
*RST: 0

17.11.4.3 UART -Decodierergebnisse

In allen `BUS<b>:UART...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:UART:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:RX:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:TX:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:SOURce?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:RXValue?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:TXValue?....658
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658

BUS<b>:UART:FCOunt?
BUS<b>:UART:RX:FCOunt?
BUS<b>:UART:TX:FCOunt?

Suffix:

<b> 1..4

Rückgabewerte:

<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STARt?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STARt?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STARt?

Return the start time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<TxFrameStart> Time in s, range depends on sample rate, record length, and time base

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STOP?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STOP?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STOP?

Return the end time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<TxFrameStop> Time in s, range depends on sample rate, record length, and time base

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STATe?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STATe?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STATe?

Returns the status of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<TxFrameState> STER | SPER | PRER | BRE | OK | INS

STER: start error, no start bit found.
SPERr: stop error, no stop condition found.
PRER: parity error, which indicates a transmission error.
BRE: break condition found. A start bit is not followed by a stop bit, and the data line remains at logic 0 for longer than a UART word.
OK: the frame is valid.
INS: the frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WCOunt?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WCOunt?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WCOunt?

Returns the number of symbols in the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4
<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:
<WordCount> Number of words (symbols, characters)

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:SOURce?

Returns the line on which the specified word was transferred.

Suffix:
<b> 1..4
<n> *
Selects the frame.
<o> *
Selects the word.

Rückgabewerte:
<Source> TX or RX

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?

Returns the status of the specified symbol (word).

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:

<Status> OK | FRSTart | FRENd | FRMError | STERror | SPERror | PRERror | INSufficient | BREak

`OK`: the frame is valid.
`FRSTart`: frame start not found
`FRENd`: frame end not found
`FRMError`: error in frame
`STERror`: start error, no start bit found.
`SPERror`: stop error, no stop condition found.
`PRERror`: parity error, which indicates a transmission error.
`INSufficient`: the frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.
`BREak`: break condition found. A start bit is not followed by a stop bit, and the data line remains at logic 0 for longer than a UART word.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?

Returns the start time of the specified symbol (word).

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:

<StartTime>
Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?

Returns the end time of the specified symbol (word).

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:

<StopTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:RXValue?
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:TXValue?
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?

Return the value of the specified symbol (word) on the Rx line and Tx line, respectively.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame.

<o> *
Selects the word number.

Rückgabewerte:

<Value> Bereich: 0 bis 511
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.5 CAN (Option R&S RTA-K3)

CAN steht für Controller Area Network, ein Bussystem, das in der Automotive-Netzwerkarchitektur verwendet wird.

- CAN - Konfiguration 659
- CAN - Trigger 660
- CAN - Decodierergebnisse 664
- CAN - Suche 670

17.11.5.1 CAN - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:CAN...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:CAN:DATA:SOURce 659
BUS<b>:CAN:TYPE 659
BUS<b>:CAN:SAMPlepoint 660
BUS<b>:CAN:BITRate 660

BUS<b>:CAN:DATA:SOURce <Source>

Sets the source of the data line. All channel waveforms can be used.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

Logic channels D0..D15 are available if MSO option R&S RTA-B1 is installed.

*RST: CH1

BUS<b>:CAN:TYPE <SignalType>

Selects the CAN-High or CAN-Low line. CAN uses both lines for differential signal transmission.

If you measure with a differential probe, connect the probe to both CAN-H and CAN-L lines, and set the type CANH.

If you use a single-ended probe, connect the probe to either CAN_L or CAN_H, and select the type accordingly.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<SignalType> CANH | CANL

*RST: CANH

BUS<b>:CAN:SAMPlepoint <SamplePoint>

Sets the position of the sample point within the bit in percent of the nominal bit time.

See also: „Abtastpunkt“ auf Seite 301.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:

<SamplePoint>	Bereich:	10 bis 90
	Inkrement:	1
	*RST:	50
	Std.-einheit:	%

BUS<b>:CAN:BITRate <BitRate>

Sets the number of transmitted bits per second.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:

<BitRate>	Bereich:	100 bis 5,04E06
	Inkrement:	Depends on the bit rate value
	*RST:	50E03
	Std.-einheit:	Bit/s

17.11.5.2 CAN - Trigger

To configure the protocol trigger, make sure to set first:

- `TRIGger:A:TYPE` to `BUS`
- `TRIGger:A:SOURce` to `SBUS1 | SBUS2`

TRIGger:A:CAN:TYPE....661
TRIGger:A:CAN:FTYPe....661
TRIGger:A:CAN:ITYPe....661
TRIGger:A:CAN:ICONdition....662
TRIGger:A:CAN:IDENtifier....662
TRIGger:A:CAN:DCONdition....662
TRIGger:A:CAN:DLC....662
TRIGger:A:CAN:DATA....663
TRIGger:A:CAN:ACKerror....663
TRIGger:A:CAN:BITSterror....663
TRIGger:A:CAN:CRCerror....663
TRIGger:A:CAN:FORMerror....664

TRIGger:A:CAN:TYPE <TriggerType>

Specifies the trigger mode for CAN.

Parameter:

<TriggerType> STOFrame | EOFrame | ID | IDDT | FTYPe | ERRCondition

STOFrame
Start of frame

EOFrame
End of frame

ID
Sets the trigger to a specific message „Kennung“ or an „Kennung“ range.
Specify the identifier with `TRIGger:A:CAN:ITYPe`, `TRIGger:A:CAN:ICONdition` and `TRIGger:A:CAN:IDENtifier`.

IDDT
Sets the trigger to a combination of „Adresse und Daten“ condition. The instrument triggers at the end of the last byte of the specified data pattern.
Specify the „Kennung“ (see `ID`), and the „Daten“ with `TRIGger:A:CAN:DLC`, `TRIGger:A:CAN:DCONdition` and `TRIGger:A:CAN:DATA`.

FTYPe
Triggers on a specified „Frame“.
Specify the frame type with `TRIGger:A:CAN:FTYPe`.

ERRCondition
Identifies various errors in the frame.
Specify the „Fehler“ with `TRIGger:A:CAN:ACKerror`, `TRIGger:A:CAN:BITSterror`, `TRIGger:A:CAN:CRCerror` and `TRIGger:A:CAN:FORMerror`.

*RST: STOF

TRIGger:A:CAN:FTYPe <FrameType>

Specifies the frame type to be triggered on if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `FTYPe`.

Parameter:

<FrameType> DATA | REMote | ERRor | OVERload | ANY

*RST: ERR

TRIGger:A:CAN:ITYPe <IdentifierType>

Selects the length of the identifier: 11 bit for CAN base frames, or 29 bits for CAN extended frames.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ID`, `IDDT`, or `FTYPe` (data and remote frames).

Parameter:
<IdentifierType> B11 | B29 | ANY

ANY: use if the identifier length is not relevant. Not available for trigger type `ID`.

*RST: B11

TRIGger:A:CAN:ICONdition <IdentifierCondition>

Sets the comparison condition: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant, if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ID` or `IDDT`.

Parameter:
<IdentifierCondition> EQUual | NEQual | GTHan | LTHan

*RST: EQ

TRIGger:A:CAN:IDENtifier <Identifier>

Defines the identifier pattern. The pattern length is defined with `TRIGger:A:CAN:ITYPe`.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ID` or `IDDT`.

Parameter:
<Identifier> String containing binary pattern with 11 bit or 29 bit. Characters 0, 1, and X are allowed.

TRIGger:A:CAN:DCONdition <DataCondition>

Sets the comparison condition for data: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:
<DataCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan

*RST: EQ

TRIGger:A:CAN:DLC <DataLength>

Defines the length of the data pattern - the number of bytes in the pattern.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:

<DataLength>	Bereich:	0 bis 8
	Inkrement:	1
	*RST:	1
	Std.-einheit:	Byte

TRIGger:A:CAN:DATA <Data>

Defines the data pattern. The number of bytes in the data pattern is defined with `TRIGger:A:CAN:DLC`.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:

<Data>	String containing binary pattern with max. 64 bit. Characters 0, 1, and X are allowed. Make sure to enter complete bytes.

TRIGger:A:CAN:ACKerror <AcknowledgeError>

Triggers on acknowledgement errors. An acknowledgement error occurs when the transmitter does not receive an acknowledgment - a dominant bit during the Ack Slot.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<AcknowledgeError>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

TRIGger:A:CAN:BITSterror <BitStuffingError>

Triggers on bit stuffing errors.

See also: „Stopfbit“ auf Seite 304.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<BitStuffingError>	ON | OFF	
	*RST:	ON

TRIGger:A:CAN:CRCerror <CRCerror>

Triggers on errors in the Cyclic Redundancy Check.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<CRCerror>	ON | OFF	
	*RST:	OFF

TRIGger:A:CAN:FORMerror <FormError>

Triggers on form errors. A form error occurs when a fixed-form bit field contains one or more illegal bits.

The command is relevant if `TRIGger:A:CAN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<FormError> ON | OFF

*RST: OFF

17.11.5.3 CAN - Decodierergebnisse

In allen `BUS<b>:CAN...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:CAN:FCOunt? 664
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:TYPE? 664
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STATus? 665
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STARt? 665
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STOP? 666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DATA? 666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKState? 666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKValue? 666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSSTate? 667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSValue? 667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCState? 667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCValue? 668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDSTate? 668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDTYpe? 668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDValue? 668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BSEPosition? 669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BCOunt? 669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe? 669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue? 670

BUS<b>:CAN:FCOunt?

Returns the number of received frames.

Suffix:

<b> 1..4

Rückgabewerte:

<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:TYPE?

Returns the type of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<FrameType> DATA | REMote | ERR | OVLD
Data, remote, error or overload frame

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STATus?

Returns the overall state of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<FrameStatus> OK | BTST | CRCD | ACKD | CRC | EOFD | NOACk | INSufficient
OK: frame is valid.
BTST: bit stuffing error occured
CRCD: wrong CRC delimiter occured
ACKD: Wrong ACK delimiter occured
CRC: cyclic redundancy check failed
EOFD: wrong end of frame
NOACk: acknowlegde is missing
INSufficient: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<StartTime> Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<StopTime>	Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DATA?

Returns the data words of the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<FrameData>	Comma-separated list of decimal values of the data bytes.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKState?

Returns the state of the acknowledge field.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<AcknowledgeState>	OK | UNDF UNDF: Undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKValue?

Returns the value of the acknowledge field.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<AcknowledgeValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSSTate?

Returns the state of the checksum.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ChecksumState> OK | UNDF
UNDF: Undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSValue?

Returns the checksum value.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ChecksumValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCState?

Returns the state of the data length code.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<DLCState> OK | UNDF
UNDF: Undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCValue?

Returns the number of data bytes in the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<DLCValue>	Non-negative integer

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDSTate?

Returns the state of the identifier.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<IdentifierState>	OK | UNDF UNDF: Undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDTYpe?

Returns the length of the identifier: 11 bits for CAN base frames, 29 bits for CAN extended frames.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<IdentifierType>	ANY | B11 | B29

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDValue?

Returns the identifier of the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<IdentifierValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BSEPosition?

Returns the position of the bit stuffing error in the specified frame (if available).

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ErrorPosition> *RST: 0
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BCOunt?

Returns the number of data bytes in the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ByteCount> Number of words (bytes)

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe?

Returns the state of the specified data byte.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

<o> *
Selects the byte number (1...m).

Rückgabewerte:
<ByteStatus> OK | UNDF
UNDF: Undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?

Returns the decimal value of the specified byte.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

<o> *
Selects the byte number (1...m).

Rückgabewerte:

<ByteValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.5.4 CAN - Suche

SEARch:PROTocol:CAN:CONDition 670
SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe 671
SEARch:PROTocol:CAN:ACKerror 671
SEARch:PROTocol:CAN:BITSterror 672
SEARch:PROTocol:CAN:CRCerror 672
SEARch:PROTocol:CAN:FORMerror 672
SEARch:PROTocol:CAN:FTYPe 672
SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe 672
SEARch:PROTocol:CAN:ICONdition 673
SEARch:PROTocol:CAN:IDENtifier 673
SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth 673
SEARch:PROTocol:CAN:DCONdition 673
SEARch:PROTocol:CAN:DATA 674

SEARch:PROTocol:CAN:CONDition <SearchCondition>

Sets the event or combination of events to be searched for. Depending on the selected event, further settings are required.

Parameter:

<SearchCondition> FRAMe | ERRor | IDENtifier | IDData | IDERror

FRAMe
Search for a frame type. Set the frame type with `SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe`.

ERRor
Search for errors of one or more error types. Set the error types with `SEARch:PROTocol:CAN:ACKerror`, `SEARch:PROTocol:CAN:BITSterror`, `SEARch:PROTocol:CAN:CRCerror` and `SEARch:PROTocol:CAN:FORMerror`.

IDENtifier
Search for identifier.
Specifiy the identifier with `SEARch:PROTocol:CAN:FTYPe`, `SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe`, `SEARch:PROTocol:CAN:ICONdition` and `SEARch:PROTocol:CAN:IDENtifier`.

IDData
Search for identifier and data.
Set the identifier (see IDENtifier) and the data with `SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth`, `SEARch:PROTocol:CAN:DCONdition` and `SEARch:PROTocol:CAN:DATA`.

IDERror
Search for errors that occur with a specified identifier.
Set the identifier (see IDENtifier) and the errors to be found (see ERRor)

*RST: FRAM

SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe <Frame>

Selects the frame type to be searched for.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `FRAMe`.

Parameter:
<Frame> SOF | EOF | OVERload | ERRor | DTA11 | DTA29 | REM11 | REM29

SOF: start of frame
EOF: end of frame
OVERload: overload frame
ERRor: error frame
DTA11: data frame with 11bit identifier
DTA29: data frame with 29bit identifier
REM11: remote frame with 11bit identifier
REM29: remote frame with 29bit identifier

*RST: SOF

SEARch:PROTocol:CAN:ACKerror <AcknowledgeError>

Searches for acknowledgement errors. An acknowledgement error occurs when the transmitter does not receive an acknowledgment - a dominant bit during the Ack Slot.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:
<AcknowledgeError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:CAN:BITSterror <BitStuffingError>

Searches for bit stuffing errors.

See also: „Stopfbit“ auf Seite 304.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<BitStuffingError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:CAN:CRCerror <CRCerror>

Searches for errors in the Cyclic Redundancy Check.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<CRCerror> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:CAN:FORMerror <FormError>

Searches for form errors. A form error occurs when a fixed-form bit field contains one or more illegal bits.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<FormError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:CAN:FTYPe <FrameType>

Specifies the frame type to be searched for if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDENtifier`.

Parameter:

<FrameType> DATA | REMote | ANY

SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe <IdType>

Selects the length of the identifier: 11 bit for CAN base frames, or 29 bits for CAN extended frames.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDENtifier`, `IDData`, or `IDERror`.

Parameter:

<IdType> B11 | B29

*RST: B11

SEARch:PROTocol:CAN:ICONdition <IdCondition>

Sets the comparison condition for the identifier: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDENtifier`, `IDData`, or `IDERror`.

Parameter:

<IdCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan

*RST: EQU

SEARch:PROTocol:CAN:IDENtifier <Identifier>

Defines the identifier pattern. The pattern length is defined with `SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe`.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDENtifier`, `IDData`, or `IDERror`.

Parameter:

<Identifier> String containing binary pattern with max. 29 bit. Characters 0, 1, and X are allowed.

SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth <DataLength>

Defines the length of the data pattern - the number of bytes in the pattern.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:

<DataLength> Bereich: 0 bis 8
Inkrement: 1
*RST: 1
Std.-einheit: Byte

SEARch:PROTocol:CAN:DCONdition <DataCondition>

Sets the comparison condition for data: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:
<DataCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
*RST: EQU

SEARch:PROTocol:CAN:DATA <Data>

Defines the data pattern. The pattern length is defined with `SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth`.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:CAN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:
<Data> String containing binary pattern with max. 64 bit. Characters 0, 1, and X are allowed. Make sure to enter complete bytes.

17.11.6 LIN (Option R&S RTA-K3)

LIN (Local Interconnect Network) ist ein einfaches, kostengünstiges Bussystem, das in Automotive-Netzwerkarchitekturen verwendet wird.

Hinweis: SPI- und UART-Protokolle belegen zwei Busleitungen (Bus 1 und 2 oder Bus 3 und 4). Wird einer dieser Busse konfiguriert, verringert sich die Anzahl der Busse (Suffix <b>). Bus 2 und/oder Bus 4 ist nicht verfügbar.

- LIN - Konfiguration 674
- LIN - Trigger 675
- LIN - Decodierergebnisse 678
- LIN - Suche 684

17.11.6.1 LIN - Konfiguration

Start the bus configuration with the threshold setting. Use one of the following commands:

- `CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 461
- `CHANnel<m>:THReshold` auf Seite 461

In allen `BUS<b>:LIN...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:LIN:DATA:SOURce 674
BUS<b>:LIN:POLarity 675
BUS<b>:LIN:STANdard 675
BUS<b>:LIN:BITRate 675

BUS<b>:LIN:DATA:SOURce <Source>

Sets the source of the data line. All channel waveforms can be used.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..D15

*RST: CH1

BUS<b>:LIN:POLarity <Polarity>

Defines the idle state of the bus. The idle state is the recessive state and corresponds to a logic 1.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<Polarity> IDLHigh | IDLLow

IDLHigh: Low active, negative polarity
IDLLow: High active, positive polarity

*RST: IDLL

BUS<b>:LIN:STANdard <Standard>

Selects the version of the LIN standard that is used in the DUT. The setting mainly defines the checksum version used during decoding.

The most common version is LIN 2.x. For mixed networks, or if the standard is unknown, set the LIN standard to AUTO.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<Standard> V1X | V2X | J2602 | AUTO

*RST: V1X

BUS<b>:LIN:BITRate <BitRate>

Sets the number of transmitted bits per second.

Suffix:

<b> 1..4

Parameter:

<BitRate> Bereich: 100 bit/s to 5 Mbit/s
*RST: 9,6E03
Std.-einheit: Bit/s

17.11.6.2 LIN - Trigger

To configure the protocol trigger, make sure to set first:

- `TRIGger:A:TYPE` to `BUS`

- `TRIGger:A:SOURce` to `SBUS1 | SBUS2`

TRIGger:A:LIN:TYPE 676
TRIGger:A:LIN:CHKSerror 676
TRIGger:A:LIN:IPERror 677
TRIGger:A:LIN:SYERror 677
TRIGger:A:LIN:ICONdition 677
TRIGger:A:LIN:IDENtifier 677
TRIGger:A:LIN:DATA 677
TRIGger:A:LIN:DCONdition 678
TRIGger:A:LIN:DLENgth 678

TRIGger:A:LIN:TYPE <TriggerType>

Specifies the trigger mode for LIN.

Parameter:

<TriggerType> SYNC | WKFRame | ID | IDDT | ERRCondition

SYNC
Start of frame, triggers on the stop bit of the sync field.

WKFRame
Triggers after a wakeup frame.

ID
Sets the trigger to a specific identifier or an identifier range.
Set the identifier with `TRIGger:A:LIN:ICONdition` and `TRIGger:A:LIN:IDENtifier`.

IDDT
Set the identifier (see ID) and the data with `TRIGger:A:LIN:DLENgth`, `TRIGger:A:LIN:DCONdition` and `TRIGger:A:LIN:DATA`.

ERRCondition
Identifies various errors in the frame. You can select one or more error types as trigger condition.
Select the error types with `TRIGger:A:LIN:CHKSerror`, `TRIGger:A:LIN:IPERror` and `TRIGger:A:LIN:SYERror`.

*RST: SYNC

TRIGger:A:LIN:CHKSerror <ChecksumError>

Triggers on a checksum error. The checksum verifies the correct data transmission. It is the last byte of the frame response. The checksum includes not only the data but also the protected identifier (PID).

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<ChecksumError> ON | OFF

*RST: ON

TRIGger:A:LIN:IPERror <IdParityError>

Triggers on a parity error. Parity bits are the bits 6 and 7 of the identifier. They verify the correct transmission of the identifier.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<IdParityError> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:A:LIN:SYERror <SyncError>

Triggers if synchronization caused an error.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `ERRCondition`.

Parameter:

<SyncError> ON | OFF

*RST: OFF

TRIGger:A:LIN:ICONdition <IdentifierCondition>

Sets the comparison condition for the identifier: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `ID` or `IDDT`.

Parameter:

<IdentifierCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan

*RST: EQ

TRIGger:A:LIN:IDENtifier <Identifier>

Defines the identifier pattern.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `ID` or `IDDT`.

Parameter:

<Identifier> String containing binary pattern. Characters 0, 1, and X are allowed. Enter the 6 bit identifier without parity bits, not the protected identifier.

TRIGger:A:LIN:DATA <Data>

Defines the data pattern. The number of bytes in the data pattern is defined with `TRIGger:A:LIN:DLENgth`.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:

<Data> String containing binary pattern with max. 64 bit. Characters 0, 1, and X are allowed. Make sure to enter complete bytes.

TRIGger:A:LIN:DCONdition <DataCondition>

Sets the comparison condition for data: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:

<DataCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan

*RST: EQ

TRIGger:A:LIN:DLENgth <DataLength>

Defines the length of the data pattern - the number of bytes in the pattern.

The command is relevant if `TRIGger:A:LIN:TYPE` is set to `IDDT`.

Parameter:

<DataLength> Bereich: 1 bis 8
Inkrement: 1
*RST: 1
Std.-einheit: Byte

17.11.6.3 LIN - Decodierergebnisse

In allen `BUS<b>:LIN...`-Befehlen gibt das Suffix <b> den Bus an.

BUS<b>:LIN:FCOunt? 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:DATA? 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STATus? 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STARt? 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STOP? 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSSTate? 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSValue? 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDPValue? 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDSTate? 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDValue? 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYSTate? 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYValue? 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:VERSion? 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BCOunt? 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe? 683
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue? 683

BUS<b>:LIN:FCOunt?

Returns the number of received frames of the active LIN bus.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:DATA?

Returns the data bytes of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<FrameData> Comma-separated list of decimal values of the data bytes.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STATus?

Returns the overall state of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<FrameStatus> OK | UART | CHCKsum | PRERror | SYERror | WAKeup | INSufficient | ERR | LENer

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<StartTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<StopTime> Bereich: depends on sample rate, record length, and time base
Inkrement: depends on the time base
Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSSTate?

Returns the checksum state of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<ChecksumState> OK | ERR | UNDF
ERR: error
UNDF: undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSValue?

Returns the checksum value.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ChecksumValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDPValue?

Returns the parity value.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<IdentifierParityValue>Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDSTate?

Returns the identifier state of the selected frame.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<IdentifierState> OK | PRERror | UVAL | INSufficient

PRERror: parity error
UVAL: unexpected value
INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The decoded part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDValue?

Returns the identifier value (address)

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<IdentifierValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYSTate?

Returns the state of the sync field for the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<SyncFieldState>	OK | ERR | UNDF ERR: error UNDF: undefined

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYValue?

Returns the value of the synchronization field.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<SyncFieldValue>	Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:VERSion?

Returns the version of the LIN standard for the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	* Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:

<FrameVersion>	V1X | V2X | UNK UNK: Unknown

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BCOunt?

Returns the number of data bytes in the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

Rückgabewerte:
<ByteCount> Number of words (bytes)

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe?

Returns the state of the specified data byte.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

<o> *
Selects the byte number (1...o).

Rückgabewerte:
<ByteStatus> OK | INS | UART

INS
Insufficient, the byte is not completely contained in the acquisition.

UART
At least one UART error occured. LIN uses UART words without parity bit.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?

Returns the decimal value of the specified byte.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *
Selects the frame (1...n).

<o> *
Selects the byte number (1...o).

Rückgabewerte:
<ByteValue> Decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.6.4 LIN - Suche

SEARch:PROTocol:LIN:CONDition 684
SEARch:PROTocol:LIN:FRAMe 684
SEARch:PROTocol:LIN:IPERror 685
SEARch:PROTocol:LIN:CHKSerror 685
SEARch:PROTocol:LIN:SYERror 685
SEARch:PROTocol:LIN:ICONdition 685
SEARch:PROTocol:LIN:IDENtifier 686
SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth 686
SEARch:PROTocol:LIN:DCONdition 686
SEARch:PROTocol:LIN:DATA 686

SEARch:PROTocol:LIN:CONDition <SearchCondition>

Sets the event or combination of events to be searched for. Depending on the selected event, further settings are required.

Parameter:

<SearchCondition> FRAMe | ERRor | IDENtifier | IDData | IDERror

FRAMe
Search for a frame type.
Set the frame type with `SEARch:PROTocol:LIN:FRAMe`.

ERRor
Search for errors of one or more error types.
Set the error types with `SEARch:PROTocol:LIN:CHKSerror` , `SEARch:PROTocol:LIN:IPERror` and `SEARch:PROTocol:LIN:SYERror`.

IDENtifier
Search for identifier.
Specifiy the identifier with `SEARch:PROTocol:LIN:ICONdition` and `SEARch:PROTocol:LIN:IDENtifier`.

IDData
Search for identifier and data.
Set the identifier (see IDENtifier) and the data with `SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth`, `SEARch:PROTocol:LIN:DCONdition` and `SEARch:PROTocol:LIN:DATA`.

IDERror
Search for errors that occur with a specified identifier. Set the identifier (see IDENtifier) and the errors to be found (see ERRor).

*RST: FRAM

SEARch:PROTocol:LIN:FRAMe <Frame>

Selects the frame type to be searched for.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `FRAMe`.

Parameter:

<Frame> SOF | WAKeup

SOF: start of frame
WAKeup: Wakeup frame

*RST: SOF

SEARch:PROTocol:LIN:IPERror <IdParityError>

Searches for parity errors.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<IdParityError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:LIN:CHKSerror <ChecksumError>

Searches for checksum errors.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<ChecksumError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:LIN:SYERror <SyncError>

Searches for synchronization errors.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `ERRor` or `IDERror`.

Parameter:

<SyncError> ON | OFF

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:LIN:ICONdition <IdCondition>

Sets the comparison condition for the identifier: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `IDENtifier`, `IDData` or `IDERror`.

Parameter:
<IdCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
*RST: EQU

SEARch:PROTocol:LIN:IDENtifier <Identifier>

Defines the identifier pattern.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `IDENtifier`, `IDData` or `IDERror`.

Parameter:
<Identifier> String containing binary pattern. Characters 0, 1, and X are allowed. Enter the 6 bit identifier without parity bits, not the protected identifier.

SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth <DataLength>

Defines the length of the data pattern - the number of bytes in the pattern.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:
<DataLength> Bereich: 1 bis 8
Inkrement: 1
*RST: 1
Std.-einheit: Byte

SEARch:PROTocol:LIN:DCONdition <DataCondition>

Sets the comparison condition for data: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:
<DataCondition> EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
*RST: EQU

SEARch:PROTocol:LIN:DATA <Data>

Defines the data pattern. The pattern length is defined with `SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth`.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:LIN:CONDition` is set to `IDData`.

Parameter:
<Data> String containing binary pattern with max. 64 bit. Characters 0, 1, and X are allowed. Make sure to enter complete bytes.

17.11.7 Audio (Option R&S RTA-K5)

- Audiokonfiguration 687
- Audio-Trigger 692
- Audiodecodierergebnisse 696

17.11.7.1 Audiokonfiguration

BUS<b>:I2S:AVARiant 687
BUS<b>:I2S:BORDer 687
BUS<b>:I2S:CHANnel:LENGth 688
BUS<b>:I2S:CHANnel:OFFSet 688
BUS<b>:I2S:CHANnel:ORDer 688
BUS<b>:I2S:CHANnel:TDMCount 688
BUS<b>:I2S:CLOCk:POLarity 689
BUS<b>:I2S:CLOCk:SOURce 689
BUS<b>:I2S:CLOCk:THReshold 689
BUS<b>:I2S:DATA:POLarity 689
BUS<b>:I2S:DATA:SOURce 690
BUS<b>:I2S:DATA:THReshold 690
BUS<b>:I2S:DISPlay 690
BUS<b>:I2S:FOFFset 691
BUS<b>:I2S:WLENgth 691
BUS<b>:I2S:WSELect:POLarity 691
BUS<b>:I2S:WSELect:SOURce 692
BUS<b>:I2S:WSELect:THReshold 692

BUS<b>:I2S:AVARiant <AudioVariant>

Selects the protocol variant of the audio signal.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<AudioVariant> I2S | LJ | RJ | TDM | DSP

I2S: Inter-IC sound standard audio format.
`LJ`: left justified data format
`RJ`: right justified data format
`TDM`: time division multiplexed audio format to transfer up to 8 audio data channels on one line

*RST: I2S

BUS<b>:I2S:BORDer <BitOrder>

Sets the bit order in the audio data words. Usually, the MSB is transmitted first.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitOrder> MSBFirst | LSBFirst

`MSBFirst`: most significant bit is transmitted first
`LSBFirst`: least significant bit is transmitted first

*RST: MSBF

BUS<b>:I2S:CHANnel:LENGth <ChannelLength>

Sets the number of bits in a channel block for TDM audio signals (transmitter length).

The setting is available only if `BUS<b>:I2S:AVARiant` is set to `TDM`.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ChannelLength> *RST: 8
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:I2S:CHANnel:OFFSet <ChannelOffset>

Sets the number of bits between the channel start and the start of the audio word.

The setting is available only, if `BUS<b>:I2S:AVARiant` is set to `TDM` or `LJ`.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ChannelOffset> *RST: 1
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:I2S:CHANnel:ORDer <ChannelOrder>

Defines if the left or the right channel is the first channel in the frame.

The setting is available for I^2S standard, left and right justified audio signals.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ChannelOrder> LFIRst | RFIRst

`LFIRst`: left channel first
`RFIRst`: right channel first

*RST: LFIR

BUS<b>:I2S:CHANnel:TDMCount <ChannelCount>

Sets the number of channels transmitted on the TDM audio line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ChannelCount> *RST: 8
Std.-einheit: Channel

BUS<b>:I2S:CLOCk:POLarity <ClockSlope>

Sets the clock edge at which the instrument samples the data on the data line. Usually, the rising edge is used. The R&S RTA4000 can also analyze the converse setup.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ClockSlope> RISing | FALLing
*RST: RIS

BUS<b>:I2S:CLOCk:SOURce <ClockSource>

Selects the source of the clock line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ClockSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..15
CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.
*RST: CH2

BUS<b>:I2S:CLOCk:THReshold <Threshold>

Sets the threshold for the clock line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Threshold> *RST: 1.4
Std.-einheit: V

BUS<b>:I2S:DATA:POLarity <DataPolarity>

Defines the interpretation of high and low signal states.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<DataPolarity> ACTHigh | ACTLow

ACTHigh
Active high: HIGH (signal level above the threshold level) = 1 and LOW (signal level below the threshold level) = 0

ACTLow
Active low: HIGH = 0 and LOW = 1

*RST: ACTH

BUS<b>:I2S:DATA:SOURce <DataSource>

Selects the source of the data line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<DataSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..15

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH3

BUS<b>:I2S:DATA:THReshold <Threshold>

Sets the threshold for the indicated audio line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Threshold> *RST: 1.4
Std.-einheit: V

BUS<b>:I2S:DISPlay <DisplayMode>

Defines how the decoded bus, the bit lines of the channels, and the track waveforms are displayed.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<DisplayMode> SEQuential | PARallel | STRack | PTRack | TRACk | SDSignal

SEQuential
The decoded data words of the channels are shown in sequential, horizontal order.

PARallel
The decoded data words of the channels are arranged vertically.

STRack
Sequential order of data words, and tracks

PTRack
Parallel order of data words, and tracks

TRACk
Only tracks

SDSignal
Sequential order of data words, and bit lines of the channels

---

BUS<b>:I2S:FOFFset <FrameOffset>

Sets a delay of the channel blocks after the frame start (word select edge). Thus, all channels are shifted.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<FrameOffset> *RST: 0
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:I2S:WLENgth <WordLength>

Defines the number of bits in an audio data word (receiver length).

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<WordLength> Bereich: The minimum length is 1bit, the maximum length is the channel length.
*RST: 8
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:I2S:WSELect:POLarity <WordSelectPolarity>

For I²S, left and right justified signals (`BUS<b>:I2S:AVARiant` is set to `I2S`/`LJ`/`RJ`), the polarity defines the word select values assigned to the left and right channels.

For TDM signals (`BUS<b>:I2S:AVARiant` is set to `TDM`), the polarity defines the edge of the frame synchronization pulse that identifies the beginning of a frame.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<WordSelectPolarity> NORMal | INVert

NORMal
0 indicates the left channel, and 1 indicates the right channel. This is the usual setting.
TDM: the frame begins with a rising edge. This is the usual setting.

INVert
0 indicates the right channel, and 1 the left channel.
TDM: the frame begins with a falling edge.

*RST: NORM

BUS<b>:I2S:WSELect:SOURce <WordSelectSource>

Selects the source of the word select line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<WordSelectSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | D0..15

CH3 and CH4 are only available with 4-channel R&S RTA4000 oscilloscopes.

*RST: CH1

BUS<b>:I2S:WSELect:THReshold <Threshold>

Sets the threshold for the indicated audio line.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Threshold> s

*RST: 1.4

17.11.7.2 Audio-Trigger

BUS<b>:I2S:FCOunt? ... 693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition ... 693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMAX ... 693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMIN ... 693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:CONDition ... 694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMAX ... 694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMIN ... 694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:CONDition ... 694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMAX ... 695
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMIN ... 695
TRIGger:A:I2S:FUNCtion ... 695
TRIGger:A:I2S:TYPE ... 695
TRIGger:A:I2S:SOWords ... 696
TRIGger:A:I2S:WINDow:LENGth ... 696
TRIGger:A:I2S:WSELect:SLOPe ... 696
TRIGger:A:I2S:WSSLope ... 696

BUS<b>:I2S:FCOunt?

Returns the number of decoded frames.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<FrameCount>

Verwendung: Nur Abfrage

TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition <Comparison>

Define the operators for comparison of the decoded data words with the specified data words on the specified channel.

Parameter:
<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | LTHan | INRange | OORange

`INRange`: in range
`OORange`: out of range

OFF
No range is defined.

EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
Equal, not equal, greater than, less than. These conditions require one data word to be set with `TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMIN`.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMAX <MaximumValue>

Specifies the maximum data value to be found, if `TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`

Parameter:
<MaximumValue> The data format is decimal. The maximum value is limited by the word length. Consider that audio words are signed numbers in 2's complement format. For example, an 8-bit data word has a value range from -128 to 127.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMIN <MinimumValue>

Specifies a data pattern, or sets the the start value of a data pattern range.

Parameter:
<MinimumValue>

TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:CONDition <Comparison>

Define the operators for comparison of the decoded data words with the specified data words on the specified channel.

Parameter:

<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | LTHan | INRange | OORange

`INRange`: in range
`OORange`: out of range

OFF
No range is defined.

EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
Equal, not equal, greater than, less than. These conditions require one data word to be set with `TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMIN` auf Seite 694.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMAX <MaximumValue>

Specifies the maximum data value to be found, if `TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`

Parameter:

<MaximumValue> The data format is decimal. The maximum value is limited by the word length. Consider that audio words are signed numbers in 2's complement format. For example, an 8-bit data word has a value range from -128 to 127.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMIN <MinimumValue>

Specifies a data pattern, or sets the the start value of a data pattern range.

Parameter:

<MinimumValue>

TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:CONDition <Comparison>

Define the operators for comparison of the decoded data words with the specified data words on the specified channel.

Parameter:

<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | LTHan | INRange | OORange

`INRange`: in range
`OORange`: out of range

OFF
No range is defined.

EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
Equal, not equal, greater than, less than. These conditions require one data word to be set with `TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMIN`.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMAX <MaximumValue>

Specifies the maximum data value to be found, if `TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`

Parameter:
<MaximumValue> The data format is decimal. The maximum value is limited by the word length. Consider that audio words are signed numbers in 2's complement format. For example, an 8-bit data word has a value range from -128 to 127.

TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMIN <MinimumValue>

Specifies a data pattern, or sets the the start value of a data pattern range.

