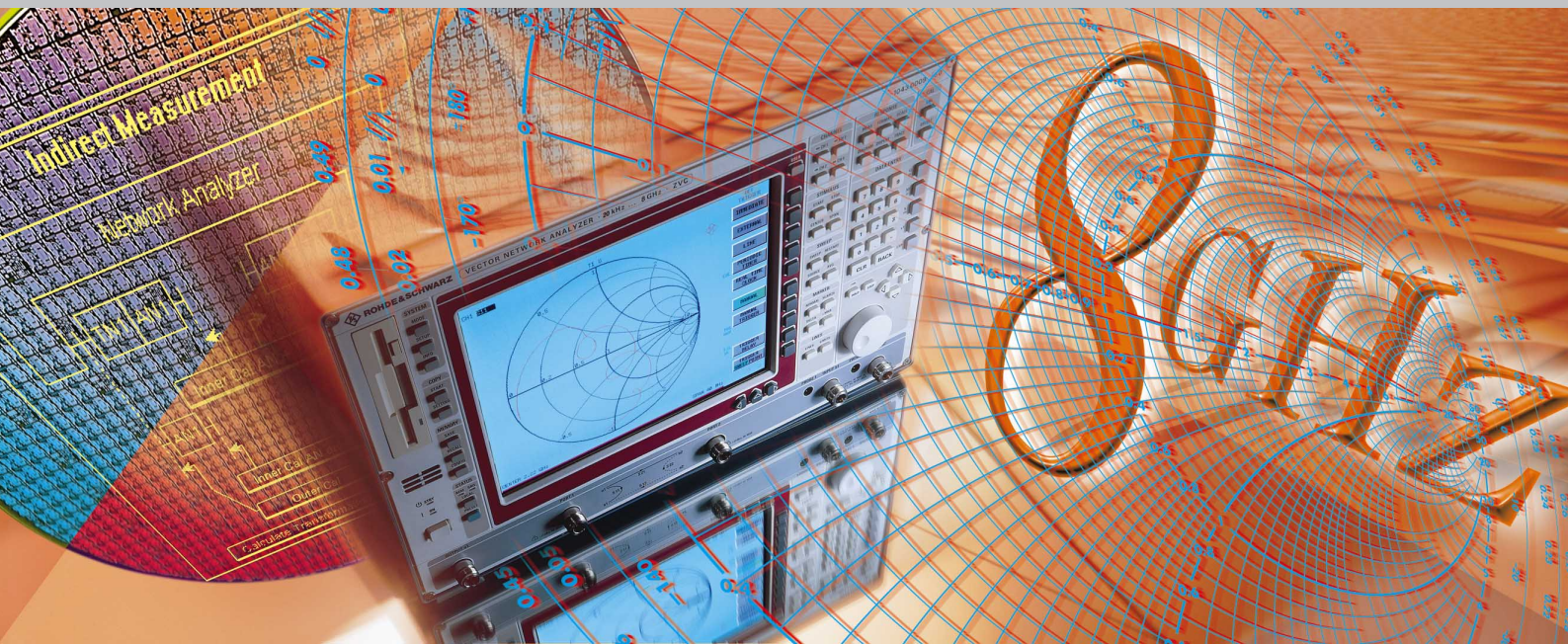


# Neues von Rohde & Schwarz



Netzwerkanalyse  
jetzt bis 8 GHz

Digital Audio Broadcasting  
neue Sender für Band III und L-Band

Digitale Suchpeiler  
erfassen Breitband- und Kurzzeitsignale

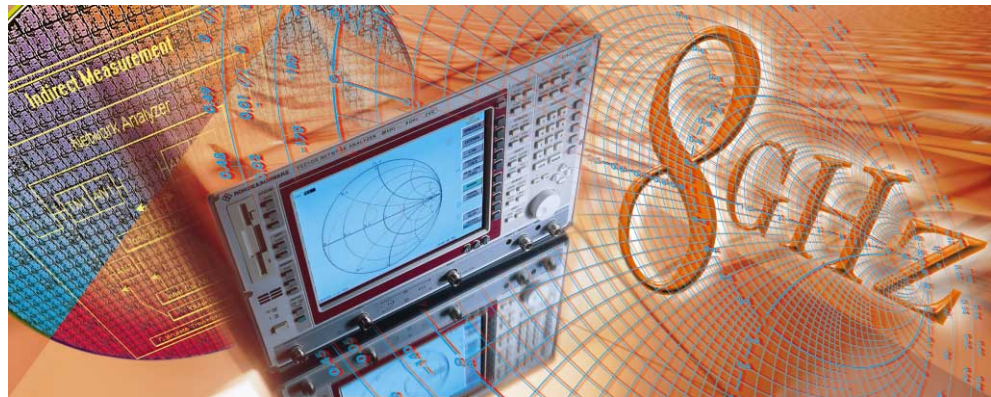
1998/II

158



**ROHDE & SCHWARZ**

„Mehr Hertz für die Netzwerkanalyse“ lautet der Slogan für die gewachsene Familie der Network Analyzer ZVR. Mit den neuen Mitgliedern ZVCE und ZVC wird der Frequenzbereich auf 8 GHz verdoppelt und ein neues weites Einsatzfeld erschlossen (Näheres auf Seite 4). Foto 42 126



## Fachbeiträge

Dr. Olaf Ostwald; Christian Evers	Vector Network Analyzer ZVC Mehr Hertz für die Netzwerkanalyse .....	4
Dr. Klaus Gresser; Gottfried Holzmann	Digital Radio Tester CTS65 und CTS60 Multitalente für den Service an GSM- und DECT-Mobilfunkgeräten.....	7
Dr. Lothar Tschimpke	Multifunktionsmodul AMV für Testsysteme TSA und TSU Analoge Meßtechnik in der Baugruppen-Produktion jetzt noch effizienter ....	10
Rainer Steen; Cornelius Heinemann; Peter H. Frank	DAB-Sender NA6... und NL6... Digitaler Hörfunk zuverlässig und wirtschaftlich .....	13
Dr. Rolf Springer; Dr. Lothar Schirm	Fahrzeug-Ortungssystem VELOS DGPS-gestützte Fahrzeug-Ortung mit schnellem Datenfunk .....	16
Klaus Friede; Ludwig Nielsen	Antennenanlagen AC090, AC120, AC180, AC300 Funkerefassung im Mikrowellenbereich bis 40 GHz.....	18
Franz Demmel; Wilhelm Genal; Ulrich Unselt	Digitale Suchpeiler DDF0xS Schnelle Peilung von Breitband- und Kurzzeitsignalen .....	21

## Applikationen

Klaus Kundinger	Produktionstest von HF-Baugruppen mit Universal-Testsystem TSU, Funkmeßplatz CMS und EMV-Meßzelle .....	24
Albert Winter	Applikationen rund ums Fading.....	26

## Software

Thomas A. Kneidel	COM2000 – das funktionelle Software-Tool für die Kurzwellen-Kommunikation .....	28
-------------------	--	----

## Repetitorium

Dr. Klaus H. Blankenburg	Der korrekte Umgang mit Größen, Einheiten und Gleichungen (II).....	30
--------------------------	---	----

## Panorama

Kurt Lainer	Signalgeneratoren SME03A und SMIQ03A – zwei Meilensteine auf dem Weg zu kürzeren Meßzeiten .....	32
Johann Maier	Vierundzwanzig komplette Mobilfunk-Versorgungsmeßsysteme für China .....	33
Erwin Böhler	Rohde & Schwarz als Partner im Prüffeld der Mobilfunkproduktion .....	34
Manfred Stecher	200-A-Vierleiter-V-Netznachbildung ENV4200 für Störspannungsmessungen bei hoher Stromaufnahme .....	35
Hans-Dieter König; Helmut Hingrainer	BW2000 – die neue Gehäusebauweise .....	36

## Rubriken

Paul Dambacher	Patent: Verfahren und Einrichtung zur Übertragung digitaler Tonsignale in terrestrischen Rundfunk-Sendernetzen .....	15
Volker Janssen	Kurz gemeldet: EMC Asia '97 – Debüt in Singapur .....	20
	Referenz: Wertvolles sicher verpackt – Knürr-Mechanik für die Elektronik AG .....	27
Roland Minihold	Meßtipp: Meßzeitreduktion bei Tests von GSM-Basisstationen .....	29
	Buchtipp: Digitale Technik für den Fernsehrundfunk .....	31
	Druckschriften .....	37
	Kurznachrichten .....	38
	Presse-Echo .....	40
Christian Rockrohr	Schlußbeitrag: Luftraumsicherheit und Austro Control – eine ausgezeichnete Kombination .....	41

GSM + DECT – der Digital Radio Tester CTS65 beherrscht beide Standards. Er ist damit der wirtschaftliche Meßplatz für die Bereiche Service, Vertrieb und auch Produktion von Handys und schnurlosen Telefonen (Seite 7). Foto 43 115/1



## Impressum

Herausgeber: ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG Mühlendorfstraße 15 D-81671 München  
Telefon (0 89) 41 29-0 · Telefax (0 89) 41 29-32 08 · Redaktion: Hedda Wegener und Gerd Sönnichsen  
Telefon (0 89) 41 29-12 88 · Fotos: Stefan Huber · Grafik: Nike Hofmann · Auflage deutsch, englisch und  
französisch 95 000 · Erscheinungsweise: viermal pro Jahr · ISSN 0548-3093 · Bezug kostenlos bei An-  
gabe der Firmenzugehörigkeit oder Tätigkeit über Ihre nächstgelegene Rohde & Schwarz-Vertretung · Printed  
in Germany by peschke druck, München · Nachdruck mit Quellenangabe und gegen Beleg gern gestattet.

## Vector Network Analyzer ZVC

# Mehr Hertz für die Netzwerkanalyse

Die Familie der Netzwerkanalysatoren ZVR hat Zuwachs bekommen. Die beiden neuen Mitglieder ZVCE und ZVC erweitern den Frequenzbereich der Analysatoren von bisher 4 GHz auf jetzt 8 GHz und erschließen den Geräten damit ein neues weites Einsatzfeld.

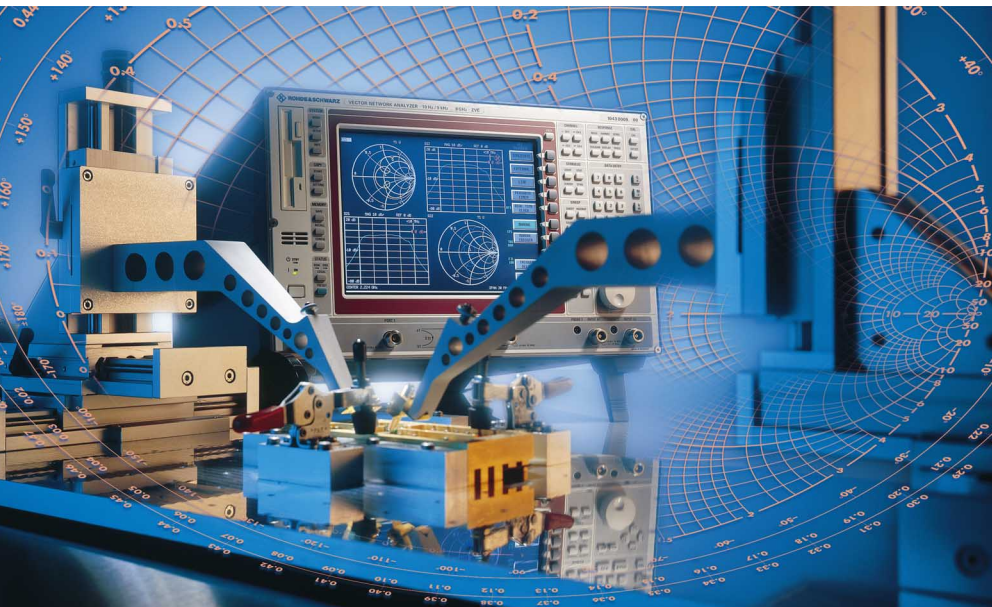


BILD 1 Zuwachs der ZVR-Familie: Vector Network Analyzer ZVC für Frequenzen bis 8 GHz.

Foto 43 117

Die ZVR-Familie bestand bisher aus drei Modellen, nämlich dem unidirektionalen Netzwerkanalysator ZVRL und den beiden bidirektionalen Analysatoren ZVRE und ZVR [1]. Damit können komplexe Transmissions- und Reflexionsmessungen (nach Betrag und Phase) an Zweitormessobjekten durchgeführt werden, und zwar je nach Ausbaustufe des Analysators ab 10 Hz, 9 kHz oder 300 kHz. Die obere Frequenzgrenze dieser Modelle beträgt 4 GHz. Die beiden neuen Modelle ZVCE und ZVC (BILD 1) verdoppeln die obere Frequenzgrenze, womit jetzt auch Messungen beispielsweise an Satellitenkomponenten im Frequenzbereich bis 8 GHz ermöglicht werden. Ihre untere Frequenzgrenze beträgt 20 kHz (BILD 2). Während der Dreikanal-Netzwerkanalysator ZVCE für bidirektionale Zweitormessungen das 12-Term-Kali-

brierverfahren TOSM anbietet, erlaubt der Analysator ZVC aufgrund seiner vier Empfangskanäle auch die Anwendung moderner 7-Term-Kalibriermethoden wie TOM, TNA und TOM-X und so die Lö-

sung besonders schwieriger Meßaufgaben in Entwicklung und Fertigung.

Alle fünf Modelle der ZVR-Familie zeichnen sich neben dem großen Frequenzbereich durch **exzellente Meßgenauigkeit, hohe Meßdynamik und rasante Meßgeschwindigkeit** aus. Sie basieren auf einem IBM-PC-kompatiblen Rechnerkern mit den üblichen Schnittstellen und dem gängigen Rechnerzubehör. Meßergebnisse, die der Analysator auf vielfältige Weise umrechnen und auf dem großflächigen Bildschirm farbig darstellen kann, lassen sich anschließend direkt am Netzwerkanalysator mit Hilfe gängiger Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogramme in aussagekräftige Dokumente einbinden, kommentieren und verwalten.

Die vielseitige Verwendbarkeit der Netzwerkanalysatoren der ZVR-Familie kann an Hand einiger **typischer Applikationen** aufgelistet werden, die von A wie Antennen bis Z wie Zirkulatoren reichen (blauer KASTEN).

Alle Modelle der ZVR-Familie zeichnen sich durch eine Reihe **besonderer Eigenschaften** bezüglich ihrer Meßverfahren, der speziellen Datenauswertefunktionen und mannigfaltiger Darstellungshilfen aus: So wird beispielsweise im Rahmen der Kalibrierung (TOM) der bi-

Typische Applikation	Besondere Eigenschaft der ZVR-Familie
Antennen für GSM und GPS	schnelle Datenübertragung durch DDE
Antennendosen	Option Viertor-Adapter [2] ohne weitere Zusatzgeräte
Audiosysteme	untere Grenzfrequenz 10 Hz
Automobiltechnik	frequenzumsetzende Messungen für Wegfahrsperrern
CATV-Umsetzer	frequenzumsetzende Messungen mit hoher Dynamik
CATV-Verstärker	Mehrtorfähigkeit
Dokumentation	Datentransfer zu Word-, Excel- und CAE-Programmen
GSM, Basisstationsfilter	segmentierter Sweep ohne Geschwindigkeitsverlust
GSM/DECT, SMD-Verstärker	patentierter Kalibrierverfahren für SMD-Adapter
GSM, keramische Filter	schnelle Sweep-Zeiten für Abgleich in Echtzeit
GSM, SAW-Filter	virtuelle Transformation an komplexe Impedanzen
Kabelmessungen	logarithmische Darstellungen, Phase-Unwrap-Funktion
Mehrtore wie Koppler, Umschalter und Filterbänke	Viertor-Adapter mit elektronischen Umschaltern, bis zu vier separate, individuell kalibrierte Signalpfade
On-Wafer-Messungen	Kalibrierverfahren TOM-X eliminiert Übersprecher [3]
Pager	Messung mit sehr niedrigen Eingangspegeln möglich
Quarzherstellung	schnelle Detektion von Phasennulldurchgängen
Satellitenkommunikation	extrem großer Linearitätsbereich
Zirkulatoren	Dreitor-Adapter mit elektronischem Umschalter

direktionalen Vierkanal-Netzwerkanalysatoren ZVR und ZVC eine **Implizite Verifikation** durchgeführt. Hierbei wird die Konsistenz der Kalibrierergebnisse mit den charakteristischen Daten der Kalibrierstandards überprüft. So kann der Analysator sogar ein schlicht leerlaufendes Meßtor von einem korrekt mit Leerlaufstandard abgeschlossenen unterscheiden. Unmittelbar nach Durchführung der Kalibrierung wird eine eventuelle Fehlkalibrierung automatisch erkannt. Der Benutzer wird sofort gewarnt und kann Abhilfe schaffen, bevor sich Meßfehler einschleichen.

Durch besonders komfortable Kalibrierverfahren wird der Anwender auch bei **Mehroranwendungen** unterstützt. Dort müssen in der Regel viele verschiedene Signalwege zweitorkalibriert werden. Hier macht sich besonders zeitsparend bemerkbar, daß im Gegensatz zum „klassischen“ 12-Term-Verfahren TOSM (vier verschiedene Kalibrierstandards und acht Schraubverbindungen) bei den modernen 7-Term-Verfahren nur noch sechs (bei TOM) oder nur noch vier Schraubverbindungen (bei TNA) vorgenommen werden müssen.

Vorteilhaft bei der Auswertung von Meßergebnissen ist, daß die Datenumrechnung für **Meßkurven und Markwerte völlig unabhängig** voneinander einstellbar ist. Als Meßkurve stellt man beispielsweise den Betrag der Rückflußdämpfung dar, während die Marker die dazugehörige Phase oder die komplexe Impedanz des Meßobjekts anzeigen. Unter Ausnutzung der bis zu vier entkoppelbaren Darstellkanäle lassen sich so bis zu acht Meßgrößen gleichzeitig ablesen. Diese kompakte Darstellung erleichtert es auch, verwickelte Rückwirkungen bei komplexen Abgleichprozessen auf einen Blick zu erfassen.

Weitere interessante Eigenschaften der Netzwerkanalysatoren betreffen Phasen- und Laufzeitmessungen: Hierzu gehört die Funktion Phase Unwrap, die eine **Phasenmessung über 180° hinaus** ermöglicht. So kann bei Meß-

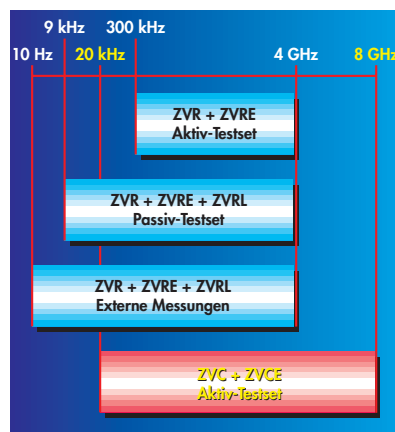


BILD 2 Frequenzbereiche der ZVR-Familie.

objekten, wie Kabeln oder mehrkreisigen Filtern, der Phasenverlauf frei von störenden Phasenrücksprüngen analysiert werden. Zur Messung der **Gruppenlaufzeit** bieten die Analysatoren zwei Methoden an: zum einen die konventionelle **Step Aperture**, bei der die Apertur als ganzzahliges Vielfaches des Meßpunkterasterabstandes eingestellt wird. Bei der zweiten Methode **Frequency Aperture** kann sie hingegen unabhängig vom Meßpunkteraster als frei wählbarer Frequenzwert eingegeben werden. Dies garantiert eine unabhängig vom Raster genau definierte Apertur, die unter allen Umständen exakt eingehalten wird, selbst bei einer eventuell logarithmischen Frequenzachse. Die Geräte der ZVR-Familie verknüpfen somit auch für Gruppenlaufzeitmessungen hohe Meßsicherheit und komfortable Darstellung.

Zusätzliche Meßmöglichkeiten bietet die Funktion **Phasenlaufzeit**. Hierbei mißt man den über dem gesamten gewählten Frequenzbereich auftretenden Gesamtphasenhub. Er kann in Abhängigkeit von der elektrischen Länge des Meßobjekts viele Tausend Grad betragen. Aufgrund der hohen Phasenmeßgenauigkeit der Analysatoren von typisch 0,1° ergeben sich **relative Meßunsicherheiten von weniger als 0,1%**. Diese Meßmethode eignet sich speziell zur hochgenauen elektrischen Längenmessung dispersionsarmer Meßobjekte, wie etwa Kabel. Alternativ zeigt der Analysator die Phasenlauf-

zeit, die elektrische oder die **mechanische Länge** des Meßobjekts an.

Durch einen **beliebigen Zoom** in kartesischen Diagrammen und insbesondere **im Smith-Diagramm** ist eine vergrößerte Darstellung auch des Bereichs beispielsweise um den Kurzschluß- oder Leerlaufpunkt möglich und nicht nur um den Anpassungspunkt. Die komplexe Darstellung der Impedanz von Resonatoren oder Transistoren ist so in einem speziell interessierenden beliebigen Ausschnitt des Smith-Diagramms mit hoher Auflösung möglich. Die Skalierung speziell in kartesischen Diagrammen wird elegant mit Hilfe der **Min- und Max-Skalierung** gelöst. Die intelligente Diagrammrasterung ergibt stets glatte Abstände zwischen den einzelnen Rasterlinien, wodurch die Auswertung der Diagramme wesentlich vereinfacht wird.

Die Meßgenauigkeit und Leistungsstärke speziell der bidirektionalen Vierkanal-Analysatoren ZVR und ZVC auch bei „schwierigen“ Meßobjekten ist in ihren von Rohde & Schwarz **patentierten speziellen Kalibrierverfahren wie TRM, TNA und TOM-X** [1; 3] sowie dem automatischen Verfahren **AutoKal** begründet. Vorteilhaft ist, daß man den AutoKal-Adapter nicht vor der Kalibrierung anschließen und danach wieder lösen muß, sondern er wird (direkt oder über Kabel) fest an die Meßstore des Analysators angeschlossen und verbleibt dort ständig. Die automatische Kalibrierung ist bereits nach etwa 20 s vollständig abgeschlossen.

Die Funktionsvielfalt der Analysatoren der ZVR-Familie läßt sich durch eine Reihe von **Optionen und Zubehör** noch weiter steigern. So sind Messungen an Drei- oder Viertoren, beispielsweise an Diplexern, Zirkulatoren, Umschaltern, Richtkopplern oder Filterbänken, mit Hilfe des **Dreitor-Adapters**, den beiden **Viertor-Adaptoren** und der **Option Zusatzeingänge Viertor** schnell und bequem möglich [2]. Das Umschalten zwischen den bis zu vier Toren des Meßobjekts wird durch elektronische Umschalter schnell und reproduzierbar

durchgeführt. Der Analysator arbeitet dabei immer mit voller Geschwindigkeit und mit bis zu vier separaten Kalibrierungen für die verschiedenen Signalpfade, die simultan zur Verfügung stehen und für die keinerlei Lade- oder Umschaltzeiten berücksichtigt werden müssen.