Parameter:
<MinimumValue>

TRIGger:A:I2S:FUNCtion <Function>

Sets the logical combination to trigger on data words on different channels. The instrument triggers if all conditions are met inside one frame.

The setting is relevant, if `TRIGger:A:I2S:TYPE` is set to `DATA` or `WINDow`.

Parameter:
<Function> AND | OR

TRIGger:A:I2S:TYPE <TriggerMode>

Specifies the trigger mode for audio signals.

Parameter:
<TriggerMode> DATA | WINDow | WSELect | ERRCondition

DATA
Triggers on a data word or a data range that occurs on a specified channel. You can also trigger on an AND combination of data conditions on different channels.
Use the `TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition` commands to define the data condition.
To set the logical combination to trigger on data words on different channels, use `TRIGger:A:I2S:FUNCtion`.

WINDow
Triggers if the data conditions are fulfilled at least for the given number of subsequent frames. Ues the data trigger commands to define the data condition. Use `TRIGger:A:I2S:WINDow:LENGth` to set the time limit.

WSELect
Sets the edge of the word select signal as trigger condition. Use `TRIGger:A:I2S:WSSLope` to set the edge.

ERRCondition
An error is detected when two consecutive frames have different length. The instrument triggers on the first clock edge after error detection.

TRIGger:A:I2S:SOWords <WindowLength>
TRIGger:A:I2S:WINDow:LENGth <WindowLength>

Sets the number of subsequent frames (audio samples) for which the data conditions are fulfilled.

Parameter:
<WindowLength>

TRIGger:A:I2S:WSELect:SLOPe <WordSelectSlope>
TRIGger:A:I2S:WSSLope <WordSelectSlope>

Sets the edge of the word select signal as trigger condition.

Parameter:
<WordSelectSlope> POS | NEG

17.11.7.3 Audiodecodierergebnisse

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:STATe? 696
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:VALue? 697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:STATe? 697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:VALue? 697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STARt? 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STATe? 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STOP? 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:STATe? 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:VALue? 699

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:STATe?

Returns the state of the specified frame on the left audio channel.

Suffix:
<b> 1..4
<n> *

Rückgabewerte:

<State> ERRor | OK | INSufficient

`ERRor`: an error occured in the frame.
`OK`: frame is valid.
`INSufficient`: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:VALue?

Returns the data word of the specified frame on the left audio channel.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:

<Value> Signed decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:STATe?

Returns the state of the specified frame on the right or left audio channel.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:

<State> ERRor | OK | INSufficient

`ERRor`: an error occured in the frame.
`OK`: frame is valid.
`INSufficient`: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:VALue?

Returns the data word of the specified frame on the right audio channel.

Suffix:

<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:

<Value> Signed decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	*

Rückgabewerte:

<StartTime>	Bereich:	depends on sample rate, record length, and time base
	Inkrement:	depends on the time base

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STATe?

Returns the state of the specified frame on the right audio channel.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	*

Rückgabewerte:

<FrameState> ERRor | OK | INSufficient

`ERRor`: an error occured in the frame.
`OK`: frame is valid.
`INSufficient`: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	*

Rückgabewerte:

<StopTime>	Bereich:	depends on sample rate, record length, and time base
	Inkrement:	depends on the time base

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:STATe?

Returns the state of the specified TDM channel and frame.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	*
<o>	1..8

Rückgabewerte:

<State>	ERRor | OK | INSufficient `ERRor`: an error occured in the frame. `OK`: frame is valid. `INSufficient`: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:VALue?

Returns the data word of the specified frame on the selected TDM channel.

Suffix:

<b>	1..4
<n>	*
<o>	1..8 Selects the TDM channel

Rückgabewerte:

<Value>	Signed decimal value

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.8 MIL-1553 (Option R&S RTA-K6)

- MIL-1553-Konfiguration....699
- MIL-1553-Trigger....702
- MIL-1553-Decodierergebnisse....709
- MIL-1553-Suche....716

17.11.8.1 MIL-1553-Konfiguration

BUS<b>:MILStd:IMGTime:INFinite....700
BUS<b>:MILStd:IMGTime:MAXimum....700
BUS<b>:MILStd:IMGTime:MINimum....700
BUS<b>:MILStd:POLarity....700
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:INFinite....700
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MAXimum....701
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MINimum....701
BUS<b>:MILStd:SOURce....701
BUS<b>:MILStd:THReshold:HIGH....701
BUS<b>:MILStd:THReshold:LOW....701

BUS<b>:MILStd:IMGTime:INFinite <MaximumInfinite>

Set the maximum inter message gap time to infinity.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MaximumInfinite> ON | OFF
*RST: ON

BUS<b>:MILStd:IMGTime:MAXimum <MaximumTime>

Sets the maximum inter message gap time.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MaximumTime>

BUS<b>:MILStd:IMGTime:MINimum <MinimumTime>

Sets the minimum inter message gap time.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MinimumTime>

BUS<b>:MILStd:POLarity <Polarity>

Sets the polarity of the bus.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative
*RST: POS

BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:INFinite <MaximumInfinite>

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MaximumInfinite> ON | OFF
*RST: ON

BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MAXimum <MaximumTime>

Sets a value for the maximum response time.

Suffix:
<b> 1..2

Parameter:
<MaximumTime>

BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MINimum <MinimumTime>

Sets the minimum response time.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<MinimumTime>

BUS<b>:MILStd:SOURce <Source>

Sets the channel for the signal source for the MIL-STD-1553 analysis.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4
*RST: CH1

BUS<b>:MILStd:THReshold:HIGH <UpperLevel>

Sets the upper threshold level of the signal.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<UpperLevel>

BUS<b>:MILStd:THReshold:LOW <LowerLevel>

Sets the lower threshold level of the signal.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<LowerLevel>

17.11.8.2 MIL-1553-Trigger

TRIGger:A:MILStd:COMMand:TYPE....702
TRIGger:A:MILStd:DATA:CONDition....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:MAXimum....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:MINimum....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet:CONDition....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:WORDs....703
TRIGger:A:MILStd:ERRor:MANChester....703
TRIGger:A:MILStd:ERRor:PARity....704
TRIGger:A:MILStd:ERRor:SYNC....704
TRIGger:A:MILStd:ERRor:TIMeout....704
TRIGger:A:MILStd:FRAMe....704
TRIGger:A:MILStd:MCODe:CODE....704
TRIGger:A:MILStd:MCODe:VALue....705
TRIGger:A:MILStd:MODE....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:CONDition....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MAXimum....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MINimum....705
TRIGger:A:MILStd:SADDress:CONDition....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MAXimum....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MCADdress....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MINimum....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:BCReceived....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:BUSY....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:DBCaccept....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:INSTrument....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:MERRor....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:SREQuest....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:SUBSystem....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:TERMinal....707
TRIGger:A:MILStd:SYNC....708
TRIGger:A:MILStd:TRMode....708
TRIGger:A:MILStd:TTYPe....708
TRIGger:A:MILStd:TYPE....708
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:CONDition....708
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MAXimum....709
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MINimum....709
TRIGger:A:MILStd:WORD....709

TRIGger:A:MILStd:COMMand:TYPE <CommandType>

Selects the command type.

Parameter:

<CommandType> AWORd | MCODe

*RST: AWOR

TRIGger:A:MILStd:DATA:CONDition <Compare>

For a data word, sets the triggering condition for the comparison of the decoded value to the defined range.

Parameter:

<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

TRIGger:A:MILStd:DATA:MAXimum <DataMinimum>

For a data word, sets the maximum data value.

Parameter:

<DataMinimum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:DATA:MINimum <DataMinimum>

For a data word, sets the minimum data value.

Parameter:

<DataMinimum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet <DataOffset>

For a data word sets the word offset to be triggered on.

Parameter:

<DataOffset> *RST: 0

TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet:CONDition <DataOffset>

For a data offset, sets the triggering condition for the comparison of the decoded value to the defined range.

Parameter:

<DataOffset> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan

*RST: 0

TRIGger:A:MILStd:DATA:WORDs <DataWords>

For a data word sets the number of words to be triggered on.

Parameter:

<DataWords> *RST: 1

TRIGger:A:MILStd:ERRor:MANChester <ErrorEnable>

Enables/disables triggering if there is an error in the Manchester coding of the signal.

Parameter:
<ErrorEnable> ON | OFF
*RST: ON

TRIGger:A:MILStd:ERRor:PARity <ErrorEnable>

Enables/disables triggering when the parity is even.

Parameter:
<ErrorEnable> ON | OFF
*RST: ON

TRIGger:A:MILStd:ERRor:SYNC <ErrorEnable>

Enables/disables triggering when a sync impulse doesn't fulfil the technical requirements or when the transmission is not valid.

Parameter:
<ErrorEnable> ON | OFF
*RST: ON

TRIGger:A:MILStd:ERRor:TIMeout <ErrorEnable>

Enables/ disables triggering when the timeout is out of the set range.

Parameter:
<ErrorEnable> ON | OFF
*RST: ON

TRIGger:A:MILStd:FRAMe <Frame>

Parameter:
<Frame> COMMand | STATus | DATA | ALL
*RST: CST

TRIGger:A:MILStd:MCODe:CODE <ModeCode>

Sets a function for the mode code to be triggered on.

Parameter:
<ModeCode> DBControl | TSYNchronize | TSTatus | ISELftest | TSHutdown | OTSHutdown | ITERminal | OITerminal | RESet | VECTor | RSYNchronize | TLAStcmmand | BITWord | STSHutdown | OSTShutdown | ANY

`DBControl`: dynamic bus control.
`TSYNchronize`: synchronize without data.
`TSTatus`: transmit status word.
`ISELftest`: initiate self-test.

`TSHutdown`: transmitter shutdown.
`OTSHutdown`: override transmitter shutdown.
`ITERminal`: inhibit terminal flag bit.
`OITerminal`: override inhibit terminal flag bit.
`RESet`: reset remote terminal.
`VECTor`: transmit vector word.
`RSYNchronize`: synchronize with data.
`TLAStcmmand`: transmit last command word.
`BITWord`: transmit BIT word.
`STSHutdown`: selected transmitter shutdown.
`OSTShutdown`: override selected transmitter shutdown.

*RST: ANY

TRIGger:A:MILStd:MCODe:VALue <ModeCode>

Sets the value of the mode code to be triggered on.

Parameter:
<ModeCode>

TRIGger:A:MILStd:MODE <TriggerMode>

Parameter:
<TriggerMode> SYNChronization | FRAME | ERRor | COMMand | STATus | DATA | CDATa

*RST: SYNC

TRIGger:A:MILStd:RTADdress:CONDition <Compare>

For the RT address, sets the triggering condition for the comparison of the decoded value to the defined range.

Parameter:
<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MAXimum <AddressMaximum>

Sets the maximum RT address.

Parameter:
<AddressMaximum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MINimum <AddressMinimum>

Sets the minimum RT address.

Parameter:
<AddressMinimum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:SADDress:CONDition <Compare>

For the subaddress, sets the triggering condition for the comparison of the decoded value to the defined range.

Parameter:
<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

TRIGger:A:MILStd:SADDress:MAXimum <AddressMaximum>

Sets the maximum subaddress.

Parameter:
<AddressMaximum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:SADDress:MCADdress <ModeCodeAddress>

Triggers on the value of the subaddress, if `TRIGger:A:MILStd:COMMand:TYPE` is set to `MCODE`.

Parameter:
<ModeCodeAddress> A0 | A31 | EITHer

*RST: EITH

TRIGger:A:MILStd:SADDress:MINimum <AddressMinimum>

Sets the minimum subaddress.

Parameter:
<AddressMinimum> 01X-string

TRIGger:A:MILStd:STATus:BCReceived <StatusBit>

Triggers on the state of the broadcast command received bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X

*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:BUSY <StatusBit>

Triggers on the state of the busy bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:DBCaccept <StatusBit>

Triggers on the state of the dynamic bus control accept bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:INSTrument <StatusBit>

Triggers on the state of the instrumentation bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:MERRor <StatusBit>

Triggers on the state of the message error bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:SREQuest <StatusBit>

Triggers on the state of the service request bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:SUBSystem <StatusBit>

Triggers on the state of the subsystem flag bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:STATus:TERMinal <StatusBit>

Triggers on the state of the terminal flag bit of the status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

TRIGger:A:MILStd:SYNC <SyncMode>

Triggers on a sync impulse. You can select to trigger on comando/status, on data or on either syncs.

Parameter:
<SyncMode> CSTatus | DATA | EITHer
*RST: CST

TRIGger:A:MILStd:TRMode <DataDirection>

Triggers on a transmission mode.

Parameter:
<DataDirection> TRANsmit | RECeive | EITHer
*RST: EITH

TRIGger:A:MILStd:TTYPe <TransmissionType>

Sets the transmission type to be triggered on.

Parameter:
<TransmissionType> BCRT | RTBC | RTRT | MCData
`BCRT`: bus controller to remote terminal transmission.
`RTBC`: remote terminal to bus controller transmission.
`RTRT`: remote terminal to remote terminal transmission.
`MCData`: mode code data.
*RST: BCRT

TRIGger:A:MILStd:TYPE <TriggerMode>

Selects the type of trigger.

Parameter:
<TriggerMode> SYNChronization | FRAME | ERRor | COMMand | STATus | DATA
*RST: SYNC

TRIGger:A:MILStd:WCOunt:CONDition <Compare>

Parameter:
<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide
*RST: OFF

TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MAXimum <WordCountMaximum>

Parameter:
<WordCountMaximum>

TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MINimum <WordCountMinimum>

Parameter:
<WordCountMinimum>

TRIGger:A:MILStd:WORD <WordTyoe>

Selects the word type to be triggered on.

Parameter:
<WordTyoe> COMMand | STATus | DATA | ALL
*RST: CST

17.11.8.3 MIL-1553-Decodierergebnisse

BUS<b>:MILStd:WCOunt?....709
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:CODE?....710
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:VALue?....710
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:RTADdress?....711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:SADDress?....711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:WCOunt?....711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:DATA?....711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:IMGTime?....712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:PARity?....712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:RTIMe?....712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STARt?....712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus?....713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BCReceived?....713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BUSY?....713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:DBCaccept?....713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:INSTrument?....714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:MERRor?....714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:RTADdress?....714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SREQuest?....714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SUBSystem?....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:TERMinal?....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STOP?....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TRMode?....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TYPE?....716

BUS<b>:MILStd:WCOunt?

Returns the number of received words.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<WordCount>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:CODE?

For the sepcified command word, returns the type of mode code.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<ModeCode> DBControl | TSYNchronize | TSTatus | ISELftest | TSHutdown | OTSHutdown | ITERminal | OITerminal | RESet | VECTor | RSYNchronize | TLAStcmmand | BITWord | STSHutdown | OSTShutdown

`DBControl`: dynamic bus control.
`TSYNchronize`: synchronize without data.
`TSTatus`: transmit status word.
`ISELftest`: initiate self-test.
`TSHutdown`: transmitter shutdown.
`OTSHutdown`: override transmitter shutdown.
`ITERminal`: inhibit terminal flag bit.
`OITerminal`: override inhibit terminal flag bit.
`RESet`: reset remote terminal.
`VECTor`: transmit vector word.
`RSYNchronize`: synchronize with data.
`TLAStcmmand`: transmit last command word.
`BITWord`: transmit BIT word.
`STSHutdown`: selected transmitter shutdown.
`OSTShutdown`: override selected transmitter shutdown.

*RST: ANY

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:VALue?

For the specified command word, returns the value of the mode code.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<ModeCodeValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:RTADdress?

Returns the RT address of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<RTAddress>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:SADDress?

For a command word, returns the subaddress of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<SubAddress>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:WCOunt?

For a command word, returns the word count.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<WordCount>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:DATA?

Returns the value of the specified data word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<DataValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:IMGTime?

Returns the intermessage gap time of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<InterMessageGapTime>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:PARity?

Returns the parity of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<ParityValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:RTIMe?

Return the response time of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<ResponseTime>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STARt?

Returns the start time of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<StartTime>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus?

For a status word returns the value and if there are errors.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Parameter:
<WordState> OK | INSufficient | PERRor | MERRor | TERRor | SERRor

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BCReceived?

Returns the state of the broadcast command received bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BUSY?

Returns the state of the busy bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:DBCaccept?

Returns the state of the dynamic bus control bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:INSTrument?

Returns the state of the instrumentation bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:MERRor?

Returns the state of the message error bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:RTADdress?

Returns the RT address of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<RTAddress>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SREQuest?

Returns the state of the service request bit of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SUBSystem?

Returns the state of the subsystem bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:TERMinal?

Returns the state of the terminal flag bit of the specified status word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<BitState>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STOP?

Returns the stop time of the word of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<StopTime>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TRMode?

Returns the transmission direction of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

<n> *

Rückgabewerte:
<DataDirection> TRANsmit | RECeive

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TYPE?

Returns the type of word of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4
<n> *

Rückgabewerte:
<WordType> COMMand | STATus | DATA | CMCode

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.8.4 MIL-1553-Suche

SEARch:PROTocol:MILStd:CONDition....716
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:CONDition....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MAXimum....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MINimum....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:OFFSet....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:WORDs....717
SEARch:PROTocol:MILStd:ERRor....717
SEARch:PROTocol:MILStd:MCODe....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:CONDition....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MAXimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MINimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:CONDition....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MAXimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MCADdress....719
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MINimum....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BCReceived....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BUSY....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:DBCaccept....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:INSTrument....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:MERRor....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SREQuest....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SUBSystem....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:TERMinal....720
SEARch:PROTocol:MILStd:TRMode....720
SEARch:PROTocol:MILStd:TTYPe....720
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:CONDition....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MAXimum....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MINimum....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WSTart....721

SEARch:PROTocol:MILStd:CONDition <SearchCondition>

Selects the condition to be searched for.

Parameter:
<SearchCondition> WSTart | ERRor | STATus | DATA | COMMand | MCODe | CDATa
*RST: WST

SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:CONDition <Comparison>

For a data word, searches for a comparison condition.

Parameter:
<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide
*RST: OFF

SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MAXimum <DataMaximum>

For a data word, searches for a maximum value.

Parameter:
<DataMaximum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MINimum <DataMinimum>

For a data word, searches for a minimum value.

Parameter:
<DataMinimum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:OFFSet <DataOffset>

For a data word, searches for a data offset.

Parameter:
<DataOffset> *RST: 0

SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:WORDs <DataWords>

For a data word, searches for a number of words.

Parameter:
<DataWords> *RST: 1

SEARch:PROTocol:MILStd:ERRor <ErrorType>

Selects the error type to be searched for.

Parameter:
<ErrorType> SYNChronization | PARity | TIMeout | MANChester | ANY

SEARch:PROTocol:MILStd:MCODe <ModeCode>

Searches for a mode code type.

Parameter:

<ModeCode> DBControl | TSYNchronize | TSTatus | ISELftest | TSHutdown | OTSHutdown | ITERminal | OITerminal | RESet | VECTor | RSYNchronize | TLAStcmmand | BITWord | STSHutdown | OSTShutdown | ANY

*RST: ANY

SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:CONDition <Comparison>

For an RT address, searches for a comparison condition.

Parameter:

<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MAXimum <AddressMaximum>

For an RT address, searches for the maximum address.

Parameter:

<AddressMaximum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MINimum <AddressMinimum>

For an RT address, searches for the minimum address.

Parameter:

<AddressMinimum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:CONDition <Comparison>

For a subaddress, searches for a comparison condition.

Parameter:

<Comparison> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MAXimum <AddressMaximum>

For a subaddress, searches for the maximum address.

Parameter:

<AddressMaximum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MCADdress <ModeCodeAddress>

Searches for a mode code address.

Parameter:
<ModeCodeAddress> A0 | A31 | EITHer
*RST: EITH

SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MINimum <AddressMinimum>

For a subaddress, searches for the minimum address.

Parameter:
<AddressMinimum> 01X-string

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BCReceived <StatusBit>

Searches for a broadcast received bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BUSY <StatusBit>

Searches for a busy bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:DBCaccept <StatusBit>

Searches for a dynamic bus control accept bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:INSTrument <StatusBit>

Searches for an instrument bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:MERRor <StatusBit>

Searches for a message error bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SREQuest <StatusBit>

Searches for a service request bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SUBSystem <StatusBit>

Searches for a subsystem bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:TERMinal <StatusBit>

Searches for a terminal bit of a status word.

Parameter:
<StatusBit> 0 | 1 | X
*RST: X

SEARch:PROTocol:MILStd:TRMode <DataDirection>

Selects the transmission mode to be searched for.

Parameter:
<DataDirection> TRANsmit | RECeive | EITHer
*RST: EITH

SEARch:PROTocol:MILStd:TTYPe <TransmissionType>

Selects the transmission type to be searched for.

Parameter:
<TransmissionType> BCRT | RTBC | RTRT | MCData
`BCRT`: bus controller to remote terminal transmission
`RTBC`: remote terminal to bus controller transmission
`RTRT`: remote terminal to remote terminal transmission

`MCData`: mde code with data

*RST: BCRT

SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:CONDition <Compare>

Searches for a comparison condition of the word count.

Parameter:

<Compare> OFF | EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

*RST: OFF

SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MAXimum <WordCountMaximum>

Searches for the maximum word count.

Parameter:

<WordCountMaximum>

SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MINimum <WordCountMinimum>

Searches for the minimum word count.

Parameter:

<WordCountMinimum>

SEARch:PROTocol:MILStd:WSTart <WordStart>

Selects a word start to be searched for.

Parameter:

<WordStart> COMMand | STATus | DATA

*RST: COMM

17.11.9 ARINC 429 (Option R&S RTA-K7)

- ARINC 429-Konfiguration....721
- ARINC 429-Trigger....723
- ARINC 429-Decodierergebnisse....727
- ARINC 429-Suche....730

17.11.9.1 ARINC 429-Konfiguration

BUS<b>:ARINc:BRMode....722
BUS<b>:ARINc:BRValue....722
BUS<b>:ARINc:POLarity....722

BUS<b>:ARINc:SOURce 722
BUS<b>:ARINc:THReshold:HIGH 723
BUS<b>:ARINc:THReshold:LOW 723

BUS<b>:ARINc:BRMode <BitRateMode>

Sets the bit rate mode to high speed, low speed or a user defined mode.

If `USER` mode is selected, you can set the bit rate value with `BUS<b>:ARINc:BRValue`.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitRateMode> HIGH | LOW | USER

BUS<b>:ARINc:BRValue <BitRateValue>

Sets the number of transmitted bits per second.

If you set a value with this command, the mode of `BUS<b>:ARINc:BRMode` will be automatically set to `USER`.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<BitRateValue>

BUS<b>:ARINc:POLarity <Polarity>

Sets the wire on which the bus signal is measured.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Polarity> ALEG | BLEG | NORMal | INVerted
*RST: ALEG

BUS<b>:ARINc:SOURce <Source>

Sets the channel for the signal source.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4
*RST: CH1

BUS<b>:ARINc:THReshold:HIGH <ThresholdHigh>

Sets the high threshold level of the signal.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ThresholdHigh>

BUS<b>:ARINc:THReshold:LOW <ThresholdLow>

Sets the low threshold level of the signal.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<ThresholdLow>

17.11.9.2 ARINC 429-Trigger

TRIGger:A:ARINc:DATA:CONDition....723
TRIGger:A:ARINc:DATA:MAXimum....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:OFFSet....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:SIZE....724
TRIGger:A:ARINc:ERRor:CODing....724
TRIGger:A:ARINc:ERRor:GAP....725
TRIGger:A:ARINc:ERRor:PARity....725
TRIGger:A:ARINc:FORMat....725
TRIGger:A:ARINc:LABel:CONDition....725
TRIGger:A:ARINc:LABel:MAXimum....726
TRIGger:A:ARINc:LABel:MINimum....726
TRIGger:A:ARINc:SDI....726
TRIGger:A:ARINc:SSM....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:CONDition....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MAXimum....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MINimum....726
TRIGger:A:ARINc:TYPE....727
TRIGger:A:ARINc:WORD:TYPE....727

TRIGger:A:ARINc:DATA:CONDition <Compare>

Define the operators for comparison of the decoded data condition with the specified data.

Parameter:
<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

`INRange`: in range
`OORange`: out of range

EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
Equal, not equal, greater than, less than. These conditions require one data word to be set with `TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum`.

INRange | OORange
In range / Out of range: Set the minimum and maximum value of the range with `TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum` and `TRIGger:A:ARINc:DATA:MAXimum`.

TRIGger:A:ARINc:DATA:MAXimum <DataMaximum>

Specifies the maximum value of the data if `TRIGger:A:ARINc:DATA:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`.

Parameter:
<DataMaximum> 01X-string

TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum <DataMinimum>

Sets the minimum condition for the data.

Parameter:
<DataMinimum> 01X-string

TRIGger:A:ARINc:DATA:OFFSet <DataOffset>

Sets a data offset.

Parameter:
<DataOffset>

TRIGger:A:ARINc:DATA:SIZE <DataSize>

Sets the data size.

Parameter:
<DataSize>

TRIGger:A:ARINc:ERRor:CODing <ErrorEnable>

Enables triggering when a coding error occurs.

Parameter:
<ErrorEnable> ON | OFF
*RST: ON

TRIGger:A:ARINc:ERRor:GAP <ErrorEnable>

Enables triggering when a gap error occurs.

Parameter:

<ErrorEnable> ON | OFF

*RST: ON

TRIGger:A:ARINc:ERRor:PARity <ErrorEnable>

Enables triggering when a parity error occurs.

Parameter:

<ErrorEnable> ON | OFF

*RST: ON

TRIGger:A:ARINc:FORMat <DataFormat>

Sets the the transmission format to be triggered on.

Parameter:

<DataFormat> DATA | DSSM | DSDI | DSSSm

`DSSM`: SSM+Data
`DSDI`: SDI+Data
`DSSSm`: SSM+Data +SDI

TRIGger:A:ARINc:LABel:CONDition <Compare>

Define the operators for comparison of the decoded label condition with the specified label.

Parameter:

<Compare> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

`INRange`: in range
`OORange`: out of range

EQUal | NEQual | GTHan | LTHan
Equal, not equal, greater than, less than. These conditions require one label to be set with `TRIGger:A:ARINc:LABel:MINimum`.

INRange | OORange
In range / Out of range: Set the minimum and maximum value of the range with `TRIGger:A:ARINc:LABel:MINimum` and `TRIGger:A:ARINc:LABel:MAXimum`.

TRIGger:A:ARINc:LABel:MAXimum <LabelMaximum>

Specifies the maximum value of the label if `TRIGger:A:ARINc:LABel:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`.

Parameter:
<LabelMaximum> 01X-string

TRIGger:A:ARINc:LABel:MINimum <LabelMinimum>

Sets the minimum value of the label to be triggerd on.

Parameter:
<LabelMinimum> 01X-string

TRIGger:A:ARINc:SDI <SDIvalue>

Sets the source/destination identifier (SDI) bits to be triggered on.

Parameter:
<SDIvalue> ANY | S00 | S01 | S10 | S11

TRIGger:A:ARINc:SSM <SSMvalue>

Sets the sign/status matrix (SSM) bits to be triggered on.

Parameter:
<SSMvalue> ANY | S00 | S01 | S10 | S11

TRIGger:A:ARINc:TTIMe:CONDition <Compare>

Define the operators for comparison of the decoded transmission time condition with the specified data.

Parameter:
<Compare> GTHan | LTHan | WITHin | OUTSide
*RST: GTH

TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MAXimum <TransmissionTimeMax>

Sets the maximum value of the transmission time.

Parameter:
<TransmissionTimeMax>

TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MINimum <TransmissionTimeMin>

Sets the minimum value of the transmission time.

Parameter:
<TransmissionTimeMin>

TRIGger:A:ARINc:TYPE <TriggerType>

Selects the type of trigger.

Parameter:
<TriggerType> WORD | ERRor | LABel | LDATa | TTIMe

TRIGger:A:ARINc:WORD:TYPE <WordType>

Sets the word type to be triggered on.

Parameter:
<WordType> STARt | STOP

17.11.9.3 ARINC 429-Decodierergebnisse

BUS<b>:ARINc:WCOunt?....727
BUS<b>:ARINc:DATA:FORMat....727
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:DATA[:VALue]?....728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:FORMat?....728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:LABel[:VALue]?....728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PARity?....728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PATTern?....729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SDI?....729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SSM?....729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STARt?....729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STATus?....730
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STOP?....730

BUS<b>:ARINc:WCOunt?

Returns the number of decoded words.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<WordCount>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:DATA:FORMat <StandardDecodeFormat>

Sets the decoding data format for the specified ARINC 429 bus.

Suffix:
<b> 1..4

Parameter:
<StandardDecodeFormat> DATA | DSSM | DSDI | DSSSm

`DSSSm`: Data + SSM
`DSDI`: Data + SDI
`DSSD`: Data + SSM +SDI

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:DATA[:VALue]?

Returns the decimal value of the data of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<DataValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:FORMat?

Returns the format of the sepcified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<DataFormat> DATA | DSSM | DSDI | DSSSm

`DSSSm`: Data + SSM
`DSDI`: Data + SDI
`DSSD`: Data + SSM +SDI

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:LABel[:VALue]?

Returns the decimal value of the label of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<LabelValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PARity?

Returns the parity of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<Parity>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PATTern?

Returns all 32 bits of a data word as decimal value.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<PatternValue>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SDI?

Returns the source/destination identifier (SDI) bits of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<SDI>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SSM?

Returns the sign/status matrix(SSM) bits of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<SSM>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STARt?

Returns the start time of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<StartTime>

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STATus?

Returns the overall state of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<WordStatus> OK | INSufficient | INComplete | PRERror | GERRor | CERRor

`PRERror`: parity error occured.
`GERRor`: timing gap error occured.
`CERRor`: coding error occured.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STOP?

Returns the end time of the specified word.

Suffix:
<b> 1..4

Rückgabewerte:
<StopTime>

Verwendung: Nur Abfrage

17.11.9.4 ARINC 429-Suche

SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition....730
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition....731
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MAXimum....731
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MINimum....732
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:OFFSet....732
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:SIZE....732
SEARch:PROTocol:ARINc:ERRor....732
SEARch:PROTocol:ARINc:FORMat....732
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition....733
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MAXimum....733
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MINimum....733
SEARch:PROTocol:ARINc:SDI....733
SEARch:PROTocol:ARINc:SSM....733
SEARch:PROTocol:ARINc:WORD[:TYPE]....734

SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition

Sets the event or combination of events to be searched for. Depending on the selected event, further settings are required.

Parameter:
<SearchCondition> WORD | ERRor | LABel | LDATa

WORD
Search for a word type.
Set the word type with `SEARch:PROTocol:ARINc:WORD[:TYPE]`.

ERROr
Search for errors of one or more error types.
Set the error types with `SEARch:PROTocol:ARINc:ERRor`.

LABel
Searches for label.
Set the label with `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition`, `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MAXimum` and `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MINimum`

LDATa
Searches for label and data.
Set the label with `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition`, `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MAXimum` and `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MINimum`
Set the data with `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition`, `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MAXimum`, `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MINimum`, `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:OFFSet`, `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:SIZE`, `SEARch:PROTocol:ARINc:SDI` and `SEARch:PROTocol:ARINc:SSM`.

SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition

Sets the comparison condition for data: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:

<DataCondition>	EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

---

SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MAXimum

Searches for a maximum value of the data if `SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:

<DataMaximum>	01X-string

SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MINimum

Searches for a minimum value of the data.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:
<DataMinimum> 01X-string

SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:OFFSet

Searches for specified data offset.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:
<DataOffset>

SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:SIZE

Searches for specified data size.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:
<DataSize>

SEARch:PROTocol:ARINc:ERRor

Searches for an error condition.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `ERRor`.

Parameter:
<ErrorCondition> ANY | PARity | GAP | CODing

SEARch:PROTocol:ARINc:FORMat

Searches for a data format.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:
<DataFormat> DATA | DSSM | DSDI | DSSSm

`SSMData`: SSM+Data
`SDIData`: SDI+Data
`SSData`: SSM+Data +SDI

SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition

Sets the comparison condition for label: If the pattern contains at least one X (don't care), you can trigger on values equal or not equal to the specified value. If the pattern contains only 0 and 1, you can also trigger on a range greater than or lower than the specified value.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LABel` or `LDAta`.

Parameter:

<LabelCondition> EQUal | NEQual | GTHan | GEQual | LEQual | LTHan | WITHin | OUTSide

SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MAXimum

Searches for a maximum value of the label if `SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition` is set to `INRange` or `OORange`.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LABel` or `LDATa`.

Parameter:

<LabelMaximum> 01X-string

SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MINimum

Searches for a minimum value of the label.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LABel` or `LDATa`.

Parameter:

<LabelMinimum> 01X-string

SEARch:PROTocol:ARINc:SDI

Searches for the specified source/destination identifier (SDI) bits.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:

<SDIvalue> ANY | S00 | S01 | S10 | S11

SEARch:PROTocol:ARINc:SSM

Searches for specified sign/status matrix (SSM) bits.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `LDATa`.

Parameter:

<SSMvalue> ANY | S00 | S01 | S10 | S11

SEARch:PROTocol:ARINc:WORD[:TYPE]

Selects the word type to be searched for.

The command is relevant if `SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition` is set to `WORD`.

Parameter:
<WordType> STARt | STOP

17.12 Leistungsanalyse (Option R&S RTA-K31)

- Allgemein 734
- Tastkopfabgleich 736
- Report 737
- Verbrauch 738
- Widerstand im Ein-Zustand 740
- Wirkungsgrad 741
- Stromharmonische 743
- Einschaltstrom 749
- Modulationsanalyse 750
- Ein/Ausschalten 754
- Qualität 755
- Welligkeit 759
- Anstiegsrate 764
- S.O.A 770
- Spektrum 778
- Umschaltung 781
- Lastwechsel-Verhalten 785

17.12.1 Allgemein

POWer:ATYPe 734
POWer:AUToscale 735
POWer:AUToscale:CURRent 735
POWer:AUToscale:VOLTage 735
POWer:ENABle 735
POWer:RESult:TABLe 735
POWer:SOURce:CURRent<n> 735
POWer:SOURce:VOLTage<n> 736
POWer:STATistics:RESet 736
POWer:STATistics:VISible 736

POWer:ATYPe

Sets the type of power analysis measurement.

Parameter:
<AnalysisType> OFF | QUALity | CONSumption | HARMonicsINRushcurrent | RIPPle | SPECtrumSWITchingloss | SLEWrateMODulation | DONResistance | EFFiciencySWITchingloss | TURNonoff | TRANsient

*RST: OFF

POWer:AUToscale

Performs an autoset of the voltage and current source scales.

Verwendung: Ereignis

POWer:AUToscale:CURRent

Performs an autoset of the current source scale.

Verwendung: Ereignis

POWer:AUToscale:VOLTage

Performs an autoset of the voltage source scale.

Verwendung: Ereignis

POWer:ENABle

Enables/disables the power analysis measurements.

Parameter:
<State> ON | OFF

*RST: OFF

POWer:RESult:TABLe

Displays or hides the result table.

The command is available for harmonic and spectrum power measurements.

Parameter:
<Visible> ON | OFF

*RST: OFF

POWer:SOURce:CURRent<n>

Sets the channel for the current source. Connect the current probe in flow direction of the current.

Suffix:
<n> 1..2
Only relevant if two current sources are used: 1 = Input, 2 = Output

Parameter:
<CurrentSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4

POWer:SOURce:VOLTage<n>

Sets the channel for the voltage source.

Suffix:
<n> 1..4
Only relevant if several voltage sources are used: 1 = In, 2 = Out, 3 and 4 = Out for „Ein./Ausschaltzeit“ measurement

Parameter:
<VoltageSource> CH1 | CH2 | CH3 | CH4 | RE1 | RE2 | RE3 | RE4

POWer:STATistics:RESet

Deletes the statistical results for the current measurement or all measurements, respectivley, and starts a new statistical evaluation.

Verwendung: Ereignis

POWer:STATistics:VISible

Shows/ hides the statistical evaluation of the measurement.