In Kombination mit der **Option Virtual Embedding Networks** ermöglichen spezielle Kalibrierverfahren [3], wie TNA und TOM-X, den Einfluß parasitärer Effekte bei der Verwendung von Prüfadaptern, Meßbetten oder Prüfspitzen zu reduzieren. Dies gestattet die fertigungsgerechte Optimierung der Prüfeinrichtung allein nach mechanischen Gesichtspunkten, Reproduzierbarkeit, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit. Die elektrische Qualität darf ver-

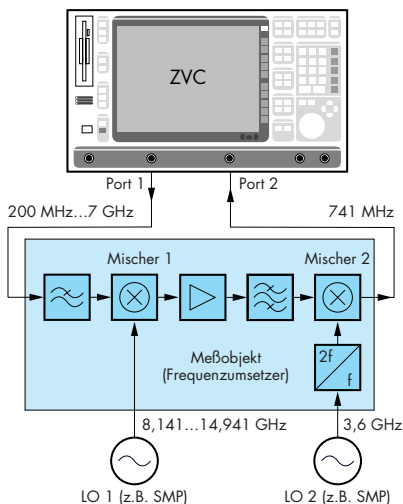


BILD 3 Meßaufbau für ein doppelt frequenzumsetzendes Meßobjekt (Empfänger-Frontend).

nachlässigt werden. Sie wird im Rahmen der Kalibrierung einfach, schnell und genau ermittelt und anschließend mit hoher Präzision rechnerisch optimiert. Das TNA-Kalibrierverfahren zeichnet sich ferner durch einfach zu realisierende Kalibrierstandards aus, an die nur geringe Anforderungen bezüglich ihrer elektrischen Spezifikationen gestellt werden müssen.

Eine weitere Stärke der ZVR-Familie sind **frequenzumsetzende Messungen**, wobei eine Vielzahl praktisch wichtiger

Anwendungsfälle abgedeckt wird. Speziell zu nennen ist die schnelle Messung der Spiegelfrequenzunterdrückung eines Einseitenbandmischers [4]. Auch Meßobjekte wie **Tuner oder Frontends**, die ein Eingangssignal mehrfach in der Frequenz umsetzen, lassen sich mit Hilfe der Funktion Arbitrary dieser Option komfortabel und direkt messen. Das BILD 3 zeigt den dazu benötigten Meßaufbau am Beispiel eines doppelt frequenzumsetzenden Empfänger-Frontends. Die Netzwerkanalysatoren der ZVR-Familie bieten zusammen mit modernen Rohde & Schwarz-Meßsendern, wie beispielsweise dem Mikrowellen-Signalgenerator SMP, die Möglichkeit der **schnellen Fernsteuerung** (IEC+TTL) über spezielle TTL-Signale, die über Rückwandbuchsen der beiden beteiligten Geräte ausgetauscht werden. Damit kann die Messung und Darstellung (BILD 4) der Konversionsverluste des doppelt frequenzumsetzenden Meßobjekts in Quasi-Echtzeit erfolgen. Selbst **frequenzumsetzende Gruppenlaufzeitmessungen**, beispielsweise an Mischern oder Tunern, sind möglich, wenn ein externer Referenzmischer an zwei optionale Rückwandanschlüsse angeschlossen wird. Auch **nichtlineare Messungen**, wie die Bestimmung des **Kompressionspunktes** aktiver Meßobjekte, lassen sich einfach und nahezu in Echtzeit durchführen [5].

Zu den Themen Datentransfer, Gruppen- und Phasenlaufzeitmessungen, Meßunsicherheiten, AutoKal, Mehrtor-

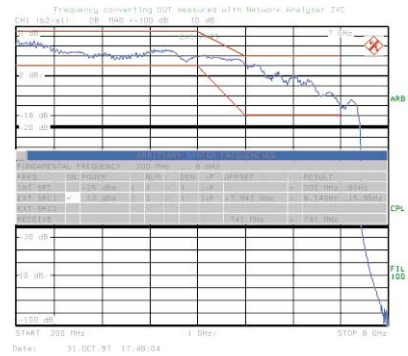


BILD 4 Konversionsverluste des doppelt frequenzumsetzenden Empfänger-Frontends (eingebildet: Tabelle zur Definition dieser Betriebsart).

messungen und frequenzumsetzende Messungen sind Applikationsschriften verfügbar und bei jeder Rohde & Schwarz-Vertretung erhältlich.

Dr. Olaf Ostwald; Christian Evers

## LITERATUR

- [1] Ostwald, O.; Evers, C.: Vector Network Analyzer Family ZVR – Zum Mittelpunkt des Smith-Diagramms. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 6–9.
- [2] Ostwald, O.: Schnelle Streuparameter-Messungen an Viertoren. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 16.
- [3] Ostwald, O.; Bednorz, T.: Troika – die ZVR-Familie: Vektorielle Netzwerkanalyse schnell, präzise und komfortabel. Elektronik Praxis 31 (1996) Nr. 3, S. 116–119.
- [4] Simon, J.: Messung der Spiegelfrequenzunterdrückung eines Einseitenbandmischers. Neues von Rohde & Schwarz (1998) Nr. 157, S. 18.
- [5] Ostwald, O.: Neue Option erlaubt schnelle Kompressionspunktmessung mit Netzwerkanalysator ZVR. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 154, S. 33.

## Kurzdaten Vector Network Analyzer ZVC

Frequenzbereich	20 kHz... 8 GHz
Meßzeit	125 µs/Punkt
Meßdynamik	>120 dB
Meßbandbreiten	1 Hz... 10 kHz (halbdekadische Stufen) und 26 kHz (full)
Amplitudenmeßabweichung	<0,2 dB, typ. <0,025 dB
Phasenmeßabweichung	<1°, typ. <0,2°
Kalibrierverfahren	TOM, TRM, TRL, TNA, TOSM, TOM-X, AutoKal
Anzeige	Farb-LCD mit 26 cm Diagonale
Pixelanzahl	640 x 480 (SVGA)
Fernsteuerung	IEC 625-2 (SCPI 1994.0) oder RS-232-C

Näheres Leserdienst Kennziffer 158/01

## Digital Radio Tester CTS65 und CTS60

# Multitalente für den Service an GSM- und DECT-Mobilfunkgeräten

Mit dem Digital Radio Tester CTS65 bietet Rohde & Schwarz nun einen kompakten und preisgünstigen Multimode-Servicetester für GSM-Mobilfunkgeräte und auch für schnurlose Telefone nach DECT-Standard an. Für die reine DECT-Anwendung steht der CTS60 zur Verfügung.

Das erfolgreiche Konzept der Digital Radiocommunication Tester CMD [1; 2] wird mit der jetzt vervollständigten Servicetester-Familie CTS weitergeführt. In dem Multimode-Tester CTS65 (BILD 1) stehen dem Anwender umfangreiche Testmöglichkeiten für folgende Netze in einem Gerät zur Verfügung: GSM900 (Europa), GSM1800 (PCN, Europa), GSM1900 (PCS, USA), DECT Europa sowie DECT Lateinamerika. Die bewährte Anwendung des CTS in den Bereichen POS (Point of Sale = Ladentheke), Service und auch in der Produktion von Telefonen wird so noch flexibler.

Die einfache Bedienung des CTS60/65 über sechs am Farbbildschirm beschriftete Softkeys hat sich bereits beim CTS55 bewährt [3]. Im Hauptmenü wählt man zwischen den Netzstandards GSM900, GSM1800, GSM1900 und DECT. Wurde DECT gewählt, so kann man sich für den Mobilstations- oder Feststationstest entscheiden. Bei Bedarf ist der Anschluß einer externen Tastatur genau wie beim CTS55 möglich. Neben dem TFT-Farbdisplay kann alternativ auch ein externer Monitor über die VGA-Schnittstelle angeschlossen werden. Die ausgeklügelte Menüführung verhindert Fehlbedienungen in bewährter Weise.

### Test von DECT-Telefonen

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) ist der inzwischen auch außerhalb Europas etablierte Standard zur digitalen Übertragung von Sprachsignalen für schnurlose Tele-

fone. Der rasante Preisverfall und der Qualitätsvorteil verdrängen analoge Systeme zusehends. Neben der Anwendung für schnurlose Telefone bietet DECT auch eine Möglichkeit der Netzversorgung in Ballungszentren wie Flughäfen und Bahnhöfen und umgekehrt damit Versorgungsengpässe der GSM-Netze. Derzeit wird in Feldversuchen die alternative Telefonanbindung der

Haushalte (Wireless Local Loop, Last Mile) mit DECT untersucht. Für DECT sind zehn Frequenzkanäle im Bereich um 1900 MHz reserviert, auf denen im TDMA-Betrieb (Time Division Multiple Access) jeweils zwölf Gespräche gleichzeitig geführt werden können. Es sind also 120 gleichzeitig aufgebaute Verbindungen in einer Zelle denkbar. Ferner handelt es sich bei DECT um ein TDD-Verfahren (Time Division Duplex), bei dem beide Gesprächsrichtungen auf einer Frequenz zeitversetzt übertragen werden. Die DECT-Zellen organisieren sich selbst, das heißt, Kanäle werden derart gewählt, daß keine Beeinflussung mit der schnurlosen Telefonanlage des Nachbarn stattfindet.

Der Digital Radio Tester CTS60/65 mißt gleichermaßen DECT-Mobilteile und DECT-Basisstationen. Das zu testende Objekt wird dabei in den Test- oder

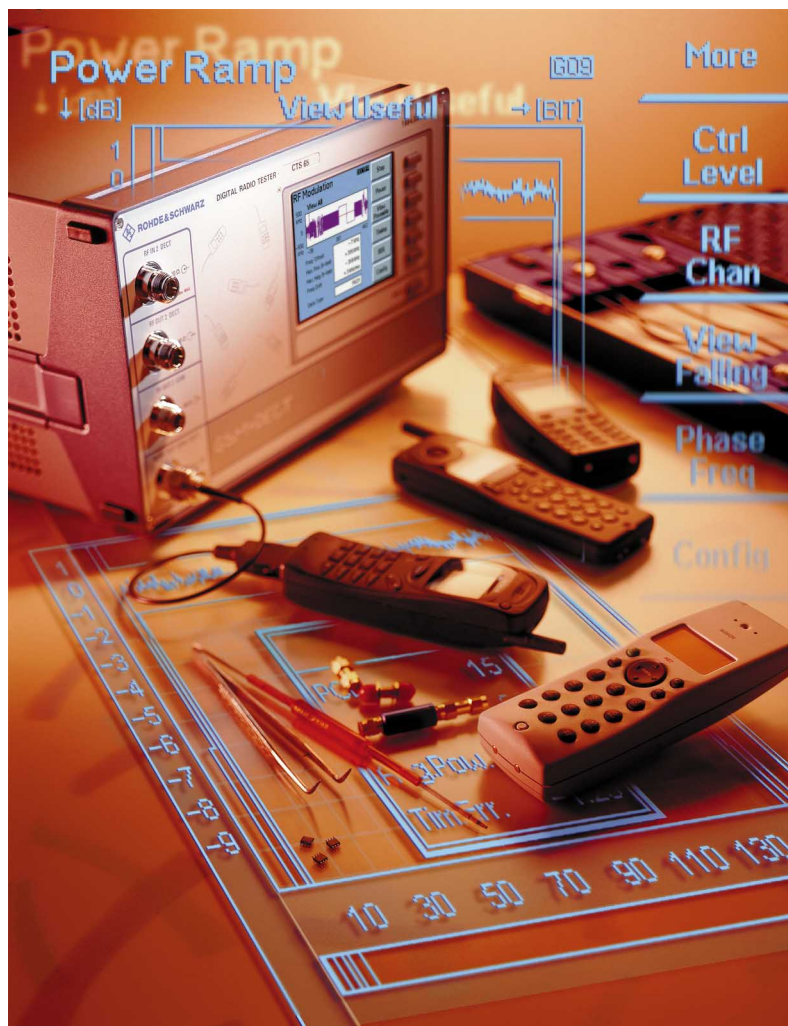


BILD 1  
Multimode-Servicetester CTS65 für das GSM- und DECT-System.  
Foto 43 115/3

Loopback-Modus gesetzt, worauf diese die empfangenen Daten auf dem Sendekanal wieder an den CTS60/65 zurücksendet. Dies ist für Messungen der Bitfehlerrate sowie der Modulations-Parameter und Frequenzgenauigkeiten nötig.

Im einzelnen werden folgende Parameter bei den **DECT-Messungen** ermittelt:

Die **Sendeleistung** ist die mittlere Leistung während der Sendezeit. Sie beträgt bei DECT maximal 250 mW; dies entspricht 24 dBm.

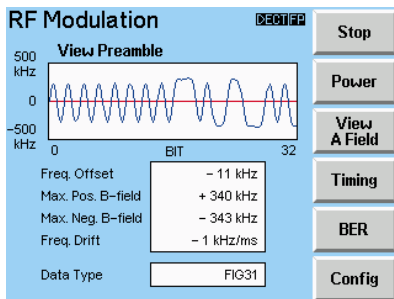


BILD 2 Menü für HF-Modulation.

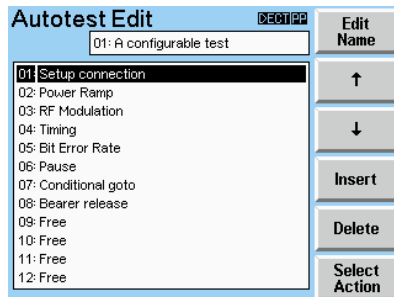


BILD 3 Freie Konfiguration eines Autotests.

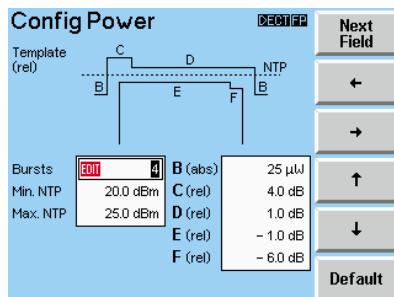


BILD 4 Parametrisierung einer Einzelmessung.

GSM		DECT	
CTS-B1	OCXO-Referenzoszillator für erhöhte Genauigkeit aller frequenzbezogenen Parameter	CTS-B1	OCXO-Referenzoszillator für erhöhte Genauigkeit aller frequenzbezogenen Parameter
CTS-K7	GSM-Modul-Test		
CTS-K6	Fernsteuerung über RS-232-C mit GSM-Applikationsprogramm zur Anwendung unter Windows	CTS-K6	Fernsteuerung über RS-232-C
CTS-U56	Aufrüstung eines CTS55 zum Multimode-Tester CTS65	CTS-U65	Aufrüstung eines CTS60 zum Multimode-Tester CTS65

Optionen für die Digital Radio Tester CTS55/60/65

Die **Leistungsrampe** überprüft das Einhalten der Zeit- und Leistungs-Dimensionen beim Senden. Die grafische Darstellung zeigt eventuelle Abnormitäten auf einen Blick.

Auch der **Frequenzverlauf** über der Zeit während des Sendevorgangs erlaubt eine schnelle Diagnose von Frequenzsynthese und Modulationseigenschaften (BILD 2).

Der **Frequenzoffset** gibt die Ungenauigkeit der Mittenfrequenz an.

Die **Frequenzdrift** ist ein Maß für das „Weglaufen“ der Mittenfrequenz während des Sendevorgangs.

Die Anzeige des positiven und negativen **Modulationshubs** weist die Einhaltung des geforderten Modulationshubs nach und ermöglicht dessen Abgleich.

Die **Zeitgenauigkeit** gibt die prozentuale Abweichung des Zeitrahmens vom vorgeschriebenen Wert von 10 ms an.

Der **Jitter** ist ein Maß für die Unregelmäßigkeit des Zeitrahmens.

Die Messung der **Paketgenauigkeit** zeigt, ob ein Mobilteil genau eine halbe Rahmen-Dauer nach einer Feststation sendet.

Die **Bitfehlerrate** (BER) – im Gegensatz zu den vorgenannten Messungen eine Empfänger-messung – ist das Verhältnis von fehlerhaft empfangenen Bits zu allen empfangenen Bits.

Auch die **Rahmenausfallrate** (FER) ist ein Qualitätsmerkmal des Empfängers. Sie beziffert gänzlich ausgefallene Rahmen und Rahmen mit mindestens 25% Bitfehler.

Der **Echotest** bietet die Möglichkeit, die Funktionalität von Lautsprecher und Mikrofon des Prüflings schnell nachzuweisen. Hierbei werden Sprachsignale vom Mobilteil an den CTS60/65 gesendet und von diesem zeitverzögert wieder zurückgegeben.

Für jede Messung sind **Toleranzwerte** gemäß den ETSI-Prüfvorschriften voreingestellt, die jedoch kundenspezifisch änderbar sind. Auf Toleranzwertüberschreitungen wird durch farblich hervorgehobene Meßwert-Darstellung hingewiesen. Insbesondere bei den grafischen Meßmenüs der Leistungsrampe und der HF-Modulation trägt die farbige Darstellung gezielt zur Steigerung der Information bei, was den CTS60/65 zum wertvollen Instrument zur effizienten Fehlersuche macht.

Dem praxisgerechten Einsatz des CTS60/65 als Service-Meßplatz dient auch der konfigurierbare **Autotest**, wie er vom CMD60/65 bekannt ist. Dieser ermöglicht die freie Zusammenstellung einzelner Testschritte, wie Verbindungsaufbau, Leistungsrampen-Messung, Modulationsmessung, Timing-Messung, BER-Messung und Verbindungsabbau (BILD 3). Jeder dieser Testschritte ist bezüglich Meß- und Toleranzparameter frei konfigurierbar



(BILD 4). Vervollständigt wird dieser Autotest durch Interaktions-Befehle und unbedingte sowie bedingte Schleifen. Trotz dieser Mächtigkeit bleibt die Bedienung so einfach, daß sich in der Regel der Griff zum Bedienhandbuch erübrigt. Meßprotokoll-Ausdrucke geben Aufschluß über alle Einstellungen, Meßwerte und Toleranzverletzungen.

Der Digital Radio Tester CTS65 enthält neben den Baugruppen des CTS55 eine DECT-Baugruppe, die in ähnlicher Form auch im CMD60 eingesetzt wird. Diese beinhaltet neben der gesamten HF-Hardware (Sender, Signalisierungsempfänger und Meßempfänger) auch die Signalisierungs- und Meßeinheit einschließlich Software. Im blauen KASTEN sind die Optionen zusammengestellt, mit denen die Digital Radio Tester individuell und kostengünstig an die jeweilige Meßaufgabe angepaßt werden können. Natürlich ist auch die Hochrüstung eines CTS55 zu einem CTS65 problemlos möglich.

## Neue Meßmöglichkeiten im GSM-Modus

Auch der GSM-Anteil der CTS-Familie wird wie alle anderen Mobilfunkmeßplätze von Rohde & Schwarz laufend um neue Anwendungsmöglichkeiten erweitert [4]. Neue Menüs dienen zum Beispiel der Wahl verschiedener Darstellarten im **Fernsteuerbetrieb**; man kann entweder das dem Gerätestatus entsprechende Menübild oder die Fernsteuerbefehle zusammen mit Gerätestatus und Fehlerstatus sehen. Die anwenderspezifische Konfiguration der

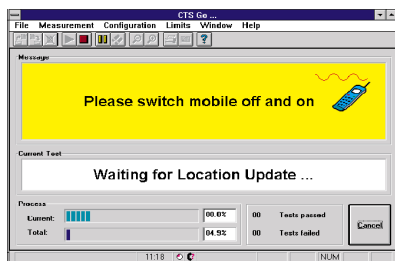


BILD 5 Verbindungsaufbau (Einbuchten) mit der Benutzeroberfläche der GSM-Applikations-Software.

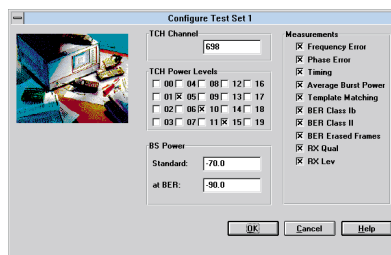


BILD 6 Konfiguration der durchzuführenden Messungen.

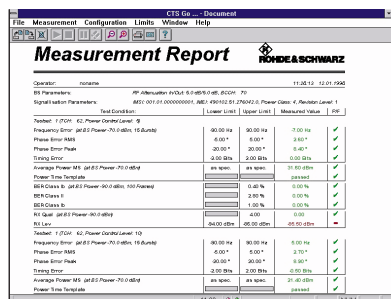


BILD 7 Auszug aus einem Meßprotokoll.

**RS-232-C-Schnittstelle** dient beispielsweise der Wahl von Baud-Rate, Start-, Stopp- und Parity-Bits.

Mit der **schnellen Leistungsmessung** (ca. zehn Messungen pro Sekunde) und dem Schmalband-Spektrummonitor eignet sich der CTS hervorragend zum Abgleich von Sendeleistung und Modulation von GSM-Handys.

Eine interessante Anwendung ist die in der Option „Fernsteuerung über RS-232-C“ enthaltene **GSM-Applikations-Software**; sie beinhaltet einen konfigurierbaren automatischen Testablauf, der auf einem externen PC unter Windows 3.1, Windows 95 und Windows NT abläuft. Mit einfachen Mausclicks können Parameter wie das verwendete Netz, die Art und der Umfang der Messungen oder auch Toleranzen gewählt werden (BILD 5 bis 7). Ein übersichtliches Meßprotokoll erlaubt dann die weitere Auswertung und Archivierung der Meßdaten. Über Datenfilter lassen sich die Ergebnisse in andere Programme exportieren.

Dr. Klaus Gresser; Gottfried Holzmann

## LITERATUR

- [1] Mittermaier, W.: Digital Radiocommunication Tester CMD65 und CMD80 – Multiband- und Multimode-Meßplätze für Mobilfunkgeräte. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 6–8.
- [2] Maucksch, T.: Digital Radiocommunication Tester CMD60 – Ein preisgünstiger Kompaktmeßplatz für die Serienfertigung von DECT-Telefonen. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 149, S. 13–15.
- [3] Vohrer, M.: Digital Radio Tester CTS55 – All-in-one-ServiceTester für GSM-, PCN- und PCS-Mobiltelefone. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 152, S. 4–6.
- [4] Holzmann, G.: Neue Meßfunktionen im Digital Radio Tester CTS55. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 33.