Parameter:
<Visible> ON | OFF
*RST: OFF

17.12.2 Tastkopfabgleich

POWer:DESKew[:EXECute]

Starts the automatic deskew procedure to align the waveforms of all visible channels. It is necessary to deskew if a current and a voltage probe is used in the measurment. Use the R&S RT-ZF20 Laufzeitkalibriereinheit to deskew the probes.

Verwendung: Ereignis

POWer:ZOFFset[:EXECute]

Executes a zero offset for all visible channels.

Verwendung: Ereignis

17.12.3 Report

POWer:REPort:ADD....737
POWer:REPort:DESCription....737
POWer:REPort:DUT....737
POWer:REPort:OUTPut....737
POWer:REPort:SITE....737
POWer:REPort:TEMPerature....737
POWer:REPort:USER....738

POWer:REPort:ADD

Adds a power report.

Verwendung: Ereignis

POWer:REPort:DESCription

Sets a description that can be shown at the titel page of a report.

Parameter:
<DescriptionString> String parameter

POWer:REPort:DUT

Sets a device under test (DUT) value that can be shown at the titel page of a report.

Parameter:
<DeviceString> String parameter

POWer:REPort:OUTPut

Sets the directory for the output folder, where the reports are stored.

Parameter:
<OutputFolderPath> String parameter

POWer:REPort:SITE

Sets a site value that can be shown at the titel page of a report.

Parameter:
<SiteString> String parameter

POWer:REPort:TEMPerature <Temperature>

Sets a temperature value that can be shown at the titel page of a report.

Parameter:

<Temperature>	Bereich:	-273 bis 32767
	Inkrement:	1
	*RST:	20

POWer:REPort:USER

Sets a user value that can be shown at the titel page of a report.

Parameter:

<UserString>	String parameter

17.12.4 Verbrauch

POWer:CONSumption:EXECute....738
POWer:CONSumption:REPort:ADD....738
POWer:CONSumption:RESTart....738
POWer:CONSumption:RESult:APParent?....738
POWer:CONSumption:RESult:DURation?....739
POWer:CONSumption:RESult:ENERgy?....739
POWer:CONSumption:RESult:PFACtor?....739
POWer:CONSumption:RESult:PHASe?....739
POWer:CONSumption:RESult:REACtive?....739
POWer:CONSumption:RESult:REALpower?....740

POWer:CONSumption:EXECute <State>

Starts the consumption measurement.

Parameter:

<State>	ON | OFF

Verwendung: Ereignis

POWer:CONSumption:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:CONSumption:RESTart

Restarts the consumption measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:CONSumption:RESult:APParent?

Queries the apparent power, the magnitude of the vector sum of real and reactive power.

Rückgabewerte:
<ApparentPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:DURation?

Queries the duration of the measurement. The result is displayed in seconds.

Rückgabewerte:
<Duration>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:ENERgy?

Queries the energy.

Rückgabewerte:
<Energy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:PFACtor?

Queries the power factor, a measure of the system efficiency. The value varies between -1 and 1.

Rückgabewerte:
<PowerFactor>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:PHASe?

Queries the phase angle, the angle between the current and the voltage sine waves.

Rückgabewerte:
<Phase>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:REACtive?

Queries the reactive power, the power flow that is temporarily stored in a system because of the inductive and capacitive elements.

Rückgabewerte:
<ReactivePower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:CONSumption:RESult:REALpower?

Queries the real power.

Rückgabewerte:
<RealPower>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.5 Widerstand im Ein-Zustand

POWer:DONResistance:EXECute 740
POWer:DONResistance:GATE<n>:START 740
POWer:DONResistance:GATE<n>STOP 740
POWer:DONResistance:REPort:ADD 740
POWer:DONResistance:RESult:DONResistance? 741

POWer:DONResistance:EXECute

Starts the dynamic on resistance measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:DONResistance:GATE<n>:START

Sets the start time for the corresponding gate.

Suffix:
<n> 1..2

Rückgabewerte:
<StartTime>

POWer:DONResistance:GATE<n>STOP

Sets the stop time for the corresponding gate.

Suffix:
<n> 1..2

Rückgabewerte:
<StopTime>

POWer:DONResistance:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:DONResistance:RESult:DONResistance?

Starts the dynamic on resistance measurement.

Rückgabewerte:
<Value>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.6 Wirkungsgrad

POWer:EFFiciency:EXECute....741
POWer:EFFiciency:REPort:ADD....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency[:ACTual]?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:AVG?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:NPEak?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:PPEak?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:WFMCount?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower[:ACTual]?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:AVG?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:NPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:PPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:WFMCount?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower[:ACTual]?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:AVG?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:NPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:PPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:WFMCount?....742

POWer:EFFiciency:EXECute

Starts the efficiency measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:EFFiciency:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency[:ACTual]?
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:AVG?
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:NPEak?
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:PPEak?

POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:STDDev?
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the efficiency.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower[:ACTual]?
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:AVG?
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:NPEak?
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:PPEak?
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:STDDev?
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the input real power.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower[:ACTual]?
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:AVG?
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:NPEak?
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:PPEak?
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:STDDev?
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the output real power.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results

- `PPEak`: positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev`: standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount`: the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.7 Stromharmonische

POWer:HARMonics:AVAilable? 743
POWer:HARMonics:DOFRequency 744
POWer:HARMonics:ENFRequency 744
POWer:HARMonics:EXECute 744
POWer:HARMonics:MEASurement:DURation? 744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:AVG? 744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:NPEak? 744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:PPeak? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:STDDev? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency[:ACTual]? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:REALpower[:ACTual]? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:AVG? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:NPEak? 745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:PPeak? 746
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:STDDev? 746
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion[:ACTual]? 746
POWer:HARMonics:MIFRequency 746
POWer:HARMonics:REPort:ADD 746
POWer:HARMonics:RESult<n>:FREQency? 746
POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel:LIMit? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel[:VALue]? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:MAXimum? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:MEAN? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:MINimum? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:RESet 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:VALid? 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:VCOunt? 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:WFMCount? 748
POWer:HARMonics:STANdard 748
EXPort:POWer:NAME 749
EXPort:POWer:SAVE 749

POWer:HARMonics:AVAilable?

Returns the number of measured harmonics.

Rückgabewerte:
<HarmonicsCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:DOFRequency <DoFrequency>

Selects the frequency of the input signal if `POWer:HARMonics:STANdard` is set to `RTC`.

Parameter:
<DoFrequency> F400 | NVF | WVF

POWer:HARMonics:ENFRequency <ENFrequency>

Selects the frequency of the input signal if `POWer:HARMonics:STANdard` is set to `ENA/ENB/ENC/END`.

Parameter:
<ENFrequency> AUTO | F50 | F60

POWer:HARMonics:EXECute

Starts the current harmonics measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:HARMonics:MEASurement:DURation?

Returns the time duration of the measurement.

Rückgabewerte:
<MeasurementDuration>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:AVG?

Returns the average frequency of the measured signal.

Rückgabewerte:
<AverageValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:NPEak?

Returns the minimum frequency of the measured signal.

Rückgabewerte:
<MinimumValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:PPeak?

Returns the maximum frequency of the measured signal.

Rückgabewerte:
<MaximumValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:STDDev?

Returns the standard deviation of frequencies of the measured signal.

Rückgabewerte:
<DeviationValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency[:ACTual]?

Returns the current frequency value.

Rückgabewerte:
<ActualValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:REALpower[:ACTual]?

Returns the measured total power, which is used for dynamic calculation of the limits.

Rückgabewerte:
<RealPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:AVG?

Returns the average total harmonic disortion of the measured signal.

Rückgabewerte:
<AverageValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:NPEak?

Returns the minimum total harmonic disortion of the measured signal.

Rückgabewerte:
<MinimumValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:PPeak?

Returns the maximum total harmonic disortion of the measured signal.

Rückgabewerte:
<MaximumValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:STDDev?

Returns the standard deviation of total harmonic disortions of the measured signal.

Rückgabewerte:
<DeviationValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion[:ACTual]?

Returns the current total harmonic disortion value.

Rückgabewerte:
<ActualValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:MIFRequency <MILFrequency>

Selects the frequency of the input signal when `POWer:HARMonics:STANdard` is set to `MIL`.

Parameter:
<MILFrequency> F60 | F400

POWer:HARMonics:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:HARMonics:RESult<n>:FREQency?

Queries the frequency of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<Frequency>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel:LIMit?

Queries the limit for the level of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelLimit>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel[:VALue]?

Queries the level of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<Level>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:MAXimum?

Queries the maximum level of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelMaximum>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:MEAN?

Queries the average level of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelAverage>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:MINimum?

Queries the minimum level of the n-th harmonic.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelMinimum>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:RESet

Resets the count of the measurements.

Suffix:
<n> 1..40

Verwendung: Ereignis

POWer:HARMonics:RESult<n>:VALid?

Queries if the value of n-th harmonic is within the limit for the current measurment.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<Valid> PASS | FAIL

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:VCOunt?

Queries the number of waveforms, for which the limit value of at least one harmonic was violated.

Suffix:
<n> 1..40

Parameter:
<ViolateCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:RESult<n>:WFMCount?

Queries the number of waveforms, for which the harmonics were measured.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:HARMonics:STANdard <Standard>

Sets a standard for the current harmonic measurement.

Parameter:
<Standard> ENA | ENB | ENC | END | MIL | RTC

EXPort:POWer:NAME <ExportPath>

Defines the path and filename for results of harmonics and spectrum power measurements. Results are saved with `EXPort:POWer:SAVE`. The file format is CSV, the filename is incremented automatically.

Parameter:
<ExportPath> String parameter

EXPort:POWer:SAVE

Saves the harmonics and spectrum measurement results to the path and file defined by `EXPort:POWer:NAME`.

Verwendung: Ereignis

17.12.8 Einschaltstrom

POWer:INRushcurrent:EXECute....749
POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STARt....749
POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STOP....749
POWer:INRushcurrent:GCOunt....750
POWer:INRushcurrent:REPort:ADD....750
POWer:INRushcurrent:RESult<n>:AREA?....750
POWer:INRushcurrent:RESult<n>:MAXCurrent?....750

POWer:INRushcurrent:EXECute

Starts the inrush current measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STARt <StartTime>

Sets the start measuring time for the selected gate.

Suffix:
<n> 1..3

Parameter:
<StartTime>

POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STOP <StopTime>

Sets the stop measuring time for the selected gate.

Suffix:
<n> 1..3

Parameter:
<StopTime>

POWer:INRushcurrent:GCOunt <GateCount>

Sets the number of inrush current gates.

Parameter:
<GateCount> *RST: 1

POWer:INRushcurrent:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:INRushcurrent:RESult<n>:AREA?

Queries the area of the corresponding gate.

Suffix:
<n> 1..3

Rückgabewerte:
<AreaValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:INRushcurrent:RESult<n>:MAXCurrent?

Queires the maximum current for the corresponding gate.

Suffix:
<n> 1..3

Rückgabewerte:
<MaxCurrentValue>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.9 Modulationsanalyse

POWer:MODulation:TYPE 751
POWer:MODulation:THReshold[:UPPer] 752
POWer:MODulation:THReshold:LOWer 752
POWer:MODulation:THReshold:HYSTeresis 752
POWer:MODulation:EXECute 752
POWer:MODulation:REPort:ADD 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:AVG? 752

POWer:MODulation:RESult:LPEak:NPEak? ... 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:PPEak? ... 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:STDDev? ... 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:WFMCount? ... 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak[:ACTual]? ... 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN[:ACTual]? ... 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:AVG? ... 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:NPEak? ... 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:PPEak? ... 753
POWer:MODulation:RESult:MEAN:STDDev? ... 753
POWer:MODulation:RESult:MEAN:WFMCount? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS[:ACTual]? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:AVG? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:NPEak? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:PPEak? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:STDDev? ... 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:WFMCount? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev[:ACTual]? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:AVG? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:NPEak? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:PPEak? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:STDDev? ... 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:WFMCount? ... 753
POWer:MODulation:RESult:UPEak:AVG? ... 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:NPEak? ... 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:PPEak? ... 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:STDDev? ... 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak[:ACTual]? ... 754
POWer:MODulation:RESult:UPEakWFMCount? ... 754

POWer:MODulation:TYPE <ModulationType>

Sets the modulation type.

Parameter:

<ModulationType> PERiod | FREQuency | DCYCle | PWIDth | UPERiod | UFRequency | UDCYcle | UPWidth | BPERiod | BFRequency | BDCYcle | BPWidth

PERiod, UPERiod: „Track Period“
BPERiod: „Track Period Bipolar“
FREQuency, UFRequency: „Track Frequency“
BFRequency: „Track Frequency Bipolar“
DCYCle, UDCYcle: „Track Duty Cycle“
BDCYcle: „Track Duty Cycle Bipolar“
PWIDth, UPWidth: „Track Pulse Width“
BPWidth: „Track Pulse Width Bipolar“

POWer:MODulation:THReshold[:UPPer] <ThresholdLevel>

Sets the threshold for unipolar sources, or the upper level for bipolar sources. The signal is measured at the crossing points of the signal with the threshold.

Parameter:
<ThresholdLevel> Std.-einheit: V

POWer:MODulation:THReshold:LOWer <ThresholdLevel>

Sets the lower level for bipolar sources, which determines the crossing points on negative pulses.

Parameter:
<ThresholdLevel> Std.-einheit: V

POWer:MODulation:THReshold:HYSTeresis <Hysteresis>

Sets the hysteresis for correct edge detection.

Parameter:
<Hysteresis> Std.-einheit: V

POWer:MODulation:EXECute

Starts the modulation analysis measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:MODulation:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:MODulation:RESult:LPEak:AVG?
POWer:MODulation:RESult:LPEak:NPEak?
POWer:MODulation:RESult:LPEak:PPEak?
POWer:MODulation:RESult:LPEak:STDDev?
POWer:MODulation:RESult:LPEak:WFMCount?
POWer:MODulation:RESult:LPEak[:ACTual]?
Rückgabewerte:
<ActualValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:MODulation:RESult:MEAN[:ACTual]?
POWer:MODulation:RESult:MEAN:AVG?
POWer:MODulation:RESult:MEAN:NPEak?

POWer:MODulation:RESult:MEAN:PPEak?
POWer:MODulation:RESult:MEAN:STDDev?
POWer:MODulation:RESult:MEAN:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Mean“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:MODulation:RESult:RMS[:ACTual]?
POWer:MODulation:RESult:RMS:AVG?
POWer:MODulation:RESult:RMS:NPEak?
POWer:MODulation:RESult:RMS:PPEak?
POWer:MODulation:RESult:RMS:STDDev?
POWer:MODulation:RESult:RMS:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for RMS.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:MODulation:RESult:STDDev[:ACTual]?
POWer:MODulation:RESult:STDDev:AVG?
POWer:MODulation:RESult:STDDev:NPEak?
POWer:MODulation:RESult:STDDev:PPEak?
POWer:MODulation:RESult:STDDev:STDDev?
POWer:MODulation:RESult:STDDev:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the standard deviation.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results

- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:MODulation:RESult:UPEak:AVG?
POWer:MODulation:RESult:UPEak:NPEak?
POWer:MODulation:RESult:UPEak:PPEak?
POWer:MODulation:RESult:UPEak:STDDev?
POWer:MODulation:RESult:UPEak[:ACTual]?
POWer:MODulation:RESult:UPEakWFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vp+“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.10 Ein/Ausschalten

POWer:ONOFf:EXECute 754
POWer:ONOFf:MEASurement 754
POWer:ONOFf:REPort:ADD 755
POWer:ONOFf:RESult<n>:TIME? 755

POWer:ONOFf:EXECute

Starts the turn on/off measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:ONOFf:MEASurement <MeasureType>

Selects the turn on or the turn off measurement.

Parameter:
<MeasureType> TON | TOFF
*RST: TON

POWer:ONOFf:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:ONOFf:RESult<n>:TIME?

Queries the turn on/ turn off time. You can select the type of measurement with `POWer:ONOFf:MEASurement`.

Suffix:
<n> 1..3

Rückgabewerte:
<Value>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.11 Qualität

POWer:QUALity:EXECute....756
POWer:QUALity:REPort:ADD....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:AVG?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:NPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:PPEak?....757

POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:PPEak?....757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:PPEak?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:PPEak?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:PPEak?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:PPEak?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:STDDev?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:WFMCount?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor[:ACTual]?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency[:ACTual]?....758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency[:ACTual]?....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS[:ACTual]?....759

POWer:QUALity:EXECute

Starts the power quality measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:QUALity:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:AVG?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:AVG?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:AVG?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:AVG?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:AVG?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:AVG?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:AVG?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:AVG?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:AVG?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:AVG?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:AVG?

Returns the average value of the specified measurement series.

Rückgabewerte:
<AverageValue> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:NPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:NPEak?

Returns the minimum value of the specified measurement series.

Rückgabewerte:
<MinimumValue> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:PPEak?

POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:PPEak?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:PPEak?

Returns the maximum value of the specified measurement series.

Rückgabewerte:
<MaximumValue> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:STDDev?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:STDDev?

Returns the statistical standard deviation of the specified measurement series.

Rückgabewerte:
<DeviationValue> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:WFMCount?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:WFMCount?

Returns the current number of measured waveforms.

Rückgabewerte:
<WaveformCount> Statistic value

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency[:ACTual]?

POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency[:ACTual]?
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS[:ACTual]?

Returns the instantaneous result of the specified measurement.

Rückgabewerte:

<ActualValue> Measurement result. If no measurement was executed, no value (NAN) is returned.

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.12 Welligkeit

POWer:RIPPle:EXECute 760
POWer:RIPPle:REPort:ADD 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]? 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG? 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak? 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak? 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev? 760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount? 760
POWer:RIPPle:RESult:LPEak[:ACTual]? 761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:AVG? 761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:NPEak? 761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:PPEak? 761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:STDDev? 761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:WFMCount? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev? 761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount? 761
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]? 762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG? 762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak? 762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak? 762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev? 762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount? 762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]? 762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG? 762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak? 762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak? 762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev? 762

POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount?....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]?....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG?....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak?....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak?....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev?....763
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev?....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev?....763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount?....763
POWer:RIPPle:RESult:UPEak[:ACTual]?....764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:AVG?....764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:NPEak?....764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:PPEak?....764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:STDDev?....764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:WFMCount?....764

POWer:RIPPle:EXECute

Starts the ripple measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:RIPPle:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the frequency.

- `[:ACTual]`: current measurement result
- `AVG`: average of the long-term measurement results
- `NPEak`: negative peak value of the long-term measurement results

- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:LPEak[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vp-“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Mean“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the negative duty cycle.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the positive duty cycle.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak?

POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vpp“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the period.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the standard deviation.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results

- `PPEak`: positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev`: standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount`: the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:UPEak[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vp+“.

- `[:ACTual]`: current measurement result
- `AVG`: average of the long-term measurement results
- `NPEak`: negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak`: positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev`: standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount`: the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.13 Anstiegsrate

POWer:SLEWrate:DSAMple....765
POWer:SLEWrate:DTIMe....766
POWer:SLEWrate:EXECute....766
POWer:SLEWrate:REPort:ADD....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]?....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG?....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak?....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak?....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev?....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak[:ACTual]?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:AVG?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:NPEak?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:PPEak?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:STDDev?....766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:WFMCount?....766
POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]?....767

POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG? 767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak? 767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak? 767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev? 767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev? 767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount? 767
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]? 768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG? 768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak? 768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak? 768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev? 768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev? 768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount? 768
POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]? 768
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG? 768
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak? 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak? 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev? 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev? 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak[:ACTual]? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:AVG? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:NPEak? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:PPEak? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:STDDev? 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:WFMCount? 769

POWer:SLEWrate:DSAMple <DeltaSample>

Sets the number of samples that are used for the calculation of the slope.

Parameter:
<DeltaSample>

POWer:SLEWrate:DTIMe <DeltaTime>

Sets the delta time.

Parameter:
<DeltaTime>

POWer:SLEWrate:EXECute

Starts the slew rate measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:SLEWrate:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the frequency.

- `[:ACTual]`: current measurement result
- `AVG`: average of the long-term measurement results
- `NPEak`: negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak`: positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev`: standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount`: the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SLEWrate:RESult:LPEak[:ACTual]?
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:AVG?
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:NPEak?
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:PPEak?
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:STDDev?
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vp-“.

- `[:ACTual]`: current measurement result

- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Mean“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the negative duty cycle.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the positive duty cycle.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vpp“.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG?

POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the period.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev?
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for the standard deviation.

- `[:ACTual]:` current measurement result
- `AVG:` average of the long-term measurement results
- `NPEak:` negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak:` positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev:` standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount:` the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SLEWrate:RESult:UPEak[:ACTual]?
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:AVG?
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:NPEak?
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:PPEak?
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:STDDev?
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:WFMCount?

Returns the corresponding statistic result for „Vp+“.

- `[:ACTual]:` current measurement result

- `AVG`: average of the long-term measurement results
- `NPEak`: negative peak value of the long-term measurement results
- `PPEak`: positive peak value of the long-term measurement results
- `STDDev`: standard deviation of the long-term measurement results
- `WFMCount`: the number of waveforms used for the displayed results

Rückgabewerte:
<WaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

17.12.14 S.O.A

POWer:SOA:EXECute....771
POWer:SOA:LINear:ADD....771
POWer:SOA:LOGarithmic:ADD....771
POWer:SOA:LINear:COUNt?....771
POWer:SOA:LOGarithmic:COUNt?....771
POWer:SOA:LINear:INSert....771
POWer:SOA:LOGarithmic:INSert....771
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent....772
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MAXimum....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MAXimum....772
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MINimum....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MINimum....772
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:VOLTage....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:VOLTage....772
POWer:SOA:LINear:REMove....773
POWer:SOA:LOGarithmic:REMove....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FAILed?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FRATe?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:PASSed?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:POINts?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:STATe?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:TOLerance....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VCOunt?....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>?....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>:CURRent?....774
POWer:SOA:RESult:TOTal:COUNt?....774
POWer:SOA:RESult:TOTal:FAILed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:FRATe?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:PASSed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:COUNt?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:FAILed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:PASSed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:STATe?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:TOLerance....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VCOunt?....776

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:HEADer?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:HEADer?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XORigin?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XORigin?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YORigin?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YORigin?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YRESolution?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YRESolution?....778
POWer:SOA:REPort:ADD....778
POWer:SOA:RESTart....778
POWer:SOA:SCALe....778
POWer:SOA:SCALe:DISPlay....778
POWer:SOA:SCALe:MASK....778

POWer:SOA:EXECute

Starts the safe operating area (S.O.A.) measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:SOA:LINear:ADD
POWer:SOA:LOGarithmic:ADD

Adds a point to the safe operation area definition list.

Verwendung: Ereignis

POWer:SOA:LINear:COUNt?
POWer:SOA:LOGarithmic:COUNt?

Retruns the number of points.

Rückgabewerte:
<PointsCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:LINear:INSert <InsertIndex>
POWer:SOA:LOGarithmic:INSert <InsertIndex>

Inserts a point with the selected insert index in the list of the safe operating area mask definition.

Einstellparameter:
<InsertIndex>

Verwendung: Nur Einstellung

POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent <Current>
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent <Current>

Sets the maximum current for the indicated mask point. The minimum current is set to 0.

Suffix:
<m> *
Index of the mask point

Parameter:
<Current> Imax value

POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MAXimum <MinimumCurrent>
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MAXimum <MinimumCurrent>

Sets the maximum current for the corresponding point.

Suffix:
<m> *

Parameter:
<MinimumCurrent>

POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MINimum <MaximumCurrent>
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MINimum <MaximumCurrent>

Sets the minimum current for the corresponding point.

Suffix:
<m> *

Parameter:
<MaximumCurrent>

POWer:SOA:LINear:POINt<m>:VOLTage <Voltage>
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:VOLTage <Voltage>

Sets the voltage for the corresponding point.

Suffix:
<m> *

Parameter:
<Voltage>

POWer:SOA:LINear:REMove <RemoveIndex>
POWer:SOA:LOGarithmic:REMove <RemoveIndex>

Removes the point with the selcted index from the list of the safe operating area mask definition.

Einstellparameter:
<RemoveIndex>

Verwendung: Nur Einstellung

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FAILed?

Returns the number of points that failed, i.e they are not within the defined safe operating area.

Rückgabewerte:
<FailedPoints>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FRATe?

Returns the total point fail rate, i.e the ratio of point hits to the number of tested points for the current acquisition.

Rückgabewerte:
<FailRate>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:PASSed?

Returns the number of passed points, i.e they are within the defined safe operating area.

Rückgabewerte:
<PassedPoints>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:POINts?

Returns the number of points, considered for the current acquisition.

Rückgabewerte:
<Points>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:STATe?

Returns the result, passed or failed, of the current aqcuisition measurement.

Rückgabewerte:
<AcquisitionState> 0 | 1

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:TOLerance <Tolerance>

Sets acquisition tolerance in percent.

Parameter:
<Tolerance>

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VCOunt?

Returns the acquisition violation count.

Rückgabewerte:
<ViolationCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>?

Returns the current and voltage value for the corresponding acquisition violation.

Rückgabewerte:
<Current>

<Voltage>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>:CURRent?

Returns the current value for the corresponding acquisition violation point.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<Current>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:COUNt?

Returns the total number of acquisitions used to determine the total result.

Rückgabewerte:
<AcquisitionCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:FAILed?

Returns the total number of failed acquisitions, i.e they are not within the defined safe operating area.

Rückgabewerte:
<FailedAcquisitions>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:FRATe?

Returns the total acquisition fail rate, i.e the ratio of acquisition hits to the number of tested acquisitions.

Rückgabewerte:
<FailRate>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:PASSed?

Returns the number of passed acquisitions, i.e they are within the defined safe operating area.

Rückgabewerte:
<PassedAcquisitions>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:COUNt?

Returns the total number of samples used to determine the total result.

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:FAILed?

Returns the total number of failed samples, i.e they are not within the defined safe operating area.

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:PASSed?

Returns the number of passed samples, i.e they are within the defined safe operating area.

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:STATe?

Returns the result, passed or failed, of the total measurement.

Rückgabewerte:
<TotalState> 0 | 1

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:TOLerance <Tolerance>

Returns the tolerance of the total measurement.

Parameter:
<Tolerance>

POWer:SOA:RESult:TOTal:VCOunt?

Returns the acquisition violation count.

Rückgabewerte:
<ViolationCount>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>?

Returns the current and voltage value for the corresponding total violation.

Rückgabewerte:
<Current>

<Voltage>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage?

Returns the voltage of the total violation.

Suffix:
<n> *

Rückgabewerte:
<Voltage>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA?

Returns the data of the total voltage violation waveform in the same way as `CHANnel<m>:DATA?`.

Rückgabewerte:
<Header> StringData

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:HEADer?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:HEADer?

Returns information on the total violation current.

Rückgabewerte:
<Header> StringData

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XINCrement?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XINCrement?

Return the time difference between two adjacent samples of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Xincrement>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XORigin?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XORigin?

Return the time of the first sample of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Xorigin>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YINCrement?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YINCrement?

Return the voltage value per bit of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Yincrement>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YORigin?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YORigin?

Return the voltage value for binary value 0 of the indicated waveform.

Rückgabewerte:
<Yorigin>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YRESolution?
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YRESolution?
POWer:SOA:REPort:ADD
POWer:SOA:RESTart
POWer:SOA:SCALe <>
POWer:SOA:SCALe:DISPlay <>
POWer:SOA:SCALe:MASK <>

Sets the scale for the mask, linear or logarithmic.

17.12.15 Spektrum

POWer:SPECtrum:EXECute 778
POWer:SPECtrum:FREQuency 778
POWer:SPECtrum:REPort:ADD 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:FREQuency? 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:LEVel[:VALue]? 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MAXimum? 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MEAN? 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MINimum? 780
POWer:SPECtrum:RESult<n>:RESet 780
POWer:SPECtrum:RESult<n>:WFMCount? 780
EXPort:POWer:NAME 780
EXPort:POWer:SAVE 780

POWer:SPECtrum:EXECute

Starts the spectrum measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:SPECtrum:FREQuency <SwitchingFrequency>

Sets the frequency of the input signal.

Parameter:
<SwitchingFrequency>

POWer:SPECtrum:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:SPECtrum:RESult<n>:FREQuency?

Queries the frequency of the n-th order.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<FrequencyValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SPECtrum:RESult<n>:LEVel[:VALue]?

Queries the level of the n-th order.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SPECtrum:RESult<n>:MAXimum?

Queries the maximum level of the n-th order.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelMaximum>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SPECtrum:RESult<n>:MEAN?

Queries the average level of the n-th order.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelAverage>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SPECtrum:RESult<n>:MINimum?

Queries the minimum level of the n-th order.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<LevelMinimum>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SPECtrum:RESult<n>:RESet

Resets the count of the measurements.

Suffix:
<n> 1..40

Verwendung: Ereignis

POWer:SPECtrum:RESult<n>:WFMCount?

Queries the number of waveforms, for which the spectrum was measured.

Suffix:
<n> 1..40

Rückgabewerte:
<VaveformCount>

Verwendung: Nur Abfrage

EXPort:POWer:NAME <ExportPath>

Defines the path and filename for results of harmonics and spectrum power measurements. Results are saved with `EXPort:POWer:SAVE`. The file format is CSV, the filename is incremented automatically.

Parameter:
<ExportPath> String parameter

EXPort:POWer:SAVE

Saves the harmonics and spectrum measurement results to the path and file defined by `EXPort:POWer:NAME`.

Verwendung: Ereignis

17.12.16 Umschaltung

POWer:SWITching:EXECute....781
POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STARt....781
POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STOP....781
POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STARt....782
POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STOP....782
POWer:SWITching:GATE:SWAVe....782
POWer:SWITching:GATE:TOFF:STARt....782
POWer:SWITching:GATE:TOFF:STOP....782
POWer:SWITching:GATE:TON:STARt....782
POWer:SWITching:GATE:TON:STOP....782
POWer:SWITching:REPort:ADD....783
POWer:SWITching:RESult:CONDuction:ENERgy?....783
POWer:SWITching:RESult:CONDuction:POWer?....783
POWer:SWITching:RESult:NCONduction:ENERgy?....783
POWer:SWITching:RESult:NCONduction:POWer?....783
POWer:SWITching:RESult:TOFF:ENERgy?....783
POWer:SWITching:RESult:TOFF:POWer?....784
POWer:SWITching:RESult:TON:ENERgy?....784
POWer:SWITching:RESult:TON:POWer?....784
POWer:SWITching:RESult:TOTal:ENERgy?....784
POWer:SWITching:RESult:TOTal:POWer?....784
POWer:SWITching:TYPE....784

POWer:SWITching:EXECute

Starts the switching loss measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STARt <StartTime>

Sets the start time for the conduction gate. This value is simultaneously the stop time for the turn on gate.

Parameter:
<StartTime>

POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STOP <StopTime>

Sets the stop time for the conduction gate. This value is simultaneously the start time for the turn off gate.

Parameter:
<StopTime>

POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STARt <StartTime>

Sets the start time for the non conduction gate. This value is simultaneously the stop time for the turn off gate.

Parameter:
<StartTime>

POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STOP <StopTime>

Sets the cursor on the waveform.

Parameter:
<StopTime>

POWer:SWITching:GATE:SWAVe

Sets the cursor on the waveform.

Verwendung: Ereignis

POWer:SWITching:GATE:TOFF:STARt <StartTime>

Sets the start time for the turn off gate. This value is simultaneously the stop time for the conduction gate.

Parameter:
<StartTime>

POWer:SWITching:GATE:TOFF:STOP <StopTime>

Sets the stop time for the turn off gate.

Parameter:
<StopTime>

POWer:SWITching:GATE:TON:STARt <StartTime>

Sets the start time for the turn on gate.

Parameter:
<StartTime>

POWer:SWITching:GATE:TON:STOP <StopTime>

Sets the stop time for the turn on gate.

Parameter:
<StopTime>

POWer:SWITching:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:SWITching:RESult:CONDuction:ENERgy?

Queries the conduction energy.

Rückgabewerte:
<ConductionEnergy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:CONDuction:POWer?

Queries the conduction power.

Rückgabewerte:
<ConductionPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:NCONduction:ENERgy?

Queries the non conduction energy.

Rückgabewerte:
<NonConductionEnergy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:NCONduction:POWer?

Queries the non conduction power.

Rückgabewerte:
<NonConductionPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TOFF:ENERgy?

Queries the turn off energy.

Rückgabewerte:
<TurnOffEnergy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TOFF:POWer?

Queries the turn off power.

Rückgabewerte:
<TurnOffPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TON:ENERgy?

Queries the turn on energy.

Rückgabewerte:
<TurnOnEnergy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TON:POWer?

Queries the turn on power.

Rückgabewerte:
<TurnOnPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TOTal:ENERgy?

Queries the total energy.

Rückgabewerte:
<TotalEnergy>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:RESult:TOTal:POWer?

Queries the total power.

Rückgabewerte:
<TotalPower>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:SWITching:TYPE <MeasureType>

Sets the measurement type for the switching loss maesurment.

Parameter:
<MeasureType> ENERgy | POWer

17.12.17 Lastwechsel-Verhalten

POWer:TRANsient:EXECute....785
POWer:TRANsient:REPort:ADD....785
POWer:TRANsient:RESult:DELay?....785
POWer:TRANsient:RESult:OVERshoot?....785
POWer:TRANsient:RESult:PEAK:TIME?....785
POWer:TRANsient:RESult:PEAK:VALue?....786
POWer:TRANsient:RESult:RTIMe?....786
POWer:TRANsient:RESult:SETTlingtime?....786
POWer:TRANsient:SIGHigh....786
POWer:TRANsient:SIGLow....786
POWer:TRANsient:STARt....786
POWer:TRANsient:STOP....787

POWer:TRANsient:EXECute

Starts the transient response measurement.

Verwendung: Ereignis

POWer:TRANsient:REPort:ADD

Adds the result to the report list.

Verwendung: Ereignis

POWer:TRANsient:RESult:DELay?

Queries the delay time.

Rückgabewerte:
<DeleayTime>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:RESult:OVERshoot?

Queries the overshoot.

Rückgabewerte:
<Overshoot>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:RESult:PEAK:TIME?

Queries the peak time.

Rückgabewerte:
<PeakTime>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:RESult:PEAK:VALue?

Queries the peak value.

Rückgabewerte:
<PeakValue>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:RESult:RTIMe?

Queries the rise time.

Rückgabewerte:
<RiseTime>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:RESult:SETTlingtime?

Queries the settling time.

Rückgabewerte:
<SettlingTime>

Verwendung: Nur Abfrage

POWer:TRANsient:SIGHigh <SignalHigh>

Sets the expected signal high voltage value.

Parameter:
<SignalHigh>

POWer:TRANsient:SIGLow <SignalLow>

Sets the expected signal low voltage value.

Parameter:
<SignalLow>

POWer:TRANsient:STARt <StartTime>

Sets the start time for the transient response measurement.

Parameter:
<StartTime>

POWer:TRANsient:STOP <StopTime>

Sets the stop time for the transient response measurement.

Parameter:
<StopTime>

17.13 Mixed-Signal-Option (Option R&S RTA-B1)

- Logikkanäle....787
- Parallele Busse....794

17.13.1 Logikkanäle

In diesem Kapitel werden zwei verschiedene Befehlssätze beschrieben:

- `LOGic<p>:xxx:xxx`:
  Bezieht sich auf Logiktastkopf 1 („D7...D0“) oder Logiktastkopf 2 („D8...D15“). Das Suffix `<p>` gibt den Logiktastkopf an, Bereich 1..2.
- `DIGital<m>:xxx:xxx`:
  Bezieht sich auf einen bestimmten Logikkanal. Das Suffix `<m>` gibt den Logikkanal an, Bereich 0..15.

- Logikkanäle - Aktivitätsanzeige....787
- Logikanalysatorkonfiguration....788
- Logikkanäle - Messkurvendaten....792

17.13.1.1 Logikkanäle - Aktivitätsanzeige

LOGic<p>:PROBe[:ENABle]?....787
LOGic<p>:CURRent:STATe:MAXimum?....788
DIGital<m>:CURRent:STATe:MAXimum?....788
LOGic<p>:CURRent:STATe:MINimum?....788
DIGital<m>:CURRent:STATe:MINimum?....788

LOGic<p>:PROBe[:ENABle]?

Checks if the logic probe is connected.

Suffix:

<p>	1..2 Selects the pod.

Rückgabewerte:

<ProbeEnable>	1 | 0 1 = connected, 0 = not connected

Verwendung: Nur Abfrage

LOGic<p>:CURRent:STATe:MAXimum?
DIGital<m>:CURRent:STATe:MAXimum?
LOGic<p>:CURRent:STATe:MINimum?
DIGital<m>:CURRent:STATe:MINimum?

Both commands together return the current status of the indicated logic channel/pod regardless of the trigger settings, and even without any acquisition.

xxx:CURR:STAT:MIN returns	xxx:CURR:STAT:MAX returns	Signal
0	0	Low
1	1	High
0	1	Toggle

Suffix:

<m> 0..15
Selects the logic channel

<p> 1..2
Selects the logic pod

Rückgabewerte:

<CurrentState> Bereich: 0 | 1

Verwendung: Nur Abfrage

17.13.1.2 Logikanalysatorkonfiguration

LOGic<p>:STATe 788
DIGital<m>:PROBe[:ENABle]? 789
DIGital<m>:DISPlay 789
DIGital<m>:TECHnology 789
DIGital<m>:THCoupling 790
DIGital<m>:THReshold 790
LOGic<p>:TYPE 790
DIGital<m>:HYSTeresis 790
DIGital<m>:DESKew 791
DIGital<m>:SIZE 791
DIGital<m>:POSition 791
DIGital<m>:LABel 791
DIGital<m>:LABel:STATe 792

LOGic<p>:STATe

Switches the logic pod on or off.

Suffix:

<p> 1..2
Selects the logic pod

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

DIGital<m>:PROBe[:ENABle]?

Tests whether the digital probe is connected and recognized by the instrument.

Suffix:
<m> 0..15
For pod 1: a value between 0 and 7
For pod 2: a value between 8 and 15

Rückgabewerte:
<ProbeEnable> ON | OFF

Verwendung: Nur Abfrage

DIGital<m>:DISPlay <State>

Enables and displays the indicated logic channel, or disables it.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

DIGital<m>:TECHnology <ThresholdMode>

Selects the threshold voltage for various types of integrated circuits and applies it to the channel group to which the indicated logic channel belongs.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<ThresholdMode> TTL | ECL | CMOS | MANual
TTL: 1.4 V
ECL: -1.3 V
CMOS: 2.5 V
MANual: Set a user-defined threshold value with `DIGital<m>:THReshold`
*RST: MAN

DIGital<m>:THCoupling <ThresholdCoupling>

Sets all threshold and hysteresis values to the values of the first nibble (D0...D3).

Suffix:
<m> 0..15
The suffix is irrelevant.

Parameter:
<ThresholdCoupling> ON | OFF
*RST: ON

DIGital<m>:THReshold <ThresholdLevel>

Sets the logical threshold for the nibble (D0...D3, D4...D7, D8...D11, and D12...D15) to which the indicated logic channel belongs.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<ThresholdLevel> *RST: 1.4
Std.-einheit: V

LOGic<p>:TYPE

Selects the method to reduce the captured data of logical channels to a waveform with lower sample rate.

Parameter:
<DecimationMode> SAMPle | PDETect

SAMPle
Input data is acquired with a sample rate which is aligned to the timebase (horizontal scale) and the record length.

PDETect
Peak Detect: the minimum and the maximum of n samples in a sample interval are recorded as waveform points.

*RST: SAMP

DIGital<m>:HYSTeresis <Hysteresis>

Defines the size of the hysteresis to avoid the change of signal states due to noise. The setting applys to the logic pod to which the indicated logic channel belongs.

Suffix:
<m> 0..15
Selects the logic channel.

<p> 1..2
Selects the logic pod.

Parameter:
<Hysteresis> SMALl | MEDium | LARGe

DIGital<m>:DESKew <Deskew>

Sets the deskew value for the pod to wich the specified logic channel belongs. The deskew value compensates delays that are known from the circuit specifics or caused by the different length of cables. The skew between the probe boxes of the digital channels and the probe connectors of the analog channels is automatically aligned by the instrument.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel. Each pod (D0...D7 and D8...D15) has a common deskew.

Parameter:
<Deskew> *RST: 0
Std.-einheit: s

DIGital<m>:SIZE <Size>

Sets the vertical size of the indicated digital channel.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<Size> Specifies the number of divisions per logic channel.
Bereich: 0.2 bis 8
Inkrement: 0.1
*RST: 0.3
Std.-einheit: DIV

DIGital<m>:POSition <Position>

Sets the vertical position of the indicated vertical channel.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<Position> Vertical position in divisions
Std.-einheit: DIV

DIGital<m>:LABel <Label>

Defines a label for the indicated logic channel.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<Label> String value
String parameter

Beispiel: `DIGital4:LABel "Data"`
Defines the label "Data" for logic channel D4.

DIGital<m>:LABel:STATe <State>

Displays or hides the label of the indicated logic channel.

Suffix:
<m> 0..15
Number of the logic channel

Parameter:
<State> ON | OFF
*RST: OFF

17.13.1.3 Logikkanäle - Messkurvendaten

Beachten Sie für Datenabfragen und -konvertierungen auch folgende Befehle:

- `FORMat[:DATA]` auf Seite 589
- `DIGital<m>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `DIGital<m>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `DIGital<m>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `DIGital<m>:DATA:YORigin?` auf Seite 600
- `DIGital<m>:DATA:YRESolution?` auf Seite 600
- `LOGic<p>:DATA:XINCrement?` auf Seite 599
- `LOGic<p>:DATA:XORigin?` auf Seite 599
- `LOGic<p>:DATA:YINCrement?` auf Seite 600
- `LOGic<p>:DATA:YORigin?` auf Seite 599
- `LOGic<p>:DATA:YRESolution?` auf Seite 600

LOGic<p>:DATA?....793
DIGital<m>:DATA?....793
LOGic<p>:DATA:HEADer?....793
DIGital<m>:DATA:HEADer?....793
LOGic<p>:DATA:POINts....794
DIGital<m>:DATA:POINts....794

LOGic<p>:DATA?
DIGital<m>:DATA?

Returns the data of the specified logic channel/pod for transmission from the instrument to the controlling computer. The waveforms data can be used in MATLAB, for example.

To set the export format, use `FORMat[:DATA]`.

To set the range of samples to be returned, use `DIGital<m>:DATA:POINts`.

Suffix:

<m> 0..15
Selects the logic channel

<p> 1..2
Selects the logic pod

Parameter:

<WaveformData> List of values according to the format settings.

Beispiel:

```
FORM ASC,0
DIG1:DATA?
1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,...
```

Verwendung: Nur Abfrage

LOGic<p>:DATA:HEADer?
DIGital<m>:DATA:HEADer?

Returns information on the waveform of the specified logic channel/pod.

Tabelle 17-6: Header data

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-9.477E-008 = - 94,77 ns
2	XStop in s	9.477E-008 = 94,77 ns
3	Record length of the waveform in Samples	200000
4	Number of values per sample interval, usually 1.	1

Suffix:

<m> 0..15
Selects the logic channel

<p> 1..2
Selects the logic pod

Parameter:

<Header> Comma-separated value list
Example: `-9.477E-008,9.477E-008,200000,1`

Verwendung: Nur Abfrage

LOGic<p>:DATA:POINts <PointSelection>
DIGital<m>:DATA:POINts <PointSelection>

As a setting, the command selects a range of samples that will be returned with `DIGital<m>:DATA?`. As a query, it returns the number of returned samples for the selected range.

Depending on the current settings, the memory can contain more data samples than the screen is able to display. In this case, you can decide which data will be saved: samples stored in the memory or only the displayed samples.

Note: The sample range can be changed only in STOP mode. If the acquisition is running, DEF is always used automatically. If the acquisition has been stopped, data can be read from the memory, and all settings are available.

Suffix:

<m> 0..15
Selects the logic channel

<p> 1..2
Selects the logic pod

Einstellparameter:

<PointSelection> DEFault | MAXimum | DMAXimum

Sets the range for data queries.

DEFault
Waveform points that are visible on the screen. At maximum waveform rate, the instrument stores more samples than visible on the screen, and DEF returns less values than acquired.

MAXimum
All waveform samples that are stored in the memory. Only available if acquisition is stopped.

DMAXimum
Display maximum: Waveform samples stored in the current waveform record but only for the displayed time range. At maximum waveform rate, the instrument stores more samples than visible on the screen, and DMAX returns more values than DEF. Only available if acquisition is stopped.

*RST: DEFault

Rückgabewerte:

<Points> Number of data points in the selected range.

Std.-einheit: Samples

See also: `CHANnel<m>:DATA:POINts`

17.13.2 Parallele Busse

- Paralleler Bus - Leitungskonfiguration 795
- Parallel getakteter Bus - Konfiguration 796
- Parallele Busse - Decodierergebnisse 797

17.13.2.1 Paralleler Bus - Leitungskonfiguration

BUS<b>:PARallel:WIDTh <BusWidth>

Sets the number of lines to be analyzed for the parallel bus.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<BusWidth> Maximum number is the number of input channels.

Bereich: 1 bis 4
Inkrement: 1
*RST: 4
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:CPARallel:WIDTh <BusWidth>

Sets the number of lines to be analyzed for the parallel clocked bus.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<BusWidth> Bereich: 1 bis 15 (clock only) or 14 (clock and CS)
Inkrement: 1
*RST: 4
Std.-einheit: Bit

BUS<b>:PARallel:DATA<m>:SOURce <DataSource>
BUS<b>:CPARallel:DATA<m>:SOURce <DataSource>

Defines the logic channel that is assigned to the selected bit.

Use the command for each bit of the bus.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

<m> Sets the bit number.

Parameter:
<DataSource> D0..D15

Beispiel:

```
BUS:PARallel:Width 4
BUS:PARallel:DATA0:SOURce D8
BUS:PARallel:DATA1:SOURce D9
BUS:PARallel:DATA2:SOURce D10
BUS:PARallel:DATA3:SOURce D11
```

17.13.2.2 Parallel getakteter Bus - Konfiguration

BUS<b>:CPARallel:CLOCk:SOURce 796
BUS<b>:CPARallel:CLOCK:SLOPe 796
BUS<b>:CPARallel:CS:ENABle 796
BUS<b>:CPARallel:CS:SOURce 796
BUS<b>:CPARallel:CS:POLarity 797

BUS<b>:CPARallel:CLOCk:SOURce <ClockSource>

Selects the logic channel that is used as clock line.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<ClockSource> D0..D15
*RST: D0

BUS<b>:CPARallel:CLOCK:SLOPe <ClockSlope>

Selects if the data is sampled on the rising or falling slope of the clock, or on both edges (EITHer). The clock slope marks the begin of a new bit.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<ClockSlope> POSitive | NEGative | EITHer

BUS<b>:CPARallel:CS:ENABle <ChipSelectEnable>

Enables and disables the chip select line.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<ChipSelectEnable> ON | OFF
*RST: ON

BUS<b>:CPARallel:CS:SOURce <ChipSelectSource>

Selects the logic channel that is used as chip select line.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<ChipSelectSource> D0..D15
*RST: D1

BUS<b>:CPARallel:CS:POLarity <Polarity>

Selects if the chip select signal is high active (high = 1) or low active (low = 1).

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative
POSitive = high active
NEGative = low active

17.13.2.3 Parallele Busse - Decodierergebnisse

Die Befehle zum Abfragen von Ergebnissen decodierter parallel getakteter und ungetakteter Busse sind sich ähnlich und werden in diesem Kapitel gemeinsam beschrieben.

BUS<b>:PARallel:FCOunt?....797
BUS<b>:CPARallel:FCOunt?....797
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:DATA?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:DATA?....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STATe?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STATe?....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STARt?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STARt?....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STOP?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STOP?....798

BUS<b>:PARallel:FCOunt?
BUS<b>:CPARallel:FCOunt?

Returns the number of decoded frames.

Suffix:
<b> 1..2
Selects the parallel bus.

Rückgabewerte:
<FrameCount> Total number of decoded frames.

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:DATA?
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:DATA?

Returns the data words of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..2
Selects the parallel bus.

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<FrameData> List of decimal values of data words

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STATe?
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STATe?

Returns the overall state of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..2
Selects the parallel bus.

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<FrameStatus> OK | ERRor | INSufficient

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STARt?
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STARt?

Returns the start time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..2
Selects the parallel bus.

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<StartTime> Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STOP?
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STOP?

Returns the end time of the specified frame.

Suffix:

<b> 1..2
Selects the parallel bus.

<n> *
Selects the frame.

Rückgabewerte:

<StopTime> Std.-einheit: s

Verwendung: Nur Abfrage

17.14 Signalerzeugung (Option R&S RTA-B6)

17.14.1 Funktionsgenerator

17.14.1.1 Grundlegende Einstellungen des Funktionsgenerators

WGENerator:FUNCtion....799
WGENerator:VOLTage....799
WGENerator:VOLTage:OFFSet....800
WGENerator:FREQuency....800
WGENerator:FUNCtion:PULSe:DCYCle....800
WGENerator:TRIangle:SYMMetry....800
WGENerator:FUNCtion:PULSe:ETIMe....801
WGENerator:FUNCtion:EXPonential:POLarity....801
WGENerator:FUNCtion:RAMP:POLarity....801
WGENerator:NOISe:ABSolute....801
WGENerator:NOISe:RELative....801
WGENerator:OUTPut:LOAD....801
WGENerator:OUTPut[:ENABle]....801

WGENerator:FUNCtion <Function>

Selects the function to be generated.

Parameter:

<Function> DC | SINusoid | SQUare | PULSe | TRIangle | RAMP | SINC | ARBitrary | EXPonential

WGENerator:VOLTage <Amplitude>

Defines the amplitude value (peak-to-peak value) of the selected generator function.

Parameter:

<Amplitude> Numeric value

Bereich: 6.0000E-02 bis 6.00000E+00
*RST: 5.0000E-01
Std.-einheit: Vpp

WGENerator:VOLTage:OFFSet <Offset>

Sets the DC offset of the selected generator function.

Parameter:

<Offset> Numeric value

Bereich: -3.00000E+00 bis 3.00000E+00
*RST: 0.00E+00
Std.-einheit: V

WGENerator:FREQuency <Frequency>

Defines the frequency.

Parameter:

<Frequency> Bereich: Depends on the selected function. For details, refer to the datasheet.
*RST: 10 kHz

WGENerator:FUNCtion:PULSe:DCYCle <DutyCycle>

Defines the duty cycle value of the generator function pulse.

Parameter:

<DutyCycle> Numeric value

Bereich: 1.000E+01 bis 9.000E+01
*RST: 2.500E+01
Std.-einheit: %

WGENerator:TRIangle:SYMMetry <Symmetry>

Sets the symmetry for the triangle waveform.

Parameter:

<Symmetry> 50% defines symmetric triangles. Values <50% define triangles with steeper rising edge leaned to the left. Values >50% define triangles with steeper falling edge leaned to the right.

Bereich: 1 bis 99
Inkrement: 1
*RST: 50
Std.-einheit: %

WGENerator:FUNCtion:PULSe:ETIMe <EdgeTime>

Sets the pulse edge time.

Parameter:
<EdgeTime>

WGENerator:FUNCtion:EXPonential:POLarity <Polarity>

Sets the polarity of the generator function exponential.

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative

WGENerator:FUNCtion:RAMP:POLarity <Polarity>

Sets the polarity of the generator function ramp.

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative
*RST: NEG

WGENerator:NOISe:ABSolute <AbsoluteNoise>

Sets the noise of the waveform in volts.

Parameter:
<AbsoluteNoise>

WGENerator:NOISe:RELative <RelativeNoise>

Sets the noise of the generated waveform in percentage of the amplitude.

Parameter:
<RelativeNoise>

WGENerator:OUTPut:LOAD <Load>

Select the user load, the load of the DUT at its connection. You can select either a „50Ω“ or a „High-Z“ (high input impedance) load.

Parameter:
<Load> HIGHz | R50

WGENerator:OUTPut[:ENABle] <OutputEnable>

Enables the function generator and outputs the waveform.

Parameter:
<OutputEnable> ON | OFF

17.14.1.2 Einstellung der arbiträren Messkurve

WGENerator:ARBitrary:SOURce 802
WGENerator:ARBitrary:RANGe:START 802
WGENerator:ARBitrary:RANGe:STOP 802
WGENerator:ARBitrary:UPDate 802
WGENerator:ARBitrary[:FILE]:NAME 802
WGENerator:ARBitrary[:FILE]:OPEN 803
WGENerator:ARBitrary:VISible 803

WGENerator:ARBitrary:SOURce <Source>

Selects the input channel for an arbitrary function to be generated.

Parameter:

<Source> CH1 | CH2 | CH3 | CH4

*RST: CH1

WGENerator:ARBitrary:RANGe:START <StartTime>

Sets the start time of the copied waveform part.

Parameter:

<StartTime> Std.-einheit: s

WGENerator:ARBitrary:RANGe:STOP <StopTime>

Sets the end time of the copied waveform part.

Parameter:

<StopTime> Std.-einheit: s

WGENerator:ARBitrary:UPDate

Loads the waveform from the selected signal source (`WGENerator:ARBitrary:SOURce`).

Verwendung: Ereignis

WGENerator:ARBitrary[:FILE]:NAME <FilePath>

Sets the file path and the file for an arbitrary waveform to be loaded.

Parameter:

<FilePath> string

*RST: ''

WGENerator:ARBitrary[:FILE]:OPEN

Loads the arbitrary waveform, that is selected with the `WGENerator:ARBitrary[:FILE]:NAME` command.

Verwendung: Ereignis

WGENerator:ARBitrary:VISible <ArbWaveformVisible>

Enables the display of the arbitrary waveform.

Parameter:
<ArbWaveformVisible>ON | OFF
*RST: OFF

17.14.1.3 Burst-Einstellungen

WGENerator:BURSt:ITIMe....803
WGENerator:BURSt:NCYCle....803
WGENerator:BURSt:TRIGger[:MODE]....803
WGENerator:BURSt:TRIGger:SINGle....804
WGENerator:BURSt:PHASe....804
WGENerator:BURSt[:STATe]....804

WGENerator:BURSt:ITIMe <IdleTime>

Sets the idle time between two burst cycles.

Parameter:
<IdleTime> Bereich: 28n bis 17
*RST: 100u
Std.-einheit: s

WGENerator:BURSt:NCYCle <NumberOfCycles>

Sets the number of times the generator outputs one cycle of the waveform per burst.

Parameter:
<NumberOfCycles> Bereich: 1 bis 1023
Inkrement: 1
*RST: 1

WGENerator:BURSt:TRIGger[:MODE]

Selects the trigger mode. Each time the generator receives a trigger, it outputs a burst with the number of cycles defined with `WGENerator:BURSt:NCYCle`.

Parameter:
<TriggerMode> CONTinuous | SINGle

CONTinuous
Continuously outputs bursts if burst is enabled.

SINGle
Use `WGENerator:BURSt:TRIGger:SINGle` to output one burst.

*RST: CONT

WGENerator:BURSt:TRIGger:SINGle

Outputs one burst if `WGENerator:BURSt:TRIGger[:MODE]` is set to SINGle.

Verwendung: Ereignis

WGENerator:BURSt:PHASe <PhaseOffset>

Sets the start phase of the burst.

Parameter:
<PhaseOffset> Bereich: 0 bis 360
Inkrement: 0.1
*RST: 0
Std.-einheit: Degree

WGENerator:BURSt[:STATe] <Enable>

Enables or disables the burst. for the generator.

Parameter:
<Enable> ON | OFF
*RST: OFF

17.14.1.4 Modulationseinstellungen

WGENerator:MODulation[:ENABLE] 805
WGENerator:MODulation:FUNCtion 805
WGENerator:MODulation:TYPE 805
WGENerator:MODulation:AM:FREQuency 805
WGENerator:MODulation:AM:DEPTh 805
WGENerator:MODulation:FM:FREQuency 806
WGENerator:MODulation:FM:DEViation 806
WGENerator:MODulation:ASK:FREQuency 806
WGENerator:MODulation:ASK:DEPTh 806
WGENerator:MODulation:FSK:HFREquency 806
WGENerator:MODulation:FSK:RATE 806
WGENerator:MODulation:RAMP:POLarity 807

WGENerator:MODulation[:ENABLE] <Enable>

Activates or deactivates modulation of the function generator output. To define the modulation function, see `WGENerator:MODulation:FUNCtion`.

Parameter:
<Enable> ON | OFF

WGENerator:MODulation:FUNCtion <ModulationFunction>

Selects a function for the modulation.

Parameter:
<ModulationFunction>SINusiod | SQUare | TRIangle | RAMP

WGENerator:MODulation:TYPE <ModulationType>

Sets the modulation type, which defines how the carrier signal is modified.

Parameter:
<ModulationType> AM | FM | ASK | FSK

AM
Amplitude modulation. The amplitude of the carrier signal is varied according to the modulation signal.

FM
Frequency modulation. The frequency of the carrier signal is varied according to the modulation signal.

ASK
Amplitude shift keying (ASK) modulation. The amplitude switches between 100% and the `WGENerator:MODulation:ASK:DEPTh` amplitude with a defined modulating `WGENerator:MODulation:ASK:FREQuency`.

FSK
Frequency shift keying (FSK) modulation. The signal frequency switches between the carrier frequency and the `WGENerator:MODulation:FSK:HFREquency` at a `WGENerator:MODulation:FSK:RATE`.

WGENerator:MODulation:AM:FREQuency <Frequency>

Sets the frequency of the modulating waveform for AM modulation.

Parameter:
<Frequency>

WGENerator:MODulation:AM:DEPTh <ModulationDepth>

Sets the modulation depth, the percentage of the amplitude range that is used for AM modulation.

Parameter:
<ModulationDepth>

WGENerator:MODulation:FM:FREQuency <Frequency>

Sets the frequency of the modulating waveform for FM modulation.

Parameter:
<Frequency>

WGENerator:MODulation:FM:DEViation <Deviation>

Sets the frequency deviation, the maximum difference between the FM modulated signal and the carrier signal.

Parameter:
<Deviation>

WGENerator:MODulation:ASK:FREQuency <Frequency>

Sets the frequency of the modulating waveform for ASK modulation.

Parameter:
<Frequency>

WGENerator:MODulation:ASK:DEPTh <ModulationDepth>

Sets the modulation depth, the percentage of the amplitude range that is used for ASK modulation.

Parameter:
<ModulationDepth>

WGENerator:MODulation:FSK:HFREquency <HoppingFrequency>

Sets the second frequency of the FSK-modulated signal.

Parameter:
<HoppingFrequency> The range depends on the signal type:
Sinus: 100mHz - 25MHz
Sinc/Triangle/Ramp/Exponential: 100mHz - 1MHz
Rectangle/Pulse/Arbitrary: 100mHz - 10MHz

WGENerator:MODulation:FSK:RATE <Rate>

Sets the rate at which signal switches between the carrier frequency and the hopping frequency.

Parameter:
<Rate> Bereich: 0.1 bis 1E6
Std.-einheit: Hz

WGENerator:MODulation:RAMP:POLarity <Polarity>

Sets the polarity for the ramp function for a modulation waveform.

Parameter:
<Polarity> POSitive | NEGative

17.14.1.5 Sweep-Einstellungen

WGENerator:SWEep:FEND 807
WGENerator:SWEep:FSTart 807
WGENerator:SWEep:TIME 807
WGENerator:SWEep:TYPE 807
WGENerator:SWEep[:ENABle] 808

WGENerator:SWEep:FEND <StopFrequency>

Sets the stop frequency of the sweep signal.

Parameter:
<StopFrequency>

WGENerator:SWEep:FSTart <StartFrequency>

Sets the start frequency of the sweep signal.

Parameter:
<StartFrequency>

WGENerator:SWEep:TIME <SweepTime>

Sets the duration of the sweep.

Parameter:
<SweepTime>

WGENerator:SWEep:TYPE <SweepType>

Sets the type of the sweep, a linear, logarithmic or triangle-shaped change of the frequency.

Parameter:
<SweepType> LINear | LOGarithmic | TRIangle

WGENerator:SWEep[:ENABle] <SweepEnable>

Enables or disables sweeping.

Parameter:
<SweepEnable> ON | OFF

17.14.2 Mustergenerator

- Allgemeine Einstellungen....808
- Rechteckwelle....810
- Zählermuster....811
- Arbiträres Muster....811
- Manuelles Muster....814
- PWM-Signale....814

17.14.2.1 Allgemeine Einstellungen

PGENerator:FUNCtion.... 808
PGENerator:PATTern:STATe.... 809
PGENerator:OUTPut:VOLTage....809
PGENerator:PATTern:TRIGger:EXTern:SLOPe.... 809

PGENerator:FUNCtion <PatternFunction>

Selects the pattern generator function.

Parameter:
<PatternFunction> SQUarewave | COUNter | ARBitrary | SPI | I2C | UART | CAN | LIN | MANual | I2S | TDM | TPWM | PWM | LEDPwm

SQUarewave
Square wave function (e.g. for manual probe compensation).

COUNter
Definition of a 4-bit wide counter pattern.

ARBitrary
Definition of a 4-bit wide and 2048 samples deep pattern.

SPI
SPI BUS signals for measurements without measurement object. Data rate 100 kBit/s, 250 kBit/s or 1 MBit/s.

I2C
I^2C BUS signals for measurements without measurement object. Data rate 100 kBit/s, 400 kBit/s, 1 MBit/s or 3.4 MBit/s.

UART
UART BUS signals for measurements without measurement object. Data rate 9600 Bit/s, 115.2 kBit/s and 1 MBit/s.

CAN
CAN BUS signals for measurements without measurement object up to 50 MBit/s.

LIN
LIN BUS signals for measurements without measurement object up to 50 MBit/s.

MANual
Manual pattern mode.

I2S
Audio-I2S BUS signal.

TDM
Audio-TDM BUS signal.

TPWM
Test signals with pulse width modulation.

PWM
Pulse width modulated signal.

LEDPwm
Pulse width modulated signal for LED color control.

*RST: SQUarewave

PGENerator:PATTern:STATe <State>

Activates or deactivates the pattern.

Parameter:
<State> ON | OFF

*RST: OFF

PGENerator:OUTPut:VOLTage <OutputVoltage>

Sets the output voltage of the generated pattern signal.

Parameter:
<OutputVoltage> Std.-einheit: Hz

PGENerator:PATTern:TRIGger:EXTern:SLOPe

Defines the slope of the external arbitrary pattern trigger.

Parameter:
<ExternSlope> POSitive | NEGative | EITHer

POSitive
Rising edge (rise).

NEGative
Falling edge (fall).

EITHer
Rising as well as the falling edge (both).

*RST: POSitive

17.14.2.2 Rechteckwelle

PGENerator:PATTern:SQUarewave:POLarity....810
PGENerator:PATTern:SQUarewave:DCYCle....810
PGENerator:PATTern:PERiod....810
PGENerator:PATTern:FREQuency....810

PGENerator:PATTern:SQUarewave:POLarity <Polarity>

Defines the polarity of the pattern generator square wave function.

Parameter:
<Polarity> NORMal | INVerted
*RST: NORM

PGENerator:PATTern:SQUarewave:DCYCle <DutyCycle>

Sets the duty cycle of the square wave function.

Parameter:
<DutyCycle> Numeric value
Bereich: 1.00E+00 bis 9.900E+01
*RST: 5.000E+01
Std.-einheit: %

Beispiel: PGEN:PATT:SQU:DCYC 20
Sets the duty cycle of the square wave function to 20%.

PGENerator:PATTern:PERiod <PatternPeriod>

Defines the period of the pattern generator function.

Parameter:
<PatternPeriod> Numeric value (Period = Pattern length * Bit time)
Bereich: MIN 1 Sample * 20ns = 20ns to MAX 2048 Samples * 42s = 10416s (approx. 2.89h)
*RST: 2.000E-06
Std.-einheit: s

PGENerator:PATTern:FREQuency <PatternFrequency>

Defines the frequency (period) value of the pattern generator function.

Parameter:
<PatternFrequency> Numeric value
Std.-einheit: Hz

17.14.2.3 Zählermuster

PGENerator:PATTern:COUNter:FREQuency 811
PGENerator:PATTern:COUNter:DIRection 811

PGENerator:PATTern:COUNter:FREQuency <Period>

Defines the frequency value of the pattern generator counter function. The user frequency always refers to the switching of the pattern condition. This results in square waveforms for individual pins.

Pin	Frequency
S0	f/2
S1	f/4
S2	f/8
S3	f/16

Parameter:

<Period> Numeric value

Bereich: 2.380952425301E-02 bis 2.500000000000E+07
*RST: 1.000000000000E+05
Std.-einheit: Hz

PGENerator:PATTern:COUNter:DIRection <CountDirection>

Sets the pattern generator counter direction.

Parameter:

<CountDirection> UPWard | DOWNward

*RST: UPW

17.14.2.4 Arbiträres Muster

PGENerator:PATTern:TRIGger:MODE 812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA[:SET] 812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:LENGth 812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend 812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BOR 812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BAND 813
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:INDex 813
PGENerator:PATTern:TRIGger:SINGle 813
PGENerator:PATTern:STIMe 813
PGENerator:PATTern:ITIMe 813
PGENerator:PATTern:BURSt:STATe 814
PGENerator:PATTern:BURSt:NCYCle 814

PGENerator:PATTern:TRIGger:MODE <TriggerMode>

Defines the arbitrary trigger mode of the pattern generator function.

Parameter:

<TriggerMode> CONTinuous | SINGle

CONTinuous
The CONT function (continuous trigger) issues the pattern continuously.

SINGle
If the SING setting is activated, the pattern is issued manually.

*RST: CONT

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA[:SET] <ArbitraryData>

Defines the arbitrary pattern.

Parameter:

<ArbitraryData> List of Values

Beispiel: PGEN:PATT:ARB:DATA 0,1,1,1,2,0,3,1,4,0

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:LENGth <PatternLength>

Defines the arbitrary pattern length.

Parameter:

<PatternLength> Numeric value

Bereich: 1 bis 2048
*RST: 1

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend <AppendData>

Defines the arbitrary pattern.

Einstellparameter:

<AppendData> List of Values

Beispiel: PGEN:PATT:ARB:DATA:APP 4
From `index = n`, the oscilloscope appends a 4 in HEX to the pattern.

Verwendung: Nur Einstellung

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BOR <AppendData>

From `index = n`, data will be integrated in existing pattern via OR combination.

Einstellparameter:

<AppendData> List of Values

Verwendung: Nur Einstellung

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BAND <AppendData>

From `index = n`, data will be integrated in existing pattern via AND combination.

Einstellparameter:
<AppendData> List of Values

Verwendung: Nur Einstellung

PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:INDex <AppendIndex>

Defines the index of the arbitrary pattern.

Parameter:
<AppendIndex> Numeric value

Beispiel: PGEN:PATT:ARB:DATA:APP:IND 5
PGEN:PATT:ARB:DATA:APP 4
From index = n, a pattern length of 6 will be defined with last high bit 4.

PGENerator:PATTern:TRIGger:SINGle

Manual output of a pattern (single trigger).

Verwendung: Ereignis

PGENerator:PATTern:STIMe <SampleTime>

Sets the time at which each sample is applied for the pattern generator function.

Parameter:
<SampleTime> Numeric value

Bereich: 2.000E-08 bis 4.200E+01
*RST: 2.000E-08
Std.-einheit: s

PGENerator:PATTern:ITIMe <IdleTime>

Defines the idle time of the pattern generator function. The idle time can be only defined with activated BURST function.

Parameter:
<IdleTime> Numeric value

Bereich: 2.000E-08 bis 4.200000000000E+01
*RST: 2.5000000000E-01
Std.-einheit: s

PGENerator:PATTern:BURSt:STATe <BurstState>

Turns the BURST function on or off.

Parameter:
<BurstState> ON | OFF
*RST: OFF

PGENerator:PATTern:BURSt:NCYCle <PatternCycles>

Defines the BURST pattern cycles. The cycles can be only defined with activated BURST function.

Parameter:
<PatternCycles> Numeric value
Bereich: 1 bis 4096
*RST: 1

17.14.2.5 Manuelles Muster

PGENerator:MANual:STATe<s> <State>

Selects the pins S0 to S3 manually and sets their states to high (H) or low (L).

Suffix:
<s> 0..3
Pins S0 to S3

Parameter:
<State> ON | OFF

ON
Pin state is set to high (H).

OFF
Pin state is set to low (L).

*RST: OFF

Beispiel: PGEN:MAN:STAT2 ON
Sets the state of pin S2 to high (H).

17.14.2.6 PWM-Signale

PGENerator:PATTern:PWM:DCYCle 815
PGENerator:PATTern:PWM:DIRection 815
PGENerator:PATTern:PWM:ENABle 815
PGENerator:PATTern:LED:BLUE 815
PGENerator:PATTern:LED:GREen 815
PGENerator:PATTern:LED:RED 815
PGENerator:PATTern:LED:INTens 815

PGENerator:PATTern:PWM:DCYCle <DutyCycle>

Sets the duty cycle of the PWM signal at P0, and thus the motor speed.

Parameter:

<DutyCycle>	Bereich:	1 bis 99
	Inkrement:	1
	*RST:	50
	Std.-einheit:	%

PGENerator:PATTern:PWM:DIRection <Direction>

Sets the direction of motor rotation.

Parameter:

<Direction>	POSitive | NEGative

PGENerator:PATTern:PWM:ENABle <Enable>

Switches the motor on or off if the motor driver uses a dedicated enable signal.

Parameter:

<Enable>	ON | OFF

PGENerator:PATTern:LED:BLUE <DutyCycle>
PGENerator:PATTern:LED:GREen <DutyCycle>
PGENerator:PATTern:LED:RED <DutyCycle>

Set the duty cycle of the red, green, and blue colors, which corresponds to the color intensity.

Parameter:

<DutyCycle>	Bereich:	1 bis 99
	Inkrement:	1
	*RST:	50
	Std.-einheit:	%

PGENerator:PATTern:LED:INTens <DutyCycle>

Sets the duty cycle of the signal at P3, which corresponds to the intensity of the light. You can use this signal if the controller supports separate intensity control.

Parameter:

<DutyCycle>	Bereich:	1 bis 99
	Inkrement:	1
	*RST:	50
	Std.-einheit:	%

17.15 Status-Reporting

17.15.1 STATus:OPERation register

Die Befehle des Subsystems `STATus:OPERation` steuern die Status-Reporting-Strukturen des STATus:OPERation-Registers:

Siehe auch:

- Kapitel B.1, „Aufbau eines SCPI-Statusregisters“, auf Seite 838
- Kapitel B.3.3, „STATus:OPERation register“, auf Seite 843

Folgende Befehle sind verfügbar:

STATus:OPERation:CONDition?....816
STATus:OPERation:ENABle....816
STATus:OPERation:NTRansition....817
STATus:OPERation:PTRansition....817
STATus:OPERation[:EVENt]?....817

STATus:OPERation:CONDition?

Returns the of the CONDition part of the operational status register.

Rückgabewerte:

<Condition> Condition bits in decimal representation. ALIGnment (bit 0) , SELFtest (bit 1) , AUToset (bit 2), WTRigger (bit 3).

Bereich: 1 bis 65535
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

STATus:OPERation:ENABle <Enable>

Controls the ENABle part of the STATus:OPERation register. The ENABle defines which events in the EVENt part of the status register are forwarded to the OPERation summary bit (bit 7) of the status byte. The status byte can be used to create a service request.