## Kurzdaten Digital Radio Tester CTS

	<b>GSM-Modus (CTS55/65)</b>	<b>DECT-Modus (CTS60/65)</b>
Meßobjekte	GSM900-, GSM1800-, GSM1900-Mobiltelefone	Fest- und Mobilteile gemäß DECT Europa und DECT Lateinamerika
Betriebsarten	Quick Test, Manual Test, Auto Test, Module Test, Fernsteuerung über RS-232-C	Loopback Mode, Manual Test, Auto Test, Fernsteuerung über RS-232-C
Funktionen	Synchronisation, Registrierung, Verbindungsauf- und -abbau, Kanalwechsel, Leistungswechsel, Echotest	Synchronisation, Verbindungsauf- und -abbau, Echotest
Meßparameter	Leistung, Leistungsrampe, Phasen-/Frequenzfehler, Zeitgenauigkeit, Empfindlichkeit (BER, RBER, FER, RxLev, RxQual)	Leistung, Leistungsrampe, Frequenzverlauf/-offset/-drift, Modulationshub, Zeitgenauigkeit, Jitter, Paketgenauigkeit, Empfindlichkeit (BER, FER)

## Näheres Leserdienst Kennziffer 158/02

## Multifunktionsmodul AMV für Testsysteme TSA und TSU

# Analoge Meßtechnik in der Baugruppen-Produktion jetzt noch effizienter

Die zunehmende Integrationsdichte auf Leiterplatten, einhergehend mit der geringeren Zugänglichkeit interner Knoten über Nadelbett, läßt die Bedeutung von Funktions- und Endtest auf Leiterplattenebene in den Vordergrund rücken. Rohde & Schwarz stellt sich dieser Entwicklung mit einer komplett neuen analogen Meßtechnik für den Produktionstest von Baugruppen.

technik für die jeweilige Anwendung (z. B. Mobilkommunikation) besitzt und drittens bereit ist, auch komplette Systeme/Projekte bis hin zur In-line-Fertigung zu konzipieren und auch Support bereitzustellen – natürlich weltweit. Mit dem Multifunktionsmodul AMV wird Rohde & Schwarz erneut seiner Rolle als Trendsetter im Bereich der Lösungsanbieter gerecht, da die neue Meßtechnik für die bekannten Testsystem-Familien TSA und TSU nicht nur eine einzigartige technische Lösung, sondern auch einen weiteren Meilenstein in



BILD 1 Mit dem Multifunktionsmodul AMV werden die Baugruppentests in der Produktion mit den Testsystemen TSA und TSU noch schneller und vielseitiger. Foto 43 122/1

### Partner im Produktionstest

Die Entscheidung für eine Testlösung ist gleichzeitig die Entscheidung für einen langfristigen Partner im Produktionstest.

Durch die Einbindung in die eigene Fertigungsstruktur, durch Adapter und Programme wird erheblich mehr Kapital gebunden als durch das eigentliche Testsystem. Deshalb ist es unabdingbar, daß der Lieferant erstens eine breite Palette des allgemeinen Produktionstests unterstützt, also In-circuit-, Funktions- und optischen Test [1 bis 3], zweitens spezielles Know-how und Meß-

Richtung von Plattformkonzepten für den Leiterplattentest darstellt (BILD 1).

### Technik

Das Multifunktionsmodul AMV (BILD 2) ist ein **komplettes Meßsystem auf einem Modul**, das die analoge Meßtechnik für analogen In-circuit-Test, für Funktionstests bis typisch 1 MHz sowie

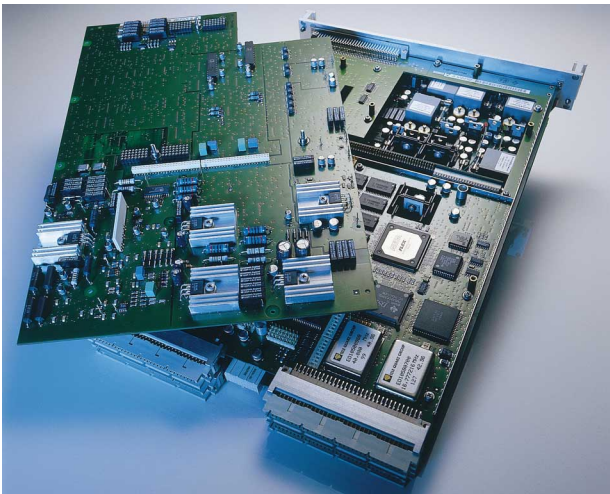


BILD 2  
Analoges Multifunktionsmodul AMV. Es braucht nur zwei Steckplätze in den Testsystemen TSA und TSU und erweitert deren Funktionalität erheblich.  
Foto 43 122/2

Relaisverschaltung und Triggerung enthält. Die Funktionalität von bisher sieben Meßmodulen und zwei externen IEC-Bus-Geräten ist auf dem Modul zusammengefaßt, trotzdem belegt es nur zwei von 13 Steckplätzen im Universal-Testsystem TSU beziehungsweise zwei von 23 im Board-Testsystem TSA. Diese Kompaktheit schafft Platz für Schaltungssowie Treiber-/Sensor-Module. Die Koordination und Kommunikation zwischen allen internen Einzelgeräten und die Auswertung von Meßkurven übernimmt ein 32-bit-DSP, Stimulierung und Aufzeichnung können gleichzeitig ablaufen. Die Genauigkeiten und Takt-raten sind so gewählt, wie es dem Schwerpunkt im Produktionstest entspricht.

Da Adapterkonzept und Systemplatt-formen von TSA und TSU kompatibel beibehalten werden, können auch **vorhandene Systeme** mit einem **Upgrade** auf neuesten Stand gebracht werden. Vorhandene In-circuit-Tests lassen sich weitgehend kompatibel übernehmen und profitieren von dem erhöhten Durchsatz. Die neuen Funktionstest-möglichkeiten decken ein breites Anwendungsgebiet ab. Der Prüftechniker braucht sich deshalb nicht beim Kauf für die Teststrategie zu entscheiden, er muß diese Entscheidung erst bei der Programmerstellung fällen, dann, wenn der detaillierte Prüf- und Trimm-plan vorliegt.

## Standardgerätefunktionen

Die einzelnen Meßgeräte auf dem Modul können flexibel kombiniert werden. Bis zu fünf DC-Signale unterschiedlicher Leistung lassen sich gleichzeitig stimulieren. Damit können Spannungen bis  $\pm 100$  V und Ströme bis 200 mA erzeugt werden. Meßbar sind DC-Spannungen von 20  $\mu$ V bis 500 V und Ströme von 500 pA bis 1 A. Zwei integrierte Verstärker können DC- und AC-Signale auf  $\pm 100$  V verstärken und erdbezogene Signale erdfrei machen. Je 32 digitale Input- und Output-Ports ermöglichen einfache Steuerungen des Prüflings.

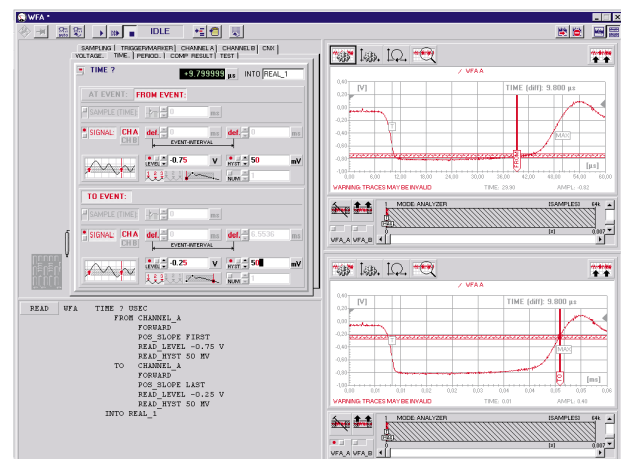
Die In-circuit-Meßaufgaben werden von virtuellen Geräten, die mehrere Einzelgeräte des AMV zusammenfassen, erfüllt. Dazu gehören Widerstands-

und Impedanzmessungen, Kurzschluß-, Verbindungs- und Kontaktierungstests sowie IC-Check (Knotenimpedanzverfahren).

## Waveform-Analyse und -Generierung

Ein Schlüsselgerät für kompliziertere Messungen ist der **zweikanalige Waveform-Analysator**. Er kann mit einer Sampling Rate bis zu 10 MHz Spannung und Strom messen, DC-Mittelwert, Effektiv- oder Spitzenwerte ermitteln (bis 500 V und 1 A). Zeitliche Meßparameter sind Frequenz, Periode, Zeitintervall, Pulsbreite, Tastverhältnis, Anstiegs- und Abfallzeit. Aus den Kurven können Anzahl und Zeitpunkt von Ereignissen (Flanken, relative Maxima/Minima) ermittelt oder ganze Kurvenzüge mit einem Toleranzschlauch verglichen werden (BILD 3). Während herkömmliche Speicheroszilloskope vor allem für interaktive optische Auswertung entwickelt sind, ist der Waveform-Analysator des AMV für automatisierte, reproduzierbare Tests in der Produktionsumgebung ausgelegt. Durch umfangreiche Triggermöglichkeiten wird zunächst dafür gesorgt, daß nur der interessierende Bereich im 64-K-Speicher erfaßt wird. Dieser wird dann nach den gewünschten Kriterien durchsucht. Dazu kann durch Vorgabe von Auswerte-Triggerschwelle und -Hysteresese auch aus einem verrauschten oder gestörten Signal das eigentliche Ereignis eindeutig ermittelt werden, ohne

BILD 3  
Im Debugger kann das virtuelle Instrumenten-Panel des Waveform-Analysators mit den aktuellen Einstellungen aufgerufen werden.



daß jede Schwankung als Nebenmaximum fehlinterpretiert wird (BILD 4). Diese Auswertungen laufen geschwindigkeitsoptimiert unter Kontrolle des DSP im Meßgerät ab, ein zeitaufwendiges Hochladen von Kurven entfällt.

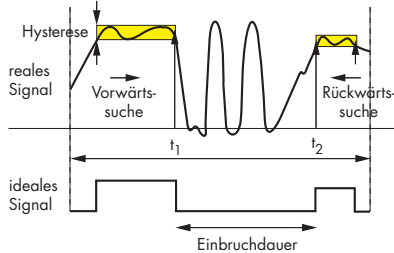


BILD 4 Messung der Zeitdauer eines Signaleinbruchs zwischen erstmaligem Unterschreiten des Maximalpegels  $t_1$  bis zum Erreichen eines wieder stabilen Endwerts  $t_2$ . Durch Vorgabe von Hysterese und Vorwärts-/Rückwärtssuche können die echten Maxima auch bei verrauschten Signalen ausgefiltert werden.

Der **zweikanalige Arbitrary-Waveform-Generator** des AMV generiert periodisch Standardkurven und frei programmierbare Kurven. Aus dem 64-K-Speicher können ein oder mehrere Signale im Single-shot-Betrieb mit einer Taktrate bis zu 10 MSamples/s bei Amplitude und Offset bis zu 10 V ( $U_{ss} = 20$  V) programmiert werden. Mit High-Voltage- und Isolationsverstärker läßt sich ein erdfreier Hochspannungssignalgenerator bis 200 V Spitze-Spitze-Spannung bilden, wie er in der Telekommunikations- und Krafffahrzeug-Industrie benötigt wird. Mit dem Analytator gelernte Kurven kann der Generator wieder stimulieren.

## Schaltfeld und Triggersystem

Die Einzelgeräte sind in das Schaltfeld und Triggersystem eingebunden. Sie gehen auf einen 12-Draht-Videobus, der sowohl direkt zu zwölf Videopins der Adapterschnittstelle als auch zum 6-Draht-Analogbus und damit zu maximal 1088 Pins im Testsystem TSA führt. Ähnlich verbinden fünf lokale und drei globale Triggerleitungen alle internen Geräte untereinander und stellen auch zum Beispiel den Kontakt mit der digitalen Testeinheit sowie mit externen

Geräten her (IEC oder VXI). Die Daten der Module gelten unter Einbeziehung des Schaltfelds bis zur Adapterschnittstelle, während bei anderen modulorientierten Konzepten der Anwender mit zusätzlichen Relaismodulen für ein Zusammenschalten der Module untereinander und für die Verbindung zum Prüfling sorgen und die sich dabei ergebenden schlechteren Systemdaten ermitteln muß. Da beim AMV die schaltbaren Videopins und auch direkte Signal-Ein- und -Ausgänge sowie Triggerpins an der Adapterschnittstelle anliegen, können kleinere Prüfaufgaben unmittelbar ohne weitere Meß- oder Schaltmodule abgewickelt werden. Dadurch ergibt sich ein sehr niedriger Einstiegspreis für ein 1-Modul-Komplettsystem mit TSU.

## Software

Zu der neuen Meßtechnik gehört auch die neue System-Software TSS 5.0, eine reine 32-bit-Windows-NT-Applikation nach dem Windows-Standard. Die Bedienung erfolgt in gewohnter Manier wie bei anderen windowsorientierten Applikationen. Ein Datenaustausch mit anderen NT-Applikationen ist über Clipboard oder DDE möglich. Der kombinierte Editor/Debugger erlaubt ein schnelles und einfaches Arbeiten während Programmierung und Debugging ohne zeitaufwendiges Kompilieren. Zwischen Editieren und Ausführen wird durch einen einfachen Mausklick umgeschaltet. Verschiedene grafische Werkzeuge, wie virtuelle Panels, Stati-

stik und Trace-Anzeigen für Meßwerte oder symbolische Breakpoint-Anzeigen, erlauben ein übersichtliches Debuggen. Die Programmierung geschieht wie bisher in der meßtechnischen Sprache TSL (Test System Language), erweitert um die zusätzlichen Funktionen der neuen Geräte.

## Ausblick

Mit der AMV-Meßtechnik sind die Anwender der Produktionstester TSA und TSU für alle anstehenden und zukünftigen Meßaufgaben bestens gerüstet. Auf besonderen Wunsch können sogar zeitkritische Meßaufgaben mit kundenspezifischer Firmware realisiert werden. Wegen der Durchgängigkeit von Hardware, Software und Adapterkonzept kann auch der Kunde, der sich bereits vor längerer Zeit für ein System von Rohde & Schwarz entschieden hat, sein vorhandenes System modernisieren, ohne alles inkompatibel neu beschaffen zu müssen.

Dr. Lothar Tschimpke

### LITERATUR

- [1] Tschimpke, L.; Kundinger, K.: Universal-Testsystem TSU – Vielseitige Prüfplattform für Produktion und Service elektronischer Baugruppen. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 150, S. 13–15.
- [2] Tschimpke, L.: LaserVision-System LV1 – Optische Bestückungsprüfung in Kombination mit klassischem Board-Test. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 150, S. 10–12.
- [3] Tschimpke, L.: Low-cost-Kontaktierungsprüfung beim Boardtest mit Cocheck II. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 154, S. 24–25.

### Kurzdaten Multifunktionsmodul AMV für TSA, TSU

DC-Stimulusbereich	$\leq 100$ V, $\leq 200$ mA
AC-Stimulusbereich	$\leq 100$ V, $\leq 2$ MHz
DC-Meßbereich	20 $\mu$ V... 500 V, 500 pA... 1 A
AC-Meßbereich	100 $\mu$ V... 500 V, $\leq 2$ MHz
Waveform-Generator (2 Kan.)	Sinus, Dreieck, Rechteck, Arbitrary, 1 Kanal erdfrei, $\leq 200$ V ( $U_{ss}$ )
Waveform-Analysator (2 Kan.)	Spannung, Strom, Frequenz, Zeit, 1 Kanal erdfrei, $\leq 500$ V
Schaltfeld/Triggerbus	12-Draht-Analogbus / 8 Triggerleitungen
In-circuit-Tests	R, L, C, Z, Transistoren, Dioden, Shorts, Continuity, Contact, IC-Check

### Näheres Leserdienst Kennziffer 158/03

DAB-Sender NA6... und NL6...

# Digitaler Hörfunk zuverlässig und wirtschaftlich

Nach einer Vielzahl internationaler DAB-Pilotprojekte beginnt jetzt die eigentliche Einführung von Digital Audio Broadcasting. Dies bedeutet den Ausbau der vorhandenen Sendernetze für eine flächendeckende Versorgung. Rohde & Schwarz hat sowohl für VHF-Band III als auch für das L-Band neue DAB-Sender entwickelt, die nicht nur jetzigen, sondern auch künftigen Anforderungen entsprechen und die sich durch hohe Übertragungsqualität und Wirtschaftlichkeit auszeichnen.

ETI(NI)-Signal nach NA-Decodierung und Laufzeitausgleich wieder ausgegeben werden. Ein FiFo in der Eingangsstufe dient zum Puffern von Taktschwankungen im Eingangssignal gegenüber dem Referenztakt.

Der nachfolgende NA/NI-Konverter stellt automatisch fest, ob ein ETI(NI)- oder ein ETI(NA)-Signal anliegt. Bei einem ETI(NA)-Signal folgen anschließend das Deinterleaving und die Reed-Solomon-Decodierung. Die im Signal



BILD 1 Die DAB-Sender NA6... (Band III) für 125 W bis 2 kW sind in 2 m hohen 19-Zoll-Gestellen untergebracht. Foto 43 070

Die neuen DAB-Sender (BILD 1) sind modular aufgebaut (BILD 2) und bestehen aus folgenden **Komponenten:**

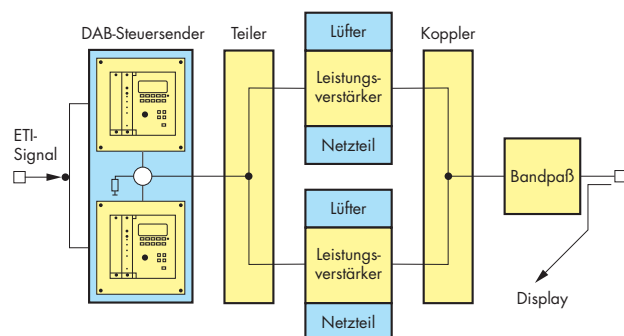
- DAB-Steuersender,
- Leistungsverstärker,
- Netzteil,
- Sendergestell.

Für Band III sind Sender mit Ausgangsleistungen von 50 W bis 2000 W verfügbar (Typenreihe NA6...), für das L-Band mit Ausgangsleistungen von 50 W bis 750 W (Typenreihe NL6...). Die Bedienung des gesamten DAB-Senders erfolgt über eine PC-Software unter Windows oder über ein Display im Steuersender.

Der **DAB-Steuersender** mit integriertem COFDM-Modulator verarbeitet als Eingangssignal das Ensemble Transport Interface (ETI) nach ETS 300 799 in den Varianten ETI(NI, G703) und ETI(NA, G704). Als Ausgangssignal erzeugt er das DAB-Signal nach ETS 300 401 in der HF-Lage (BILD 3). Zu Überwachungszwecken kann das selektierte Eingangssignal oder das

enthaltenen Zeitmarken werden ausgewertet und zum Steuern des dynamischen Laufzeitausgleichs benutzt (bis zu 1 s). Zusätzlich kann der Datenstrom durch ein statisches Laufzeitglied um bis zu 750 ms verzögert werden. Das ETI-Signal transportiert sowohl im NA-Layer (NASC: NA-Service Channel) als auch im NI-Layer (MNSC: Multiplex Network Service Channel) Daten-

BILD 2  
Aufbau eines  
500-W-DAB-Senders  
(250 W redundant).



kanäle, die zur Konfiguration (TII, statisches Delay usw.) des Sendernetzes verwendet werden können. Diese Daten werden aus dem Datenstrom herausgelöst und an den Controller zur Auswertung weitergeleitet. Schließlich übergibt der NA/NI-Konverter den verzögerten Datenstrom an die nächste Funktionseinheit: den ersten DSP. Dieser analysiert zunächst das einlaufende Signal. Es werden so die Konfigurationsinformationen gewonnen und dynamische Rekonfigurationen detektiert. Falls die Fehlerhäufigkeit bei der Überprüfung der Check-Summen für die Steuerdaten oder für die Nutzinformationen zu hoch ist, wird das Ausgangssignal des Modulators abgeschaltet. Es folgen die Fehlerschutz-Codierung und das Time Interleaving. Für Testzwecke kann eine PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) in einen Subchannel eingefügt werden.

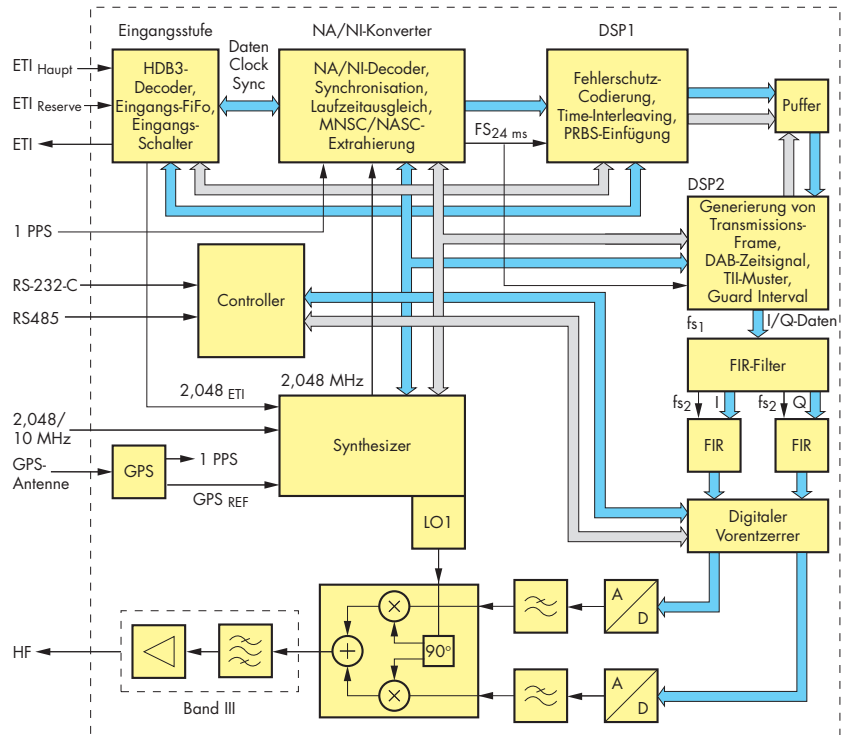


BILD 3 Prinzipialschaltung des DAB-Steuersenders.

Der nächste DSP generiert – je nach DAB-Modus – den Transmission Frame und das DAB-Zeitsignal. Weiter werden im Nullsymbol das gewünschte TII-Muster erzeugt und die berechneten DAB-Symbole um das Guard Interval ergänzt. Die nachfolgenden FIR-Filter begrenzen das Spektrum und erhöhen die Abtastrate von 2,048 MHz auf 32,768 MHz. Der digitale Vorentzerrer kann das Signal in der Momentan-amplitude und -phase vorentzerren sowie auf den Frequenzgang Einfluß nehmen. Damit ist das Zeitsignal optimal auf die Kennlinie des Leistungsverstärkers abstimmbare. Die Umsetzung in die Band-III-Frequenzlage geschieht per Direktmodulation (ohne ZF). Für die Ausgabe im L-Band wird dieses Signal in die L-Band-Lage hochgemischt. Die Referenzfrequenz kann vom integrierten GPS-Empfänger oder von extern kommen.