Parameter:

<Enable> Bereich: 1 bis 65535
Inkrement: 1

Beispiel: `STATus:OPERation:ENABle 5`
The ALIGnment event (bit 0) and AUToset event (bit 2) are forwarded to the OPERation summary bit of the status byte.

STATus:OPERation:NTRansition <NegativeTransition>

Parameter:

<NegativeTransition>	Bereich:	1 bis 65535
	Inkrement:	1

STATus:OPERation:PTRansition <PositiveTransition>

Parameter:

<PositiveTransition>	Bereich:	1 bis 65535
	Inkrement:	1

STATus:OPERation[:EVENt]?

Rückgabewerte:

<Event>	Bereich:	1 bis 65535
	Inkrement:	1

Verwendung: Nur Abfrage

17.15.2 STATus:QUEStionable registers

Die Befehle des Subsystems `STATus:QUEStionable` steuern die Status-Reporting-Strukturen der STATus:QUEStionable-Register:

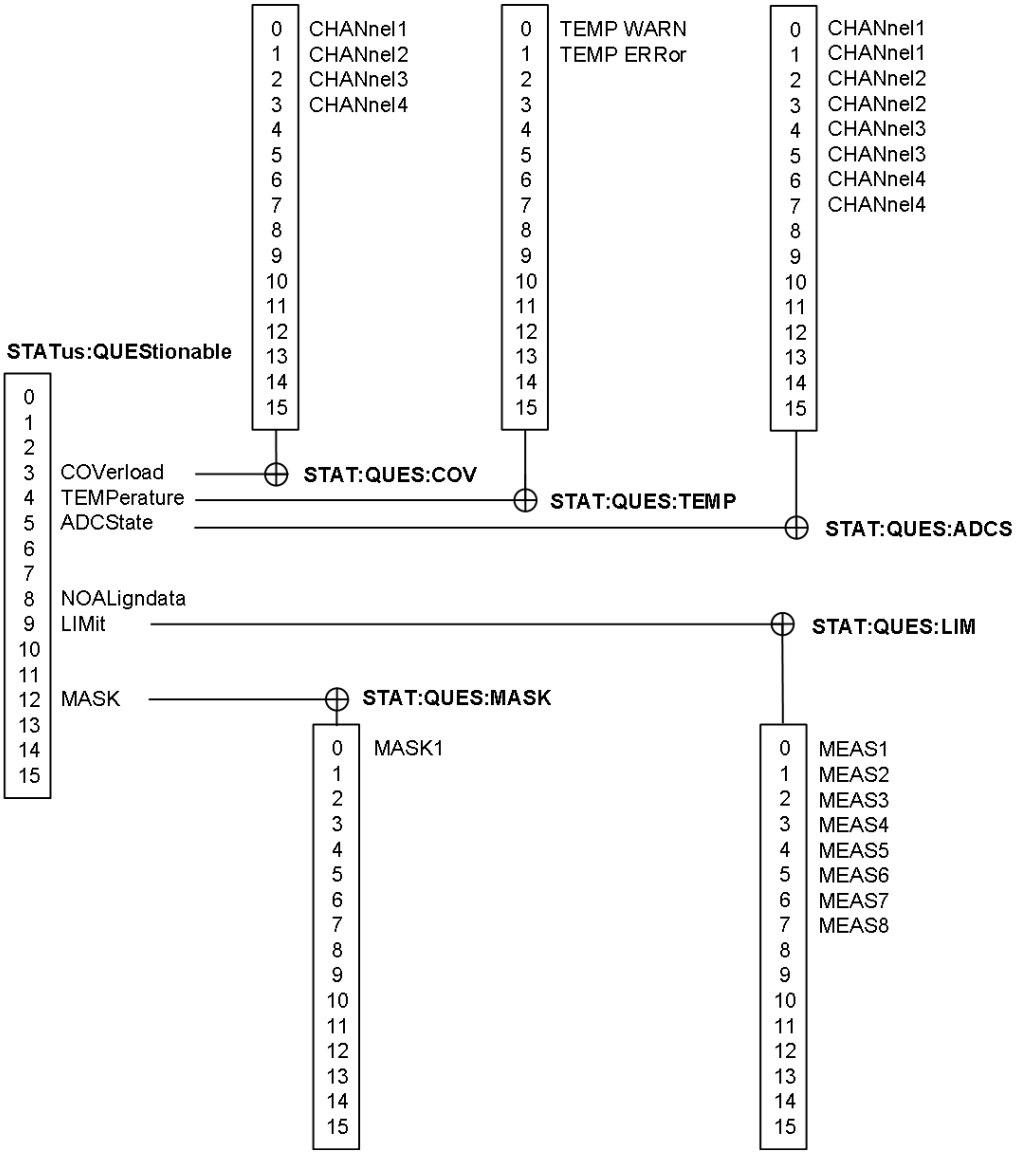


Bild 17-1: Struktur des STATus:QUEStionable-Registers

Siehe auch:

- Kapitel B.1, „Aufbau eines SCPI-Statusregisters“, auf Seite 838
- Kapitel B.3.4, „STATus:QUEStionable register“, auf Seite 844

Folgende Befehle sind verfügbar:

STATus:PRESet....819
STATus:QUEStionable:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:COVerload:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:ADCState:CONDition?.... 819
STATus:QUEStionable:LIMit:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:MASK:CONDition?.... 819
STATus:QUEStionable:ENABle.... 819
STATus:QUEStionable:COVerload:ENABle....819

STATus:QUEStionable:ADCState:ENABle 819
STATus:QUEStionable:LIMit:ENABle 820
STATus:QUEStionable:MASK:ENABle 820
STATus:QUEStionable[:EVENt]? 820
STATus:QUEStionable:COVerload[:EVENt]? 820
STATus:QUEStionable:ADCState[:EVENt]? 820
STATus:QUEStionable:LIMit[:EVENt]? 820
STATus:QUEStionable:MASK[:EVENt]? 820
STATus:QUEStionable:NTRansition 820
STATus:QUEStionable:COVerload:NTRansition 820
STATus:QUEStionable:ADCState:NTRansition 820
STATus:QUEStionable:LIMit:NTRansition 820
STATus:QUEStionable:MASK:NTRansition 820
STATus:QUEStionable:PTRansition 821
STATus:QUEStionable:COVerload:PTRansition 821
STATus:QUEStionable:ADCState:PTRansition 821
STATus:QUEStionable:LIMit:PTRansition 821
STATus:QUEStionable:MASK:PTRansition 821

STATus:PRESet

Resets all STATUS:QUESTIONALBLE registers.

Verwendung: Ereignis

STATus:QUEStionable:CONDition?
STATus:QUEStionable:COVerload:CONDition?
STATus:QUEStionable:ADCState:CONDition?
STATus:QUEStionable:LIMit:CONDition?
STATus:QUEStionable:MASK:CONDition?

Returns the contents of the CONDition part of the status register to check for questionable instrument or measurement states. Reading the CONDition registers does not delete the contents.

Rückgabewerte:

<Condition> Condition bits in decimal representation

Bereich: 0 bis 65535
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

STATus:QUEStionable:ENABle <Enable>
STATus:QUEStionable:COVerload:ENABle <Enable>
STATus:QUEStionable:ADCState:ENABle <Enable>

STATus:QUEStionable:LIMit:ENABle <Enable>
STATus:QUEStionable:MASK:ENABle <Enable>

Sets the ENABle part that allows true conditions in the EVENt part to be reported in the summary bit. If a bit is set to 1 in the enable part and its associated event bit transitions to true, a positive transition occurs in the summary bit and is reported to the next higher level.

Parameter:

<Enable> Bit mask in decimal representation

Bereich: 0 bis 65535
Inkrement: 1

Beispiel: `STATus:QUEStionable:MASK:ENABle 24`
Set bits no. 3 and 4 of the STATus:QUEStionable:MASK:ENABle register part: $24 = 8 + 16 = 2^3 + 2^4$

STATus:QUEStionable[:EVENt]?
STATus:QUEStionable:COVerload[:EVENt]?
STATus:QUEStionable:ADCState[:EVENt]?
STATus:QUEStionable:LIMit[:EVENt]?
STATus:QUEStionable:MASK[:EVENt]?

Returns the contents of the EVENt part of the status register to check whether an event has occurred since the last reading. Reading an EVENt register deletes its contents.

Rückgabewerte:

<Event> Event bits in decimal representation

Bereich: 0 bis 65535
Inkrement: 1

Verwendung: Nur Abfrage

STATus:QUEStionable:NTRansition <NegativeTransition>
STATus:QUEStionable:COVerload:NTRansition <NegativeTransition>
STATus:QUEStionable:ADCState:NTRansition <NegativeTransition>
STATus:QUEStionable:LIMit:NTRansition <NegativeTransition>
STATus:QUEStionable:MASK:NTRansition <NegativeTransition>

Sets the negative transition filter. If a bit is set, a 1 to 0 transition in the corresponding bit of the condition register causes a 1 to be written in the corresponding bit of the event register.

Parameter:

<NegativeTransition> Bit mask in decimal representation

Bereich: 0 bis 65535
Inkrement: 1

Beispiel: `STATus:QUEStionable:MASK:NTRansition 24`
Set bits no. 3 and 4 of the STATus:QUEStionable:MASK:NTRansition register part: $24 = 8 + 16 = 2^3 + 2^4$

STATus:QUEStionable:PTRansition <PositiveTransition>
STATus:QUEStionable:COVerload:PTRansition <PositiveTransition>
STATus:QUEStionable:ADCState:PTRansition <PositiveTransition>
STATus:QUEStionable:LIMit:PTRansition <PositiveTransition>
STATus:QUEStionable:MASK:PTRansition <PositiveTransition>

Sets the positive transition filter. If a bit is set, a 0 to 1 transition in the corresponding bit of the condition register causes a 1 to be written in the corresponding bit of the event register.

Parameter:

<PositiveTransition> Bit mask in decimal representation

Bereich: 0 bis 65535
Inkrement: 1

Beispiel: `STATus:QUEStionable:MASK:PTRansition 24`
Set bits no. 3 and 4 of the STATus:QUEStionable:MASK:PTRansition register part: $24 = 8 + 16 = 2^3 + 2^4$

18 Wartung und Kundendienst

Das Gerät bedarf keiner regelmäßigen Wartung. Es ist lediglich notwendig, das Gerät zu reinigen.

Um die Vorderseite des Geräts zu schützen und um das Gerät einfach und sicher an andere Arbeitsplätze zu transportieren, sind mehrere Zubehörteile im Angebot. Die Typenschlüssel und Bestellnummern sind im Datenblatt aufgeführt.

18.1 Reinigung

Die Reinigung des Produkts ist hier beschrieben: „Produkt reinigen“ auf Seite 22.

Benutzen Sie zur Reinigung keine Flüssigkeiten. Reinigungsmittel, Lösungsmittel, Säuren und Basen können die Beschriftung der Frontplatte, Kunststoffteile und das Display beschädigen.

18.2 Sicherungen wechseln

Wenn das Produkt nicht startet, kann die Ursache eine durchgebrannte Sicherung sein.

Das Produkt wird durch eine Sicherung des Typs Größe 5 x 20 mm, 250 V~, T3.15H (träge), IEC60127-2/5gesichert.

1. **WARNUNG!** Die Sicherung ist Teil der Hauptstromversorgung. Eine Berührung der Sicherung bei eingeschaltetem Gerät kann zu einem elektrischen Schlag führen.

   Vor dem Wechseln der Sicherung:

   a) Bringen Sie den Schalter am Netzteil in die Stellung [0].
   b) Trennen Sie das Produkt von der Spannungsquelle.

2. Die Sicherung befindet sich auf der Rückseite zwischen Hauptnetzschalter und Wechselstrom-Netzteil.
   Ziehen Sie die Sicherungsfassung aus ihrem Steckplatz.

3. Prüfen Sie den Zustand der Sicherung.

4. Ersetzen Sie eine durchgebrannte Sicherung. Verwenden Sie ausschließlich Sicherungen des angegebenen Typs.

5. Schieben Sie die Sicherungsfassung in den Steckplatz, bis sie einrastet.

18.3 Kontakt Customer Support

Technischer Support – wo und wann immer Sie ihn benötigen

Kontaktieren Sie unser Customer Support Center, wenn Sie eine schnelle, fachkundige Hilfe zu einem Rohde & Schwarz Produkt benötigen. Ein Team aus hochqualifizierten Ingenieuren bietet Unterstützung und erarbeitet mit Ihnen Lösungen für all Ihre Fragen rund um Bedienung, Programmierung oder Anwendung von Rohde & Schwarz Produkten.

Kontaktdaten

Kontaktieren Sie unser Customer Support Center unter www.rohde-schwarz.com/support oder folgen Sie diesem QR-Code:

Bild 18-1: QR-Code zur Support-Seite von Rohde & Schwarz

18.4 Datensicherheit

Wenn Sie das Gerät an den Service einsenden müssen oder das Gerät in einer abgesicherten Umgebung eingesetzt wird, beachten Sie das Dokument "Instrument Security Procedures", das auf der Internet-Webseite des R&S RTA4000 verfügbar ist.

Alle aktuellen Gerätekonfigurationsdaten und Benutzerdaten können über das Menü „Einstellungen“ > „Sicheres Löschen“ gelöscht werden.

18.5 Lagerung

Schützen Sie das Produkt gegen Staub. Stellen Sie sicher, dass die Umgebungsbedingungen, z. B. Temperaturbereich und klimatische Beanspruchung, den im Datenblatt angegebenen Werten entsprechen.

18.6 Entsorgung

Rohde & Schwarz ist zu einer sorgsamen, umweltschonenden Nutzung natürlicher Ressourcen und zur Minimierung des ökologischen Fußabdrucks seiner Produkte verpflichtet. Helfen Sie uns, indem Sie Abfall so entsorgen, dass die Auswirkungen auf die Umwelt auf ein Minimum reduziert werden.

Entsorgung elektrischer und elektronischer Betriebsmittel

Am Ende seiner Lebensdauer darf ein Produkt, das wie folgt gekennzeichnet ist, nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden. Auch die Entsorgung über städtische Abgabestellen für Elektro- und Elektronik-Altgeräte ist nicht gestattet.

Bild 18-2: Kennzeichnung gemäß EU Richtlinie WEEE (Elektro- und Elektronik-Altgeräte)

Rohde & Schwarz hat ein Entsorgungskonzept zur umweltschonenden Entsorgung oder Wiederverwertung von Abfallstoffen entwickelt. Rohde & Schwarz erfüllt als Hersteller seine Verpflichtung zur Rücknahme und Entsorgung elektrischer und elektronischer Altgeräte in vollem Umfang. Setzen Sie sich zur Entsorgung des Produkts mit Ihrem lokalen Kundendienst in Verbindung.

Anhang

A Fernsteuerung - Grundlagen

A.1 SCPI-Befehlsstruktur

SCPI-Befehle bestehen aus einem Header und in den meisten Fällen einem oder mehreren Parametern. Die Header können aus mehreren mnemonischen Codes (Schlüsselwörter) zusammengesetzt sein. Abfragebefehle werden gebildet, indem ein Fragezeichen direkt an den Header angehängt wird.

Die Befehle können entweder gerätespezifisch oder geräteunabhängig (Common Commands) sein. Common Commands und gerätespezifische Befehle unterscheiden sich durch ihre Syntax.

A.1.1 Syntax für Common Commands

Common Commands (geräteunabhängige Befehle) bestehen aus einem Header, dem ein Stern (*) vorangestellt ist und gegebenenfalls einem oder mehreren Parametern.

Tabelle A-1: Beispiele für Common Commands

*RST	RESET	Setzt das Gerät zurück.
*ESE	EVENT STATUS ENABLE	Setzt die Bits des Event-Status-Enable-Registers.
*ESR?	EVENT STATUS QUERY	Fragt den Inhalt des Event-Status-Registers ab.
*IDN?	IDENTIFICATION QUERY	Fragt den Identifikationsstring des Geräts ab.

A.1.2 Syntax für gerätespezifische Befehle

Nicht alle in den folgenden Beispielen verwendete Befehle sind notwendigerweise im Gerät implementiert. Allein zu Demonstrationszwecken wird in diesem Abschnitt davon ausgegangen, dass die folgenden Befehle verfügbar sind:

- `DISPlay[:WINDow<1...4>]:MAXimize <Boolescher Ausdruck>`
- `FORMat:READings:DATA <Typ>[,<Länge>]`
- `HCOPy:DEVice:COLor <Boolescher Ausdruck>`
- `HCOPy:DEVice:CMAP:COLor:RGB <rot>,<grün>,<blau>`
- `HCOPy[:IMMediate]`
- `HCOPy:ITEM:ALL`
- `HCOPy:ITEM:LABel <Zeichenkette>`
- `HCOPy:PAGE:DIMensions:QUADrant[<N>]`
- `HCOPy:PAGE:ORIentation LANDscape | PORTrait`
- `HCOPy:PAGE:SCALe <Numerischer Wert>`
- `MMEMory:COPY <file_source>,<file_destination>`
- `SENSE:BANDwidth|BWIDth[:RESolution] <numeric_value>`
- `SENSe:FREQuency:STOP <Numerischer Wert>`
- `SENSe:LIST:FREQuency <numeric_value>{,<numeric_value>}`

- Lang- und Kurzform 826
- Numerische Suffixe 826
- Optionale mnemonische Codes 827

A.1.2.1 Lang- und Kurzform

Die mnemonischen Codes gibt es in einer Lang- und in einer Kurzform. Die Kurzform ist durch Großbuchstaben gekennzeichnet, die Langform entspricht dem vollständigen Wort. Für die Eingabe können Sie entweder die Kurz- oder die Langform verwenden. Andere Abkürzungen sind nicht zulässig.

Beispiel:

`HCOPy:DEVice:COLor ON` entspricht `HCOP:DEV:COL ON`.

Unabhängigkeit von Groß-/Kleinschreibung

Groß- und Kleinschreibung dienen lediglich zur Unterscheidung der beiden Formen im Handbuch, das Gerät selbst unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben.

A.1.2.2 Numerische Suffixe

Wenn ein Befehl auf mehrere Instanzen eines Objekts anwendbar ist, z. B. bestimmte Kanäle oder Quellen, können die betreffenden Instanzen durch ein Suffix spezifiziert

werden, das zum Befehl hinzugefügt wird. Numerische Suffixe werden in spitzen Klammern (<1...4>, <n>, <i>) angegeben und im Befehl durch einen einzelnen Wert ersetzt. Eingaben ohne Suffix werden als Angaben mit Suffix 1 interpretiert.

Beispiel:

Definition: `HCOPy:PAGE:DIMensions:QUADrant[<N>]`

Befehl: `HCOP:PAGE:DIM:QUAD2`

Dieser Befehl bezieht sich auf Quadrant 2.

Andere Nummerierung bei Fernsteuerung

Bei Fernsteuerung kann sich das Suffix von der Nummer der entsprechenden Auswahl bei Handbedienung unterscheiden. SCPI schreibt vor, dass die Suffixzählung mit 1 beginnt. Suffix 1 ist die Grundeinstellung, die verwendet wird, wenn kein bestimmtes Suffix angegeben ist.

Einige Normen geben eine feste Nummerierung vor, die mit 0 beginnt. Wenn sich die Nummerierung bei Handbedienung und Fernbedienung unterscheiden, wird bei dem betreffenden Befehl darauf hingewiesen.

A.1.2.3 Optionale mnemonische Codes

Bei manchen Befehlssystemen können bestimmte mnemonische Codes in den Header eingefügt oder ausgelassen werden. Diese Codes sind in der Beschreibung durch eckige Klammern gekennzeichnet. Das Gerät muss die Langform der Befehle erkennen, um mit dem SCPI-Standard kompatibel zu sein. Einige Befehle werden durch diese optionalen mnemonischen Codes erheblich verkürzt.

Beispiel:

Definition: `HCOPy[:IMMediate]`

Befehl: `HCOP:IMM` entspricht `HCOP`

Optionale mnemonische Codes mit numerischen Suffixes

Ein optionaler mnemonischer Code darf nicht ausgelassen werden, wenn er ein numerisches Suffix enthält, das für die Wirkung des Befehls relevant ist.

Beispiel:

Definition:`DISPlay[:WINDow<1...4>]:MAXimize <Boolescher Ausdruck>`

Befehl: `DISP:MAX ON` bezieht sich auf Fenster 1.

Um ein anderes Fenster als 1 anzusprechen, müssen Sie den optionalen Parameter `WINDow` mit dem Suffix für das betreffende Fenster einfügen.

`DISP:WIND2:MAX ON` bezieht sich auf Fenster 2.

A.1.3 SCPI-Parameter

Viele Befehle werden durch einen Parameter oder eine Liste von Parametern ergänzt. Die Parameter müssen durch ein "White Space" (ASCII-Code 0 bis 9, 11 bis 32 dezimal, z. B. Leerzeichen) vom Header getrennt werden.

Die für jeden Befehl erforderlichen Parameter und der zulässige Wertebereich sind in der Befehlsbeschreibung angegeben.

Zulässige Parameter:

- Numerische Werte 828
- Spezielle numerische Werte 829
- Boolesche Parameter 829
- Textparameter 829
- Zeichenketten 830
- Blockdaten 830

A.1.3.1 Numerische Werte

Numerische Werte können in beliebiger Form eingegeben werden, also auch mit Vorzeichen, Dezimalpunkt und Exponent. Werte, die die Auflösung des Geräts überschreiten, werden auf- oder abgerundet. Die Mantisse darf bis zu 255 Zeichen umfassen und der Exponent muss im Wertebereich -32000 bis 32000 liegen. Der Exponent wird durch ein "E" oder "e" eingeleitet. Eine Eingabe nur des Exponenten ist nicht zulässig.

Beispiel:

`SENS:FREQ:STOP 1500000` = `SENS:FREQ:STOP 1.5E6`

Einheiten

Für physikalische Größen kann die Einheit eingegeben werden. Fehlt die Angabe der Einheit, wird die Grundeinheit verwendet. Zulässige Einheitenpräfixe:

- G (Giga)
- MA (Mega), MOHM, MHZ
- K (Kilo)
- M (Milli)
- U (Mikro)
- N (Nano)

Beispiel:

`SENSe:FREQ:STOP 1,5 GHz` = `SENSe:FREQ:STOP 1.5E9`

Für einige Einstellungen können relative Werte in Prozent angegeben werden. Gemäß SCPI-Standard wird diese Einheit durch die Zeichenkette `PCT` dargestellt.

Beispiel:

`HCOP:PAGE:SCAL 90PCT`

A.1.3.2 Spezielle numerische Werte

Die folgenden mnemonischen Codes sind spezielle numerische Werte. Als Antwort auf einen Abfragebefehl wird der numerische Wert zurückgegeben.

- **MIN und MAX**: MINimum und MAXimum bezeichnen den Minimal- bzw. Maximalwert.
- **DEF**: DEFault bezeichnet einen voreingestellten, im EPROM abgespeicherten Wert. Dieser Wert entspricht der Grundeinstellung, wie sie vom Befehl *RST abgerufen wird.
- **NAN**: Not A Number (NAN) steht für den Wert 9.91E37. NAN wird nur als Geräteantwort gesendet. Dieser Wert ist nicht definiert. Mögliche Ursachen sind die Division von null durch null, die Subtraktion von Unendlich von Unendlich und die Darstellung fehlender Werte.

Beispiel:

Einstellbefehl: `SENSe:LIST:FREQ MAXimum`

Abfrage: `SENS:LIST:FREQ?`

Antwort: `3.5E9`

Abfragebefehle für spezielle numerische Werte

Die numerischen Werte von `MAXimum/MINimum/DEFault` können abgefragt werden, indem der entsprechende mnemonische Code hinter dem Fragezeichen hinzugefügt wird.

Beispiel: `SENSe:LIST:FREQ? MAXimum`

Gibt den maximalen Wert als Ergebnis zurück.

A.1.3.3 Boolesche Parameter

Boolesche Parameter repräsentieren zwei Zustände. Der Zustand „EIN“ (logisch wahr) wird durch „ON“ oder den numerischen Wert 1 dargestellt. Der Zustand „AUS“ (logisch falsch) wird durch „OFF“ oder den numerischen Wert 0 dargestellt. Die numerischen Werte werden als Antwort auf einen Abfragebefehl zurückgegeben.

Beispiel:

Einstellbefehl: `HCOPy:DEV:COL ON`

Abfrage: `HCOPy:DEV:COL?`

Antwort: `1`

A.1.3.4 Textparameter

Textparameter unterliegen den Syntaxregeln für mnemonische Codes, d. h. sie können in Kurz- oder Langform eingegeben werden. Wie alle Parameter müssen sie durch ein White Space vom Header getrennt werden. Als Antwort auf einen Abfragebefehl wird die Kurzform des Textparameters zurückgegeben.

Beispiel:

Einstellbefehl: `HCOPy:PAGE:ORIentation LANDscape`

Abfrage: `HCOP:PAGE:ORI?`

Antwort: `LAND`

A.1.3.5 Zeichenketten

Geben Sie Zeichenketten immer in Anführungszeichen (' oder ") ein.

Beispiel:

```
HCOP:ITEM:LABel "Test1"
HCOP:ITEM:LABel 'Test1'
```

A.1.3.6 Blockdaten

Blockdaten sind ein Format, das sich für die Übertragung großer Datenmengen eignet. Ein Befehl mit einem Blockdatenparameter ist beispielsweise wie folgt aufgebaut:

```
FORMat:READings:DATA #45168xxxxxxxx
```

Das ASCII-Zeichen # leitet den Datenblock ein. Die nächste Zahl gibt an, wie viele der folgenden Ziffern die Länge des Datenblocks beschreiben. Im Beispiel geben die 4 folgenden Ziffern die Länge mit 5168 Bytes an. Es folgen die Datenbytes. Bei der Übertragung dieser Datenbytes werden alle Ende- oder sonstigen Steuerzeichen ignoriert, bis alle Bytes übertragen wurden.

#0 gibt einen Datenblock undefinierter Länge an. Bei Verwendung des undefinierten Formats muss der Datenblock mit einer `NL^END`-Nachricht beendet werden. Dieses Format ist nützlich, wenn die Länge der Übertragung nicht bekannt ist oder die Geschwindigkeit oder andere Umstände eine Segmentierung der Daten in Blöcke mit definierter Länge nicht zulassen.

A.1.4 Übersicht über die Syntaxelemente

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die Syntaxelemente und Sonderzeichen.

Tabelle A-2: Syntaxelemente

:	Der Doppelpunkt trennt die mnemonischen Codes eines Befehls.
;	Das Semikolon trennt zwei Befehle einer Befehlszeile. Der Pfad bleibt unverändert.
,	Das Komma trennt mehrere Parameter eines Befehls.
?	Das Fragezeichen bildet einen Abfragebefehl.
*****	Der Stern markiert einen geräteunabhängigen Befehl (Common Command).
' ' **"**	Anführungszeichen leiten eine Zeichenkette ein und schließen sie ab (sowohl einfache als auch doppelte Anführungszeichen sind möglich).

#	Das Rautensymbol führt die folgenden Zahlensysteme ein: • Binär: #B10110 • Oktal: #O7612 • Hexadezimal: #HF3A7 • Blockdaten: #21312
	Ein "White Space" (ASCII-Code 0 bis 9, 11 bis 32 dezimal, z. B. Leerzeichen) trennt den Header von den Parametern.

Tabelle A-3: Sonderzeichen

|	**Parameter**
	Ein senkrechter Strich in Parameterdefinitionen kennzeichnet alternative Möglichkeiten im Sinne von "oder". Die Wirkung des Befehls hängt davon ab, welcher Parameter verwendet wird.
	Beispiel:
	Definition:`HCOPy:PAGE:ORIentation LANDscape | PORTrait`
	Der Befehl `HCOP:PAGE:ORI LAND` gibt die Ausrichtung im Querformat an.
	Der Befehl `HCOP:PAGE:ORI PORT` gibt die Ausrichtung im Hochformat an.
	Mnemonische Codes
	Es gibt für mehrere Befehle eine Auswahl an mnemonischen Codes mit identischer Wirkung. Diese mnemonischen Codes werden in der gleichen Zeile angegeben. Sie sind durch einen senkrechten Strich getrennt. Nur einer dieser mnemonischen Codes muss im Header des Befehls angegeben werden. Die Wirkung des Befehls ist unabhängig davon, welcher der Codes verwendet wird.
	Beispiel:
	Definition`SENSE:BANDwidth|BWIDth[:RESolution] <numeric_value>`
	Die beiden folgenden Befehle haben dieselbe Bedeutung:
	`SENS:BAND:RES 1`
	`SENS:BWID:RES 1`

[ ]	Mnemonische Codes in eckigen Klammern sind optional und können in den Header eingefügt oder ausgelassen werden. Beispiel: `HCOPy[:IMMediate]` `HCOP:IMM` entspricht `HCOP`

{ }	Parameter in geschweiften Klammern sind optional und können einmal oder mehrfach eingefügt (oder ausgelassen) werden.
	Beispiel: `SENSe:LIST:FREQuency <numeric_value>{,<numeric_value>}`
	Dies sind gültige Befehle:
	`SENS:LIST:FREQ 10`
	`SENS:LIST:FREQ 10,20`
	`SENS:LIST:FREQ 10,20,30,40`

A.1.5 Struktur einer Befehlszeile

Eine Befehlszeile kann aus einem oder mehreren Befehlen bestehen. Sie wird durch eins der folgenden Elemente abgeschlossen:

- <Neue Zeile>
- <Neue Zeile> mit EOI
- EOI zusammen mit dem letzten Datenbyte

Mehrere Befehle in einer Befehlszeile müssen durch ein Semikolon (";") getrennt werden.

Beispiel:

```
MMEM:COPY "Test1","MessungXY";:HCOP:ITEM ALL
```

Diese Befehlszeile enthält zwei Befehle. Der erste Befehl gehört zum System MMEM, der zweite zum System HCOP. Wenn der nächste Befehl zu einem anderen Befehlssystem gehört, steht hinter dem Semikolon ein Doppelpunkt.

Beispiel:

```
HCOP:ITEM ALL;:HCOP:IMM
```

Diese Befehlszeile enthält zwei Befehle. Beide Befehle sind Teil des Befehlssystems `HCOP`, d. h. sie haben eine gemeinsame Ebene.

Wenn aufeinanderfolgende Befehle zum selben System gehören (mit einer oder mehreren gemeinsamen Ebenen), kann die Befehlszeile abgekürzt werden. Wird die Befehlszeile abgekürzt, beginnt der zweite Befehl auf der Ebene unter HCOP. Der Doppelpunkt nach dem Semikolon wird weggelassen. Die abgekürzte Form der Befehlszeile liest sich wie folgt:

```
HCOP:ITEM ALL;IMM
```

Beispiel:

```
HCOP:ITEM ALL
HCOP:IMM
```

Eine neue Befehlszeile beginnt immer mit dem vollständigen Pfad.

A.1.6 Antworten auf Abfragebefehle

Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, gibt es zu jedem Einstellbefehl einen Abfragebefehl. Er wird gebildet, indem ein Fragezeichen zum betreffenden Einstellbefehl hinzugefügt wird. Gemäß dem SCPI-Standard unterliegen die Antworten auf Abfragebefehle teilweise strengeren Regeln als in der Norm IEEE 488.2.

- Der angeforderte Parameter wird ohne Header gesendet.
  Beispiel: `HCOP:PAGE:ORI?`
  Antwort: `LAND`
- Maximalwerte, Minimalwerte und alle anderen Größen, die mit einem speziellen Textparameter angefordert werden, werden als numerische Werte zurückgegeben.
  Beispiel: `SENSe:FREQuency:STOP? MAX`
  Antwort: `3.5E9`
- Numerische Werte werden ohne Einheit ausgegeben. Physikalische Größen beziehen sich auf die Grundeinheiten oder auf die mit dem `Unit`-Befehl eingestellten Einheiten. Die Antwort `3.5E9` im obigen Beispiel steht für 3,5 GHz.
- Wahrheitswerte (Boolesche Werte) werden als `0` (für OFF) und `1` (für ON) zurückgegeben.
  Beispiel:

Einstellbefehl: `HCOPy:DEV:COL ON`
Abfrage: `HCOPy:DEV:COL?`
Antwort: `1`

- Text (Zeichendaten) wird in Kurzform zurückgegeben.
  Beispiel:
  Einstellbefehl: `HCOPy:PAGE:ORIentation LANDscape`
  Abfrage: `HCOP:PAGE:ORI?`
  Antwort: `LAND`
- Ungültige numerische Ergebnisse
  In manchen Fällen, insbesondere wenn ein Ergebnis aus mehreren numerischen Werten besteht, werden ungültige Werte als 9.91E37 (keine Zahl) zurückgegeben.

A.2 Befehlssequenz und Synchronisierung

IEEE 488.2 unterscheidet zwischen überlappenden (asynchronen) und sequenziellen Befehlen:

- Ein sequenzieller Befehl beendet seine Ausführung, bevor die Ausführung des nächsten Befehls gestartet wird. Befehle, die schnell verarbeitet werden, sind in der Regel als sequenzielle Befehle implementiert.
- Ein überlappender oder asynchroner Befehl endet nicht automatisch, bevor der nächste Befehl gestartet wird. Die Verarbeitung überlappender Befehle dauert normalerweise länger, sodass das Programm währenddessen andere Aufgaben erledigen kann. Wenn überlappende Befehle in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden müssen, um beispielsweise falsche Messergebnisse zu verhindern, müssen sie sequenziell abgearbeitet werden. Dieses Verfahren wird als Synchronisation zwischen der Steuereinheit und dem Gerät bezeichnet.

Grundsätzlich sollten Befehle und Abfragen in verschiedenen Programmnachrichten, d. h. in separaten Befehlszeilen, gesendet werden.

Geben Sie Abfragen und Befehle, die den abgefragten Wert betreffen, nicht in einer einzigen Programmnachricht an, da die Antwort auf die Abfrage nicht vorhersehbar ist.

Die folgenden Nachrichten liefern immer richtige Ergebnisse:

`:CHAN:SCAL 0.01;POS 1`

`:CHAN:SCAL?`

Ergebnis: `0.01` (10 mV/div)

Grund: Befehle in einer einzigen Befehlszeile anzugeben, selbst wenn sie als sequenzielle Befehle implementiert sind, bedeutet nicht, dass sie auch in der Reihenfolge ausgeführt werden, in der sie empfangen wurden.

Weitere Informationen siehe:

- rohde-schwarz.com/rckb: Rohde & Schwarz Webseite mit Informationen zu Gerätetreibern und zur Fernsteuerung

- "Automatic Measurement Control - A tutorial on SCPI and IEEE 488.2" von John M. Pieper (R&S Bestellnummer 0002.3536.00). Das Buch enthält detaillierte Informationen zu Konzepten und Definitionen von SCPI.

A.2.1 Überlappende Ausführung verhindern

Um eine überlappende Ausführung von Befehlen zu verhindern, muss einer der Befehle `*OPC` `*OPC?` oder `*WAI` verwendet werden. Alle drei Befehle bewirken, dass eine bestimmte Aktion erst ausgelöst wird, nachdem die Hardware eingestellt ist. Der Steuerrechner kann gezwungen werden, auf das Eintreten der jeweiligen Aktion zu warten.

Tabelle A-4: Synchronisation mithilfe von *OPC, *OPC? und *WAI

Befehl	Aktion	Programmierung des Controllers
*OPC	Setzt das Operation Complete-Bit im ESR (Standard Event Status Register), nachdem alle vorherigen Befehle ausgeführt wurden.	• Bit 0 im ESE setzen • Bit 5 im SRE setzen • Auf Bedienruf (SRQ) warten
*OPC?	Hält die Verarbeitung des Befehls an, bis 1 zurückgegeben wird. Dies ist der Fall, sobald alle anstehenden Operationen ausgeführt wurden.	Senden von *OPC? direkt nach dem Befehl, dessen Bearbeitung abgeschlossen sein muss, bevor weitere Befehle ausgeführt werden.
*WAI	Unterbricht die Befehlsverarbeitung, bis alle Befehle, die vor dem Befehl WAI (Wait-to-Continue Command) gesendet wurden, ausgeführt worden sind.	Senden Sie *WAI direkt nach dem Befehl, dessen Bearbeitung abgeschlossen sein muss, bevor weitere Befehle ausgeführt werden.

Befehlssynchronisierung mit `*WAI` und `*OPC?` Befehlssynchronisation ist eine gute Wahl, wenn der überlappte Befehl nur wenig Zeit für die Verarbeitung hat. Beide Synchronisationsbefehle blockieren die überlappende Verarbeitung des Befehls. Hängen Sie den Synchronisationsbefehl beispielsweise wie folgt an den überlappenden Befehl an:

```
SINGle; *OPC?
```

Bei überlappten Befehlen, deren Ausführung längere Zeit in Anspruch nimmt, können Sie den Steuerrechner oder das Gerät andere sinnvolle Arbeiten ausführen lassen, während auf die Ausführung des Befehls gewartet wird. Es gibt zwei Methoden:

***OPC mit einem Service Request**

1. Die Ausführung von `*ESE 1`

   Setzt das OPC-Maskenbit (Bit-Nr. 0) des Standard Event Status Register (ESR) auf 1.

2. Die Ausführung von `*SRE 32`

   setzt das Event Status-Bit (ESB - Bit-Nr. 5) des Service Request Enable Register (SRE) auf 1, um den ESB-Service Request zu aktivieren.

3. Senden Sie den überlappenden Befehl mit `*OPC`
   Beispiel: `INIT; *OPC`

4. Warten Sie auf einen Service Request.

   Der Service Request zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

***OPC? mit einem Service Request**

1. Die Ausführung von `*SRE 16`

   setzt das Message Available-Bit (MAV - Bit-Nr. 4) des Service Request Enable Register (SRE) auf 1, um den MAV-Service Request zu aktivieren.

2. Senden Sie den überlappenden Befehl mit `*OPC?`
   Beispiel: `INIT; *OPC?`

3. Warten Sie auf einen Service Request.

   Der Service Request zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

Event-Status-Enable-Register (ESE)

1. Die Ausführung von `*ESE 1`

   setzt das OPC-Maskenbit (Bit-Nr. 0) des Standard Event Status Register (ESR) auf 1.

2. Senden Sie den überlappenden Befehl ohne `*OPC`, `*OPC?` oder `*WAI`
   Beispiel: `INIT; *OPC?`

3. Fragen Sie den Status "Operation Complete" periodisch ab (mit einem Timer) und verwenden Sie dazu die Befehlsfolge: `*OPC; *ESR?`.

   Ein Rückgabewert (LSB) von 1 zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

A.3 Nachrichten

A.3.1 Gerätenachrichten

Die Verwendung von Gerätenachrichten ist bei allen Schnittstellen identisch, es sei denn, in der Beschreibung ist etwas anderes angegeben.

Es gibt zwei Kategorien von Gerätenachrichten, die durch die jeweilige Übertragungsrichtung bestimmt werden:

- Befehle
- Geräteantworten

Struktur und Syntax der Gerätenachrichten werden in Kapitel A.1, „SCPI-Befehlsstruktur“, auf Seite 825 beschrieben.

Befehle

Befehle (Programmnachrichten) sind Nachrichten, die der Steuerrechner an das Gerät sendet. Sie steuern Gerätefunktionen und fordern Informationen an. Die Befehle werden wiederum nach zwei Kriterien unterteilt:

- Wirkung auf das Gerät:
  - **Einstellbefehle** lösen Einstellungen am Gerät aus, z. B. Rücksetzen des Geräts oder Frequenzeinstellung.
  - **Abfragebefehle** bewirken, dass Daten für die Fernsteuerung bereitgestellt werden, z. B. für die Geräteidentifizierung oder Abfrage eines Parameterwerts. Abfragebefehle werden durch Anhängen eines Fragezeichens an den Befehls-Header formuliert.
- Nach ihrer Festlegung in den Normen:
  - **Common Commands**: Ihre Funktion und Syntax sind in der Norm IEEE 488.2 genau festgelegt. Ihre Verwendung ist in allen Geräten identisch (sofern die Norm angewandt wird). Sie betreffen Funktionen wie beispielsweise die Verwaltung der genormten Statusregister, Rücksetzen und Selbsttest.
  - **Gerätespezifische Steuerbefehle** betreffen Funktionen, die von den Geräteeigenschaften, beispielsweise Frequenzeinstellungen, abhängen. Ein Großteil dieser Befehle wurde vom SCPI-Ausschuss ebenfalls genormt. In den Kapiteln mit dem Befehlsteil sind diese Befehle als "SCPI-konform" ausgewiesen. Befehle ohne diese SCPI-Kennzeichnung sind gerätspezifisch, ihre Syntax folgt jedoch den SCPI-Regeln, soweit die Norm dies zulässt.

Geräteantworten

Geräteantworten (Response Messages und Service Requests) sind Nachrichten, die das Gerät nach einem Abfragebefehl zum Steuerrechner sendet. Sie können Messergebnisse, Geräteeinstellungen oder Information über den Gerätestatus enthalten.

A.3.2 LAN-Schnittstellennachrichten

Bei der LAN-Verbindung werden die Schnittstellennachrichten als Low-Level-Steuernachrichten bezeichnet. Diese Nachrichten können verwendet werden, um Schnittstellennachrichten des GPIB-Busses zu emulieren.

Befehl	Langzeit	Wirkung auf das Gerät
&ABO	Abort	Bricht die Bearbeitung der gerade empfangenen Befehle ab.
&DCL	Device Clear	Bricht die Bearbeitung der gerade empfangenen Befehle ab und setzt die Befehlsbearbeitungs-Software in einen definierten Anfangszustand. Verändert die Geräteeinstellung nicht.
&GTL	Go to Local	Übergang in den Zustand "Local" (Handbedienung). (Das Gerät kehrt automatisch in den Fernsteuerungszustand zurück, wenn ein Fernsteuerungsbefehl gesendet wird, es sei denn, `&NREN` wurde zuvor gesendet.)

Befehl	Langzeit	Wirkung auf das Gerät
&GTR	Go to Remote	Ermöglicht den automatischen Übergang vom Zustand "Local" in den Fernbedienungszustand durch einen nachfolgenden Fernsteuerungsbefehl (nachdem `&NREN` gesendet wurde).
&GET	Group Execute Trigger	Löst eine zuvor aktivierte Funktion aus (z. B. Sweep). Der Befehl hat die gleiche Wirkung wie ein Impuls am Eingang für ein externes Triggersignal.
&LLO	Local Lockout	Deaktiviert den Übergang von der Fernsteuerung zur manuellen Steuerung über die Tasten auf der Frontplatte.
&NREN	Not Remote Enable	Deaktiviert den automatischen Übergang vom Zustand "Local" in den Fernbedienungszustand durch einen nachfolgenden Fernsteuerungsbefehl. (Die Reaktivierung des automatischen Übergangs erfolgt durch `&GTR`.)
&POL	Serial Poll	Startet eine Serienabfrage.

B Fernsteuerung - Status-Reporting-System

Das Status-Reporting-System speichert alle Informationen über den aktuellen Betriebszustand des Geräts und über aufgetretene Fehler. Diese Informationen werden in den Statusregistern und in der Error Queue abgelegt. Beides kann über den GPIB-Bus oder die LAN-Schnittstelle abgefragt werden (`STATus`...-Befehle).

B.1 Aufbau eines SCPI-Statusregisters

Jedes SCPI-Statusregister besteht aus fünf Teilen. Jeder Teil ist 16 Bit breit und hat verschiedene Funktionen. Die einzelnen Bits sind voneinander unabhängig, d. h., jedem Hardwarezustand ist eine Bitnummer zugeordnet, die für alle fünf Teile gilt. Bit 15 (das höchstwertige Bit (MSB)) ist bei allen Teilen auf Null gesetzt. Damit kann der Inhalt der Registerteile vom Steuerrechner als positive Integerzahl verarbeitet werden.

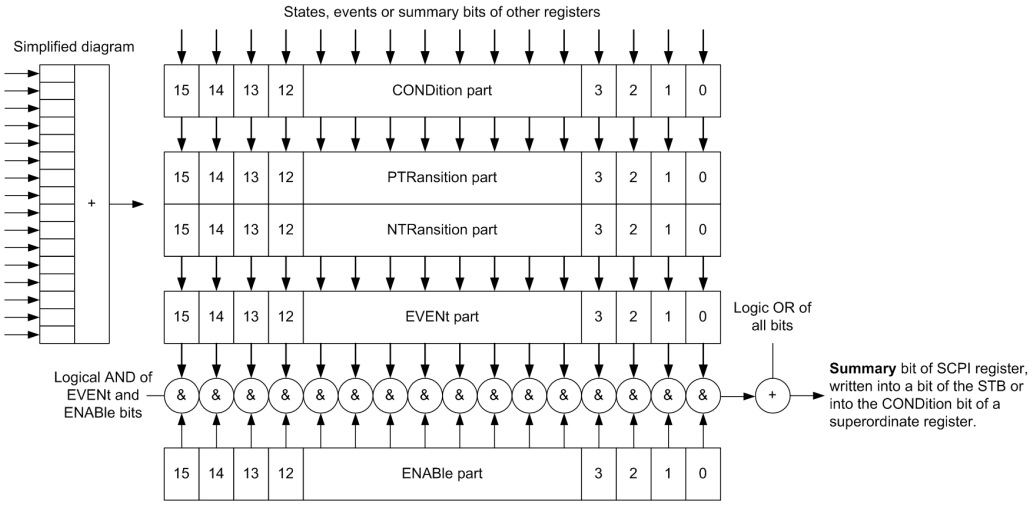


Bild B-1: Das Statusregister-Modell

Beschreibung der fünf Teile eines Statusregisters

Die fünf Teile eines SCPI-Statusregisters haben verschiedene Eigenschaften und Funktionen:

- **CONDition**
  Der `CONDition`-Teil wird direkt von der Hardware beschrieben oder er spiegelt das Summen-Bit des nächsten untergeordneten Registers. Sein Inhalt spiegelt den aktuellen Gerätezustand wider. Dieser Registerteil kann gelesen, aber weder beschrieben noch gelöscht werden. Er verändert seinen Inhalt beim Lesen nicht.
- **PTRansition / NTRansition**
  Die beiden Transition-Registerteile legen fest, welcher Zustandsübergang des `CONDition`-Teils (keine, 0 auf 1, 1 auf 0 oder beide) im `EVENt`-Teil gespeichert wird.

Der **Positive-TRansition**-Teil wirkt als Zustandsübergangsfilter. Bei einer Änderung eines Bits des `CONDition`-Teils von 0 auf 1 entscheidet das zugehörige `PTR`-Bit, ob das `EVENt`-Bit auf 1 gesetzt wird.

– PTR-Bit = 1: das `EVENt`-Bit ist gesetzt.

– PTR-Bit = 0: das `EVENt`-Bit ist nicht gesetzt.

Dieser Teil kann beliebig beschrieben und gelesen werden. Er verändert seinen Inhalt beim Lesen nicht.
Der **Negative-TRansition**-Teil wirkt ebenfalls als Zustandsübergangsfilter. Bei einer Änderung eines Bits des `CONDition`-Teils von 1 auf 0 entscheidet das zugehörige `NTR`-Bit, ob das `EVENt`-Bit auf 1 gesetzt wird.

– NTR-Bit = 1: das `EVENt`-Bit ist gesetzt.

– NTR-Bit = 0: das `EVENt`-Bit ist nicht gesetzt.

Dieser Teil kann beliebig beschrieben und gelesen werden. Er verändert seinen Inhalt beim Lesen nicht.

- **EVENt**
  Der `EVENt`-Teil zeigt an, ob seit dem letzten Auslesen ein Ereignis aufgetreten ist, er ist das "Gedächtnis" des CONDition-Teils. Er zeigt dabei nur die Ereignisse an, die durch die Zustandsübergangsfilter weitergeleitet wurden. Der EVENt-Teil wird vom Gerät ständig aktualisiert. Dieser Teil kann vom Anwender nur gelesen werden. Beim Lesen wird sein Inhalt auf Null gesetzt. Dieser Teil wird oft mit dem ganzen Register gleichgesetzt.
- **ENABle**
  Der `ENABle`-Teil bestimmt, ob das zugehörige `EVENt`-Bit zum Summen-Bit (siehe unten) beiträgt. Jedes Bit des `EVENt`-Teils wird mit dem zugehörigen `ENABle`-Bit UND-verknüpft (Symbol "&"). Die Ergebnisse aller Verknüpfungen dieses Teils werden über eine ODER-Verknüpfung (Symbol "+") an das Summen-Bit weitergegeben.
  `ENABle`-Bit = 0: das zugeordnete `EVENt`-Bit trägt nicht zum Summenbit bei
  `ENABle`-Bit = 1: wenn das zugeordnete `EVENt`-Bit = "1" ist, wird auch das Summenbit auf "1" gesetzt.
  Dieser Teil kann vom Anwender beliebig beschrieben und gelesen werden. Er verändert seinen Inhalt beim Lesen nicht.

Summen-Bit

Das Summen-Bit wird für jedes Register aus dem `EVENt`- und dem `ENABle`-Teil gewonnen. Das Ergebnis wird dann in ein Bit des `CONDition`-Teils des übergeordneten Registers eingetragen.

Das Gerät erzeugt das Summen-Bit für jedes Register automatisch. So kann ein Ereignis auf allen Ebenen der Hierarchie zu einem Service Request führen.

B.2 Hierarchie der Statusregister

Die folgende Abbildung zeigt die hierarchische Struktur der Statusinformationen.

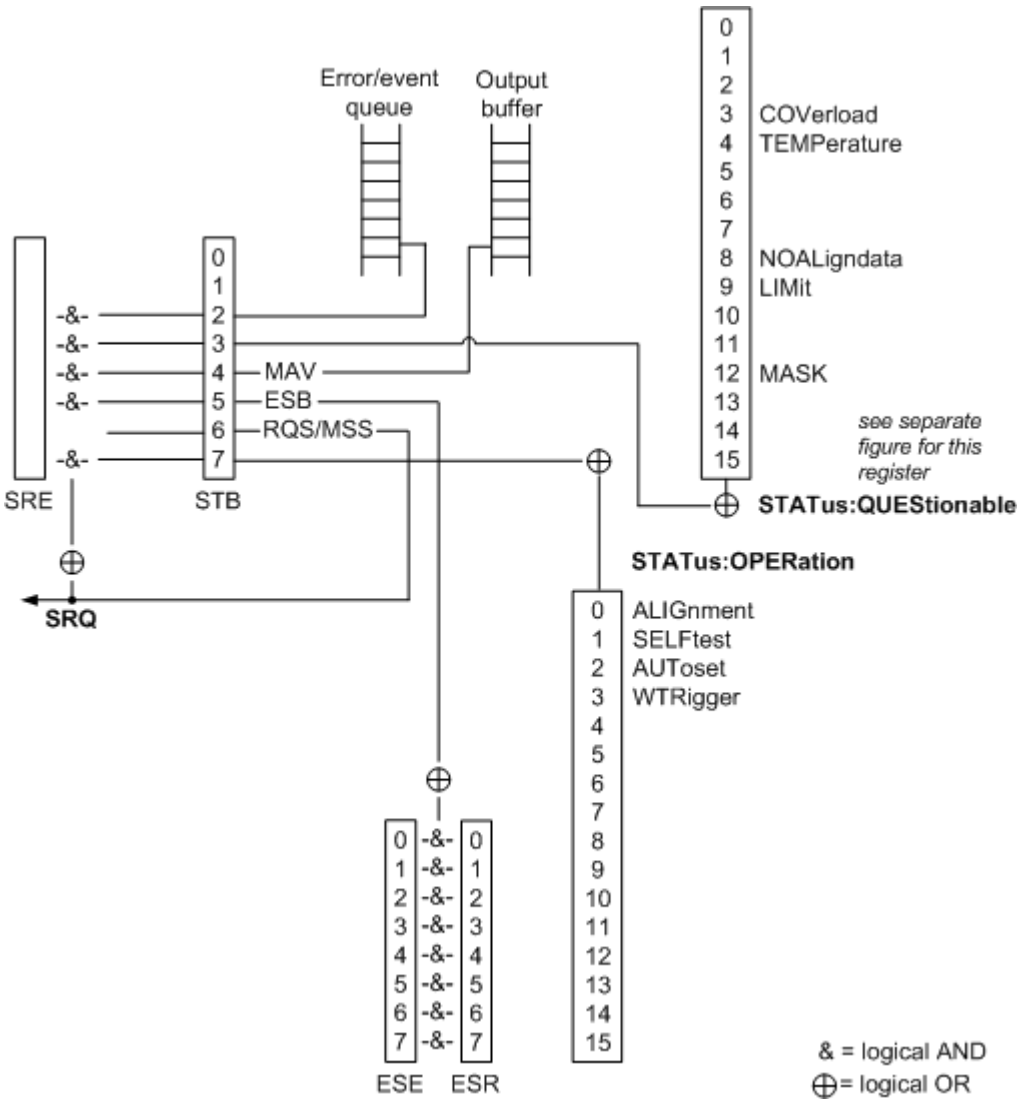


Bild B-2: Übersicht über die Statusregisterhierarchie

- **STB, SRE**
  Das STatus-Byte-Register (`STB`) und das zugehörige Maskenregister Service-Request-Enable (`SRE`) bilden die höchste Ebene des Status-Reporting-Systems. Das `STB` gibt einen groben Überblick über den Gerätestatus, indem es die Informationen der untergeordneten Register sammelt.
- **ESR, SCPI-Register**
  Das STB erhält seine Informationen von folgenden Registern:
  – Event-Status-Register (`ESR`) mit dem zugehörigen Maskenregister Event-Status-Enable (`ESE`).
  – `STATus:OPERation` und `STATus:QUEStionable`; durch SCPI definierte Register mit detaillierten Informationen über das Gerät.
- **Ausgabepuffer**

Der Ausgabepuffer enthält die Nachrichten, die das Gerät an den Steuerrechner zurückgibt. Er ist nicht Teil des Status-Reporting-Systems, bestimmt aber den Wert des `MAV`-Bits im `STB` und ist deshalb im Überblick enthalten.

Alle Statusregister haben den gleichen internen Aufbau.

SRE, ESE

Das Service-Request-Enable-Register `SRE` kann als `ENABle`-Teil des `STB` genutzt werden, wenn das `STB` gemäß SCPI aufgebaut ist. Analog kann das `ESE` als `ENABle`-Teil des `ESR.` genutzt werden.

B.3 Inhalt der Statusregister

In den folgenden Abschnitten wird der Inhalt der Statusregister ausführlich beschrieben.

B.3.1 Status-Byte- (STB) und Service-Request-Enable-Register (SRE)

Das `STatus Byte` (STB) wurde bereits in IEEE 488.2 definiert. Es gibt einen groben Überblick über den Zustand des Geräts, denn es dient als Sammelbecken für die Informationen der anderen, untergeordneten Register. Eine Besonderheit ist dabei, dass das Bit 6 als Summen-Bit der übrigen Bits des Status Bytes wirkt.

Das STB ist folglich mit dem `CONDition`-Teil eines SCPI-Registers vergleichbar und nimmt die höchste Ebene innerhalb der SCPI-Hierarchie ein.

Das STB wird mit dem Befehl `*STB?` oder mit einer Serienabfrage ausgelesen.

Das `STatus Byte` (STB) ist mit dem `Service Request Enable` (SRE) Register verknüpft. Jedem Bit des STB ist ein Bit im SRE zugeordnet. Das Bit 6 des SRE wird ignoriert. Wenn im SRE ein Bit gesetzt ist und das zugehörige Bit im STB von 0 nach 1 wechselt, wird ein Service Request (SRQ) erzeugt. Das SRE kann mit dem Befehl `*SRE` gesetzt und mit `*SRE?` gelesen werden.

Tabelle B-1: Bedeutung der Bits im Status Byte

Bit-Nr.	Bedeutung
0...1	Nicht verwendet
2	Error Queue not empty Das Bit wird gesetzt, wenn die Error Queue einen Eintrag erhält. Wird dieses Bit durch das SRE freigegeben, erzeugt jeder Eintrag der Error Queue einen Service Request. Dadurch kann ein Fehler erkannt und durch eine Abfrage der Error Queue genauer spezifiziert werden. Die Abfrage liefert eine aussagekräftige Fehlermeldung. Diese Vorgehensweise ist zu empfehlen, da sie die Probleme bei der Fernsteuerung erheblich reduziert.

Bit-Nr.	Bedeutung
3	QUEStionable-Status-Summenbit Das Bit wird gesetzt, wenn ein `EVENt`-Bit im `QUEStionable`-Statusregister gesetzt wird und das zugehörige `ENABle`-Bit auf 1 gesetzt ist. Ein gesetztes Bit zeigt einen fraglichen Gerätezustand an, der durch Abfrage des `STATus:QUEStionable`-Statusregisters näher spezifiziert werden kann.
4	MAV-Bit (Message available) Das Bit ist gesetzt, wenn im Ausgabepuffer eine Nachricht vorhanden ist, die gelesen werden kann. Dieses Bit kann dazu verwendet werden, das Einlesen von Daten vom Gerät in den Steuerrechner zu automatisieren.
5	ESB-Bit Summen-Bit des Event-Status-Registers. Es wird gesetzt, wenn eines der Bits im Event-Status-Register gesetzt und im Event-Status-Enable-Register freigegeben ist. Ist das Bit gesetzt, so weist dies auf einen schwerwiegenden Fehler hin, der durch die Abfrage des Event-Status-Registers näher spezifiziert werden kann.
6	MSS-Bit (Master-Status-Summenbit) Dieses Bit ist gesetzt, wenn das Gerät eine Service Request auslöst. Das ist dann der Fall, wenn eines der anderen Bits dieses Registers zusammen mit seinem Maskenbit im Service-Request-Enable-Register SRE gesetzt ist.
7	`STATus:OPERation`-Statusregister-Summenbit Dieses Bit wird gesetzt, wenn im `OPERation`-Statusregister ein `EVENt`-Bit gesetzt und das zugehörige `ENABle`-Bit auf 1 gesetzt ist. Ein gesetztes Bit zeigt an, dass das Gerät gerade eine Aktion durchführt. Die Art der Aktion kann durch eine Abfrage des `STATus:OPERation`-Statusregisters ermittelt werden.

B.3.2 Event-Status-Register (ESR) und Event-Status-Enable-Register (ESE)

Das ESR ist in IEEE 488.2 definiert. Es ist mit dem `EVENt`-Teil eines SCPI-Registers vergleichbar. Das Event-Status-Register kann mit dem Befehl `*ESR?` ausgelesen werden.

Das ESE entspricht dem `ENABle`-Teil eines SCPI-Registers. Wenn ein Bit im ESE gesetzt ist und das zugehörige Bit im ESR von 0 nach 1 wechselt, wird das ESB-Bit im STB gesetzt. Das ESE-Register kann mit dem Befehl `*ESE` gesetzt und mit dem Befehl `*ESE?` gelesen werden.

Tabelle B-2: Bedeutung der Bits im Event-Status-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	Operation Complete Dieses Bit wird nach Empfang des Befehls *OPC genau dann gesetzt, wenn alle vorausgehenden Befehle ausgeführt sind.
1	Nicht verwendet
2	Query Error Dieses Bit wird gesetzt, wenn der Steuerrechner Daten vom Gerät lesen möchte, ohne vorher eine Abfrage zu senden, oder wenn er angeforderte Daten nicht abholt und stattdessen neue Anweisungen an das Gerät sendet. Häufige Ursache ist eine fehlerhafte und deshalb nicht ausführbare Abfrage.

Bit-Nr.	Bedeutung
3	Device-dependent Error Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein geräteabhängiger Fehler auftritt. In die Error Queue wird eine Fehlermeldung mit einer Nummer zwischen -300 und -399 oder einer positiven Fehlernummer eingetragen, die den Fehler näher bezeichnet.
4	Execution Error Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein empfangener Befehl zwar syntaktisch richtig, aber aus anderen Gründen nicht ausführbar ist. In die Error Queue wird eine Fehlermeldung mit einer Nummer zwischen -200 und -300 eingetragen, die den Fehler näher bezeichnet.
5	Command Error Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Befehl empfangen wird, der undefiniert oder syntaktisch fehlerhaft ist. In die Error Queue wird eine Fehlermeldung mit einer Nummer zwischen -100 und -200 eingetragen, die den Fehler näher bezeichnet.
6	User Request Dieses Bit wird gesetzt, wenn das Gerät auf manuelle Steuerung umgeschaltet wird.
7	Power On (Netzspannung ein) Dieses Bit wird beim Einschalten des Geräts gesetzt.

B.3.3 STATus:OPERation register

Dieses Register enthält im `CONDition`-Teil Informationen darüber, welche Aktionen das Gerät gerade ausführt. Der `EVENt`-Teil enthält Informationen über die Aktionen, die das Gerät seit dem letzten Auslesen ausgeführt hat. Die Teile können mit dem Befehl `STATus:OPERation:CONDition?` bzw. `STATus:OPERation[:EVENt]?` gelesen werden.

Siehe auch: Bild B-2

Die Fernsteuerbefehle für das STATus:OPERation-Register werden in Kapitel 17.15.1, „STATus:OPERation register“, auf Seite 816 beschrieben.

Tabelle B-3: Bits im STATus:OPERation-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	`ALIGnment` Dieses Bit ist gesetzt, solange das Gerät einen Selbstabgleich durchführt.
1	`SELFtest` Dieses Bit ist gesetzt, während der Selbstabgleich läuft.
2	`AUToset` Dieses Bit ist gesetzt, während das Gerät eine automatische Einstellung durchführt.
3	`WTRIgger` Dieses Bit ist gesetzt, während das Gerät auf den Trigger wartet.
4 bis 14	Nicht belegt
15	Dieses Bit ist immer 0.

B.3.4 STATus:QUEStionable register

Dieses Register enthält Informationen über undefinierte Zustände, die auftreten können, wenn das Gerät nicht im Rahmen seiner Spezifikationen betrieben wird. Es kann mit den Befehlen `STATus:QUEStionable:CONDition?` auf Seite 819 und `STATus:QUEStionable[:EVENt]?` auf Seite 820 gelesen werden.

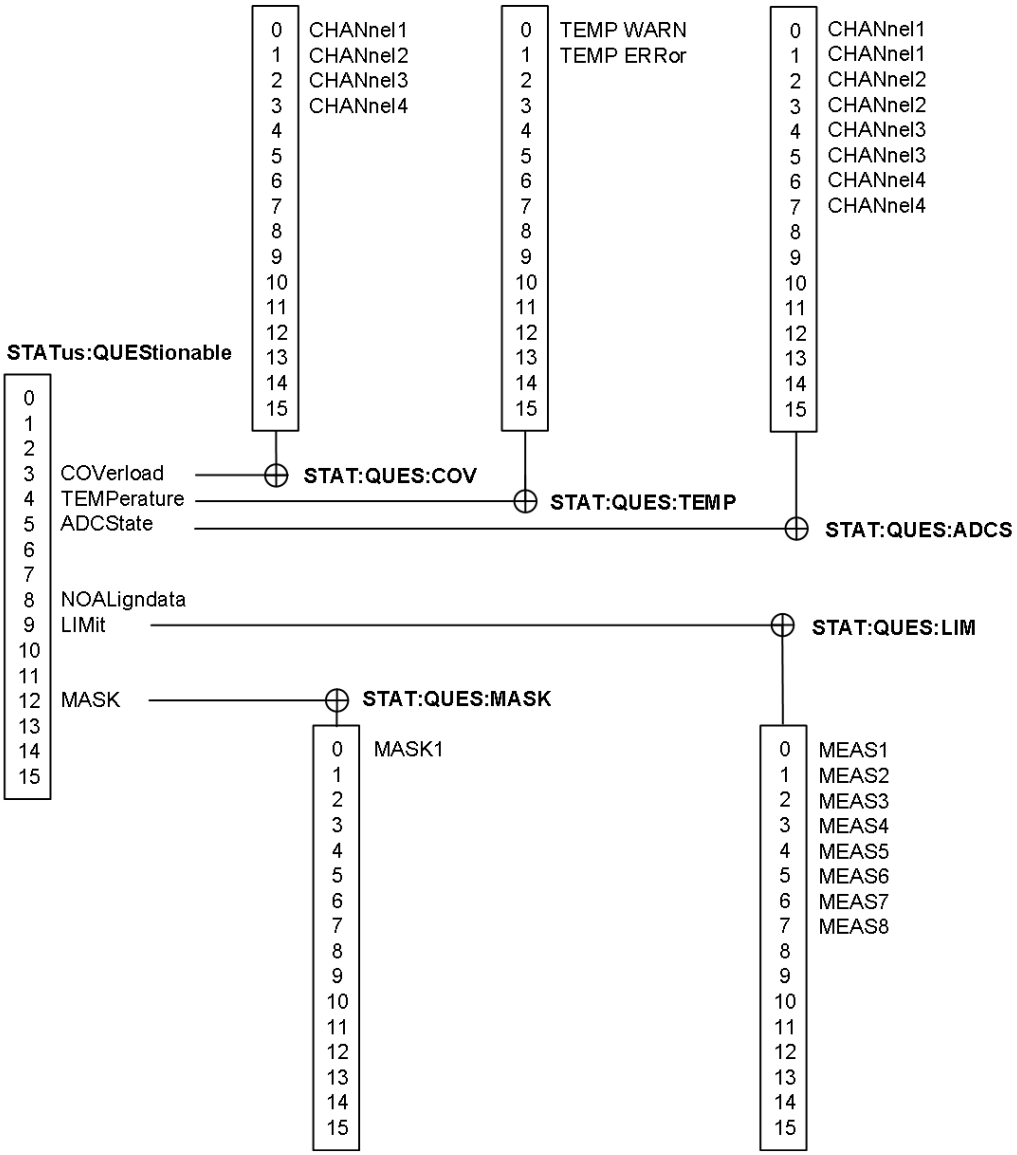


Bild B-3: Übersicht über das STATus:QUEStionable-Register

Tabelle B-4: Bits im STATus:QUEStionable-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0 bis 2	Nicht belegt
3	`COVerload` Dieses Bit wird gesetzt, wenn eine bedenkliche Kanalüberlast auftritt (siehe Kapitel B.3.4.1, „STATus:QUEStionable:COVerload-Register“, auf Seite 845).

Bit-Nr.	Bedeutung
4	`TEMPerature` Dieses Bit wird gesetzt, wenn eine bedenkliche Temperatur auftritt (siehe Kapitel B.3.4.2, „STATus:QUEStionable:TEMPerature-Register“, auf Seite 845).
5	`ADCState` Das Bit wird gesetzt, wenn das Signal am oberen oder unteren Rand des Bildschirms abgeschnitten wird - es kommt zu einem Überlauf des ADC (siehe Kapitel B.3.4.3, „STATus:QUEStionable:ADCState register“, auf Seite 846).
6 bis 7	Nicht belegt
8	`NOALigndata` Dieses Bit wird gesetzt, wenn keine Abgleichdaten verfügbar sind - das Gerät ist nicht kalibriert.
9	`LIMit` Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Grenzwert verletzt wird (siehe Kapitel B.3.4.4, „STATus:QUEStionable:LIMit-Register“, auf Seite 846).
10 bis 11	Nicht belegt
12	`MASK` Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Maskenwert verletzt wird (siehe Kapitel B.3.4.5, „STATus:QUEStionable:MASK-Register“, auf Seite 847
13 bis 14	Nicht belegt
15	Dieses Bit ist immer 0.

B.3.4.1 STATus:QUEStionable:COVerload-Register

Dieses Register enthält alle Informationen über eine Überlast der Kanäle. Das Bit wird gesetzt, wenn der betreffende Kanal überlastet ist.

Tabelle B-5: Bits im STATus:QUEStionable:COVerload-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	`CHANnel1`
1	`CHANnel2`
2	`CHANnel3`
3	`CHANnel4`

B.3.4.2 STATus:QUEStionable:TEMPerature-Register

Dieses Register enthält Informationen über die Temperatur des Geräts.

Tabelle B-6: Bits im STATus:QUEStionable:TEMPerature-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	`TEMP WARN` Dieses Bit ist gesetzt, wenn es eine Temperaturwarnung auf Kanal 1, 2, 3 oder 4 gab.
1	`TEMP ERRor` Dieses Bit ist gesetzt, wenn ein Temperaturfehler auf Kanal 1, 2, 3 oder 4 auftrat.

B.3.4.3 STATus:QUEStionable:ADCState register

Dieses Register enthält alle Informationen über eine Überlast der Kanäle.

Das Bit wird gesetzt, wenn das zugewiesene Kanalsignal am oberen oder unteren Rand des Bildschirms abgeschnitten ist. In diesem Fall passt das Signal nicht in den Bereich des ADC und es kommt zum Überlauf.

Tabelle B-7: Bits im STATus:QUEStionable:ADCState register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	`CHANnel1`, Abschneiden an der oberen Grenze
1	`CHANnel1`, Abschneiden an der unteren Grenze
2	`CHANnel2`, Abschneiden an der oberen Grenze
3	`CHANnel2`, Abschneiden an der unteren Grenze
4	`CHANnel3`, Abschneiden an der oberen Grenze
5	`CHANnel3`, Abschneiden an der unteren Grenze
6	`CHANnel4`, Abschneiden an der oberen Grenze
7	`CHANnel4`, Abschneiden an der unteren Grenze

B.3.4.4 STATus:QUEStionable:LIMit-Register

Dieses Register enthält Informationen über die Einhaltung der Grenzwerte von Messungen. Dieses Bit wird gesetzt, wenn die Grenzen der zugeordneten Messung verletzt werden.

Tabelle B-8: Bits im STATus:QUEStionable:LIMit-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	`MEAS1`
1	`MEAS2`
2	`MEAS3`
3	`MEAS4`
4	`MEAS5`
5	`MEAS6`

Bit-Nr.	Bedeutung
6	MEAS7
7	MEAS8

B.3.4.5 STATus:QUEStionable:MASK-Register

Dieses Register enthält Informationen über die Verletzung von Masken. Dieses Bit wird gesetzt, wenn die betreffende Maske verletzt wird.

Tabelle B-9: Bits im STATus:QUEStionable:MASK-Register

Bit-Nr.	Bedeutung
0	MASK1

B.4 Anwendung des Status-Reporting-Systems

Zweck des Status-Reporting-Systems ist die Überwachung des Zustands eines oder mehrerer Geräte in einem Messsystem. Um dies tun und angemessen reagieren zu können, muss der Steuerrechner die Informationen von allen Geräten empfangen und auswerten. Dabei werden folgende Standardverfahren eingesetzt:

- **Service Request** (SRQ) ausgelöst durch das Gerät
- **Serial Poll** aller Geräte im Bussystem, ausgelöst durch den Steuerrechner, um herauszufinden, wer einen SRQ gesendet hat und warum
- **Parallel Poll** aller Geräte
- Abrage eines **bestimmten Gerätestatus** mithilfe von Befehlen
- Abfrage der **Error Queue**

B.4.1 Service Request

Unter bestimmten Umständen kann das Gerät einen Service Request (SRQ) an den Steuerrechner senden. Dieser Service Request löst üblicherweise einen Interrupt beim Steuerrechner aus, auf den das Steuerprogramm auf geeignete Weise reagieren kann. Wie aus Bild B-2ersichtlich ist, wird ein SRQ immer ausgelöst, wenn ein oder mehrere der Bits 2, 3, 4, 5 und 7 des Status-Bytes gesetzt und im SRE freigeschaltet sind. Jedes dieser Bits fasst die Informationen eines weiteren Registers, der Error Queue oder des Ausgabepuffers zusammen. Die ENABle-Teile des Statusregisters können so gesetzt werden, dass beliebige Bits in einem beliebigen Statusregister einen SRQ auslösen. Um die Möglichkeiten des Service Request effektiv zu nutzen, sollten in den Enable-Registern SRE und ESE alle Bits auf "1" gesetzt werden.

Der SRQ ist die einzige Möglichkeit für das Gerät, selbst aktiv zu werden. Jedes Steuerprogramm sollte das Gerät veranlassen, einen Service Request auszulösen, wenn Fehler auftreten. Das Programm sollte auf geeignete Weise auf den Service Request reagieren.