Die **Leistungsverstärker** zeichnen sich durch hohe Linearität, einen sehr guten Wirkungsgrad und Kompaktheit aus. Die Verstärker für Band III sind mit MOSFET-Transistoren aufgebaut, die für das L-Band mit bipolaren Transistoren. Dank hoher Spitzenleistungsreserven in den Leistungstransistoren können

auch Leistungsspitzen, wie sie durch das Multiträger-Verfahren und die Phasenumtastung im DAB-Signal entstehen können, keine Intermodulationsprodukte sowie erhöhte Bitfehlerraten des DAB-Signals verursachen. Eine Besonderheit des Leistungsverstärkers ist der installierte Zirkulator an seinem Ausgang. Er verhindert alle Arten von langsamen und schnellen Reflexionen, die unter Umständen die Leistungstransistoren zerstören können. Neue, patentrechtlich geschützte Leistungskoppler minimieren den Leistungsverlust bei einem Verstärkerausfall erheblich. Bei üblichen Kopplern reduziert sich die Ausgangsleistung der Sender beispielsweise um -6 dB, wenn von zwei Verstärkern einer ausfällt, bei den neuen Kopplern nur noch um -3,5 dB.

Jeder komplette Verstärkereinschub der neuen DAB-Sender ist mit einem separaten **Netzteil** ausgestattet, jedes stellt eine eigene mechanische Einheit dar. Dadurch wird automatisch Redundanz für die Versorgungsspannungen der Verstärker sichergestellt. Im Interesse einer minimalen Verdrahtung und hohen Betriebssicherheit im Sendergestell sind

die Netzteile nur für eine Spannung ausgelegt. Die Verstärker erzeugen alle anderen für sie notwendigen Spannungen intern, womit wieder Redundanz gegeben ist. Die Netzteile sind als primär getaktete, kurzschlußfeste Regler ausgeführt; sie sind dreiphasig, optional (je nach Gesamtleistungsaufnahme des Senders) können aber auch einphasig eingesetzt werden. Wegen des hohen Wirkungsgrades von mehr als 85% reicht ein kleiner eingebauter Ventilator zur Kühlung. Die Netzteile können während des Betriebs ohne Programmunterbrechung (vorausgesetzt Netzteil und Verstärker sind redundant) über Steckverbinder getauscht werden.

Die Sender mit Leistungen ab 125 W (Band III) beziehungsweise 100 W (L-Band) sind in **19-Zoll-Gestellen** mit einer Höhe von 2000 mm und einer Tiefe von nur 800 mm untergebracht. Der Ausgangs-Bandpaß ist jeweils im Sendergestell integriert, für Band III erfüllen Sender und Filter die Spektrumsmaske für „Critical Areas“. Immer wenn Verstärker und Netzteil redundant sind, ist auch das Lüftungssystem redundant ausgeführt, das bedeutet zwei im Sen-

dergestell integrierte Lüfter. Die Luft kann aus dem Senderraum entnommen und auch wieder dorthin abgegeben werden oder auch von extern zu- und/oder abgeführt werden. Hierfür sind Luftanschlüsse im Sendergestell unten und oben vorhanden. Die 50-W-Sender für Band III und L-Band sind in 19-Zoll-Gestellen mit einer Höhe von 1000 mm und einer Tiefe von 600 mm eingebaut.

Rainer Steen; Cornelius Heinemann;  
Peter H. Frank

## Kurzdaten DAB-Sender NA6.../NL6...

Frequenzbereich	174...240 MHz (Band III) 1,452...1,492 MHz (L-Band)
DAB-Modi	I, II, III, IV
Ausgangsleistung	50...2000 W (Band III) 50...750 W (L-Band)
Eingang	ETI(NI) oder ETI(NA)
Standard	ETS 300 401
Netzanschluß	3 x 400 V ± 10%

Näheres Leserdienst Kennziffer 158/04

## Verfahren und Einrichtung zur Übertragung digitaler Tonsignale in terrestrischen Rundfunk-Sendernetzen

Die Erfindung betrifft und geht aus von einem Verfahren und einer Einrichtung zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines terrestrischen Rundfunk-Sendernetzes. Bei den geplanten künftigen Systemen zur digitalen Hörfunkübertragung ist es erforderlich, eine Vielzahl von einzelnen Programmen von den einzelnen Tonstudios der Rundfunkanstalten zu den einzelnen Sendestationen dieser landesweit geplanten terrestrischen Hörfunk-Sendernetze zu übertragen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein einfaches Verfahren und eine einfache Einrichtung dafür zu schaffen. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren laut Hauptanspruch. Vorteilhafte Weiterbildungen insbesondere für Einrichtungen zum Ausführen dieses Verfahrens, und zwar zum Einsatz bei einem DAB-Sendernetz, bei einem üblichen terrestrischen VHF-FM-Sendernetz und auch bei einem erweiterten DSR-Verfahren ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht davon aus, daß zur Übertragung der Tonsignale von einem Tonstudio zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes das an sich zur Versorgung von Consumer-Rundfunkempfängern über einen Satellitensender bekannte DS1/DSR-Verfahren am besten bewährt hat. Mit einem solchen DS1/DSR-Verfahren können allerdings nur sechzehn einzelne Programme übertragen werden, da der bekannte DSR-Coder nur sechzehn DS1-Kanäle zur Verfügung hat. Da bei künftigen Rundfunk-Sendernetzen wesentlich mehr Programme gleichzeitig zu den einzelnen Sendestationen übertragen werden müssen, wird gemäß der Erfindung in Kombination mit diesem DS1/DSR-Verfahren eine zusätzliche Datenreduktion der zu übertragenden Tonsignale im Tonstudio durchgeführt, und zwar unter Berücksichtigung

der psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres. Hierfür ist beispielsweise das sogenannte MUSICAM-Verfahren (Masking Universal Subband Integrated Coding And Multiplexing) geeignet, das zur Übertragung von Tonsignalen auf schmalbandigen Übertragungskanälen wie Telefonleitungen zwischen Tonstudios und Sendern benutzt wird. Durch die Kombination eines solchen bekannten Datenreduktionsverfahrens mit einem DS1/DSR-Satelliten-Übertragungsverfahren wird es möglich, nicht nur 16 Programme zu den einzelnen Sendern beispielsweise eines DAB-Sendernetzes zu übertragen, sondern ein Vielfaches hiervon. Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet dabei vor allem sehr ökonomisch, da es mit handelsüblichen Geräten ausgeführt werden kann. Es ist insbesondere auch gut geeignet für die Versorgung der einzelnen Sendestationen eines DAB-Netzes, da je nach Grad der verwendeten Datenreduktion beispielsweise drei- bis siebenmal so viele Programme übertragen werden können wie nach der DS1/DSR-Übertragungstechnik, die ja auf ein Stereoprogramm (oder zwei Monoprogramme) je DS1-Kanal und auf nur 16 Stereoprogramme pro DSR-Kanal beschränkt ist.

In gleicher Weise ist das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Versorgung eines üblichen terrestrischen VHF-FM-Sendernetzes oder eines sogenannten kompatiblen DAB-Netzes geeignet, bei welchem pro Sender nur ein einziges digitales Programmsignal in dem Frequenzband wie für einen VHF-FM-Sender abgestrahlt wird.

Als Breitband-Übertragungssystem wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise ein übliches Satelliten-Übertragungssystem benutzt, in gleicher Weise kann jedoch die Übertragung auch über ein Breitband-Kabelnetz erfolgen.

Das Verfahren kann auch unmittelbar zur Erweiterung des bekannten digitalen Hörfunksystems DSR benutzt werden (Extended DSR, EDSR). Dazu ist es nur erforderlich, den für den DSR-Satelliten-Hörfunkempfang vorgesehenen Consumer-Empfänger mit einem entsprechenden MUSICAM-Decoder-Chip mit einer entsprechenden Auswahllogik auszustatten; der Benutzer eines solchen Empfängers kann dann unmittelbar aus den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren übertragenden digitalen Tonsignalen die von ihm gewünschten datenreduzierten Tonsignale auswählen und abhören. Damit kann das bekannte DSR-Übertragungssystem auf ein Vielfaches der bisher angebotenen Programme erweitert werden.

## Patent

Auszug aus Patentschrift EP 0 510 247 B1

Angemeldet von Rohde & Schwarz am  
02.08.1991

Erteilung veröffentlicht am 12.06.1996

Erfinder: Paul Dambacher

Anwendung mit DSR-Modulator SFP (BILD),  
Audiocoder DCA, Digitaltonempfänger DSRE,  
Digitaltonumsetzer DSRU, MUSICAM-Codec



Näheres über die genannten Geräte unter  
Kennziffer 158/05

## Fahrzeug-Ortungssystem VELOS

# DGPS-gestützte Fahrzeug-Ortung mit schnellem Datenfunk

Das Fahrzeug-Ortungssystem VELOS dient zur Ermittlung der Positionsdaten mobiler Objekte und der Übertragung dieser Positionsdaten an eine Leitstelle. Dort werden die Daten gespeichert, die Positionen auf einer Karte dargestellt sowie weitere anwenderspezifische Aufgaben ausgeführt. Die Datenübertragung erfolgt über ein Funknetz, das die Ortung von bis zu zehn Fahrzeugen pro Sekunde gestattet; alternativ ist auch die Anbindung an ein kundenseitiges Datenfunknetz oder GSM möglich.



BILD 1  
Komponenten des Fahrzeug-Ortungssystems VELOS: Referenzstation, Leitstellenrechner und Mobilstation (Kompaktbauweise und 1/2 19-Zoll-Bauweise).  
Foto 43 112

Das Spektrum der möglichen Einsatzgebiete für das Fahrzeug-Ortungssystem VELOS (Vehicle Location System, BILD 1) umfaßt neben Sicherheits- und Werttransporten, Polizei, Feuerwehr und öffentlichem Personen-Nahverkehr auch die Bodenrollortung auf Flughäfen sowie die Erfassung der Positionsdaten von Fahrzeugen auf Werksgeländen oder der Schiffspositionen in Häfen. Die hohe

Ortungsgeschwindigkeit sowie die Ausnutzung des DGPS (Differential GPS) ermöglichen dem Anwender des Systems, jederzeit genaue und aktuelle Positionsinformationen seiner Fahrzeuge zu erhalten, wie dies speziell für sicherheitsrelevanten Einsatz notwendig ist.

Zentraler Bestandteil der Leitstelle und auch der Mobilstationen ist jeweils ein

schnelles Datenfunkmodul. Je nach geforderter Genauigkeit der Positionsdaten steht das **Ortungssystem in zwei Varianten** zur Verfügung:

- System ohne Korrektur der Positionsdaten (Abweichung der Positionsdaten < 100 m),
- System mit Korrektur der Positionsdaten durch DGPS nach dem RTCM104-Standard (Radio Technical Committee for Marine Services); in diesem Fall beträgt die Abweichung der Positionsdaten maximal nur 5 m.

Die **Leitstelle** umfaßt einen Ortungsrechner mit System-Software sowie eine GPS-Referenzstation mit integriertem Datenfunkmodul. Der GPS-Empfänger erzeugt die RTCM-Korrektursignale. Die Übertragung dieser Telegramme sowie der Datenverkehr mit den Mobilstationen erfolgt über das Datenfunkmodul. Zur Erhöhung der System-Verfügbarkeit kann die Referenzstation redundant ausgeführt werden, das heißt, es werden eine Master- und eine Standby-Referenzstation einschließlich eigenen Ortungsrechnern installiert (BILD 2). Die beiden Rechner sind entweder über eine RS-232-C-Schnittstelle (bei größerer Entfernung über Modems) oder über ein LAN miteinander verbunden. Bei einer Konfiguration der Rechnersysteme als Server stehen die Ortungsergebnisse dem kundenseitigen Netz und den jeweiligen Applikationen zur Verfügung (z. B. über Ethernet mit TCP/IP-Protokoll). Über die Netzwerkschnittstelle ist auch die Konfiguration des Funknetzes möglich, vorzugsweise die An- und Abmeldung von Teilnehmern. Zur Berechnung der Positionskorrektur bei einem DGPS-System müssen die GPS-Antennenpositionen der beiden Referenzstationen exakt in WGS84-Koordinaten vermessen sein (World Geodetic System 1984), während bei einem Standardsystem ohne Positionsdatenkorrektur die GPS-Empfänger entfallen.

Die Hauptkomponenten der **Mobilstationen** sind ein GPS-Empfänger sowie ein Datenfunkmodul zur Anbindung an die Funkübertragungsstrecke (BILD 3).



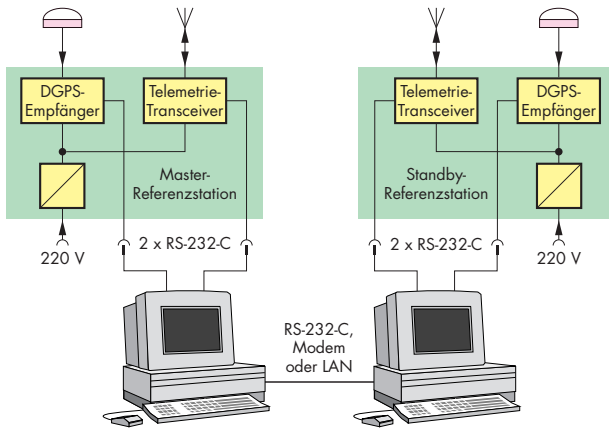


BILD 2  
Aufbau einer  
Leitstelle (redundantes Konzept).

Der GPS-Empfänger einer jeden Mobilstation gibt einmal pro Sekunde Positionsdaten über eine serielle Schnittstelle (RS-232-C) aus. Diese werden jedoch nur auf Anforderung durch den Ortungsrechner zur Leitstelle übertragen. Zu diesem Zweck fragt der Ortungsrechner über Funk zyklisch die Positionsdaten der Mobilstationen ab, das heißt, es wird ein vom Leitstellenrechner gesteuertes TDMA-Verfahren eingesetzt (Time Division Multiple Access). In die TDMA-Struktur ist auch die Übertragung der RTCM-Korrekturdaten eingebunden, so daß für die Übertragung der Korrekturtelegramme sowie zur Übertragung der Positionsdaten nur eine Funkfrequenz notwendig ist.

Die hohe Übertragungsgeschwindigkeit der **Datenfunkmodule** (9,6 kbaud) ermöglicht die Übertragung der Positionsdaten von bis zu zehn Fahrzeugen pro Sekunde. Die vom Ortungsrechner abgefragten Positionsdaten der Mobilstationen können in einer Datenbank gespeichert und auf einer digitalen Landkarte angezeigt werden. Bei größeren Fahrzeugflotten erfolgt die Darstellung der Fahrzeuge nach Prioritäten: Es können Fahrzeuge mit bestimmten Adressen oder Statusmeldungen kontinuierlich angezeigt werden, sonstige Fahrzeuge durch Auswahl aus der Datenbank. Durch anwenderspezifische Modifikationen oder Erweiterungen der System-Software ist auch die Übertragung zusätzlicher anwenderspezifischer kurzer Datentelegramme von den Mobilstationen (z. B.

Alarme, sonstige Statusmeldungen) möglich, und auch eine manuelle Auslösung der Positionsaussendung durch die Mobilstation kann zum Beispiel durch Betätigen einer Nottaste gestartet werden. Die Erfassung von Alarmen und sonstigen Meldungen sowie der Nottaste kann über analoge und digi-

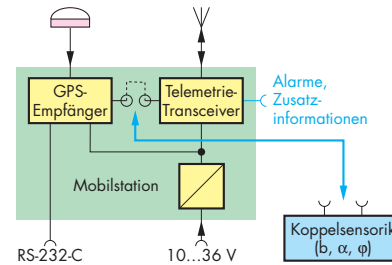


BILD 3 VELOS-Mobilstation (blau Option).

nale Eingänge der Mobilstation erfolgen. Aufgrund der größeren Datentelegrammlänge ist dabei jedoch eine verringerte Ortungsgeschwindigkeit in Kauf zu nehmen.

Zur Überbrückung kurzer Ausfälle der GPS-Satellitensignale in Abschattungsgebieten steht als Ergänzung zu den Mobilstationen eine **Koppelsensorik** zur Verfügung, die aus zwei in der Fahrzeugebene senkrecht zueinander montierten Beschleunigungssensoren sowie aus einem Drehratensensor besteht. Diese Sensorik erfordert nur einen minimalen Installationsaufwand, da kein Eingriff in das Fahrzeug, wie etwa bei einer Radsensorik, notwendig ist.

In Deutschland werden **RTCM-Korrekturdaten** durch den Satellitenpositionierungsdienst SAPOS der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland im Echtzeit-Positionierungs-Service EPS zur Verfügung gestellt. Die Korrekturdaten werden in Zusammenarbeit mit den Rundfunkanstalten der ARD über UKW-RDS, mit der Deutschen Telekom über Langwelle und über Sender der Landesvermessung im 2-m-Band gesendet. Die Nutzung dieser Korrekturdaten erfordert jeweils einen speziellen Korrekturdaten-Empfänger mit Decoder, der dann in der Leitstelle des Systems VELOS anstelle des GPS-Empfängers eingesetzt wird. Die vom Empfänger ausgehenden RTCM-Daten können über den im System integrierten Datenfunk an die Mobilstationen gesendet werden. Diese Lösung erspart dem Nutzer die Installation des GPS-Referenzempfängers sowie die Vermessung des Referenzpunktes.

Dr. Rolf Springer; Dr. Lothar Schirm

### Kurzdaten Fahrzeug-Ortungssystem VELOS

GPS-Referenzempfänger	12-Kanal-Empfänger, C/A-Code, Frequenz L1, Korrekturdatenaussendung nach RTCM SC-104
GPS-Mobilempfänger	wahlweise 6- oder 12-Kanal-Empfänger, C/A-Code, Frequenz L1, RTCM-fähig
Datenfunkmodul	
Frequenz/Sendeleistung	170 MHz/0,5 W (entsprechend FTZ 17 TR 2014), andere Bereiche auf Anfrage
Kanalbandbreite	20 kHz
Modulationsart	GMSK
Datenrate (Luftschnittstelle)	9,6 kbit/s
Sende-Empfangsumschaltung	<50 ms

Näheres Leserdienst Kennziffer 158/06

## Antennenanlagen AC090, AC120, AC180, AC300

# Funkerfassung im Mikrowellenbereich bis 40 GHz

Für Funkerfassungsaufgaben im Frequenzbereich 1 GHz bis 40 GHz hat Rohde & Schwarz die steuerbaren Antennensysteme AC090, AC120, AC180 und AC300 mit Parabolreflektoren von 90 cm bis 3 m Durchmesser entwickelt. Ergänzend zum variablen Reflektordurchmesser steht für unterschiedlichste Aufgaben eine Vielzahl von Erregern zur Verfügung, die sich hinsichtlich Polarisation, Frequenzbereich und Vorverstärkung unterscheiden.



BILD 1 Mikrowellen-Antennensystem AC090 mit Zusatzantennen AC308. Foto 40 577/2

Die Funkkontrolle und Funkbeobachtung terrestrischer Aussendungen sowie geostationärer Satelliten verlangt unterschiedliche Antennenkonzepte in bezug auf Antennengewinn, Polarisationslage und Positioniergenauigkeit. Die Antennenanlagen AC090 bis AC300 (BILD 1) erfüllen die Anforderungen einerseits durch vier verschiedene Reflektorgößen mit entsprechendem Gewinn (BILD 2) und angepaßter Dreheinrichtung und andererseits durch

eine Vielzahl von Erregern mit und ohne Vorverstärkung.

Der Frequenzbereich 1 bis 18 GHz für lineare und zirkulare Polarisation, beziehungsweise 1 bis 26,5 GHz für lineare Polarisation, wird über Breitbanderregger abgedeckt [1]. Durch rauscharme, im Erreger integrierte Vorverstärker werden die aufgefaßten Signale verstärkt und dem Antennenfußpunkt über dämpfungsarme Kabel zur Weiterverarbeitung zugeführt. Die Frequenzbereiche 18 bis 26,5 GHz und 26,5 bis 40 GHz erfassen zwei seitlich

am Hauptreflektor angeflanschte Zusatzantennen mit mechanisch wählbarer linearer Polarisation. Die Fortschritte in der Verstärkertechnologie und auch in der Spektralanalyse zu immer höheren Frequenzen [2] erlauben die direkte Vorverstärkung und Signalverarbeitung. Bei Begrenzung der Signalaufbereitung bei 18 GHz stehen optional Down Converter zur Umsetzung der Frequenzen 18 GHz bis 40 GHz in den Bereich unterhalb 18 GHz zur Verfügung. Als zusätzliche Option gibt es für die Mikrowellen-Antenne AC300 eine Ergänzung in Form von zwei logarithmisch-periodischen Antennen für horizontale und vertikale Polarisation im Frequenzbereich 80 bis 1000 MHz.

Die Antennenanlagen sind im Azimut um  $\pm 180^\circ$  mit etwa  $5^\circ$  pro Sekunde und in der Elevation von  $-5^\circ$  bis  $+95^\circ$  mit rund  $2^\circ$  pro Sekunde simultan positionierbar. Die Bedienung des Drehantriebs sowie die Antennen- und Polarisationsauswahl erfolgen über einen bis zu 1 km absetzbaren Rechner mit dem Betriebssystem Windows NT 4.0 (BILD 3). Die Kabelzuführung zu den Antennenanlagen beschränkt sich – abgesehen von der Signalaufbereitung – daher auf die Energieversorgung und auf eine zweiadrige Rechnerverbindung.

### Aufbau

Die Antennenanlagen AC090 bis AC300 bestehen aus den **Komponenten:**

- Hauptreflektor (90, 120, 180 oder 300 cm),
- Drehantrieb,
- Steuereinheit zum Positionieren sowie zur Antennen- und Polarisationswahl,
- Standfuß,
- Kabelsatz,
- Erreger 1 bis 18 (26,5) GHz,
- Zusatzantennen 18 bis 26,5 GHz und 26,5 bis 40 GHz.

Alle Antennenanlagen sind so konzipiert, daß neben der Nachrüstmöglichkeit die Erreger – zum Beispiel bei An-

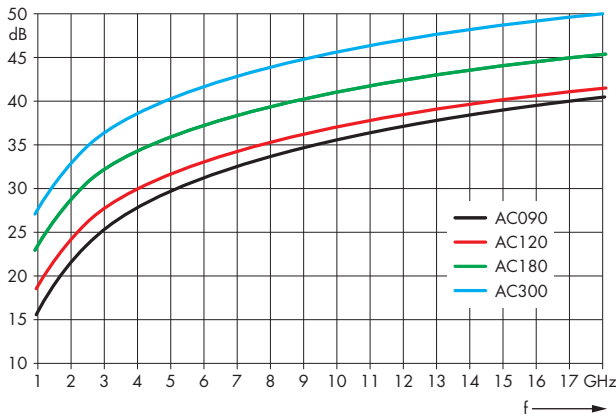


BILD 2  
Gewinn der Mikro-  
wellen-Antennen mit  
Erreger HL024A1.