B.4.2 Serielle Abfrage

Bei einer seriellen Abfrage wird, wie bei einem `*STB`-Befehl das Statusbyte eines Geräts abgefragt. Die Abfrage wird jedoch über Schnittstellennachrichten realisiert und ist damit deutlich schneller.

Die serielle Abfragemethode ist in IEEE 488.1 definiert und war bisher die einzige Standardmöglichkeit für verschiedene Geräte, das Statusbyte abzufragen. Die Methode funktioniert auch bei Geräten, die sich nicht an SCPI oder IEEE 488.2 halten.

Die serielle Abfrage dient hauptsächlich dazu, einen schnellen Überblick über den Zustand mehrerer an den Controller angeschlossener Geräte zu erhalten.

B.4.3 Abfrage des Gerätestatus

Jeder Teilbereich eines beliebigen Statusregisters kann mit Hilfe von Abfragen ausgelesen werden. Es stehen zwei Befehlsarten zur Verfügung:

- Die allgemeinen Befehle `*ESR?`, `*IDN?`, `*IST?`, `*STB?` fragen die übergeordneten Register ab.
- Die Befehle des `STATus`-Systems fragen die SCPI-Register ab (`STATus:QUEStionable`...)

Der zurückgegebene Wert ist immer eine Dezimalzahl, die das Bitmuster des abgefragten Registers darstellt. Diese Zahl wird vom Steuerungsprogramm ausgewertet.

Abfragen werden in der Regel nach einem SRQ verwendet, um genauere Informationen über die Ursache des SRQ zu erhalten.

B.4.3.1 Dezimaldarstellung eines Bitmusters

Die STB- und ESR-Register enthalten 8 Bits und die SCPI-Register 16 Bits. Der Inhalt eines Statusregisters wird als eine einzelne Dezimalzahl angegeben und übertragen. Um dies zu ermöglichen, wird jedem Bit ein gewichteter Wert zugewiesen. Die Dezimalzahl wird als Summe der gewichteten Werte aller Bits im Register, die auf 1 gesetzt sind, berechnet.

Bits	0	1	2	3	4	5	6	7	...
Weight	1	2	4	8	16	32	64	128	...

Beispiel:

Der Dezimalwert 40 = 32 + 8 bedeutet, dass die Bits Nr. 3 und 5 im Statusregister (z. B. das `QUEStionable`-Status-Summary-Bit und das `ESB`-Bit im `STatus`-Byte gesetzt sind.

B.4.4 Error Queue

Jeder Fehlerzustand im Gerät führt zu einem Eintrag in die Error Queue (Fehlerwarteschlange). Die Einträge der Error Queue sind detaillierte Klartext-Fehlermeldungen, die im Fehlerprotokoll eingesehen oder über Fernsteuerung mit `SYSTem:ERRor[:NEXT]?` abgefragt werden können. Jeder Aufruf von `SYSTem:ERRor[:NEXT]?` liefert einen Eintrag aus der Error Queue. Sind dort keine Fehlermeldungen mehr gespeichert, antwortet das Gerät mit 0, "No error".

Die Error Queue sollte nach jedem SRQ im Controller-Programm abgefragt werden, da die Einträge die Ursache eines Fehlers präziser beschreiben als die Statusregister. Insbesondere in der Testphase eines Controller-Programms sollte die Error Queue regelmäßig abgefragt werden, da in ihr auch fehlerhafte Befehle vom Controller an das Gerät vermerkt werden.

B.5 Rücksetzwerte des Status-Reporting-Systems

Die folgende Tabelle enthält die verschiedenen Befehle und Ereignisse, die eine Rücksetzung des Status-Reporting-System bewirken. Keiner der Befehle, außer `*RST` und `SYSTem:PRESet`, beeinflusst die funktionalen Geräteeinstellungen. Insbesondere ändert `DCL` nicht die Geräteeinstellungen.

Tabelle B-10: Rücksetzungen des Status-Reporting-Systems

Ereignis	**Einschalten der Netzspannung** **Power-On-Status-Clear**		**DCL, SDC** **(Device Clear, Selected Device Clear)**	***RST oder SYSTem:PRESet**	**STATus:PRESet**	***CLS**
Wirkung	**0**	**1**				
STB, ESR löschen	-	Ja	-	-	-	Ja
SRE, ESE löschen	-	Ja	-	-	-	-
EVENt-Teile der Register löschen	-	Ja	-	-	-	Ja
ENABle-Teile aller OPERation- und QUEStionable-Register löschen; ENABle-Teile aller anderen Register mit "1" füllen.	-	Ja	-	-	Ja	-
PTRansition-Teile mit "1" füllen; NTRansition-Teile löschen	-	Ja	-	-	Ja	-
Error Queue löschen	Ja	Ja	-	-	-	Ja
Ausgabepuffer löschen	Ja	Ja	Ja	1)	1)	1)

Ereignis	**Einschalten der Netzspannung** **Power-On-Status-Clear**		**DCL, SDC** **(Device Clear, Selected Device Clear)**	***RST oder SYS-Tem:PRE Set**	**STA-Tus:PRE-Set**	***CLS**
Wirkung	**0**	**1**				
Befehlsverarbeitung und Eingabepuffer löschen	Ja	Ja	Ja	-	-	-
1) Der erste Befehl in einer Befehlszeile, der direkt auf einen <PROGRAM MESSAGE TERMINATOR> folgt, löscht den Ausgabepuffer.						

Liste der Befehle

*CAL?....451
*CLS....451
*ESE....451
*ESR?....451
*IDN?....452
*OPC....452
*OPT?....452
*PSC....452
*RST....453
*SRE....453
*STB?....453
*TRG....453
*WAI....453
ACQuire:AVAilable?....525
ACQuire:AVERage:COMPlete?....478
ACQuire:AVERage:COUNt....477
ACQuire:AVERage:CURRent?....525
ACQuire:AVERage:RESet....478
ACQuire:COUNt....524
ACQuire:HRESolution....477
ACQuire:INTerpolate....478
ACQuire:MEMory[:MODE]....523
ACQuire:NSINgle:COUNt....455
ACQuire:NSINgle:COUNt....477
ACQuire:NSINgle:COUNt....525
ACQuire:PEAKdetect....477
ACQuire:POINts:ARATe?....479
ACQuire:POINts:AUTomatic....475
ACQuire:POINts:AUTomatic....524
ACQuire:POINts[:VALue]....475
ACQuire:POINts[:VALue]....524
ACQuire:SEGMented:STATe....525
ACQuire:SRATe?....479
ACQuire:STATe....455
ACQuire:TYPE....476
AUToscale....454
BPLot:AMPLitude:ENABle....586
BPLot:AMPLitude:MODE....582
BPLot:AMPLitude:POSition....586
BPLot:AMPLitude:PROFile:COUNt....582
BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:AMPLitude....582
BPLot:AMPLitude:PROFile:POINt<n>:FREQuency....582
BPLot:AMPLitude:SCALe....587
BPLot:AUToscale....582
BPLot:ENABle....582
BPLot:EXPort:NAME....533
BPLot:EXPort:SAVE....533

BPLot:FREQuency:DATA? 583
BPLot:FREQuency:STARt 583
BPLot:FREQuency:STOP 583
BPLot:GAIN:DATA? 585
BPLot:GAIN:ENABle 585
BPLot:GAIN:POSition 585
BPLot:GAIN:SCALe 585
BPLot:INPut[:SOURce] 583
BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:FREQ? 587
BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:GAIN? 587
BPLot:MARKer<m>:DIFFerence:PHASe? 588
BPLot:MARKer<m>:FREQuency 588
BPLot:MARKer<m>:GAIN? 588
BPLot:MARKer<m>:INDex 588
BPLot:MARKer<m>:PHASe? 588
BPLot:MARKer<m>:SSCReen 589
BPLot:MEASurement:DELay 583
BPLot:MEASurement:POINt[:DISPLAY] 584
BPLot:OUTPut[:SOURce] 584
BPLot:PHASe:DATA? 586
BPLot:PHASe:ENABle? 586
BPLot:PHASe:POSition? 586
BPLot:PHASe:SCALe? 586
BPLot:POINts:LOGarithmic 584
BPLot:REPeat 584
BPLot:RESet 584
BPLot:STATe 584
BUS<b>:ARINc:BRMode 722
BUS<b>:ARINc:BRValue 722
BUS<b>:ARINc:DATA:FORMat 727
BUS<b>:ARINc:POLarity 722
BUS<b>:ARINc:SOURce 722
BUS<b>:ARINc:THReshold:HIGH 723
BUS<b>:ARINc:THReshold:LOW 723
BUS<b>:ARINc:WCOunt? 727
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:DATA[:VALue]? 728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:FORMat? 728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:LABel[:VALue]? 728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PARity? 728
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:PATTern? 729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SDI? 729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:SSM? 729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STARt? 729
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STATus? 730
BUS<b>:ARINc:WORD<n>:STOP? 730
BUS<b>:CAN:BITRate 660
BUS<b>:CAN:DATA:SOURce 659
BUS<b>:CAN:FCOunt? 664
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKState? 666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:ACKValue? 666

BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BCOunt?....669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BSEPosition?....669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe?....669
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?....670
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSSTate?....667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:CSValue?....667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DATA?....666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCState?....667
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:DLCValue?....668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDSTate?....668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDTYpe?....668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:IDValue?....668
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STARt?....665
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STATus?....665
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:STOP?....666
BUS<b>:CAN:FRAMe<n>:TYPE?....664
BUS<b>:CAN:SAMPlepoint....660
BUS<b>:CAN:TYPE....659
BUS<b>:CPARallel:CLOCK:SLOPe....796
BUS<b>:CPARallel:CLOCk:SOURce....796
BUS<b>:CPARallel:CS:ENABle....796
BUS<b>:CPARallel:CS:POLarity....797
BUS<b>:CPARallel:CS:SOURce....796
BUS<b>:CPARallel:DATA<m>:SOURce....795
BUS<b>:CPARallel:FCOunt?....797
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:DATA?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STARt?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STATe?....798
BUS<b>:CPARallel:FRAMe<n>:STOP?....798
BUS<b>:CPARallel:WIDTh....795
BUS<b>:DSIGnals....625
BUS<b>:DSIZe....626
BUS<b>:FORMat....625
BUS<b>:HISTory:CONTrol:ENABle]....527
BUS<b>:HISTory:CURRent....527
BUS<b>:HISTory:EXPort:NAME....533
BUS<b>:HISTory:EXPort:SAVE....533
BUS<b>:HISTory:PALL....527
BUS<b>:HISTory:PLAYer:SPEed....528
BUS<b>:HISTory:PLAYer:STATe....529
BUS<b>:HISTory:REPLay....528
BUS<b>:HISTory:STARt....527
BUS<b>:HISTory:STOP....528
BUS<b>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
BUS<b>:HISTory:TSABsolute?....531
BUS<b>:HISTory:TSDate:ALL?....532
BUS<b>:HISTory:TSDate?....532
BUS<b>:HISTory:TSRelative:ALL?....531
BUS<b>:HISTory:TSRelative?....530
BUS<b>:HISTory:TTABle[:ENABle]....530

BUS<b>:I2C:CLOCk:SOURce....639
BUS<b>:I2C:DATA:SOURce.... 639
BUS<b>:I2C:FCOunt?.... 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AACCess?....644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACCess?.... 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ACOMplete?....645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADBStart?.... 645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADDRess?....645
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ADEVice?.... 646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:AMODe?....646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:ASTart?....646
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BCOunt?....647
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACCess?....647
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:ACKStart?....647
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:COMPlete?.... 648
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:STARt?.... 648
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?.... 649
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:DATA?.... 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STARt?.... 644
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STATus?.... 643
BUS<b>:I2C:FRAMe<n>:STOP?....644
BUS<b>:I2S:AVARiant....687
BUS<b>:I2S:BORDer.... 687
BUS<b>:I2S:CHANnel:LENGth.... 688
BUS<b>:I2S:CHANnel:OFFSet.... 688
BUS<b>:I2S:CHANnel:ORDer....688
BUS<b>:I2S:CHANnel:TDMCount....688
BUS<b>:I2S:CLOCk:POLarity.... 689
BUS<b>:I2S:CLOCk:SOURce.... 689
BUS<b>:I2S:CLOCk:THReshold.... 689
BUS<b>:I2S:DATA:POLarity....689
BUS<b>:I2S:DATA:SOURce....690
BUS<b>:I2S:DATA:THReshold....690
BUS<b>:I2S:DISPlay....690
BUS<b>:I2S:FCOunt?.... 693
BUS<b>:I2S:FOFFset....691
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:STATe?....696
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:LEFT:VALue?....697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:STATe?.... 697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:RIGHt:VALue?.... 697
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STARt?.... 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STATe?.... 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:STOP?....698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:STATe?.... 698
BUS<b>:I2S:FRAMe<n>:TDM<o>:VALue?.... 699
BUS<b>:I2S:WLENgth....691
BUS<b>:I2S:WSELect:POLarity....691
BUS<b>:I2S:WSELect:SOURce....692
BUS<b>:I2S:WSELect:THReshold....692
BUS<b>:LABel....625

BUS<b>:LABel:STATe.... 625
BUS<b>:LIN:BITRate.... 675
BUS<b>:LIN:DATA:SOURce.... 674
BUS<b>:LIN:FCOunt?.... 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BCOunt?.... 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:STATe?.... 683
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:BYTE<o>:VALue?.... 683
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSSTate?.... 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:CSValue?.... 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:DATA?.... 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDPValue?.... 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDSTate?.... 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:IDValue?.... 681
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STARt?.... 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STATus?.... 679
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:STOP?.... 680
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYSTate?.... 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:SYValue?.... 682
BUS<b>:LIN:FRAMe<n>:VERSion?.... 682
BUS<b>:LIN:POLarity.... 675
BUS<b>:LIN:STANdard.... 675
BUS<b>:MILStd:IMGTime:INFinite.... 700
BUS<b>:MILStd:IMGTime:MAXimum.... 700
BUS<b>:MILStd:IMGTime:MINimum.... 700
BUS<b>:MILStd:POLarity.... 700
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:INFinite.... 700
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MAXimum.... 701
BUS<b>:MILStd:RESPonsetime:MINimum.... 701
BUS<b>:MILStd:SOURce.... 701
BUS<b>:MILStd:THReshold:HIGH.... 701
BUS<b>:MILStd:THReshold:LOW.... 701
BUS<b>:MILStd:WCOunt?.... 709
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:CODE?.... 710
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:MCODe:VALue?.... 710
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:RTADdress?.... 711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:SADDress?.... 711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:COMMand:WCOunt?.... 711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:DATA?.... 711
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:IMGTime?.... 712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:PARity?.... 712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:RTIMe?.... 712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STARt?.... 712
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BCReceived?.... 713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:BUSY?.... 713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:DBCaccept?.... 713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:INSTrument?.... 714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:MERRor?.... 714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:RTADdress?.... 714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SREQuest?.... 714
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:SUBSystem?.... 715

BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus:TERMinal?.....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STATus?.....713
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:STOP?.....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TRMode?.....715
BUS<b>:MILStd:WORD<n>:TYPE?.....716
BUS<b>:PARallel:DATA<m>:SOURce.....795
BUS<b>:PARallel:FCOunt?.....797
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:DATA?.....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STARt?.....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STATe?.....798
BUS<b>:PARallel:FRAMe<n>:STOP?.....798
BUS<b>:PARallel:WIDTh.....795
BUS<b>:POSition.....626
BUS<b>:RESult.....626
BUS<b>:SPI:BORDer.....629
BUS<b>:SPI:CLOCk:POLarity.....628
BUS<b>:SPI:CLOCk:SOURce.....628
BUS<b>:SPI:CS:POLarity.....627
BUS<b>:SPI:CS:SOURce.....627
BUS<b>:SPI:DATA:POLarity.....629
BUS<b>:SPI:DATA:SOURce.....628
BUS<b>:SPI:FCOunt?.....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MISO?.....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:DATA:MOSI?.....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STARt?.....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STATus?.....635
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:STOP?.....636
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WCOunt?.....637
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MISO?.....638
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:MOSI?.....638
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STARt?.....637
BUS<b>:SPI:FRAME<n>:WORD<o>:STOP?.....637
BUS<b>:SPI:MISO:POLarity.....629
BUS<b>:SPI:MISO:SOURce.....628
BUS<b>:SPI:MOSI:POLarity.....629
BUS<b>:SPI:MOSI:SOURce.....628
BUS<b>:SPI:SSIZe.....630
BUS<b>:SSPI:BITime.....632
BUS<b>:SSPI:BORDer.....632
BUS<b>:SSPI:CLOCk:POLarity.....631
BUS<b>:SSPI:CLOCk:SOURce.....630
BUS<b>:SSPI:DATA:POLarity.....631
BUS<b>:SSPI:DATA:SOURce.....631
BUS<b>:SSPI:MISO:POLarity.....632
BUS<b>:SSPI:MISO:SOURce.....631
BUS<b>:SSPI:MOSI:POLarity.....632
BUS<b>:SSPI:MOSI:SOURce.....631
BUS<b>:SSPI:SSIZe.....633
BUS<b>:STATe.....624
BUS<b>:TYPE.....624

BUS<b>:UART:BAUDrate....652
BUS<b>:UART:BITime....652
BUS<b>:UART:DATA:POLarity....650
BUS<b>:UART:DATA:SOURce....650
BUS<b>:UART:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:RXValue?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:SOURce?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:TXValue?....658
BUS<b>:UART:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658
BUS<b>:UART:PARity....651
BUS<b>:UART:POLarity....650
BUS<b>:UART:RX:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:RX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658
BUS<b>:UART:RX:SOURce....650
BUS<b>:UART:SBIT....651
BUS<b>:UART:SSIZe....651
BUS<b>:UART:TX:FCOunt?....654
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STARt?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STATe?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:STOP?....655
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WCOunt?....656
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STARt?....657
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STATe?....656
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:STOP?....658
BUS<b>:UART:TX:FRAMe<n>:WORD<o>:VALue?....658
BUS<b>:UART:TX:SOURce....650
CALCulate:MATH<m>:DATA:HEADer?....595
CALCulate:MATH<m>:DATA:POINts?....595
CALCulate:MATH<m>:DATA:XINCrement?....599
CALCulate:MATH<m>:DATA:XORigin?....599
CALCulate:MATH<m>:DATA:YINCrement?....600
CALCulate:MATH<m>:DATA:YORigin?....599
CALCulate:MATH<m>:DATA:YRESolution?....600
CALCulate:MATH<m>:DATA?....595
CALCulate:MATH<m>:HISTory:CONTrol:ENABle]....527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:CURRent....527

CALCulate:MATH<m>:HISTory:PALL....527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:SPEed....528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:PLAYer:STATe....529
CALCulate:MATH<m>:HISTory:REPLay....528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:STARt....527
CALCulate:MATH<m>:HISTory:STOP....528
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSABsolute?....531
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate:ALL?....532
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSDate?....532
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative:ALL?....531
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TSRelative?....530
CALCulate:MATH<m>:HISTory:TTABle[:ENABle]....530
CALCulate:MATH<m>:LABel....501
CALCulate:MATH<m>:LABel:STATe....501
CALCulate:MATH<m>:POSition....501
CALCulate:MATH<m>:SCALe....501
CALCulate:MATH<m>:STATe....499
CALCulate:MATH<m>:TRACk:DPULse[:ENABle]....502
CALCulate:MATH<m>:TRACk:EDGE....502
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:HYSTeresis....503
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold:LOWer....503
CALCulate:MATH<m>:TRACk:THReshold[:UPPer]....503
CALCulate:MATH<m>:WCOLor....502
CALCulate:MATH<m>[:EXPRession][:DEFine]....499
CALibration....616
CALibration:STATe?....616
CHANnel<m>:AOFF....456
CHANnel<m>:AON....456
CHANnel<m>:ARIThmetics....476
CHANnel<m>:BANDwidth....458
CHANnel<m>:COUPling....458
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:HEADer?....594
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XINCrement?....599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:XORigin?....599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YINCrement?....600
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YORigin?....599
CHANnel<m>:DATA:ENVelope:YRESolution?....600
CHANnel<m>:DATA:ENVelope?....593
CHANnel<m>:DATA:HEADer?....592
CHANnel<m>:DATA:POINts....592
CHANnel<m>:DATA:XINCrement?....599
CHANnel<m>:DATA:XORigin?....599
CHANnel<m>:DATA:YINCrement?....600
CHANnel<m>:DATA:YORigin?....599
CHANnel<m>:DATA:YRESolution?....600
CHANnel<m>:DATA?....591
CHANnel<m>:HISTory:CONTrol:[ENABle]....527
CHANnel<m>:HISTory:CURRent....527
CHANnel<m>:HISTory:EXPort:NAME....533

CHANnel<m>:HISTory:EXPort:SAVE ... 534
CHANnel<m>:HISTory:PALL ... 527
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:SPEed ... 528
CHANnel<m>:HISTory:PLAYer:STATe ... 529
CHANnel<m>:HISTory:REPLay ... 528
CHANnel<m>:HISTory:STARt ... 528
CHANnel<m>:HISTory:STOP ... 528
CHANnel<m>:HISTory:TMODe ... 530
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute:ALL? ... 532
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute? ... 531
CHANnel<m>:HISTory:TSDate:ALL? ... 532
CHANnel<m>:HISTory:TSDate? ... 532
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative:ALL? ... 531
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative? ... 531
CHANnel<m>:HISTory:TTABle[:ENABle] ... 530
CHANnel<m>:LABel ... 461
CHANnel<m>:LABel:STATe ... 462
CHANnel<m>:OFFSet ... 457
CHANnel<m>:OVERload ... 460
CHANnel<m>:POLarity ... 459
CHANnel<m>:POSition ... 457
CHANnel<m>:RANGe ... 457
CHANnel<m>:SCALe ... 457
CHANnel<m>:SKEW ... 459
CHANnel<m>:STATe ... 456
CHANnel<m>:THReshold ... 461
CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel ... 461
CHANnel<m>:THReshold:HYSTeresis ... 461
CHANnel<m>:TYPE ... 476
CHANnel<m>:WCOLor ... 460
CHANnel<m>:ZOFFset[:VALue] ... 459
CURSor<m>:AOFF ... 550
CURSor<m>:FUNCtion ... 550
CURSor<m>:SNPeak<n> ... 554
CURSor<m>:SOURce ... 551
CURSor<m>:SPPeak<n> ... 554
CURSor<m>:SSOURce ... 552
CURSor<m>:STATe ... 550
CURSor<m>:SWAVe ... 553
CURSor<m>:TRACking:SCALe[:STATe] ... 553
CURSor<m>:TRACking[:STATe] ... 552
CURSor<m>:USSOURce ... 552
CURSor<m>:X1Position ... 552
CURSor<m>:X2Position ... 552
CURSor<m>:XCOupling ... 553
CURSor<m>:XDELta:INVerse? ... 555
CURSor<m>:XDELta[:VALue]? ... 554
CURSor<m>:Y1Position ... 553
CURSor<m>:Y2Position ... 553
CURSor<m>:YCOupling ... 553

CURSor<m>:YDELta:SLOPe? 555
CURSor<m>:YDELta[:VALue]? 555
DEVice:MODE 556
DIAGnostic:UPDate:INSTall 623
DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:CLOSe 623
DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:DATA 623
DIAGnostic:UPDate:TRANsfer:OPEN 623
DIGital<m>:CURRent:STATe:MAXimum? 788
DIGital<m>:CURRent:STATe:MINimum? 788
DIGital<m>:DATA:HEADer? 793
DIGital<m>:DATA:POINts 794
DIGital<m>:DATA:XINCrement? 599
DIGital<m>:DATA:XORigin? 599
DIGital<m>:DATA:YINCrement? 600
DIGital<m>:DATA:YORigin? 600
DIGital<m>:DATA:YRESolution? 600
DIGital<m>:DATA? 793
DIGital<m>:DESKew 791
DIGital<m>:DISPlay 789
DIGital<m>:HISTory:CONTrol:ENABle] 527
DIGital<m>:HISTory:CURRent 527
DIGital<m>:HISTory:EXPort:NAME 533
DIGital<m>:HISTory:EXPort:SAVE 534
DIGital<m>:HISTory:PALL 527
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:SPEed 528
DIGital<m>:HISTory:PLAYer:STATe 529
DIGital<m>:HISTory:REPLay 528
DIGital<m>:HISTory:STARt 527
DIGital<m>:HISTory:STOP 528
DIGital<m>:HISTory:TSABsolute:ALL? 532
DIGital<m>:HISTory:TSABsolute? 531
DIGital<m>:HISTory:TSDate:ALL? 532
DIGital<m>:HISTory:TSDate? 532
DIGital<m>:HISTory:TSRelative:ALL? 531
DIGital<m>:HISTory:TSRelative? 531
DIGital<m>:HISTory:TTABle[:ENABle] 530
DIGital<m>:HYSTeresis 790
DIGital<m>:LABel 791
DIGital<m>:LABel:STATe 792
DIGital<m>:POSition 791
DIGital<m>:PROBe[:ENABle]? 789
DIGital<m>:SIZE 791
DIGital<m>:TECHnology 789
DIGital<m>:THCoupling 790
DIGital<m>:THReshold 790
DISPlay:CBAR:FFT[:POSition] 564
DISPlay:CBAR:SPECtrogram[:POSition] 570
DISPlay:CBAR:ZOOM[:POSition] 498
DISPlay:CLEar[:SCReen] 612
DISPlay:DIALog:CLOSe 613

DISPlay:DIALog:MESSage....613
DISPlay:DTIMe....612
DISPlay:GRID:ANNotation:TRACk....615
DISPlay:GRID:ANNotation[:ENABle]....615
DISPlay:GRID:STYLe....614
DISPlay:INTensity:GRID....614
DISPlay:INTensity:WAVeform....614
DISPlay:LANGuage....612
DISPlay:MODE....577
DISPlay:PALette....614
DISPlay:PERSistence:CLEar....613
DISPlay:PERSistence:INFinite....613
DISPlay:PERSistence:TIME....612
DISPlay:PERSistence:TYPE....612
DISPlay:PERSistence[:STATe]....613
DISPlay:STYLe....615
DISPlay:XY:XSOurce....578
DISPlay:XY:Y1Source....578
DISPlay:XY:Y2Source....578
DVM<m>:ENABle....579
DVM<m>:RESult[:ACTual]:STATus?....580
DVM<m>:RESult[:ACTual]?....579
DVM<m>:SOURce....579
DVM<m>:TYPE....579
EXPort:ATABle:NAME....533
EXPort:ATABle:SAVE....534
EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:NAME....545
EXPort:MEASurement:STATistics:ALL:SAVE....545
EXPort:MEASurement<m>:STATistics:NAME....544
EXPort:MEASurement<m>:STATistics:SAVE....545
EXPort:POWer:NAME....749
EXPort:POWer:NAME....780
EXPort:POWer:SAVE....749
EXPort:POWer:SAVE....780
EXPort:SCRSave:DESTination....602
EXPort:SEARch:NAME....523
EXPort:SEARch:SAVE....523
EXPort:WAVeform:NAME....602
EXPort:WAVeform:SAVE....602
EXPort:WAVeform:SOURce....601
EXPort:WFMSave:DESTination....601
FORMat:BORDer....591
FORMat[:DATA]....589
HCOPy:COLor:SCHeme....604
HCOPy:CWINdow....603
HCOPy:DATA?....603
HCOPy:FORMat....604
HCOPy:LANGuage....604
HCOPy:SIZE:X?....604
HCOPy:SIZE:Y?....604

HCOPy[:IMMediate]....603
LOGic<p>:CURRent:STATe:MAXimum?....788
LOGic<p>:CURRent:STATe:MINimum?....788
LOGic<p>:DATA:HEADer?....793
LOGic<p>:DATA:POINts....794
LOGic<p>:DATA:XINCrement?....599
LOGic<p>:DATA:XORigin?....599
LOGic<p>:DATA:YINCrement?....600
LOGic<p>:DATA:YORigin?....599
LOGic<p>:DATA:YRESolution?....600
LOGic<p>:DATA?....793
LOGic<p>:HISTory:CONTrol:ENABle]....527
LOGic<p>:HISTory:CURRent....527
LOGic<p>:HISTory:EXPort:NAME....533
LOGic<p>:HISTory:EXPort:SAVE....534
LOGic<p>:HISTory:PALL....527
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:SPEed....528
LOGic<p>:HISTory:PLAYer:STATe....529
LOGic<p>:HISTory:REPLay....528
LOGic<p>:HISTory:STARt....528
LOGic<p>:HISTory:STOP....528
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
LOGic<p>:HISTory:TSABsolute?....531
LOGic<p>:HISTory:TSDate:ALL?....532
LOGic<p>:HISTory:TSDate?....532
LOGic<p>:HISTory:TSRelative:ALL?....531
LOGic<p>:HISTory:TSRelative?....531
LOGic<p>:HISTory:TTABle[:ENABle]....530
LOGic<p>:PROBe[:ENABle]?....787
LOGic<p>:STATe....788
LOGic<p>:TYPE....790
MASK:ACTion:PULSe:EVENt:MODE....558
MASK:ACTion:SCRSave:DESTination....559
MASK:ACTion:SCRSave:EVENt:MODE....558
MASK:ACTion:SOUNd:EVENt:MODE....558
MASK:ACTion:STOP:EVENt:COUNt....559
MASK:ACTion:STOP:EVENt:MODE....559
MASK:ACTion:WFMSave:DESTination....560
MASK:ACTion:WFMSave:EVENt:MODE....558
MASK:ACTion:YOUT:ENABle....560
MASK:CAPTure[:MODE]....561
MASK:CHCopy....557
MASK:COUNt?....561
MASK:DATA:HEADer?....597
MASK:DATA:XINCrement?....599
MASK:DATA:XORigin?....599
MASK:DATA:YINCrement?....600
MASK:DATA:YORigin?....599
MASK:DATA:YRESolution?....600
MASK:DATA?....597

MASK:LOAD....558
MASK:RESet:COUNter....561
MASK:SAVE....557
MASK:SOURce....556
MASK:STATe....556
MASK:TEST....561
MASK:VCOunt?....561
MASK:XWIDth....557
MASK:YPOSition....557
MASK:YSCale....557
MASK:YWIDth....557
MEASurement<m>:ALL[:STATe]....535
MEASurement<m>:AOFF....535
MEASurement<m>:AON....535
MEASurement<m>:ARESult?....535
MEASurement<m>:DELay:DIRection....539
MEASurement<m>:DELay:MARKer....540
MEASurement<m>:DELay:SLOPe....538
MEASurement<m>:GATE....547
MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STARt....547
MEASurement<m>:GATE:ABSolute:STOP....547
MEASurement<m>:GATE:MODE....547
MEASurement<m>:GATE:RELative:STARt....548
MEASurement<m>:GATE:RELative:STOP....548
MEASurement<m>:MAIN....536
MEASurement<m>:RESult:AVG?....542
MEASurement<m>:RESult:NPEak?....543
MEASurement<m>:RESult:PPEak?....543
MEASurement<m>:RESult:STDDev?....542
MEASurement<m>:RESult:WFMCount?....543
MEASurement<m>:RESult[:ACTual]?....542
MEASurement<m>:SOURce....538
MEASurement<m>:STATistics:RESet....540
MEASurement<m>:STATistics:VALue:ALL?....544
MEASurement<m>:STATistics:VALue<n>?....544
MEASurement<m>:STATistics:WEIGht?....543
MEASurement<m>:STATistics[:ENABle]....540
MEASurement<m>:TIMeout:AUTO....541
MEASurement<m>:TIMeout[TIME]....541
MEASurement<m>[:ENABle]....536
MMEMory:CATalog:LENGth?....608
MMEMory:CATalog?....608
MMEMory:CDIRectory....606
MMEMory:COPY....609
MMEMory:DATA....610
MMEMory:DCATalog:LENGth?....607
MMEMory:DCATalog?....607
MMEMory:DELete....609
MMEMory:DRIVes?....605
MMEMory:LOAD:STATe....611

MMEMory:MDIRectory....606
MMEMory:MOVE....609
MMEMory:MSIS....605
MMEMory:NAME....603
MMEMory:RDIRectory....606
MMEMory:STORe:STATe....610
PGENerator:FUNCtion....808
PGENerator:MANual:STATe<s>....814
PGENerator:OUTPut:VOLTage....809
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend....812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BAND....813
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:BOR....812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:APPend:INDex....813
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA:LENGth....812
PGENerator:PATTern:ARBitrary:DATA[:SET]....812
PGENerator:PATTern:BURSt:NCYCle....814
PGENerator:PATTern:BURSt:STATe....814
PGENerator:PATTern:COUNter:DIRection....811
PGENerator:PATTern:COUNter:FREQuency....811
PGENerator:PATTern:FREQuency....810
PGENerator:PATTern:ITIMe....813
PGENerator:PATTern:LED:BLUE....815
PGENerator:PATTern:LED:GREen....815
PGENerator:PATTern:LED:INTens....815
PGENerator:PATTern:LED:RED....815
PGENerator:PATTern:PERiod....810
PGENerator:PATTern:PWM:DCYCle....815
PGENerator:PATTern:PWM:DIRection....815
PGENerator:PATTern:PWM:ENABle....815
PGENerator:PATTern:SQUarewave:DCYCle....810
PGENerator:PATTern:SQUarewave:POLarity....810
PGENerator:PATTern:STATe....809
PGENerator:PATTern:STIMe....813
PGENerator:PATTern:TRIGger:EXTern:SLOPe....809
PGENerator:PATTern:TRIGger:MODE....812
PGENerator:PATTern:TRIGger:SINGle....813
POWer:ATYPe....734
POWer:AUToscale....735
POWer:AUToscale:CURRent....735
POWer:AUToscale:VOLTage....735
POWer:CONSumption:EXECute....738
POWer:CONSumption:REPort:ADD....738
POWer:CONSumption:RESTart....738
POWer:CONSumption:RESult:APParent?....738
POWer:CONSumption:RESult:DURation?....739
POWer:CONSumption:RESult:ENERgy?....739
POWer:CONSumption:RESult:PFACtor?....739
POWer:CONSumption:RESult:PHASe?....739
POWer:CONSumption:RESult:REACtive?....739
POWer:CONSumption:RESult:REALpower?....740

POWer:DESKew[:EXECute]....736
POWer:DONResistance:EXECute....740
POWer:DONResistance:GATE<n>:START....740
POWer:DONResistance:GATE<n>STOP....740
POWer:DONResistance:REPort:ADD....740
POWer:DONResistance:RESult:DONResistance?....741
POWer:EFFiciency:EXECute....741
POWer:EFFiciency:REPort:ADD....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:AVG?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:NPEak?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:PPEak?....741
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency:WFMCount?....742
POWer:EFFiciency:RESult:EFFiciency[:ACTual]?....741
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:AVG?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:NPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:PPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower:WFMCount?....742
POWer:EFFiciency:RESult:INPut:REALpower[:ACTual]?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:AVG?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:NPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:PPEak?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:STDDev?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower:WFMCount?....742
POWer:EFFiciency:RESult:OUTPut:REALpower[:ACTual]?....742
POWer:ENABle....735
POWer:HARMonics:AVAilable?....743
POWer:HARMonics:DOFRequency....744
POWer:HARMonics:ENFRequency....744
POWer:HARMonics:EXECute....744
POWer:HARMonics:MEASurement:DURation?....744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:AVG?....744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:NPEak?....744
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:PPeak?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency:STDDev?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:FREQuency[:ACTual]?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:REALpower[:ACTual]?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:AVG?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:NPEak?....745
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:PPeak?....746
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion:STDDev?....746
POWer:HARMonics:MEASurement:THDistortion[:ACTual]?....746
POWer:HARMonics:MIFRequency....746
POWer:HARMonics:REPort:ADD....746
POWer:HARMonics:RESult<n>:FREQency?....746
POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel:LIMit?....747
POWer:HARMonics:RESult<n>:LEVel[:VALue]?....747
POWer:HARMonics:RESult<n>:MAXimum?....747
POWer:HARMonics:RESult<n>:MEAN?....747