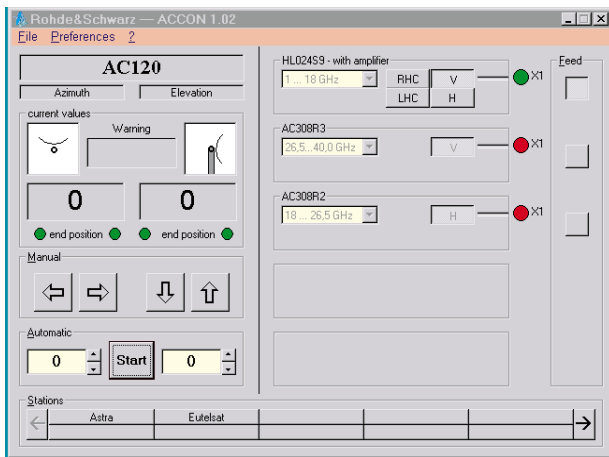


BILD 3  
Bedienoberfläche  
(Windows NT) für  
die Antenne AC120.

derung der Erfassungsaufgaben – ohne Modifikation der Anlage ausgetauscht werden können. In allen Fällen ist nur die mit der Steuereinheit GX300 mitgelieferte Initialisierungs- und Steuer-Software anzupassen.

ebenen Ausführungsform für lineare Polarisation mit annähernd gleichen Strahlungsdiagrammen in der E- und H-Ebene und in einer zweiten Ausführung als gekreuzte Struktur für lineare und zirkulare Polarisation zur Verfügung (BILD 4 und 5).

## Erreger und Zusatzantennen

Als Erreger stehen logarithmisch-periodische Breitbandantennen in einer

Die Anwendung der Breitbanderreger oberhalb 18 GHz empfiehlt sich vor allem bei Suchaufgaben nur bis zu ei-

nem Reflektordurchmesser von 120 cm, da bei größeren Reflektoren die Halbwertsbreite der Strahlungsdiagramme zu klein werden kann. In diesem Fall wird die Zusatzantenne AC308R2 für den Frequenzbereich 18 bis 26,5 GHz eingesetzt. Im blauen KASTEN ist eine Übersicht der vorhandenen Erreger und Zusatzantennen zusammengestellt.

## Bedienung

Nach der auch in Kundenregie möglichen Installation der Antennenanlagen wird das System über die mit der Steuereinheit GX300 gelieferten Software initialisiert. Nach Auswahl des Grundaufbaus (z. B. AC120), des

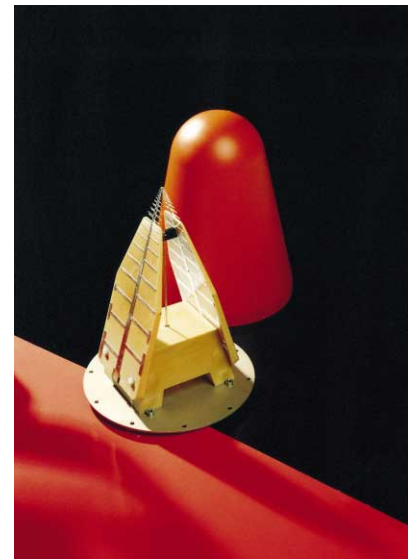


BILD 4 Erreger HL025 (1 bis 26,5 GHz) für lineare Polarisation.  
Foto 33 011

Erreger		Frequenz	Polarisation
HL024A1	gekreuzte log.-per. Antenne	1 bis 18 GHz	H oder V
HL024S2	HL024A1 mit passivem Polarisations-Netzwerk	1 bis 18 GHz	H oder V
HL025	log.-per. Antenne	1 bis 26,5 GHz	linear
HL025S	drehbare HL025 mit Vorverstärker	1 bis 26,5 GHz	einstellbar
HL024S5	HL024A1 mit Schmalbandvorverstärkern	2 bis 18 GHz	H oder V
	2 bis 4, 4 bis 8, 8 bis 12, 12 bis 18 GHz		
HL024S7	HL024A1 mit Vorverstärker	1 bis 18 GHz	H oder V
HL025S7	HL025 mit Vorverstärker	1 bis 26,5 GHz	linear
HL024S8	HL024A1 mit zwei Vorverstärkern	1 bis 18 GHz	H und V
HL024S9	HL024A1 mit aktivem Polarisations-Netzwerk	1 bis 18 GHz	H, V, RHC oder LHC
<b>Zusatzantennen</b>			
AC308R2	250-mm-Reflektorantenne, 29 bis 33 dBi	18 bis 26,5 GHz	H, V oder 45°
AC308R3	250-mm-Reflektorantenne, 33 bis 36 dBi	26,5 bis 40 GHz	H, V oder 45°
AC300A4	log.-per. Antennen HL023	0,08 bis 1,3 GHz	H und V

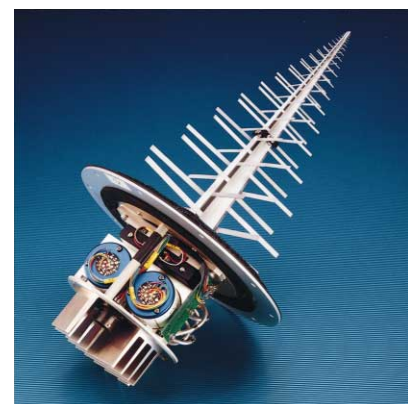


BILD 5 Erreger HL024S5 (2 bis 18 GHz) für lineare und zirkulare Polarisation.  
Foto 43 031/1

verwendeten Erregers, der eventuellen Zusatzantennen und dem Einnorden ist die Antennenanlage betriebsbereit. Neben der manuellen Steuerung des Drehantriebs ist das Anfahren vorgewählter oder gespeicherter Positionen möglich.

Klaus Friede; Ludwig Nielsen

## LITERATUR

- [1] Schiller, M.; Linhuber E.: Logarithmisch-periodische Antenne für 1 bis 15 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1971) Nr. 49, S. 22–24.
- [2] Evers, C.: 100 Hz bis 26,5 GHz – neue Qualitäten in der Mikrowelle durch Spectrum Analyzer FSM. Neues von Rohde & Schwarz (1991) Nr. 133, S. 4–7.

## Kurzdaten Mikrowellen-Antennen

	AC090	AC120	AC180	AC300
Reflektor 1	Ø 0,9 m	Ø 1,2 m	Ø 1,8 m	Ø 3 m
Frequenzbereich		1...18 GHz		
Gewinn	15...40 dB	19...42 dB	23...45 dB	26...50 dB
Halbwertsbreite	19°...1,3°	16°...0,9°	12°...0,7°	6°...0,35°
Reflektor 2		Ø 0,25 m (AC308R2)		
Frequenzbereich		18...26,5 GHz		
Gewinn		29...33 dB		
Halbwertsbreite		4,5°...3°		
Reflektor 3		Ø 0,25m (AC308R3)		
Frequenzbereich		26,5...40 GHz		
Gewinn		33...36 dB		
Halbwertsbreite		3°...2°		
Dreheinheit				
Drehbereich		Azimut ±180°; Elevation –5° bis +95°		
Geschwindigkeit		Azimut >3°/s; Elevation >2°/s		
Abweichung	<±0,2°	<±0,2°	<±0,2°	<±0,1°

Näheres Leserdienst Kennziffer 158/07

## Kurz gemeldet

Eine deutlich positive Resonanz erfuhr das zum ersten Mal durchgeführte und für alle asiatischen Länder gedachte Symposium EMC Asia mit Workshops und angeschlossener Ausstellung im Herbst letzten Jahres in Singapur. Die Organisation oblag wie bei europäischen EMV-Veranstaltungen dieser Art der deutschen MESAGO Messe und Kongreß GmbH. Diese meldete 812 Teilnehmer mit über 430 gebuchten Workshops und knapp 50 Ausstellern, die ihre Produkte auf rund 1000 m<sup>2</sup> Fläche präsentierten. Rohde & Schwarz stellte unter dem Motto „Testing the Limits“ aus (BILD). Im Mittelpunkt standen die EMI Test Receiver ESCS30 für 9 kHz bis 2,75 GHz und ESPC für 9 kHz bis 2,5 GHz in Kombination mit der EMV-Meßzelle S-Line. Zur Standbesetzung gehörten im wesentlichen Experten vom erst Wochen zuvor in Singapur eröffneten Rohde & Schwarz Support Centre Asia (SCA). Obwohl die Besucher überwiegend aus Singapur kamen, konnten auch Kontakte zu koreanischen, taiwanesischen und thailändischen Kunden geknüpft werden. Das SCA bietet Systemlösungen, Gerätekalibration und Service als Leistung für alle asiatischen Nachbarländer an. Damit verkürzen sich Wege und Zeiten für Wartung und Kalibration für unsere asiatischen Kunden erheblich.

Die im Westin Stamford & Westin Plaza Convention Centre gehaltenen Vorträge und Diskussionen zeigten, daß die elektromagnetische Verträglich-

keit eine zunehmende Rolle für die Unternehmen in den Asean-Staaten spielt und weiterhin spielen wird. Im Zuge der Globalisierung der Märkte stellen sich diese Unternehmen den hohen internationalen Anforderungen und können mit der europäischen Elektroindustrie nicht nur mithalten, sondern

weisen in dem einen oder anderen Segment auch einen deutlichen Vorsprung auf. Der Erfolg der Veranstaltung war ausschlaggebend für den Beschluß der Initiatoren, das Symposium fortan im jährlichen Zyklus durchzuführen.

Volker Janssen



Foto: Verfaser

## Digitale Suchpeiler DDF0xS

# Schnelle Peilung von Breitband- und Kurzzeitsignalen

Die digitalen Suchpeiler DDF0xS sind für höchste Suchgeschwindigkeit konzipiert. Sie eignen sich deshalb besonders zum Erfassen und Peilen von Breitband- und Kurzzeitsignalen im Frequenzbereich 0,5 bis 1300 MHz. Eine mehrstufige Datenkomprimierung schafft die Voraussetzung zum Einsatz der Peiler als automatische Suchköpfe in komplexen Funkerfassungs- und Ortungssystemen.

Drahtlose Kommunikation wird zunehmend in frequenzgespreizter oder zeitlich komprimierter Form abgewickelt. Die Überwachung dieser Signale verlangt Systeme, die Emissionen möglichst gleichzeitig innerhalb eines breiten Frequenzbereichs erfassen und peilen können. Unter den digitalen Peilern der DDF-Reihe [1; 2] bieten die neuen Suchpeiler mit der Typenbezeichnung DDF0xS die höchste Suchgeschwindigkeit – unabhängig von der Dichte des Funkszenarios.

### Aufbau und Funktion

Die hervorragenden Eigenschaften des Digitalen Suchpeilers DDF0xS (BILD 1) werden durch konsequent **digitale Signalverarbeitung** erreicht: Die ZF-Signale des dreizügigen DF-Converters werden nach der Digitalisierung in parallele Frequenzkanäle aufgeteilt. Die anschließende Berechnung der Peilwerte erfolgt schritthalte mit der Filterung, so daß die Welleneinfallrichtungen aller innerhalb der Auswertbandbreite liegenden Kanäle quasi parallel zur Verfügung stehen.

Grundsätzlich besteht ein DDF0xS aus dem dreizügig aufgebauten HF-DF-Converter EH091, der auch den A/D-Wandler enthält, und der Digital Processing Unit EBD92D (BILD 2). Für den VHF-UHF-Bereich wird diesen beiden Geräten noch der VHF-UHF-Converter ESMA33 vorgeschaltet. Die Peiler für den HF-Bereich (0,5 bis 30 MHz) heißen DDF01S, diejenigen für den HF-plus VHF-UHF-Bereich (0,5 bis 30, 30 bis 650/1300 MHz) DDF06S.

In den Peilern der DDF0xS-Gruppe sind serienmäßig die Algorithmen für das **Watson-Watt-Verfahren** und die Methode des **korrelativen Interferometers** implementiert. Das Watson-Watt-Prinzip wird immer dann eingesetzt, wenn es um höchstmögliche Suchgeschwindigkeiten geht und/oder im HF-Bereich der verfügbare Platz für die Peilantennen beschränkt ist. Wenn dagegen sehr hohe Genauigkeit auch an ungünstigen Antennenstandorten gefordert wird oder im HF-Bereich auch die Elevation des einfallenden Signals ermittelt werden soll, empfiehlt sich das korrelative Interferometer.

Die digitale Filterbank des DDF0xS erlaubt die **parallele Bearbeitung eines Frequenzbandes von 200 kHz Breite**. Diese Bandbreite bietet maximale Dynamik. Die nichtlinearen Verzerrungsprodukte am Ausgang des Analog-Digital-Wandlers werden durch hochwirksame Vorselektionskreise (sehr gutes Großsignalverhalten) sowie durch eine vor jedem Abtastzyklus erneut durchgeführte Verstärkungsregelung minimiert. Die Bearbeitung breiterer Frequenz-

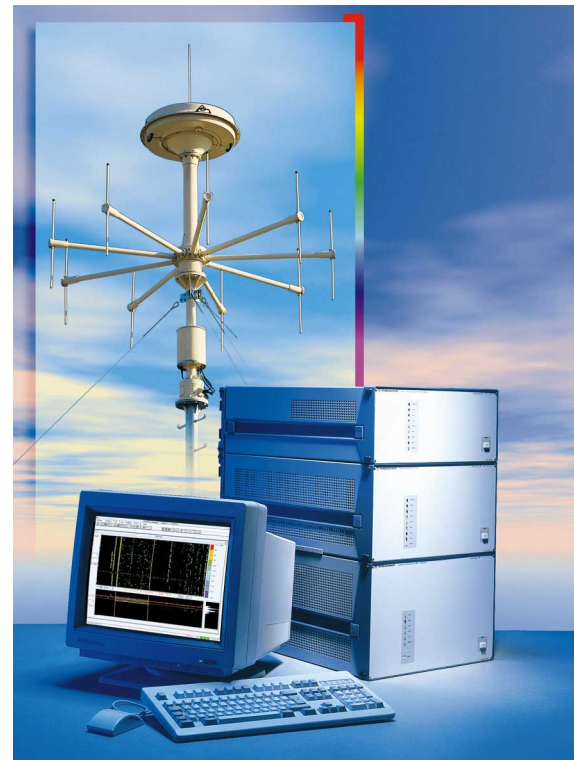


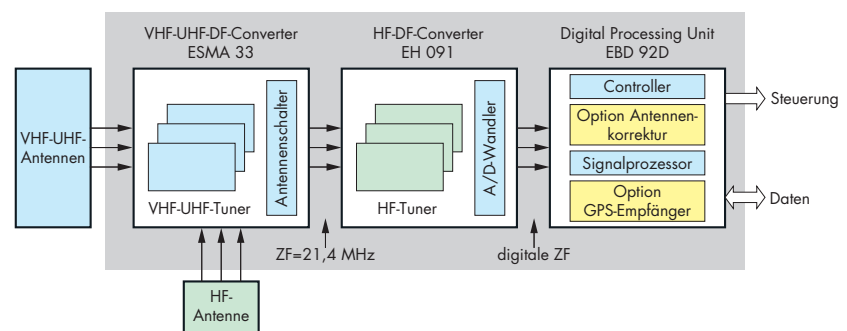
BILD 1 Digitaler Suchpeiler DDF0xS.

Foto 43 123

bereiche wird durch schnelles Weiterschalten des 200-kHz-Fensters vor jeder neuen Abtastung des Analogsignals erreicht (Scan-Betrieb). Für den Frequenzwechsel benötigt der DDF0xS im HF-Bereich etwa 3 ms und im VHF-UHF-Bereich etwa 0,9 ms; der Zeitbedarf für die Regelung der Verstärkung des analogen Empfangsteils ist bei diesen Werten bereits enthalten.

Während eine ausgewogene Dimensionierung von Vorselektion und Ver-

BILD 2 Blockschaltbild des Digitalen Suchpeilers DDF0xS.



stärkung die Grundvoraussetzung für optimale Empfangs- und Peilerggebnisse darstellt, bestimmt die Auslegung der digitalen Filterbank das spektrale Trennvermögen des Peilers. Da die Filtersteilheit und damit die erzielbare Trennschärfe umgekehrt proportional zur Länge des verwendeten Signalabschnitts ist, mußte hier ein Kompromiß gefunden werden, der einerseits den Bediener von der Anpassung der Fensterfunktion an die jeweilige Aufgabenstellung entbindet und zum anderen eine schnelle Suche nach kurzen Signalen auch in dichten Signalszenarien erlaubt. Dank der verwendeten Fensterfunktion, einer Vermittlung der Abtastwerte und der günstigen Wahl der

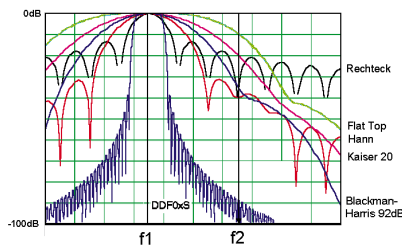


BILD 3 Selektionseigenschaften verschiedener Fensterfunktionen.

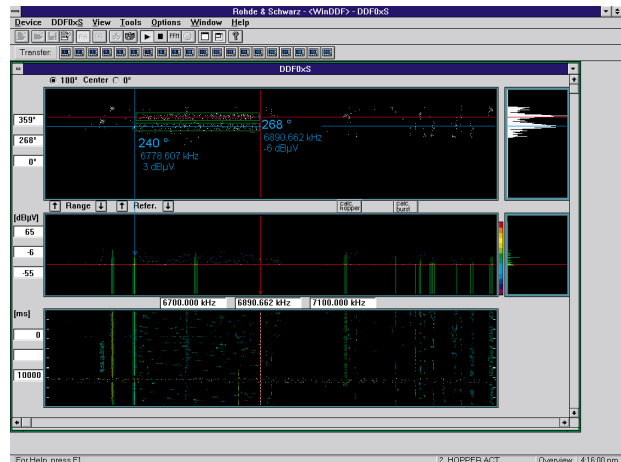
Bandbreiten sind im DDF0xS gleichzeitig hohe Nachbarkanalunterdrückung und hohe Suchgeschwindigkeiten sichergestellt (BILD 3).

## Bedienung und Dokumentation

Zur Bedienung des Peilers sowie zur Anzeige der Peilerggebnisse dient ein externer Steuerrechner, auf dem die peilerspezifischen Bedien- und Analyse-Tools installiert sind (BILD 4). Dem anspruchsvollen **Bedienkonzept** liegen umfangreiche Test- und Betriebserfahrungen zugrunde:

- Die Meßfenster nehmen den größten Raum ein.
- Nur die ständig benötigten Bedienelemente sind permanent sichtbar.
- Die Bedienoberfläche gestattet eine ermüdungsarme Langzeitbenutzung.
- Alle während des operationellen Betriebs wichtigen Daten liegen

BILD 4 Bedienoberfläche mit einem typischen Szenario von Breitbandemittern im HF-Bereich: Die Wasserfalldarstellung (oben) macht frequenzagile Emitter sichtbar, die Histogrammbildung (rechts unten) erlaubt auch die eindeutige Trennung schwacher, im Frequenzbereich überlappender Frequenzsprungsignale aus demselben Azimutsektor.



- innerhalb des vom Auge des Benutzers ermüdungsarm erfassbaren Raumwinkels.
- Die Anordnung der verschiedenen Meßfenster ist individuell konfigurierbar, speicherbar und auf Tastendruck oder Mausklick abrufbar.
- Spezielle Werkzeuge geben halbautomatisch Hilfestellung zur schnellen Erkennung, Peilung und Analyse agiler Signale (Hopper, Bursts).
- Zur Datenaufzeichnung und -auswertung werden verschiedene Möglichkeiten angeboten.
- Zur Visualisierung der Meßergebnisse stehen zahlreiche Meßfenster zur Wahl: Pegel über Zeit, Azimut über Zeit, Azimut über Frequenz, Pegel über Frequenz, Elevation über Frequenz, Azimut-Histogramm, Pegel-Histogramm, Elevations-Histogramm, alphanumerische Einblendung des Peilerggebnisses.

Die zur **Dokumentation und Analyse** benötigten Daten vergangener Signale stellt der Peiler auf mehrfache Weise bereit:

- Zur Kurzaufzeichnung werden per Knopfdruck alle Peildaten der vergangenen Minute auf Festplatte oder virtuellem Laufwerk gespeichert.
- Zur Langzeitaufzeichnung werden die Peildaten permanent auf Festplatte oder einem virtuellen Laufwerk abgelegt.
- Datenanalyse ist während einer laufenden Aufzeichnung mit Scan Replay oder Activity Analyzer möglich.

- Die Speichermenge hängt allein von der Größe der verwendeten Festplatte ab. Die Datenrate beträgt je nach Filter etwa 2 bis 15 MByte pro Minute.

Für Benutzer, die eine Analyse der Signalinhalte mit eigenen Tools durchführen wollen, stellt der Activity Analyzer eine Export-Funktion zur Verfügung, die die Daten im ASCII-Format (z. B. für Excel) zugänglich macht.

## Erfassungswahrscheinlichkeit

Die wichtigste Aufgabe für die DDF0xS-Peiler ist die Erfassung von frequenzagilen und burstartigen Signalen. Zur Beurteilung der Eignung zur Erfassung und Peilung derartiger Emissionen dient die Erfassungswahrscheinlichkeit. Bei Frequenzsprungsendungen und insbesondere bei geringen Störabständen ist eine sichere Peilung erst nach mehrfacher Erfassung der Emission möglich; es wird deshalb sinnvollerweise die Wahrscheinlichkeit betrachtet, mit der ein bestimmtes Frequenzsprungsignal mindestens n-mal erfaßt wird. Das Frequenzsprungsignal wird dabei durch seine Verweildauer, den benutzten Frequenzbereich und das Kanalraster charakterisiert. BILD 5 zeigt als Beispiel, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Aussendung eines VHF- oder UHF-Frequenzsprungsenders mindestens zehnmal erfaßt wird in Abhängigkeit von der Zeitdauer, in der dieses Signal ausgesendet wird. Man erkennt, daß ein

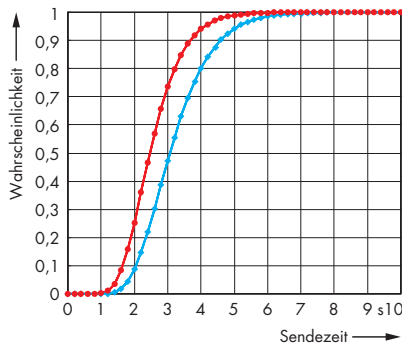


BILD 5 Wahrscheinlichkeit für die Erfassung von mindestens zehn Aussendungen eines VHF-Frequenzsprungsenders (blau: 300 Sprünge/s, rot: 3000 Sprünge/s) im Watson-Watt-Modus; Suchbereich des DDF0xS 50 MHz, Sprungbereich des Senders 30 MHz, Kanalaraster 25 kHz.

Signal mit 300 Sprüngen pro Sekunde bereits nach 3,5 Sekunden mit einer Wahrscheinlichkeit von 85% erfaßt wird; bei einem Signal mit 3000 Sprüngen pro Sekunde sind hierfür etwa 4,3 Sekunden erforderlich.

## Antennen

Zu den implementierten Peilverfahren stehen **zwei Kategorien an Peilantennen** zur Verfügung:

- für höchste Peilgeschwindigkeit geeignete, monopulsfähige Antennen ADD012, ADD115 und ADD155, die zusammen den Bereich 0,5 bis 650 MHz abdecken (Watson-Watt-Verfahren),
- Interferometer-Peilantennen ADD010, ADD011, ADD050, ADD150 und ADD051, die sich vor allem durch große Bandbreiten (für 0,5 bis 1300 MHz sind nur zwei Antennen erforderlich), durch ihre hohe Peilgenauigkeit und ihre Unempfindlichkeit gegen Mehrwegeempfang auszeichnen. Im HF-Bereich erlauben sie auch die Ermittlung der Elevation von Raumwellen und somit die Ortsbestimmung mit dem Single-Station-Location-Manager.

Selbstverständlich kann der Peiler auch an bereits vorhandenen Antennen betrieben werden, die sich für Watson-Watt-Auswertung eignen. Die Adaption erfolgt dann per Antennen-Interface GX060 (0,3 bis 650 MHz).

## Peilwertkorrektur und Synchronisation

Damit auch in extrem gestörter Umgebung präzise gepeilt werden kann – beispielsweise auf Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen –, gibt es zum DDF0xS die Option **Peilwertkorrektur** (EBD92AK). Sie gestattet die lückenlose Korrektur von Peilungen im Frequenzbereich 0,5 bis 1300 MHz über einen Azimutbereich von 360°. Zur weitgehend automatischen Aufnahme und Bearbeitung der Korrekturdaten bietet Rohde & Schwarz Dienstleistungen und Software. Betrachtet man die Standardabweichung der Peilwerte über Frequenz und Azimut, verbessert die Antennenkorrektur das Ergebnis um den Faktor drei bis vier.

Die Ortung – insbesondere frequenzagiler Signale – stellt höchste Anforderungen an die **Synchronisation** der Peiler **in einem Ortungssystem** während des Suchlaufs. Zu diesem Zweck kann der Peiler mit einem GPS-Empfänger (Option EBD92GP) ausgerüstet werden, der einen hochgenauen Synchronpuls sowie den zur Ortung notwendigen Zeitstempel (Auflösung 1µs) zur Verfügung stellt.

## Einsatz in Systemen

Der Suchpeiler DDF0xS bietet neben seinen Suchqualitäten auch alle Funktionen eines herausragenden Über-

wachungspeilers und rechtfertigt damit auch den Einsatz als autonomer Peiler für höchste Anforderungen. Besonders geeignet ist der DDF0xS jedoch für die Integration in Funkerfassungssysteme mit zusätzlichen Erfassungsempfängern, Analysegeräten und Datenerfassungsrechnern. Innerhalb eines Funkerfassungssystems dient die Peilkomponente im wesentlichen zur richtungsselektiven Suche, zur emitterbezogenen Zuordnung der Belegungsdaten und zur Ortung von Emittlern. Zur Ortung frequenzagiler Emittler hat Rohde & Schwarz das Ortungssystem ScanLoc entwickelt [3]. Es gestattet einen exakten zeitsynchronen Frequenzsuchlauf von bis zu sechs Peilstationen und ermöglicht die Echtzeitdarstellung der erfaßten Aussendungen auf digitalisierten Landkarten.

Franz Demmel; Wilhelm Genal;  
Ulrich Unsel

### LITERATUR

- [1] Demmel, F.; Unsel, U.; Schmengler, E.: Digitale Überwachungspeiler DDF0xM – Moderne Überwachungspeilung von HF bis UHF. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 22–25.
- [2] Demmel, F.; Wille, R.: VHF-UHF-Peiler DDF190 – Digitales Peilen von 20 bis 3000 MHz nach ITU-Richtlinien. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 152, S. 30–32.
- [3] Demmel, F.; Hinkers, G.: Vernetzung digitaler Peiler zur Steigerung der Effizienz in der Funkerfassung und zur Ortung frequenzagiler Emittler. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 156, S. 24–25.

### Kurzdaten Digitale Suchpeiler DDF0xS

	HF-Bereich	VHF-UHF-Bereich
Frequenzbereich	0,3...30 MHz	20...650 MHz (1300 MHz)
Peilverfahren	Korrelatives Interferometer, Watson Watt	
Peilfehler	1° rms mit ADD011	1° rms mit ADD051
Empfindlichkeit	<1 µV/m typ. mit ADD011	<2 µV/m typ. mit ADD051
Echtzeit-Bandbreite	200 kHz	200 kHz
Suchgeschwindigkeit	22 MHz/s (2 kHz Bandbreite)	200 MHz/s (8 kHz Bandbreite)
Minimale Signaldauer	4 ms	100 µs
Bandbreiten	0,125...2 kHz in 5 Stufen	2...32 kHz in 4 Stufen
Anzeigen	Peilwerte und Pegel über Frequenz Histogramm der Peilwerte Pegel und Peilwerte über Zeit (Wasserfall)	

Näheres Leserdienst Kennziffer 158/08

# Produktionstest von HF-Baugruppen mit Universal-Testsystem TSU, Funkmeßplatz CMS und EMV-Meßzelle

Der Anteil der Elektronik im Kraftfahrzeug hat in den letzten Jahren drastisch zugenommen. Die Elektronik wird dabei in fast allen Bereichen des Fahrzeugs eingesetzt und ist auch nicht, wie noch bis vor einigen Jahren, nur auf Fahrzeuge der Oberklasse beschränkt. Heute wird bereits ein Kleinwagen serienmäßig mindestens mit elektronischer Einspritzanlage, Airbag und ABS ausgestattet. Da in Westeuropa pro Jahr rund 12 Millionen Fahrzeuge hergestellt werden, wovon etwa ein Drittel der Produktion auf Deutschland entfällt, zählt die Automobilelektronik in den meisten Fällen zu den typischen Massenprodukten. Im Gegensatz zu anderen Massenprodukten werden hier aber sehr hohe Anforderungen an die Funktionssicherheit und die Qualität der Produkte gestellt. Dies erfordert neben entsprechenden Maßnahmen in der Konstruktion und Entwicklung auch



BILD 1 Mehrstufige Teststrategie für die Empfängerbaugruppe.

eine umfassende Qualitätssicherung in der Produktion.

Als Zulieferer für Automobilelektronik hat sich die Firma Kiekert auf Schließsysteme spezialisiert und liefert diese als Marktführer an verschiedene Kfz-Hersteller. Am Standort Düsseldorf werden die aus Sender und Empfänger bestehenden ferngesteuerten Schließsysteme auf mehreren automatischen Produktionslinien gefertigt. Die Übertragung der Signale von der Fernbedienung zum Empfänger der Zentralverriegelung erfolgte bisher über Infrarot. Für Geräte, bei denen die Übertragung nun über Hochfrequenz funktioniert,

wurde jetzt eine neue Fertigungslinie errichtet. Die elektronischen Baugruppen sind in SMD-Technik aufgebaut und werden im Nutzen gefertigt. Aufgrund der geringen Größe ist es möglich, den Sender sogar in den Fahrzeugschlüssel zu integrieren.

Um eine hohe Produktqualität sicherzustellen hat Kiekert trotz des hohen Kostendrucks in der Automobilzulieferindustrie eine mehrstufige Teststrategie gewählt (BILD 1). Nach der Bestückung und Lötung erfolgt zuerst eine Überprüfung der Baugruppen auf Fertigungsfehler, daran anschließend eine Funktionsprüfung. Fehlerhafte Baugruppen



BILD 2 Zur Funktionsprüfung des Empfängers (in der EMV-Meßzelle S-Line 700/P) dient neben dem Universal-Testsystem TSU ein Radiocommunication Service Monitor CMS54 (unten links). Foto 43 027/2



werden zu einem Reparaturplatz geleitet, wo sie repariert und wieder in den Fertigungsprozeß eingeschleust werden. Rohde & Schwarz hat hierbei die Realisierung der kompletten Funktionsprüfplätze, Reparaturplätze und auch die Integration dieser Systeme in die automatische Fertigungslinie übernommen.

## Funktionsprüfung von Sender und Empfänger ferngesteuerter Schließsysteme

Die Funktionsprüfung der Empfängerschaltung ist auf zwei Einzelprüfungen aufgeteilt: den digitalen Funktionstest und den HF-Test. Beim digitalen Funktionstest werden alle Ein- und Ausgänge am Stecker überprüft. Über die Schnittstelle des Prüfobjekts wird außerdem durch den Tester der Speicher des Prüfobjekts mit Daten geladen. Das Testsystem besteht aus einer Universal-Teststation TSU [1] mit digitalen Testkanälen und entsprechender Stromversorgung für den Prüfling. Die nachfolgende HF-Funktionsprüfung übernimmt ein zweites Testsystem mit einem Radiocommunication Service Monitor CMS54 [2], wobei sich der Prüfling in einer geschirmten Meßzelle befindet (BILD 2). Der CMS54 testet die Reaktion und Empfindlichkeit des Empfängers.

Beim Schlüsselsender werden nur ein HF-Funktionstest sowie eine Überprüfung der Leuchtdiode durchgeführt. Auch hier finden alle Messungen in einer abgeschirmten Meßzelle statt. Die gesamten Messungen werden innerhalb der Taktzeit der Fertigungslinie ausgeführt.

## HF-Messungen in der EMV-Meßzelle S-Line 700/P

Eine wichtige Forderung ist die genaue und reproduzierbare Messung der Sende- und Empfangsparameter. Damit Einflüsse von anderen Sendern ausgeschlossen sind, muß die Messung des Empfängers in einer abgeschirmten Umgebung vorgenommen werden. Eine konventionelle In-line-Adapterstation würde sich zwar durch einigen Auf-



BILD 3 Reparatur-Funktions-Testsystem für Empfänger auf Basis des Universal-Testsystems TSU.  
Foto 43 124

wand so erweitern lassen, daß von außen eintretende HF-Störungen ausreichend gedämpft würden, das elektromagnetische Feld innerhalb des geschirmten Raums wäre jedoch durch Reflexionen an den Einbauten und an den Kammerwänden stark inhomogen. Genaue und reproduzierbare Messungen wären daher kaum möglich. Um diese Problematik zu umgehen, setzt Rohde & Schwarz die S-Line 700/P (eine Variante der EMV-Meßzelle S-Line 700 für die Elektronikproduktion [3]) als Abschirmung ein. Hiermit läßt sich im Frequenzbereich 150 kHz bis 1 GHz eine hohe Wiederholgenauigkeit erreichen ( $\pm 1$  dB). Damit eine automatische Zuführung und Adaptierung der Prüflinge möglich ist, werden die Baugruppen durch ein sich automatisch schließendes Schott in die Meßzelle gefahren und dann geprüft.

Fehlerhafte Baugruppen werden zum Reparaturplatz ausgeschleust. Dieser ist mit einem Universal-Testsystem TSU und einem Spektrumanalysator ausgestattet (BILD 3). Er bietet damit alle Meß-

möglichkeiten für die Prüfung der Sender- und der Empfängerbaugruppen. Da hier keine parametrischen Messungen vorgenommen werden, wurde allerdings auf die Meßzelle verzichtet. Alle Funktionstestsysteme sind an das übergeordnete Qualitätsmanagementsystem der Firma Kiekert angebunden. Am Reparaturplatz können somit alle während der Prüfung anfallenden Daten und Meßwerte zur Unterstützung der Reparatur abgerufen werden.

## Rohde & Schwarz als idealer Partner

Für die Firma Kiekert war die große Erfahrung des Hauses Rohde & Schwarz in den Bereichen Produktionstest und HF-Meßtechnik das entscheidende Kriterium für die Wahl von Rohde & Schwarz als Partner. Nicht zuletzt gehören die beiden Bereiche HF-Meßtechnik und Produktionstest zu den Kernkompetenzen des Unternehmens. Dies zeigt sich auch darin, daß für die Realisierung des Projektes fast ausschließlich Standardkomponenten aus dem Produktspektrum von Rohde & Schwarz eingesetzt werden konnten. Die notwendigen kundenspezifischen Anpassungen beliefen sich gegenüber einer individuellen Lösung deshalb auf ein Mindestmaß, was sich für den Kunden in einer kürzeren Lieferzeit, geringeren Kosten sowie einer besseren Wartbarkeit ausdrückt.

Klaus Kundinger

### LITERATUR

- [1] Kundinger, K.; Tschimpke, L.: Universal-Testsystem TSU – Vielseitige Prüfplattform für Produktion und Service elektronischer Baugruppen. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 150, S. 13–15.
- [2] Hausdorf R.: Mobile Funkmeßtechnik mit Radiocommunication Service Monitor CMS. Neues von Rohde & Schwarz (1989) Nr. 127, S. 4–7.
- [3] Göpel, K.-D.: EMV-Meßzelle S-Line – Kompakte EMV-Meßzelle mit hoher Feldhomogenität und weitem Frequenzbereich. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 151, S. 7–9.

Näheres unter Kennziffer 158/09

# Applikationen rund ums Fading



BILD 1  
Digital Radiocommunication Tester CMD und Signalgenerator SMIQ mit Fading-Simulator sind das ideale Team für Messungen an Mobilfunkgeräten unter Fading-Bedingungen.  
Foto 43 110

Moderne Kommunikationssysteme für Sprache und Daten, wie sie beim Mobilfunk, bei schnurlosen Telefonen und Funkrufempfängern (Pagern) verwendet werden, arbeiten mit digitaler Modulation, das heißt, jede Information wird dem Sendesignal in Form von Bits aufmoduliert. Die Qualität der Empfänger in den hierzu verwendeten Funkgeräten beurteilt man durch eine Messung der Bitfehlerrate bei niedrigen Empfangspegeln. Dazu wird eine Verbindung zum Mobilfunkgerät (oder zur Basisstation) aufgebaut und eine bekannte Datenfolge übermittelt. Im Loopback-Modus sendet das Funkgerät die Daten dann wieder an das Meßgerät zurück. Die hier ankommende Datenfolge wird ausgewertet und mit der gesendeten verglichen. Da der Sendeweg vom Mobiltelefon zum Meßgerät im allgemeinen fehlerfrei arbeitet, sind Abweichungen ein Maß für die Qualität des Empfängers im Mobilfunkgerät. Die fehlerhaften Bits werden gezählt und ergeben, bezogen auf die Anzahl der gesendeten Bits, die Bitfehlerrate (BER, Bit Error Rate). Die Digital Radiocommunication Tester CMD oder CRTP/CRTP führen diese BER-Messung sehr komfortabel auf Knopfdruck durch [1].

Abschattungen, Reflexionen und die Bewegung des Empfängers selbst – es handelt sich schließlich um Mobilfunk – führen dazu, daß das Empfangssignal mehr oder weniger stark verzerrt ist (Mehrwegeausbreitung, Multipath Fading [2]). Insbesondere bei den schnellen Datenraten, wie sie bei GSM (277,833 kbit/s) oder bei CDMA (1,288 MChips/s) vorliegen, bewirken die unterschiedlichen Laufzeiten der Signale, daß auch früher oder später gesendete Bits gleichzeitig am Empfänger eintreffen. Das führt zu enormen Demodulationsproblemen, wobei die Bitfehlerrate stark ansteigt.

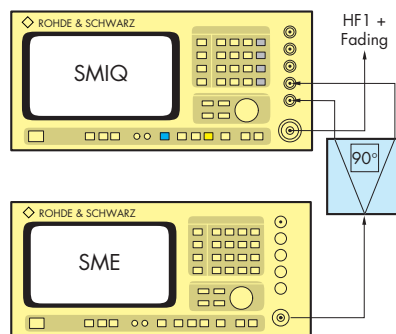


BILD 2 Fading von Pager-Signalen und analog modulierten Signalen mit Signalgeneratoren SME und SMIQ.

Verschiedene Maßnahmen in den Empfängern verbessern die Empfangsqualität unter Fading-Bedingungen. Bei GSM zum Beispiel wird das verzerrte Empfangssignal mit Hilfe der Midambel korrigiert. Die Midambel ist eine bekannte Datenfolge im Sendesignal, die bei jeder Aussendung unabhängig von den Nutzdaten gleich bleibt und natürlich bei der Übertragung den gleichen Veränderungen unterworfen wird wie die Nutzdaten. Eine Equalizer-Schaltung im Empfänger erkennt die Verzerrungen der Midambel. Damit lassen sich die Nutzdaten, die unmittelbar vor und nach der Midambel gesendet werden, korrigieren und die BER drastisch verbessern. Mobilfunkgeräte, die nach dem CDMA-Verfahren arbeiten, verwenden sogenannte Rake-Receiver. Hier sind gleichzeitig mehrere Empfänger parallel geschaltet, die das Empfangssignal mit unterschiedlicher Verzögerung analysieren. Das Signal aller Empfänger wird wieder zu einem Gesamtsignal mit geringstmöglichem Fehler kombiniert.

Ob diese Maßnahmen in den Empfängern wirklich wie geplant arbeiten, muß natürlich auch getestet werden. Die Standards für die jeweiligen Kommunikationssysteme enthalten Vorschriften, nach denen BER-Messungen unter Fading-Bedingungen auszuführen sind. Eine Kombination aus einem Radiocommunication Tester CMD, CRTP oder CRTP und einem Signalgenerator SMIQ, ausgerüstet mit der Option Fading-Simulator [2], ist das ideale Equipment für diese Meßaufgabe (BILD 1). Der Radiocommunication Tester baut die Verbindung zum zu testenden Mobilfunkgerät auf und führt die Bitfehlerratenmessung durch. Das Sendesignal, das normalerweise für diese Messung aus dem Radiocommunication Tester kommt, wird jedoch durch ein Signal aus einem SMIQ ersetzt. Das SMIQ-Signal ist mit den geforderten Fading-Einstellungen beaufschlagt und erlaubt somit eine Messung der BER unter Fading-Bedingungen.

GSM Mobile Tests unter Fading-Bedingungen, CRTP/CRTC + SMIQ Application Note 1MA02_OD	Kennziffer 158/10
BER-Messungen an DECT-Mobilfunkgeräten unter Fading-Bedingungen, CMD60/65 + SMIQ Application Note 1MA03_OD	Kennziffer 158/11
BER-Messungen an GSM-Empfängern unter Fading-Bedingungen, CMD55/57 + SMIQ Application Note 1MA04_OD	Kennziffer 158/12
BER-Messungen an CDMA-Mobilfunkgeräten unter Fading-Bedingungen, CMD80 + SMIQ Application Note 1MA05_OD	Kennziffer 158/13
Fading von analog und digital modulierten Signalen mit SMIQ + SMIQB14 Application Note 1MA07_OD	Kennziffer 158/14

Applikationschriften zum Thema Fading

Natürlich unterliegen auch Signale für Pager und analog modulierte Signale (AM oder FM) den Verzerrungen eines Fading-Kanals. Solche Signale lassen sich mit einer Kombination der Signalgeneratoren SME oder SMT mit einem SMIQ erzeugen (BILD 2). Zu diesem Themenkreis hat Rohde & Schwarz eine Reihe von Application Notes erstellt (Übersicht im blauen KASTEN). Sie beschreiben den notwendigen Meßauf-

bau und die Einstellung der Geräte für die Messungen unter Fading-Bedingungen. Die Application Note 1MA02\_OD zum Beispiel beschreibt das Zusammenspiel der Digital Radiocommunication Test Sets CRTP und CRTC mit dem SMIQ zum Messen von GSM-Mobilfunkgeräten unter Fading-Bedingungen. Die Kombination des weit verbreiteten Radiocommunication Testers CMD in seinen verschiedenen Varianten (CMD 55/57/65/80) mit dem Signalgenerator SMIQ werden beschrieben in Application Note 1MA03\_OD

(DECT), Application Note 1MA04\_OD (GSM) und Application Note 1MA05\_OD (CDMA). Signale für Pager und analog modulierte Signale können mit den Signalgeneratoren SME und SMT generiert werden. Auch solche Signale lassen sich mit Hilfe eines Signalgenerators SMIQ faden. Application Note 1MA07\_OD zeigt verschiedene Lösungen dieser Meßaufgabe auf. Die Application Notes sind über Kennziffer bei allen Rohde & Schwarz-Vertretungen erhältlich.

Albert Winter

## LITERATUR

- [1] Mittermeier, W.: Digital Radiocommunication Tester CMD65 und CMD80 – Multiband- und Multimode-Meßplätze für Mobilfunkgeräte. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 6–8.
- [2] Lüttich, F.: Signal Generator SMIQ + SMIQ-B14 – Fading-Simulator und Signalgenerator in einem Gerät. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 9–11.

Näheres unter Kennziffern im blauen Kasten

## Wertvolles sicher verpackt

Hochmoderne Elektronik von Rohde & Schwarz sicher verpackt fanden wir in Ausgabe 10/97 des Kundenmagazins „Knürr direct“. In den 19-Zoll-Schränken und -Gehäusen der Knürr-Mechanik für die Elektronik AG haben Staub, Wasser, Wärme oder auch elektromagnetische Störungen keine Chance, sind also eine sichere Basis für die Integration hochwertiger Elektronik. Also auch für das TETRA-Testsystem TS8940 (BILD ganz rechts) von Rohde & Schwarz, das aus TETRA-Simulator und TETRA-Protokolltester besteht. Dessen Aufgabe ist es, Verifizierung, Qualitätssicherung und Typzulassung gemäß TBR35 (Technical Basis for Regulation) von TETRA-Basis- und -Mobilstationen zu gewährleisten. Neben der Bestimmung der Hochfrequenzeigenschaften durch den TETRA-Simulator sieht die TBR35 auch Protokollmessungen vor, die der TETRA-Protokolltester übernimmt.

Die Knürr AG mit ihrem Hauptsitz in München und den Produktionsstätten im niederbayerischen Arnstorf ist ein weltweit operierendes Unternehmen und zählt zu den bedeutendsten Anbietern von mechanischen Konstruktionen für die Elektronik und von technischer Raumausstattung. Die Firma beschäftigt etwa 1000 Mitarbeiter und konnte 1997 ca. 245 Millionen DM umsetzen. Sö



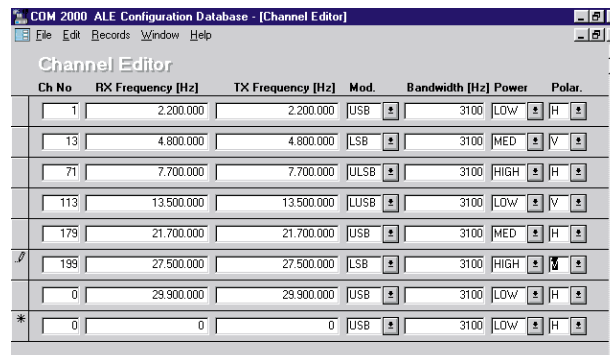
## Referenz

# COM2000 – das funktionelle Software-Tool für die Kurzwellen-Kommunikation

Das Software-Paket COM2000 ist ein vielseitiges Hilfsmittel, mit dem Daten über die Kurzwellen-Transceiver der Familie XK2000 [1; 2] versendet sowie Funkprozessoren von einem PC aus konfiguriert werden können. Die XK2000-Transceiver bieten im Bereich der Kurzwellen-Kommunikation bereits die modernsten Features und sind im internationalen Vergleich als oberster Qualitäts- und Technologiestandard anerkannt. Das Software-Paket COM2000 rundet mit seinen Leistungen nun das Spektrum dieser Gerätefamilie ab.