POWer:HARMonics:RESult<n>:MINimum? 747
POWer:HARMonics:RESult<n>:RESet 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:VALid? 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:VCOunt? 748
POWer:HARMonics:RESult<n>:WFMCount? 748
POWer:HARMonics:STANdard 748
POWer:INRushcurrent:EXECute 749
POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STARt 749
POWer:INRushcurrent:GATE<n>:STOP 749
POWer:INRushcurrent:GCOunt 750
POWer:INRushcurrent:REPort:ADD 750
POWer:INRushcurrent:RESult<n>:AREA? 750
POWer:INRushcurrent:RESult<n>:MAXCurrent? 750
POWer:MODulation:EXECute 752
POWer:MODulation:REPort:ADD 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:AVG? 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:NPEak? 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:PPEak? 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:STDDev? 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak:WFMCount? 752
POWer:MODulation:RESult:LPEak[:ACTual]? 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:AVG? 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:NPEak? 752
POWer:MODulation:RESult:MEAN:PPEak? 753
POWer:MODulation:RESult:MEAN:STDDev? 753
POWer:MODulation:RESult:MEAN:WFMCount? 753
POWer:MODulation:RESult:MEAN[:ACTual]? 752
POWer:MODulation:RESult:RMS:AVG? 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:NPEak? 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:PPEak? 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:STDDev? 753
POWer:MODulation:RESult:RMS:WFMCount? 753
POWer:MODulation:RESult:RMS[:ACTual]? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:AVG? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:NPEak? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:PPEak? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:STDDev? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev:WFMCount? 753
POWer:MODulation:RESult:STDDev[:ACTual]? 753
POWer:MODulation:RESult:UPEak:AVG? 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:NPEak? 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:PPEak? 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak:STDDev? 754
POWer:MODulation:RESult:UPEak[:ACTual]? 754
POWer:MODulation:RESult:UPEakWFMCount? 754
POWer:MODulation:THReshold:HYSTeresis 752
POWer:MODulation:THReshold:LOWer 752
POWer:MODulation:THReshold[:UPPer] 752
POWer:MODulation:TYPE 751
POWer:ONOFf:EXECute 754

POWer:ONOFf:MEASurement.... 754
POWer:ONOFf:REPort:ADD.... 755
POWer:ONOFf:RESult<n>:TIME?.... 755
POWer:QUALity:EXECute.... 756
POWer:QUALity:REPort:ADD.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:CREStfactor[:ACTual]?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:FREQuency[:ACTual]?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:CURRent:RMS[:ACTual]?.... 759
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:APParent[:ACTual]?.... 759
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PFACtor[:ACTual]?.... 759
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:PHASe[:ACTual]?.... 759
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:PPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:STDDev?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive:WFMCount?.... 758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REACtive[:ACTual]?.... 759
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:AVG?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:NPEak?.... 757
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:PPEak?.... 758

POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:STDDev?.....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower:WFMCount?.....758
POWer:QUALity:RESult:POWer:REALpower[:ACTual]?.....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:AVG?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:NPEak?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:PPEak?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:STDDev?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor:WFMCount?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:CREStfactor[:ACTual]?.....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:AVG?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:NPEak?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:PPEak?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:STDDev?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency:WFMCount?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:FREQuency[:ACTual]?.....759
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:AVG?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:NPEak?.....757
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:PPEak?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:STDDev?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS:WFMCount?.....758
POWer:QUALity:RESult:VOLTage:RMS[:ACTual]?.....759
POWer:REPort:ADD.....737
POWer:REPort:DESCription.....737
POWer:REPort:DUT.....737
POWer:REPort:OUTPut.....737
POWer:REPort:SITE.....737
POWer:REPort:TEMPerature.....737
POWer:REPort:USER.....738
POWer:RESult:TABLe.....735
POWer:RIPPle:EXECute.....760
POWer:RIPPle:REPort:ADD.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:AVG?.....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:NPEak?.....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:PPEak?.....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:STDDev?.....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency:WFMCount?.....766
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]?.....760
POWer:RIPPle:RESult:FREQuency[:ACTual]?.....766
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:AVG?.....761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:NPEak?.....761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:PPEak?.....761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:STDDev?.....761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak:WFMCount?.....761
POWer:RIPPle:RESult:LPEak[:ACTual]?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG?.....761

POWer:RIPPle:RESult:MEAN:AVG?.....767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:NPEak?.....767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:PPEak?.....767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:STDDev?.....767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN:WFMCount?.....767
POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]?.....761
POWer:RIPPle:RESult:MEAN[:ACTual]?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:AVG?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:NPEak?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:PPEak?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:STDDev?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle:WFMCount?.....767
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]?.....762
POWer:RIPPle:RESult:NDCYcle[:ACTual]?.....767
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:AVG?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:NPEak?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:PPEak?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:STDDev?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle:WFMCount?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PDCYcle[:ACTual]?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:AVG?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:NPEak?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:PPEak?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev?.....763
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:STDDev?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount?.....763
POWer:RIPPle:RESult:PEAK:WFMCount?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]?.....762
POWer:RIPPle:RESult:PEAK[:ACTual]?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG?.....763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:AVG?.....768
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak?.....763

POWer:RIPPle:RESult:PERiod:NPEak?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:PPEak?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:STDDev?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod:WFMCount?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:PERiod[:ACTual]?.... 768
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:AVG?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:NPEak?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:PPEak?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:STDDev?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev:WFMCount?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]?.... 763
POWer:RIPPle:RESult:STDDev[:ACTual]?.... 769
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:AVG?.... 764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:NPEak?.... 764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:PPEak?.... 764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:STDDev?.... 764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak:WFMCount?.... 764
POWer:RIPPle:RESult:UPEak[:ACTual]?.... 764
POWer:SLEWrate:DSAMple.... 765
POWer:SLEWrate:DTIMe.... 766
POWer:SLEWrate:EXECute.... 766
POWer:SLEWrate:REPort:ADD.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:AVG?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:NPEak?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:PPEak?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:STDDev?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak:WFMCount?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:LPEak[:ACTual]?.... 766
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:AVG?.... 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:NPEak?.... 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:PPEak?.... 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:STDDev?.... 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak:WFMCount?.... 769
POWer:SLEWrate:RESult:UPEak[:ACTual]?.... 769
POWer:SOA:EXECute.... 771
POWer:SOA:LINear:ADD.... 771
POWer:SOA:LINear:COUNt?.... 771
POWer:SOA:LINear:INSert.... 771
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent.... 772
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MAXimum.... 772
POWer:SOA:LINear:POINt<m>:CURRent:MINimum.... 772

POWer:SOA:LINear:POINt<m>:VOLTage....772
POWer:SOA:LINear:REMove....773
POWer:SOA:LOGarithmic:ADD....771
POWer:SOA:LOGarithmic:COUNt?....771
POWer:SOA:LOGarithmic:INSert....771
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MAXimum....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:CURRent:MINimum....772
POWer:SOA:LOGarithmic:POINt<m>:VOLTage....772
POWer:SOA:LOGarithmic:REMove....773
POWer:SOA:REPort:ADD....778
POWer:SOA:RESTart....778
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FAILed?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:FRATe?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:PASSed?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:POINts?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:STATe?....773
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:TOLerance....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VCOunt?....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>:CURRent?....774
POWer:SOA:RESult:ACQuisition:VIOLation<n>?....774
POWer:SOA:RESult:TOTal:COUNt?....774
POWer:SOA:RESult:TOTal:FAILed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:FRATe?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:PASSed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:COUNt?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:FAILed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:SAMPle:PASSed?....775
POWer:SOA:RESult:TOTal:STATe?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:TOLerance....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VCOunt?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:HEADer?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:XORigin?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YORigin?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA:YRESolution?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent:DATA?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:CURRent?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:HEADer?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:XORigin?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YINCrement?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YORigin?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA:YRESolution?....778
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage:DATA?....777
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>:VOLTage?....776
POWer:SOA:RESult:TOTal:VIOLation<n>?....776
POWer:SOA:SCALe....778
POWer:SOA:SCALe:DISPlay....778

POWer:SOA:SCALe:MASK ... 778
POWer:SOURce:CURRent<n> ... 735
POWer:SOURce:VOLTage<n> ... 736
POWer:SPECtrum:EXECute ... 778
POWer:SPECtrum:FREQuency ... 778
POWer:SPECtrum:REPort:ADD ... 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:FREQuency? ... 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:LEVel[:VALue]? ... 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MAXimum? ... 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MEAN? ... 779
POWer:SPECtrum:RESult<n>:MINimum? ... 780
POWer:SPECtrum:RESult<n>:RESet ... 780
POWer:SPECtrum:RESult<n>:WFMCount? ... 780
POWer:STATistics:RESet ... 736
POWer:STATistics:VISible ... 736
POWer:SWITching:EXECute ... 781
POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STARt ... 781
POWer:SWITching:GATE:CONDuction:STOP ... 781
POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STARt ... 782
POWer:SWITching:GATE:NCONduction:STOP ... 782
POWer:SWITching:GATE:SWAVe ... 782
POWer:SWITching:GATE:TOFF:STARt ... 782
POWer:SWITching:GATE:TOFF:STOP ... 782
POWer:SWITching:GATE:TON:STARt ... 782
POWer:SWITching:GATE:TON:STOP ... 782
POWer:SWITching:REPort:ADD ... 783
POWer:SWITching:RESult:CONDuction:ENERgy? ... 783
POWer:SWITching:RESult:CONDuction:POWer? ... 783
POWer:SWITching:RESult:NCONduction:ENERgy? ... 783
POWer:SWITching:RESult:NCONduction:POWer? ... 783
POWer:SWITching:RESult:TOFF:ENERgy? ... 783
POWer:SWITching:RESult:TOFF:POWer? ... 784
POWer:SWITching:RESult:TON:ENERgy? ... 784
POWer:SWITching:RESult:TON:POWer? ... 784
POWer:SWITching:RESult:TOTal:ENERgy? ... 784
POWer:SWITching:RESult:TOTal:POWer? ... 784
POWer:SWITching:TYPE ... 784
POWer:TRANsient:EXECute ... 785
POWer:TRANsient:REPort:ADD ... 785
POWer:TRANsient:RESult:DELay? ... 785
POWer:TRANsient:RESult:OVERshoot? ... 785
POWer:TRANsient:RESult:PEAK:TIME? ... 785
POWer:TRANsient:RESult:PEAK:VALue? ... 786
POWer:TRANsient:RESult:RTIMe? ... 786
POWer:TRANsient:RESult:SETTlingtime? ... 786
POWer:TRANsient:SIGHigh ... 786
POWer:TRANsient:SIGLow ... 786
POWer:TRANsient:STARt ... 786
POWer:TRANsient:STOP ... 787
POWer:ZOFFset[:EXECute] ... 736

PROBe<m>:ID:BUILd?.....464
PROBe<m>:ID:PARTnumber?.....464
PROBe<m>:ID:PRDate?.....465
PROBe<m>:ID:SRNumber?.....465
PROBe<m>:ID:SWVersion?.....465
PROBe<m>:PMETer:RESults:COMMon?.....471
PROBe<m>:PMETer:RESults:DIFFerential?.....472
PROBe<m>:PMETer:RESults:NEGative?.....472
PROBe<m>:PMETer:RESults:POSitive?.....472
PROBe<m>:PMETer:RESults:SINGle?.....471
PROBe<m>:PMETer:VISibility.....471
PROBe<m>:SETup:ACCoupling.....470
PROBe<m>:SETup:ADVanced:AUDioverload.....469
PROBe<m>:SETup:ADVanced:FILTer.....470
PROBe<m>:SETup:ADVanced:PMToffset.....467
PROBe<m>:SETup:ADVanced:RANGe.....470
PROBe<m>:SETup:ADVanced:STPRobe.....468
PROBe<m>:SETup:ADVanced:ZADJust.....468
PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual.....462
PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT.....462
PROBe<m>:SETup:ATTenuation[:AUTO]?.....466
PROBe<m>:SETup:BANDwidth?.....466
PROBe<m>:SETup:CAPacitance?.....467
PROBe<m>:SETup:DCOFfset?.....471
PROBe<m>:SETup:DEGauss.....468
PROBe<m>:SETup:GAIN:MANual.....463
PROBe<m>:SETup:GAIN:UNIT.....463
PROBe<m>:SETup:GAIN[:AUTO]?.....466
PROBe<m>:SETup:IMPedance?.....467
PROBe<m>:SETup:MODE.....464
PROBe<m>:SETup:NAME?.....466
PROBe<m>:SETup:OFFSwitch.....471
PROBe<m>:SETup:PRMode.....468
PROBe<m>:SETup:TYPE?.....465
PROBe<m>:SETup:ZAXV.....469
REFCurve<m>:DATA:HEADer?.....596
REFCurve<m>:DATA:XINCrement?.....599
REFCurve<m>:DATA:XORigin?.....599
REFCurve<m>:DATA:YINCrement?.....600
REFCurve<m>:DATA:YORigin?.....600
REFCurve<m>:DATA:YRESolution?.....600
REFCurve<m>:DATA?.....596
REFCurve<m>:HORizontal:POSition.....506
REFCurve<m>:HORizontal:SCALe.....506
REFCurve<m>:LABel.....507
REFCurve<m>:LOAD.....505
REFCurve<m>:LOAD:STATe.....505
REFCurve<m>:SAVE.....505
REFCurve<m>:SOURce.....504
REFCurve<m>:SOURce:CATalog?.....504

REFCurve<m>:STATe....504
REFCurve<m>:UPDate....505
REFCurve<m>:VERTical:POSition....506
REFCurve<m>:VERTical:SCALe....506
REFCurve<m>:WCOLor....507
REFLevel:RELative:LOWer....549
REFLevel:RELative:MIDDle....549
REFLevel:RELative:MODE....548
REFLevel:RELative:UPPer....549
RUN....454
RUNContinous....454
RUNSingle....455
SEARch:CONDition....508
SEARch:MEASure:LEVel:PEAK:MAGNitude....512
SEARch:MEASure:PEAK:POLarity....512
SEARch:PROTocol:ARINc:CONDition....730
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:CONDition....731
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MAXimum....731
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:MINimum....732
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:OFFSet....732
SEARch:PROTocol:ARINc:DATA:SIZE....732
SEARch:PROTocol:ARINc:ERRor....732
SEARch:PROTocol:ARINc:FORMat....732
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:CONDition....733
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MAXimum....733
SEARch:PROTocol:ARINc:LABel:MINimum....733
SEARch:PROTocol:ARINc:SDI....733
SEARch:PROTocol:ARINc:SSM....733
SEARch:PROTocol:ARINc:WORD[:TYPE]....734
SEARch:PROTocol:CAN:ACKerror....671
SEARch:PROTocol:CAN:BITSterror....672
SEARch:PROTocol:CAN:CONDition....670
SEARch:PROTocol:CAN:CRCerror....672
SEARch:PROTocol:CAN:DATA....674
SEARch:PROTocol:CAN:DCONdition....673
SEARch:PROTocol:CAN:DLENgth....673
SEARch:PROTocol:CAN:FORMerror....672
SEARch:PROTocol:CAN:FRAMe....671
SEARch:PROTocol:CAN:FTYPe....672
SEARch:PROTocol:CAN:ICONdition....673
SEARch:PROTocol:CAN:IDENtifier....673
SEARch:PROTocol:CAN:ITYPe....672
SEARch:PROTocol:LIN:CHKSerror....685
SEARch:PROTocol:LIN:CONDition....684
SEARch:PROTocol:LIN:DATA....686
SEARch:PROTocol:LIN:DCONdition....686
SEARch:PROTocol:LIN:DLENgth....686
SEARch:PROTocol:LIN:FRAMe....684
SEARch:PROTocol:LIN:ICONdition....685
SEARch:PROTocol:LIN:IDENtifier....686

SEARch:PROTocol:LIN:IPERror....685
SEARch:PROTocol:LIN:SYERror....685
SEARch:PROTocol:MILStd:CONDition....716
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:CONDition....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MAXimum....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:MINimum....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:OFFSet....717
SEARch:PROTocol:MILStd:DATA:WORDs....717
SEARch:PROTocol:MILStd:ERRor....717
SEARch:PROTocol:MILStd:MCODe....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:CONDition....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MAXimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:RTADdress:MINimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:CONDition....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MAXimum....718
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MCADdress....719
SEARch:PROTocol:MILStd:SADDress:MINimum....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BCReceived....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:BUSY....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:DBCaccept....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:INSTrument....719
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:MERRor....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SREQuest....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:SUBSystem....720
SEARch:PROTocol:MILStd:STATus:TERMinal....720
SEARch:PROTocol:MILStd:TRMode....720
SEARch:PROTocol:MILStd:TTYPe....720
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:CONDition....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MAXimum....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WCOunt:MINimum....721
SEARch:PROTocol:MILStd:WSTart....721
SEARch:RCOunt?....522
SEARch:RESDiagram:SHOW....521
SEARch:RESult:ALL?....521
SEARch:RESult:BCOunt?....521
SEARch:RESult<n>?....522
SEARch:SOURce....509
SEARch:STATe....508
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CEDGe....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CLEVel:DELTa....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:CSOurce....515
SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:DLEVel:DELTa....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:HTIMe....516
SEARch:TRIGger:DATatoclock:STIMe....516
SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel....510
SEARch:TRIGger:EDGE:LEVel:DELTa....510
SEARch:TRIGger:EDGE:SLOPe....509
SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:LOWer....512

SEARch:TRIGger:LEVel:RISetime:UPPer....513
SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:LOWer....514
SEARch:TRIGger:LEVel:RUNT:UPPer....514
SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:LOWer....519
SEARch:TRIGger:LEVel:WINDow:UPPer....519
SEARch:TRIGger:PATTern:FUNCtion....517
SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>....518
SEARch:TRIGger:PATTern:LEVel<n>:DELTa....518
SEARch:TRIGger:PATTern:SOURce....517
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:DELTa....519
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh:RANGe....518
SEARch:TRIGger:PATTern:WIDTh[:WIDTh]....519
SEARch:TRIGger:RISetime:DELTa....513
SEARch:TRIGger:RISetime:RANGe....513
SEARch:TRIGger:RISetime:SLOPe....512
SEARch:TRIGger:RISetime:TIME....513
SEARch:TRIGger:RUNT:DELTa....515
SEARch:TRIGger:RUNT:POLarity....514
SEARch:TRIGger:RUNT:RANGe....514
SEARch:TRIGger:RUNT:WIDTh....515
SEARch:TRIGger:WIDTh:DELTa....511
SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel....510
SEARch:TRIGger:WIDTh:LEVel:DELTa....510
SEARch:TRIGger:WIDTh:POLarity....510
SEARch:TRIGger:WIDTh:RANGe....511
SEARch:TRIGger:WIDTh:WIDTh....511
SEARch:TRIGger:WINDow:DELTa....519
SEARch:TRIGger:WINDow:POLarity....519
SEARch:TRIGger:WINDow:RANGe....520
SEARch:TRIGger:WINDow:TIMerange....520
SEARch:TRIGger:WINDow:WIDTh....521
SINGle....455
SPECtrum:DIAGram:COLor:MAGNitude:MODE....576
SPECtrum:DIAGram:COLor:MAXimum[:LEVel]....576
SPECtrum:DIAGram:COLor:MINimum[:LEVel]....577
SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:FDOMain....577
SPECtrum:DIAGram:COLor:SCHeme:SPECtrogram....577
SPECtrum:DIAGram:SPECtrogram[:ENABle]....577
SPECtrum:FREQuency:AVERage:COMPlete?....566
SPECtrum:FREQuency:AVERage:COUNt....566
SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO....576
SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio....565
SPECtrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]....565
SPECtrum:FREQuency:CENTer....564
SPECtrum:FREQuency:FULLspan....564
SPECtrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe....563
SPECtrum:FREQuency:POSition....563
SPECtrum:FREQuency:RESet....566
SPECtrum:FREQuency:SCALe....564
SPECtrum:FREQuency:SPAN....564

SPECtrum:FREQuency:STARt....565
SPECtrum:FREQuency:STOP....565
SPECtrum:FREQuency:WINDow:TYPE....562
SPECtrum:HISTory:CURRent....527
SPECtrum:HISTory:EXPort:NAME....533
SPECtrum:HISTory:EXPort:SAVE....534
SPECtrum:HISTory:PALL....527
SPECtrum:HISTory:PLAYer:SPEed....528
SPECtrum:HISTory:PLAYer:STATe....529
SPECtrum:HISTory:REPLay....528
SPECtrum:HISTory:STARt....528
SPECtrum:HISTory:STOP....528
SPECtrum:HISTory:TSABsolute:ALL?....532
SPECtrum:HISTory:TSABsolute?....531
SPECtrum:HISTory:TSDate:ALL?....532
SPECtrum:HISTory:TSDate?....532
SPECtrum:HISTory:TSRelative:ALL?....531
SPECtrum:HISTory:TSRelative?....531
SPECtrum:MARKer:RCOunt?....574
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CMPeak....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:CSCReen....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:FREQuency....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:INDex....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:MODE....572
SPECtrum:MARKer:REFerence:SETup:SPAN....573
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL:DELTa?....575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:ALL?....574
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:DELTa?....575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency:DELTa?....575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:FREQuency?....575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel:DELTa?....576
SPECtrum:MARKer:RESult<n>:LEVel?....575
SPECtrum:MARKer:RESult<n>?....574
SPECtrum:MARKer:RMARker:FREQuency?....573
SPECtrum:MARKer:RMARker:LEVel?....573
SPECtrum:MARKer:RMARker?....573
SPECtrum:MARKer:RMODe....573
SPECtrum:MARKer:RTABle:ENABle....570
SPECtrum:MARKer:SETup:DISTance....571
SPECtrum:MARKer:SETup:EXCursion....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MLEVel....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MMODe....571
SPECtrum:MARKer:SETup:MWIDth....571
SPECtrum:MARKer:SOURce....571
SPECtrum:MARKer[:ENABle]....570
SPECtrum:MODE....569
SPECtrum:SOURce....562
SPECtrum:SPECtrogram:RESet....569
SPECtrum:SPECtrogram:SCALe....570
SPECtrum:TIME:POSition....565

SPECtrum:TIME:RANGe....566
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:HEADer?....567
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:POINts?....568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:XORigin?....568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YORigin?....569
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA:YRESolution?....569
SPECtrum:WAVeform:AVERage:DATA?....567
SPECtrum:WAVeform:AVERage[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:HEADer?....567
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:POINts?....568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:XORigin?....568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YORigin?....569
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA:YRESolution?....569
SPECtrum:WAVeform:MAXimum:DATA?....567
SPECtrum:WAVeform:MAXimum[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:HEADer?....568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:POINts?....568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:XORigin?....568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YORigin?....569
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA:YRESolution?....569
SPECtrum:WAVeform:MINimum:DATA?....567
SPECtrum:WAVeform:MINimum[:ENABle]....566
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:HEADer?....568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:POINts?....568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:XORigin?....568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YINCrement?....568
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YORigin?....569
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA:YRESolution?....569
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum:DATA?....567
SPECtrum:WAVeform:SPECtrum[:ENABle]....566
SPECtrum[:STATe]....562
STATus:OPERation:CONDition?....816
STATus:OPERation:ENABle....816
STATus:OPERation:NTRansition....817
STATus:OPERation:PTRansition....817
STATus:OPERation[:EVENt]?....817
STATus:PRESet....819
STATus:QUEStionable:ADCState:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:ADCState:ENABle....819
STATus:QUEStionable:ADCState:NTRansition....820
STATus:QUEStionable:ADCState:PTRansition....821
STATus:QUEStionable:ADCState[:EVENt]?....820
STATus:QUEStionable:CONDition?....819

STATus:QUEStionable:COVerload:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:COVerload:ENABle....819
STATus:QUEStionable:COVerload:NTRansition....820
STATus:QUEStionable:COVerload:PTRansition....821
STATus:QUEStionable:COVerload[:EVENt]?....820
STATus:QUEStionable:ENABle....819
STATus:QUEStionable:LIMit:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:LIMit:ENABle....820
STATus:QUEStionable:LIMit:NTRansition....820
STATus:QUEStionable:LIMit:PTRansition....821
STATus:QUEStionable:LIMit[:EVENt]?....820
STATus:QUEStionable:MASK:CONDition?....819
STATus:QUEStionable:MASK:ENABle....820
STATus:QUEStionable:MASK:NTRansition....820
STATus:QUEStionable:MASK:PTRansition....821
STATus:QUEStionable:MASK[:EVENt]?....820
STATus:QUEStionable:NTRansition....820
STATus:QUEStionable:PTRansition....821
STATus:QUEStionable[:EVENt]?....820
STOP....455
SYSTem:BEEPer:CONTrol:STATe....617
SYSTem:BEEPer:ERRor:STATe....618
SYSTem:BEEPer:TRIG:STATe....618
SYSTem:BEEPer[:IMMediate]....618
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:DHCP....620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:GATeway....620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:HTTPport....621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPADdress....620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:IPPort....620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:MACaddress?....621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:SUBNet....620
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:TRANsfer....621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:ETHernet:VXIPort....621
SYSTem:COMMunicate:INTerface:USB:CLASs....622
SYSTem:COMMunicate:INTerface[:SELect]....617
SYSTem:DATE....617
SYSTem:DFPRint?....619
SYSTem:EDUCation:PRESet....619
SYSTem:ERRor:ALL?....618
SYSTem:ERRor[:NEXT]?....618
SYSTem:NAME....616
SYSTem:PRESet....619
SYSTem:SET....618
SYSTem:TIME....617
SYSTem:TREE?....619
TCOunter:ENABle....580
TCOunter:RESult[:ACTual]:FREQuency?....581
TCOunter:RESult[:ACTual]:PERiod?....581
TCOunter:SOURce....581
TIMebase:ACQTime....474

TIMebase:DIVisions?....474
TIMebase:POSition....473
TIMebase:RANGe....474
TIMebase:RATime?....474
TIMebase:REFerence....473
TIMebase:ROLL:AUTomatic....478
TIMebase:ROLL:MTIMe....478
TIMebase:SCALe....473
TIMebase:ZOOM:POSition....498
TIMebase:ZOOM:SCALe....498
TIMebase:ZOOM:STATe....498
TIMebase:ZOOM:TIME....498
TRIGger:A:ARINc:DATA:CONDition....723
TRIGger:A:ARINc:DATA:MAXimum....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:MINimum....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:OFFSet....724
TRIGger:A:ARINc:DATA:SIZE....724
TRIGger:A:ARINc:ERRor:CODing....724
TRIGger:A:ARINc:ERRor:GAP....725
TRIGger:A:ARINc:ERRor:PARity....725
TRIGger:A:ARINc:FORMat....725
TRIGger:A:ARINc:LABel:CONDition....725
TRIGger:A:ARINc:LABel:MAXimum....726
TRIGger:A:ARINc:LABel:MINimum....726
TRIGger:A:ARINc:SDI....726
TRIGger:A:ARINc:SSM....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:CONDition....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MAXimum....726
TRIGger:A:ARINc:TTIMe:MINimum....726
TRIGger:A:ARINc:TYPE....727
TRIGger:A:ARINc:WORD:TYPE....727
TRIGger:A:CAN:ACKerror....663
TRIGger:A:CAN:BITSterror....663
TRIGger:A:CAN:CRCerror....663
TRIGger:A:CAN:DATA....663
TRIGger:A:CAN:DCONdition....662
TRIGger:A:CAN:DLC....662
TRIGger:A:CAN:FORMerror....664
TRIGger:A:CAN:FTYPe....661
TRIGger:A:CAN:ICONdition....662
TRIGger:A:CAN:IDENtifier....662
TRIGger:A:CAN:ITYPe....661
TRIGger:A:CAN:TYPE....661
TRIGger:A:EDGE:COUPling....483
TRIGger:A:EDGE:FILTer:HFReject....483
TRIGger:A:EDGE:FILTer:NREJect....484
TRIGger:A:EDGE:SLOPe....482
TRIGger:A:FINDlevel....483
TRIGger:A:HOLDoff:MODE....482
TRIGger:A:HOLDoff:TIME....482

TRIGger:A:HYSTeresis....483
TRIGger:A:I2C:ACCess....640
TRIGger:A:I2C:ADDRess....641
TRIGger:A:I2C:AMODe....641
TRIGger:A:I2C:MODE....640
TRIGger:A:I2C:PATTern....641
TRIGger:A:I2C:PLENgth....642
TRIGger:A:I2C:POFFset....642
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:CONDition....693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMAX....693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:LEFT:DMIN....693
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:CONDition....694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMAX....694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:RIGHt:DMIN....694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:CONDition....694
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMAX....695
TRIGger:A:I2S:CHANnel:TDM<n>:DMIN....695
TRIGger:A:I2S:FUNCtion....695
TRIGger:A:I2S:SOWords....696
TRIGger:A:I2S:TYPE....695
TRIGger:A:I2S:WINDow:LENGth....696
TRIGger:A:I2S:WSELect:SLOPe....696
TRIGger:A:I2S:WSSLope....696
TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:LOWer....492
TRIGger:A:LEVel<n>:RISetime:UPPer....493
TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:LOWer....491
TRIGger:A:LEVel<n>:RUNT:UPPer....491
TRIGger:A:LEVel<n>[:VALue]....482
TRIGger:A:LIN:CHKSerror....676
TRIGger:A:LIN:DATA....677
TRIGger:A:LIN:DCONdition....678
TRIGger:A:LIN:DLENgth....678
TRIGger:A:LIN:ICONdition....677
TRIGger:A:LIN:IDENtifier....677
TRIGger:A:LIN:IPERror....677
TRIGger:A:LIN:SYERror....677
TRIGger:A:LIN:TYPE....676
TRIGger:A:MILStd:COMMand:TYPE....702
TRIGger:A:MILStd:DATA:CONDition....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:MAXimum....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:MINimum....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:OFFSet:CONDition....703
TRIGger:A:MILStd:DATA:WORDs....703
TRIGger:A:MILStd:ERRor:MANChester....703
TRIGger:A:MILStd:ERRor:PARity....704
TRIGger:A:MILStd:ERRor:SYNC....704
TRIGger:A:MILStd:ERRor:TIMeout....704
TRIGger:A:MILStd:FRAMe....704
TRIGger:A:MILStd:MCODe:CODE....704

TRIGger:A:MILStd:MCODe:VALue....705
TRIGger:A:MILStd:MODE....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:CONDition....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MAXimum....705
TRIGger:A:MILStd:RTADdress:MINimum....705
TRIGger:A:MILStd:SADDress:CONDition....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MAXimum....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MCADdress....706
TRIGger:A:MILStd:SADDress:MINimum....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:BCReceived....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:BUSY....706
TRIGger:A:MILStd:STATus:DBCaccept....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:INSTrument....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:MERRor....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:SREQuest....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:SUBSystem....707
TRIGger:A:MILStd:STATus:TERMinal....707
TRIGger:A:MILStd:SYNC....708
TRIGger:A:MILStd:TRMode....708
TRIGger:A:MILStd:TTYPe....708
TRIGger:A:MILStd:TYPE....708
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:CONDition....708
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MAXimum....709
TRIGger:A:MILStd:WCOunt:MINimum....709
TRIGger:A:MILStd:WORD....709
TRIGger:A:MODE....480
TRIGger:A:PATTern:CONDition....489
TRIGger:A:PATTern:FUNCtion....489
TRIGger:A:PATTern:MODE....490
TRIGger:A:PATTern:SOURce....489
TRIGger:A:PATTern:WIDTh:DELTa....491
TRIGger:A:PATTern:WIDTh:RANGe....490
TRIGger:A:PATTern:WIDTh[:WIDTh]....490
TRIGger:A:RISetime:DELTa....493
TRIGger:A:RISetime:RANGe....493
TRIGger:A:RISetime:SLOPe....493
TRIGger:A:RISetime:TIME....494
TRIGger:A:RUNT:DELTa....491
TRIGger:A:RUNT:POLarity....492
TRIGger:A:RUNT:RANGe....492
TRIGger:A:RUNT:WIDTh....492
TRIGger:A:SOURce....481
TRIGger:A:SOURce:SPI....633
TRIGger:A:SOURce:UART....652
TRIGger:A:SPI:MODE....633
TRIGger:A:SPI:PATTern....634
TRIGger:A:SPI:PLENgth....634
TRIGger:A:SPI:POFFset....634
TRIGger:A:TIMeout:RANGe....494
TRIGger:A:TIMeout:TIME....494

TRIGger:A:TV:FIELd....488
TRIGger:A:TV:LINE....488
TRIGger:A:TV:POLarity....487
TRIGger:A:TV:STANdard....487
TRIGger:A:TYPE....481
TRIGger:A:UART:MODE....652
TRIGger:A:UART:PATTern....653
TRIGger:A:UART:PLENgth....653
TRIGger:A:UART:POFFset....654
TRIGger:A:WIDTh:DELTa....487
TRIGger:A:WIDTh:POLarity....486
TRIGger:A:WIDTh:RANGe....486
TRIGger:A:WIDTh:WIDTh....486
TRIGger:B:DELay....485
TRIGger:B:EDGE:SLOPe....485
TRIGger:B:ENABle....484
TRIGger:B:EVENt:COUNt....485
TRIGger:B:MODE....485
TRIGger:B:SOURce....484
TRIGger:EVENt:REFSave....496
TRIGger:EVENt:SCRSave....496
TRIGger:EVENt:SCRSave:DESTination....496
TRIGger:EVENt:SOUNd....495
TRIGger:EVENt:TRIGgerout....496
TRIGger:EVENt:WFMSave....497
TRIGger:EVENt:WFMSave:DESTination....497
TRIGger:EVENt[:ENABle]....495
TRIGger:OUT:MODE....622
TRIGger:OUT:PLENgth....622
TRIGger:OUT:POLarity....622
WGENerator:ARBitrary:RANGe:START....802
WGENerator:ARBitrary:RANGe:STOP....802
WGENerator:ARBitrary:SOURce....802
WGENerator:ARBitrary:UPDate....802
WGENerator:ARBitrary:VISible....803
WGENerator:ARBitrary[:FILE]:NAME....802
WGENerator:ARBitrary[:FILE]:OPEN....803
WGENerator:BURSt:ITIMe....803
WGENerator:BURSt:NCYCle....803
WGENerator:BURSt:PHASe....804
WGENerator:BURSt:TRIGger:SINGle....804
WGENerator:BURSt:TRIGger[:MODE]....803
WGENerator:BURSt[:STATe]....804
WGENerator:FREQuency....800
WGENerator:FUNCtion....799
WGENerator:FUNCtion:EXPonential:POLarity....801
WGENerator:FUNCtion:PULSe:DCYCle....800
WGENerator:FUNCtion:PULSe:ETIMe....801
WGENerator:FUNCtion:RAMP:POLarity....801
WGENerator:MODulation:AM:DEPTh....805

WGENerator:MODulation:AM:FREQuency..... 805
WGENerator:MODulation:ASK:DEPTh.....806
WGENerator:MODulation:ASK:FREQuency.....806
WGENerator:MODulation:FM:DEViation..... 806
WGENerator:MODulation:FM:FREQuency.....806
WGENerator:MODulation:FSK:HFREquency.....806
WGENerator:MODulation:FSK:RATE..... 806
WGENerator:MODulation:FUNCtion.....805
WGENerator:MODulation:RAMP:POLarity..... 807
WGENerator:MODulation:TYPE..... 805
WGENerator:MODulation[:ENABLE]..... 805
WGENerator:NOISe:ABSolute.....801
WGENerator:NOISe:RELative..... 801
WGENerator:OUTPut:LOAD.....801
WGENerator:OUTPut[:ENABle].....801
WGENerator:SWEep:FEND..... 807
WGENerator:SWEep:FSTart.....807
WGENerator:SWEep:TIME.....807
WGENerator:SWEep:TYPE.....807
WGENerator:SWEep[:ENABle].....808
WGENerator:TRIangle:SYMMetry..... 800
WGENerator:VOLTage.....799
WGENerator:VOLTage:OFFSet..... 800