Bei der Kommunikation beziehungsweise beim Datentransfer zwischen zwei Stationen via Kurzwelle läuft eine Reihe komplexer Prozesse ab. Eigens entwickelte Funkprozessoren übernehmen die Steuerung dieser Prozesse und lösen alle anfallenden Aufgaben selbstständig. Dank dieser Entwicklung wurde die Kurzwelle zu einem sicheren Übertragungsmedium und gestattet auch Personen ohne funkspezifische Fachkenntnisse deren Nutzung. Zu Beginn einer Funkverbindung steht der Verbindungsaufbau mit der Gegenstation.

Da permanent wechselnde Umwelteinflüsse wie Sonnenstand und Sonnenfleckenzahl oder unterschiedliche geografische Lagen einen Betrieb mit Festfrequenzen nur bedingt zulassen [3; 4], wurden spezielle Verbindungsaufbauverfahren (Automatic Link Establishment, ALE) entwickelt. Diese Verfahren basieren auf einer automatischen Frequenzwahl, die nach unterschiedlichen Entscheidungskriterien und Analyseverfahren erfolgt. In den letzten Jahren hat sich als internationaler ALE-Standard der amerikanische FED-STD 1045 [5] etabliert und die meisten firmenspezifischen Verfahren vom Markt verdrängt. Eine Ausnahme bildet hier das Rohde & Schwarz-Verfahren ALIS [6], das sich als eine der wenigen Alternativen weiterhin auf dem Markt behauptet.



Ch No	RX Frequency [Hz]	TX Frequency [Hz]	Mod.	Bandwidth [Hz]	Power	Polar.
1	2.200.000	2.200.000	USB	3100	LOW	H
13	4.800.000	4.800.000	LSB	3100	MED	V
71	7.700.000	7.700.000	ULSB	3100	HIGH	H
113	13.500.000	13.500.000	LSB	3100	LOW	V
179	21.700.000	21.700.000	USB	3100	MED	H
199	27.500.000	27.500.000	LSB	3100	HIGH	V
0	29.900.000	29.900.000	USB	3100	LOW	H
0	0	0	USB	3100	LOW	H

BILD 1  
Frequenzpool mit den für den Verbindungsaufbau zur Verfügung stehenden Frequenzen.

Die Kurzwellen-Transceiver der Familie XK2000 bieten beide Verfahren – FED-STD und ALIS – an.

Grundlage für die Umsetzung eines der beiden ALE-Verfahren ist eine entsprechende Datenbank mit allen notwendigen Angaben über die Gegenstationen mit den zur Verfügung stehenden Frequenzen und sonstigen Kontroll- und Steuerinformationen. War man bisher bei der Eingabe der Daten auf die Bedienkonsole des Funkgeräts beschränkt, so kann dies nun mit Hilfe der Software COM2000 komfortabel über einen PC erfolgen. Die selbsterklärenden Eingabemenüs der COM2000 und die detaillierte Hilfefunktion erlauben auch dem weniger erfahrenen Benutzer eine problemlose Erstellung der ALE-Datenbank (BILD 1). Diese Datenbank kann als Datei gespeichert oder

auf den Funkprozessor des Transceivers geladen werden. Die Datenbank liegt in einem normgerechten Format vor, so daß sogar rechnergesteuerte Änderungen beispielsweise am Frequenzpool denkbar sind. Mit Hilfe der COM2000 läßt sich eine Datenbank erstellen, die verteilt an die anderen Stationen, einen einheitlichen, sicheren Betrieb gewährleistet. Abhängig vom eingesetzten ALE-Verfahren sind entsprechende Datenbanken und speziell angepaßte Steuerprogramme des COM2000-Programmpakets erhältlich.

Für den Datenaustausch mit einer Gegenstation wird außer der Funkausrüstung nur ein PC mit einem Terminal-Programm gebraucht. COM2000 bietet ein entsprechendes Programm, mit dessen übersichtlicher Bedienoberfläche zuverlässig ASCII- und sonstige binäre Dateien über die XK2000-Kurzwellen-Transceiver gesendet und empfangen werden können. Insbesondere unterstützt es die Übertragung von Fax-Dateien mit der Ein- und Ausgabe über ein angeschlossenes Fax-Gerät. Über Dialog-Fenster ist ferner die direkte, textgebundene Kommunikation mit der Gegenstation möglich. Der auf der Tastatur eingegebene Text wird im oberen Fenster angezeigt und nach Betätigung der Eingabetaste an die Gegenstation gesendet. Der von der Gegenstation empfangene Text erscheint im unteren Fenster (BILD 2).

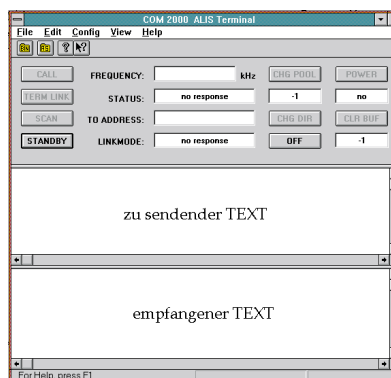


BILD 2 Terminal-Programm zum Datenaustausch und Dialog mit der Gegenstation.

Vor der Übertragung werden die zu sendenden Meldungen und Dateien komprimiert und beim Empfänger später automatisch dekomprimiert. Dadurch reduziert sich die Übertragungszeit, und der Datendurchsatz wird erhöht. Zusätzliche Sicherungsprotokolle gewährleisten eine fehler- und verlustfreie Datenübertragung. Darüber hinaus stellt der Einsatz des Z-Modem-Protokolls sicher, daß nach Unterbrechung der Übertragung an der unterbrochenen Stelle wieder aufgesetzt wird und bereits erfolgreich übertragene Anteile nicht noch einmal gesendet werden müssen.

Das Software-Paket COM2000 ist speziell auf die Transceiver-Familie XK2000 abgestimmt und ein hilfreiches

Tool für den Datentransfer via Kurzwellen. Es unterstützt ideal den ALE-Betrieb und ist für den Datenaustausch einzelner Stationen konzipiert. Trotz all dieser Fähigkeiten sollte COM2000 den Betrieb größerer Netze mit einem erhöhten Datenaufkommen seinem größeren Bruder, dem PostMan [7], überlassen.

Thomas A. Kneidel

#### LITERATUR

- [1] Helmke, B.; Wachter, G.: HF-Sender/Empfänger XK2100 – Kurzwellen digital, die zukunftsichere Weitverbindung. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 4–7.
- [2] Träger, R.: HF-Sender/Empfänger XK2500 und XK2900 – Die neuen Mitglieder der HF-Funkgerätefamilie XK2000. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 153, S. 12–13.

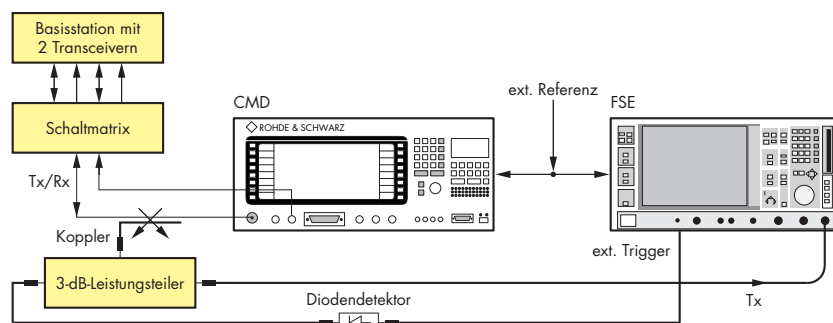
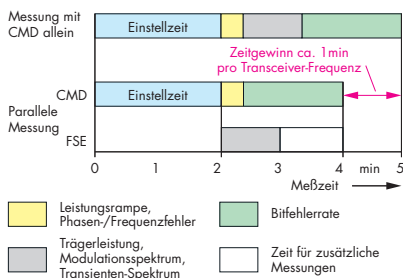
- [3] Waibel, H.; Maurer P.: PropWiz, ein Windows-Programm zur Prognose von Kurzwellen-Funkverbindungen. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 152, S. 46–47.
- [4] Kneidel, T.; Waibel, H.: Prognose von Kurzwellen-Verbindungen mit neuer PropWiz-Software noch komfortabler. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 156, S. 28.
- [5] Wicker, G.; Schippan, E.: Internationaler Standard ALE für HF-Transceiver XK2000 zum automatischen Verbindungsaufbau. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 155, S. 19–21.
- [6] Greiner, G.: Zuverlässiger Kurzwellenfunk durch ALIS. Neues von Rohde & Schwarz (1987) Nr. 116, S. 47–50.
- [7] Kneidel, T.: Wenn der PostMan im Internet klingelt. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 153, S. 28–29.

Näheres unter Kennziffer 158/15

## Meßzeitreduktion bei Tests von GSM-Basisstationen

Bei Tests von GSM900/1800/1900-Basisstationen in der Produktion ist neben der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse die Meßgeschwindigkeit enorm wichtig. Für ein Transceiver-Modul einer Basisstation sind folgende Sendermessungen vorgeschrieben: Phasen-/Frequenzfehler, Trägerleistung, Leistungsrampe, Transienten-Spektrum und Modulationsspektrum. Am Empfänger muß die Bitfehlerrate ermittelt werden.

Die Messungen müssen jeweils auf verschiedenen Kanalfrequenzen (in der Regel drei) durchgeführt werden. Im **Digital Radiocommunication Tester CMD** laufen diese Messungen sequentiell ab, und er braucht dafür einschließlich der Einstellzeit der Basisstation rund 5 min pro Meßfrequenz. Setzt man zusätzlich den **Spectrum Analyzer FSE mit GSM-Applikations-Firmware FSE-K11** ein, so kann man durch Parallelisieren des Meßablaufs die Gesamtmeßzeit einer Basisstation nennenswert



verkürzen. Vor Meßbeginn wird der CMD zur Konfiguration der Basisstation verwendet. Anschließend führt er die zeitintensiven Bitfehlerratenmessungen durch. Damit ein reproduzierbares Ergebnis zustande kommt, müssen aufgrund der statistischen Verteilung der Bitfehler ausreichend viele Frames bewertet werden. Geht man von 3000 Frames aus, womit eine ausreichend geringe Schwankung erzielt wird, so beträgt die Meßzeit des CMD dafür etwa 1 min, bei zwei Empfängereingängen (Normal und Diversity) also rund 2 min. Der FSE kann während dieser Zeit die Sendermessungen Trägerleistung, Transienten-Spektrum und Modulationsspektrum erledigen.

Durch Optimierung der Meßabläufe mit Hilfe der Software FSE-K11 wird eine Meßzeit von 64 s bei den FSE-Messungen erreicht, die nur geringfügig

länger ist als die Meßzeit des CMD hierfür; sie geht aber nicht in die Gesamtmeßzeit ein. Im restlichen zur Verfügung stehenden Zeitfenster können deshalb auch noch zusätzliche Messungen – z. B. teilweise Messung der Nebenwellenausendungen oder des Modulationsspektrums im Sendefrequenzband – ausgeführt werden. Die Prüftiefe wird damit ohne Verlängerung der Gesamtmeßzeit verbessert. Dank der hohen Empfindlichkeit des FSE ist die Messung der Nebenwellenausendung bzw. des Modulationsspektrums im Sendefrequenzband ohne Zusatzgeräte (wie Bandsperren) entsprechend den GSM11.20/11.21-Grenzwerten möglich.

Roland Minihold

Näheres unter Kennziffer 158/16 (CMD), 158/17 (FSE + FSE-K11)

# Der korrekte Umgang mit Größen, Einheiten und Gleichungen (II)

## Größen

Physikalische Phänomene werden qualitativ und quantitativ durch physikalische Größen beschrieben. Jeder spezielle Wert einer Größe kann als Produkt aus Zahlenwert und Einheit dargestellt werden. Wenn sich die Einheit ändert (z. B. durch den Gebrauch einer Einheit mit Vorsatzzeichen) ändert sich auch der Zahlenwert. Das Produkt aus Zahlenwert und Einheit bleibt dabei konstant, es ist invariant gegenüber einem Wechsel der Einheit. Beispiel: Bei den Angaben  $U = 0,1 \text{ V}$  und  $U = 100 \text{ mV}$  handelt es sich um denselben Größenwert.

Formelzeichen für physikalische Größen sind in DIN 1304 und weiteren Normen festgelegt. Formelzeichen sollen aus nur einem Buchstaben bestehen, weil bei Benutzung mehrerer Buchstaben die Gefahr besteht, daß das Zeichen in Gleichungen als Produkt mehrerer Größen mißdeutet wird. Aus demselben Grund sollen als Formelzeichen von Größen auch keine aus mehreren Buchstaben bestehenden Abkürzungen von Namen verwendet werden. Soll eine bestimmte Bedeutung eines Formel-

zeichens gekennzeichnet werden, so kann das allgemeine Formelzeichen Buchstaben oder Zahlen als Indizes erhalten.

Größen gleicher Art werden in der gleichen Einheit angegeben. Sie werden entweder durch unterschiedliche Formelzeichen oder durch Formelzeichen mit Index unterschieden. Einige Beispiele für Größen gleicher Art sind in TABELLE 5 aufgeführt.

## Gleichungen

Die Begriffe Größengleichung, zugeschnittene Größengleichung, Zahlenwertgleichung sowie die Beziehung Größenwert = Zahlenwert mal Einheit aus den Jahren 1922 bis 1933 zurück. Die Diskussionen über diese Thematik führten zu der Erstausgabe der Norm DIN 1313 (1931): Schreibweise physikalischer Gleichungen.

**Größengleichungen** (DIN 1313) sind Gleichungen, in denen die Formelzeichen physikalische Größen oder mathematische Zeichen (Zahlen, Variable, Funktionen, Operatoren) bedeuten. Größengleichungen sind von der Wahl

der Einheiten unabhängig. Bei der Auswertung von Größengleichungen sind für die Formelzeichen der Größen die Produkte aus Zahlenwert und Einheit einzusetzen. Zahlenwerte und Einheiten werden in Größengleichungen als selbständige Faktoren behandelt. Beispiel: Die Gleichung

$$U = R \cdot I$$

liefert immer dasselbe Ergebnis, unabhängig davon, in welchen Einheiten man den Widerstand  $R$  und den Strom  $I$  einsetzt, falls man stets für  $R$  und  $I$  die zugehörigen Produkte aus Zahlenwert und Einheit setzt.

**Zugeschnittene Größengleichungen** (DIN 1313) sind Größengleichungen, in denen jede Größe durch eine zugehörige Einheit dividiert erscheint. Beispiel:

$$U/\text{kV} = 10^{-3} \cdot (R/\Omega) \cdot (I/\text{A})$$

Die Klammern können fortgelassen werden, wenn die Zuordnung von Größen und Einheiten ohne Klammern genügend ersichtlich ist, zum Beispiel hier auf der linken Seite der Gleichung oder bei Verwendung waagerechter Bruchstriche.

$$\frac{U}{\text{kV}} = 10^{-3} \frac{R}{\Omega} \frac{I}{\text{A}}$$

Die zugeschnittene Größengleichung hat den Vorzug, daß die Quotienten aus Größe und Einheit unmittelbar die Zahlenwerte bei den angegebenen Einheiten darstellen. Die Gleichungen bleiben aber auch richtig, wenn man für die Größen die Produkte aus Zahlenwert und Einheit in anderen Einheiten einsetzt, nur ergeben sich dann zusätzliche Umrechnungen der Einheiten. Die zugeschnittene Größengleichung eignet sich in erster Linie zur Darstellung von Ergebnissen.

Größe		SI-Einheit	
Name	Formelzeichen	Name	Zeichen
Länge	$l$	Meter	m
Breite	$b$	Meter	m
Höhe	$h$	Meter	m
Frequenz	$f$	Hertz	Hz
Resonanzfrequenz	$f_r, f_{rsn}$	Hertz	Hz
Bandbreite	$B, f_B$	Hertz	Hz
elektrische Spannung	$U$	Volt	V
Effektivwert der Spannung	$U_{\text{eff}}$	Volt	V
Leistung	$P$	Watt	W
Signalleistung	$P_s$	Watt	W
Rauschleistung	$P_n$	Watt	W
Wirkleistung	$P, P_p$	Watt	W
Blindleistung	$Q, P_q$	Watt	W (auch Var)
Scheinleistung	$S, P_s$	Watt	W (auch VA)

TABELLE 5 Beispiele für Größen gleicher Art

**Zahlenwertgleichungen** sollten nicht mehr verwendet werden, sie gelten seit mehr als 60 Jahren als veraltet. Sie müssen nach DIN 1313 als Zahlenwertgleichungen besonders gekennzeichnet werden, für alle Größen müssen die Einheiten angegeben werden.

Den einschlägigen Normen widerspricht es, in Gleichungen den Größensymbolen die Einheiten in rechteckigen Klammern anzufügen. Leider ist diese Unsitte weit verbreitet, man findet sie sogar in Manuskripten einiger Hochschullehrer. Negativbeispiel:

$$U [\text{kV}] = 10^{-3} \cdot R [\Omega] \cdot I [\text{A}]$$

☹ falsch

Diese Schreibweise soll nach DIN 1313 keinesfalls verwendet werden! Setzt man in dieser Gleichung die Größenwerte als Produkt von Zahlenwert und Einheit ein, so entsteht eine unsinnige Gleichung, weil die Einheiten jeweils zweimal als Faktor vorkommen. Wenn man nur den Zusammenhang zwischen den Zahlenwerten darstel-

len will, sollte man die Form der zugeschnittenen Größengleichung verwenden!

## Logarithmierte Größenverhältnisse, Dämpfungs- und Übertragungsmaß

Mit **-maß** wird ein logarithmiertes Verhältnis von Leistungs- oder Feldgrößen bezeichnet, das zur Kennzeichnung der Eigenschaften eines Objekts (Zweiters, z. B. Übertragungsglieds) dient [8]. Als Einheit wird das Dezibel (dB) verwendet.

**Definition für Feldgrößen** (z. B. für die komplexen Amplituden von Wechselspannungen):

Spannungsdämpfungsmaß

$$A_U = 20 \lg \left| \frac{U_1}{U_2} \right| \text{ dB}$$

Spannungsübertragungsmaß, Spannungsverstärkungsmaß

$$G_U = 20 \lg \left| \frac{U_2}{U_1} \right| \text{ dB}$$

**Definition für reelle Leistungsgrößen** (z. B. Wirkleistungen):

Leistungsverstärkungsmaß

$$G_P = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$$

Die Argumente des Logarithmus sind Größenverhältnisse der Dimension 1 (Zahlenwerte). Die Einheit dB hat ebenfalls die Dimension 1 und wird deshalb auch als „Pseudoeinheit“ bezeichnet. Sie ist keine SI-Einheit. Die Funktion „lg“ bezeichnet den Logarithmus zur Basis 10, „log“ steht für die allgemeine Logarithmusfunktion.

Wird fortgesetzt.

Dr. Klaus H. Blankenburg

LITERATUR

[8] DIN 5493-2: Logarithmische Größen und Einheiten, Logarithmierte Größenverhältnisse, Maße, Pegel in Neper und Dezibel (09/94)

Berichtigung: In Teil I dieses Repetitoriums ist in Tabelle 3 versehentlich das Formelzeichen für den magnetischen Fluß mit  $\theta$  angegeben; richtig muß es heißen  $\Phi$ .

## Digitale Technik für den Fernseh Rundfunk

von Paul Dambacher, verantwortlich für das strategische Marketing des Hauses Rohde & Schwarz auf dem Gebiet Rundfunk, Funkruf und Breitbandkommunikation. Das Buch ist Ende 1997 im Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York erschienen. ISBN 3-540-62681-6, 244 Seiten, 130 Bilder, erhältlich im Buchhandel in deutscher und englischer Sprache zum Preis von 98,- DM.

Das praxisorientierte Fachbuch befaßt sich im Schwerpunkt mit der Technik des digitalen terrestrischen Fernseh Rundfunks. Der Autor beschreibt die junge Entwicklungsgeschichte des digitalen terrestrischen Fernsehens, den Stand der Analogtechnik, die Grundlagen der Digitaltechnik sowie deren Spezifikationen. Die betriebs- und meßtechnische Umsetzung wird ausführlich behandelt, und technische Zukunftsszenarien werden diskutiert.

Das Buch umfaßt im einzelnen die folgenden zehn Kapitel:

- 1 Entwicklungsgeschichte der digitalen Übertragungstechnik im TV-Rundfunk
- 2 Stand der terrestrischen Versorgungstechnik

- 3 Grundlagen der digitalen Fernsehübertragungstechnik
- 4 Basisparameter der Spezifikation für die digitale terrestrische Übertragung
- 5 Programmzuführungen zu den digitalen terrestrischen Sendestationen
- 6 Technik terrestrischer DVB-Sender
- 7 Meßverfahren für den digitalen terrestrischen Fernsehsender
- 8 Synchronisation der DVB-Sender im Gleichwellennetz
- 9 Versorgungstechnik für digitale terrestrische Fernsehnetze
- 10 Ausblick

Ein ausführliches Literatur- und Quellenverzeichnis (dort sind auch viele Hinweise auf „Neues von Rohde & Schwarz“ zu finden) sowie ein Abkürzungs-, Formelzeichen- und Sachwortverzeichnis schließen das Buch ab. Es liefert somit eine umfassende Darstellung des aktuellen Themas „Digitaler Fernseh Rundfunk“ mit einem hohen Nutzen sowohl für den fachlichen Einsteiger als auch für den Medienexperten und Rundfunkprofi. Wgr

## Buchtip



# Signalgeneratoren SME03A und SMIQ03A – zwei Meilensteine auf dem Weg zu kürzeren Meßzeiten

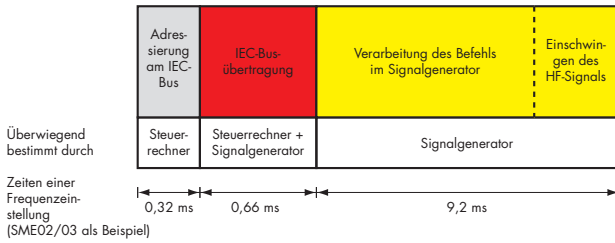


BILD 1  
Zeitabläufe bei Einstellung eines Signalgenerators über IEC-Bus.

Die Zeit für eine rechnergesteuerte Messung setzt sich im allgemeinen zusammen aus Einstellzeit der Signalquelle, Einschwingzeit des Meßobjekts, Meßzeit des Meßgeräts, Datenübertragungszeit und Programmlaufzeit im Steuerrechner. Eine Analyse dieser Anteile zeigt die Schwachstelle auf und bildet einen Ansatzpunkt für Verbesserungen.

Hier soll das Zeitverhalten von Signalgeneratoren bei Steuerung über den IEC-Bus genauer betrachtet werden. Dabei ergeben sich die in BILD 1 dargestellten Zeitabläufe. Bei Vergleichsmessungen an HF-Signalgeneratoren wurde als typische Anwendung die Zeitdauer für eine Trägerfrequenz- (mit und ohne eingeschaltete FM) und Pegel-Einstellung ermittelt. Die BILDER 2 und 3 zeigen die Ergebnisse.

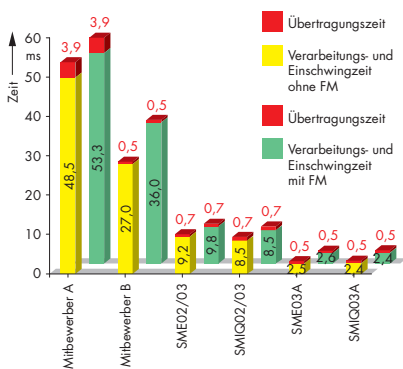


BILD 2 Gemessene Zeiten für eine Frequenzeinstellung.

Die Zeit für die **Adressierung am IEC-Bus** war bei allen getesteten Signalgeneratoren annähernd gleich, sie hängt fast nur vom Steuerrechner und dessen IEC-Bus-Schnittstelle ab.

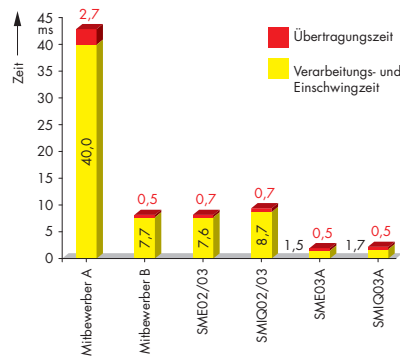


BILD 3 Gemessene Zeiten für eine PegelEinstellung (Änderung um 20 dB).

Die Zeit für die **Übertragung des Befehls über den IEC-Bus** ist bei den getesteten Geräten nur von untergeordneter Bedeutung. Versuche, diesen Anteil zu verkürzen, können deshalb nur einen bescheidenen Beitrag zu kürzeren Prüfzeiten liefern.

Den größten Anteil benötigen die **interne Verarbeitung** im Signalgenerator (Interpretieren des Befehls, Grenzwertprüfungen, Berechnung der Einstellung) und das **Einschwingen** des HF-Signals (beide Vorgänge in der Ergebnisdarstellung als ein Block präsentiert).

Die Messungen bestätigen die **führende Stellung der Signalgeneratoren SME und SMIQ** von Rohde & Schwarz [1; 2] in bezug auf kurze Einstellzeiten, was im wesentlichen auf die schnelle Synthese dieser Geräte zurückzuführen ist.

Die Entwicklung einer neuen Mikroprozessor-Baugruppe mit einem modernen 32-bit-RISC-Prozessor, mit der die **neuen Modelle SME03A und SMIQ03A** ausgestattet sind, ermöglichte eine weitere erhebliche Verkürzung der Einstellzeit, wie die Bilder 2 und 3 belegen. Der Geschwindigkeitsvorteil wirkt sich auf alle IEC-Befehle und auch auf den Sweep aus. Im übrigen sind die neuen Modelle voll kompatibel zu den bisherigen. Alle SME-Modelle und SMIQ02/03 können hochgerüstet werden.

Für Anwendungen, die nur eine begrenzte Anzahl unterschiedlicher Generator-Einstellungen benötigen, gibt es zwei interessante Betriebsarten für höchste Einstellgeschwindigkeit: den List Mode (in allen SME-Modellen und im SMIQ02/03/03A) und den neuen Fast Restore Mode (in SME03A und SMIQ03A), der über den IEC-Bus

	SME02/03	SMIQ02/03	SME03A	SMIQ03A
<b>List Mode</b>				
Einstellzeit für Frequenz und Pegel ab Triggersignal	480 µs	570 µs	410 µs	410 µs
<b>Fast Restore Mode</b>				
IEC-Bus-Übertragungszeit			40 µs	40 µs
Einstellzeit (Gesamteinstellung)			800 µs	600 µs

Einstellzeiten der Signalgeneratoren im List Mode und im Fast Restore Mode (Meßwerte)



einen wahlfreien Zugriff auf bis zu 1000 gespeicherte Einstellungen ermöglicht (Tabelle im blauen KASTEN). SME03A und SMIQ03A gelten heute als welt schnellste über IEC-Bus einstellbare HF-Signalgeneratoren.

Kurt Lainer

## LITERATUR

- [1] Lüttich, F.; Klier, J.: Signal Generator SME: Der Spezialist für die digitale Kommunikation. Neues von Rohde & Schwarz (1993) Nr. 141, S. 4-7.
- [2] Klier, J.: Signal Generator SMIQ – Digitale Modulation hoher Qualität bis 3,3 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 154, S. 4-6.

Näheres unter Kennziffer 158/18 (SME), 158/19 (SMIQ)

## Vierundzwanzig komplette Mobilfunk-Versorgungsmeßsysteme für China



BILD 1 Versorgungsmesssystem TS9955 mit Meßempfänger ESVB als Herzstück. Foto 43 125/2

Guangdong Mobile Communication Corporation (GMCC), der Netzbetreiber mit den derzeit meisten Mobilfunkteilnehmern pro Provinz in China, beauftragte Rohde & Schwarz mit der Lieferung von vierundzwanzig kompletten Versorgungsmesssystemen TS9955. Mit diesem Projekt stellt GMCC den zügigen Ausbau der Mobilfunknetze sicher. Die Versorgungsmesssysteme finden Verwendung im Netzaufbau, der Netzoptimierung und der Sicherstellung der Qualität in den GSM900/1800-, CDMA- und ETACS-Netzen (Extended Total Access Communications System). Den Ausschlag für die Entscheidung zugunsten von Rohde & Schwarz gaben die hohe Qualität, die Universalität der

Meßmöglichkeiten, das moderne Plattformkonzept und das modulare Konzept der Systemlösung.

Die gesamte Meßtechnik der Versorgungsmesssysteme ist in einem 19-Zoll-Rack untergebracht und in einem Kraftfahrzeug installiert (BILD 1 und 2). Die Systeme sind mit modernsten Meßempfängern ESVB zur hochgenauen und schnellen Erfassung der Feldstärke ausgestattet. Zusätzlich sind Interferenz- und Reflexionsmessungen im operativen GSM-Netz möglich. Die Signalisierungsparameter werden mit speziellen Test-Mobilstationen parallel zur Feldstärke erfaßt und zusammen mit Positionsdaten, die von einem Satellitennavigationssystem (GPS) ermittelt werden, in Echtzeit gespeichert. Gesteuert wird das System über eine flexible, einfach zu bedienende Software unter Windows 95. Zur Nachverarbeitung der Meßdaten steht eine leistungsstarke Auswerte-Software zur Verfügung.

Johann Maier

Näheres unter Kennziffer 158/20

BILD 2  
Versorgungsmesssystem TS9955, eingebaut in einem Meßfahrzeug (VW Sharan).  
Foto 43 125/1



# Rohde & Schwarz als Partner im Prüffeld der Mobilfunkproduktion

Mobilfunktelefone und schnurlose Telefone sind technisch anspruchsvolle Produkte, von denen der Anwender die zuverlässige und störungsfreie Funktion entsprechend den genormten Standards wie GSM, CDMA, TETRA oder DECT erwartet. Um dies zu gewährleisten, muß der Hersteller bei der Produktion dieser Geräte umfangreiche Tests durchführen. Im allgemeinen lau-

verlangt möglichst kurze Testzeiten bei minimalem Testaufwand. Das Ziel liegt darin, Produktionsfehler – bedingt durch falsche Bestückung der Baugruppe, Lötfehler oder fehlerhafte Bauelemente – zu lokalisieren. Die jeweiligen Fehler sollen so früh wie möglich, also am Ende jedes Produktionsschritts, erkannt und beseitigt werden, damit der Reparaturaufwand gering bleibt.

Beim **Endtest** gilt es zu messen:

HF-Stufe	AGC-Abgleich für die Leistungsstufen
GSM-Signalisierung	Location Update, Verbindungsauf- und -abbau, Kontrollkanal (z. B. RxLev und RxQual)
Audioteil	Frequenzgang
Display	optische Eigenschaften der Displaymatrix
Tastatur	mechanische Funktionen



BILD 1 Prozessschritte bei der Fertigung von Mobiltelefonen.

fen folgende Produktionsschritte bei der Mobilfunkgeräte-Fertigung ab (BILD 1): Bestücken und Löten der Baugruppen, Test der Baugruppe auf Leiterplattebene, Montage des Gehäuses, Endtest des Gerätes. Die Teststrategie bei der Serienfertigung von Mobilfunktelefonen

Bei einem GSM-Mobilfunktelefon müssen beim **HF-Funktionstest und HF-Abgleich** typischerweise folgende Meßgrößen an den einzelnen Baugruppen ermittelt werden:

- |                  |   |
|------------------|---|
| Oszillatoren     | Frequenz und Phase  |
| VCO-Schaltung    | Spannung  |
| AFC-Stufe        | Frequenz  |
| HF-Sendestufe    | HF-Leistung, Power Time Template, Frequenz- und Phasenfehler, Nachbarkanalstörungen |
| HF-Empfangsstufe | Bitfehlerrate   |

BILD 2 Digital Radiocommunication Tester der CMD-Reihe sind prädestiniert für den Einsatz in der Mobiltelefon-Herstellung beliebiger Standards. Foto 42 944/1



Darüber hinaus müssen in der Regel noch designspezifische Eigenschaften geprüft werden. Bei schnurlosen Telefonen kommen außerdem noch Prüfungen der drahtgebundenen Telekommunikations-Schnittstellen hinzu.

Für alle genannten Tests hat Rohde & Schwarz als Marktführer von digitalen Mobilfunk-Meßplätzen Lösungen für alle gängigen Mobilfunkstandards im Programm (BILD 2). Auch werden komplette Systemlösungen für die Produktion von Mobilfunkgeräten und schnurlosen Telefonen offeriert. Dieses Angebot reicht von der Transportlinie mit Adapterstationen zur Kontaktierung der Baugruppen über die Testsystem-Hardware bis zur speziellen Software zur Ausführung der geforderten Tests. In diesem Zusammenhang übernimmt Rohde & Schwarz die Verantwortung für das Gesamtsystem; dazu zählen: Erstellung eines Prüfkonzepts gemeinsam mit dem Kunden, Lieferung der Testsystem-Hardware, Lieferung der Software mit Standard-Testcases und kundenspezifischen Testcases, System-Engineering vor Ort, Adaption an das Transportsystem, Service, Fernwartung und Kalibrierung. Selbstverständlich wird für solche Systeme auch weltweiter Support bereitgestellt.

Erwin Böhrer

Näheres unter Kennziffer 158/21

# 200-A-Vierleiter-V-Netznachbildung ENV4200 für Störspannungsmessungen bei hoher Stromaufnahme

Mit der 200-A-Vierleiter-V-Netznachbildung ENV 4200 erweitert Rohde & Schwarz sein Angebot an V-Netznachbildungen für die Funkstörspannungsmessung auf Netzleitungen hin zu sehr hohen Strömen (BILD). Die verbreitete 25-A-Vierleiter-V-Netznachbildung ESH2-Z5 für den Frequenzbereich 9 kHz bis 30 MHz [1] erfährt damit ihre Ergänzung für Störspannungsmessungen an Stromfressern aller Art. Darüber hinaus bleiben die kleinen V-Netznachbildungen ESH3-Z5 (Zweileiter, 16 A, 9 kHz bis 30 MHz) und ESH3-Z6 (Einleiter, 150 A, 0,1 bis 200 MHz) weiterhin im Geschäft [2].

Die Netznachbildung ENV4200 erfüllt die Festlegungen der CISPR 16-1, der VDE 0876 und der ANSI C 63.4 für V-Netznachbildungen mit der Nachbildimpedanz  $50 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$  im Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz. Sie ist mit eisenlosen Induktivitäten aufgebaut und enthält eine Handnachbildung.

Zur Erläuterung: CISPR 16-1 sieht zwei Typen von V-Netznachbildungen für den Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz vor: mit der Nachbildimpedanz  $50 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$  (Typ 1) und mit der Nachbildimpedanz  $(50 \mu\text{H} + 5 \Omega) \parallel 50 \Omega$  (Typ 2). Letzterer eignet sich auch für den Frequenzbereich 9 bis 150 kHz, nicht aber für sehr hohe Ströme, weil er eine Entkopplungsdrossel von 250  $\mu\text{H}$  erfordert. Die Netznachbildung ENV4200 entspricht dem Typ 1, während die Netznachbildungen ESH2-Z5 und ESH3-Z5 dem Typ 2 entsprechen. Der Maximalstrom der Netznachbildung wird einerseits prinzipiell begrenzt durch den Spannungsabfall an den genormten Induktivitäten (CISPR 16-1 limitiert den Spannungsabfall auf 5% der Netzspannung) und andererseits durch die unvermeidliche Verlustwärme.

Der maximale Dauerstrom auf allen vier Anschlüssen der ENV4200 beträgt bei



V-Netznachbildung ENV4200 zur Messung von Funkstörspannungen auf Netzanschlüssen mit sehr hoher Stromaufnahme. Foto 42 884

ausgeschalteten Lüftern 100 A und bei eingeschalteten Lüftern 200 A. Bei Verwendung der Zusatzstromversorgung und Überschreitung der Temperaturgrenze wird der Lüfter automatisch eingeschaltet.

Die **wichtigsten Daten** der Netznachbildung ENV4200 in Kürze:

- Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz,
- V-Netznachbildung nach CISPR, EN, VDE, ANSI,
- Nachbildimpedanz  $50 \mu\text{H} \parallel 50 \Omega$ ,
- eingebaute Handnachbildung,
- Dauerstrom bis  $4 \times 200 \text{ A}$ ,
- Gleichstromwiderstand je Pfad 6,7 m $\Omega$ ,
- Netzfrequenzbereich 0 bis 63 Hz,
- maximal zulässige Netzspannung 260 V (Sternspannung; entspricht 450 V Dreiecksspannung im Dreiphasensystem),
- eisenloser Aufbau,
- eingebaute Impulsbegrenzung,
- fernsteuerbar mit TTL-Pegeln (kompatibel zu Rohde & Schwarz-Empfängern),
- kalibriert nach CISPR (Entwurf) und ANSI C63.4.

Zum Anschluß der Netznachbildung an das Versorgungsnetz und zum

Anschluß des Prüflings verfügt die ENV4200 über berührungssichere Schraubanschlüsse zur Aufnahme von Kabelklemmen für ausreichende Strombelastbarkeit.

Die Phasenwahl der Netznachbildung erfolgt im Handbetrieb über einen Phasenwahlschalter an der Frontplatte und im automatischen Betrieb über TTL-Steuereingänge, die kompatibel zu den modernen Rohde & Schwarz-Meßempfängern sind. Mit Meßempfängern der Typen ESXS (ESHS, ESS, ESPC und ESCS) [3] können als Steuerkabel marktgängige Standard-Verbindungskabel (1:1 verdrahtet) mit 25poligen Cannon-Steckern verwendet werden. Spezielle Steuerkabel werden für Meßempfänger der Typen ESXI (ESAI, ESBI und ESMI) angeboten.

Manfred Stecher

## LITERATUR

- [1] Brogl, P.: Netznachbildung ESH2-Z5 für Störspannungsmessungen. Neues von Rohde & Schwarz (1981) Nr. 92, S. 30–31.
- [2] Stecher, M.: Netznachbildungen in der Störmeßtechnik. Neues von Rohde & Schwarz (1987) Nr. 117, S. 15–19.
- [3] Janssen, V.; Weidner, K.-H.: EMI-Meßempfänger von 5 Hz bis 26,5 GHz – Das Konzept der Spezialisten hat sich bewährt. Neues von Rohde & Schwarz (1997) Nr. 156, S. 10–12.

Näheres unter Kennziffer 158/22

# BW2000, die neue Gehäusebauweise



BILD 1 Die Gehäusebauweise 2000 (BW2000) ist eine Lösung mit System: Mit nur einigen wenigen Grundelementen läßt sich eine Vielfalt an Gehäusen realisieren. Foto 42 980/3

Rohde & Schwarz steht für elektronische Präzision, aber auch für mechanische Perfektion. Dahinter verbirgt sich die Verpflichtung, Qualität und Wert im Produkt zu vereinen. Von diesem Leitgedanken geprägt, entstand jetzt die fünfte Gehäusegeneration: die BW2000. Sie erfüllt alle Kriterien, die an ein ausgereiftes Electronic Packaging gestellt werden und wird damit dem breiten Einsatzspektrum der Rohde & Schwarz-Meß- und -Nachrichtengeräte über das Jahr 2000 hinaus gerecht.

Die BW2000 ist ein standardisiertes Gehäusesystem und findet universelle



BILD 2 Die schwenkbare Tastatur ist nur ein Beispiel für das große Angebot an Zubehör und Sonderausstattung der BW2000. Foto 42 980/1

Anwendung für Tischgeräte, für den mobilen Einsatz und für den Einbau in 19-Zoll-Gestelle entsprechend der Norm DIN 41494. Mit einer geringen Anzahl von Grundelementen läßt sich eine breite Palette an Gehäusen in den Größen von einer bis fünf Höheneinheiten in verschiedenen Breiten und Tiefen realisieren (BILD 1).

Das neue System ist mehr als nur Verpackung. Außer auf eine solide Stabilität und einen umfangreichen Schutz gegen kritische mechanische Einflüsse haben die Designer sehr viel Wert auf die Klimatisierung der gerätespezifischen Baugruppen und die Abschirmung gegen elektromagnetische Störfelder gelegt. Mit Rücksicht auf ein geringes Gewicht werden als Grundwerkstoffe für die Gehäuse ausschließlich Aluminium und Kunststoff verwendet. Das montagefreundliche Aufbaukonzept ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit der Konstruktion mit den Spezialisten aus Vor- und Endfertigung.

Bei der Entwicklung der BW2000 haben die Ingenieure ihre Einstellung und Verantwortung gegenüber Umwelt und Ressourcen unter Beweis gestellt. So wurden systematisch alle aktuellen umwelt- und recyclinggerechten Produktgestaltungs-kriterien berücksichtigt – dies bescheinigt auch ein Zertifikat eines namhaften Entsorgungsfachbetriebs.

Ein reichhaltiges Angebot an Zubehör und Sonderausstattung vergrößert die Vielfalt der BW2000 noch weiter. Neben den für den Einbau in Gestelle notwendigen 19-Zoll-Adaptoren können die Gehäuse mit schwenkbare Tastatur (BILD 2), zusätzlichen seitlichen Tragegriffen und Tragegurt ausgestattet werden. Tragebügel und robuste Gehäuse-Stoßschutzteile runden das Programm ab. Auch stehen gerätespezifische Transportkoffer und Tragetaschen zur Verfügung.

Harmonie zwischen Technik und Design war das Ziel bei der Gestaltung der BW2000. Basis waren vornehmlich die Gestaltungsregel „Form follows function“ und Ergonomie. Die BW2000 besticht in ihrem unverwechselbaren Erscheinungsbild durch schnörkelloses, markantes Design mit technischer Ausstrahlung. Das Zusammenspiel von harten Kanten und weich fließenden Formen vermittelt sowohl technische Präzision als auch Dynamik. Helle freundliche RAL-Farben in der Hausradition Graublau unterstützen die Rohde & Schwarz-Corporate-Identity. Zusammen mit einem neuen Frontplatten-Design entstand eine Gehäusegeneration, die über viele Jahre alle Rohde & Schwarz-Neuentwicklungen in Form halten wird.

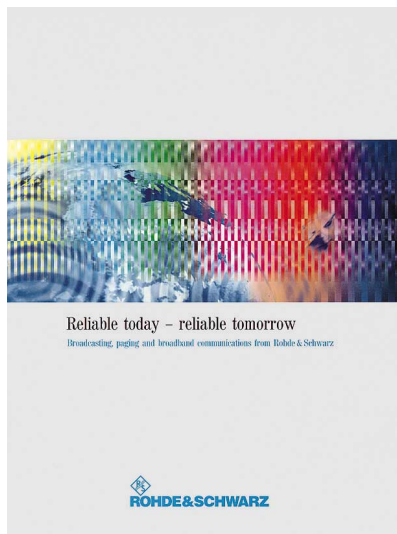
Bleibt noch zu erwähnen, daß die BW2000 bereits vom Industrie Forum Design Hannover mit dem begehrten „iF Product Design Award 1998“ und dem „iF Ecology Design Award 1998“ ausgezeichnet wurde. Das iF-Siegel für exzellentes Design ist eine weltweit anerkannte Auszeichnung für industriell gefertigte Serienprodukte. Für den Verbraucher ist es ein sicheres Zeichen für überdurchschnittliche Produktqualität.

Hans-Dieter König; Helmut Hingraier



**Heute so zuverlässig wie morgen** Für Rundfunk-, Funkruf- und Breitbandtechnik – egal, ob analog, digital, terrestrisch, im Kabel oder via Satellit – ist Rohde & Schwarz ein Partner, der Betriebs- und Meßtechnik von der Einzelkomponente bis zum kompletten Funknetz aus einer Hand bietet.

Info PD 757.3663.11 Kennziffer 158/23



**Qualitätsdatenmanagementsystem QUOTIS** ermöglicht das Auswerten von Prüfdaten und damit lernfähige Reparaturunterstützung und papierlose Reparatur; technische Daten auf Einlegeblatt.

Info PD 757.3757.11,  
Datenblatt PD 757.3763.11 Kennziffer 158/27

**QAM-Modulator/-Transmitter CT100QT** (47 bis 862 MHz) moduliert ZF-Träger mit MPEG2-codierten Datenströmen (16- bis 256-QAM, umschaltbar) und setzt sie auf eine feste HF um; ASI- und LVDS-Schnittstelle, Filterbaugruppe (HF-Bereich) optional.

Datenblatt PD 757.3786.11 Kennziffer 158/28

**Systemservice für Meß- und Nachrichtentechnik** Für höchste Verfügbarkeit von Geräten und Systemen sorgt **R & S Werk Köln** und ist auf Service-wünsche perfekt vorbereitet.

Info PD 757.3570.11 Kennziffer 158/29

**Don't let your DECTective story remain a mystery.** Für eine bestmögliche Lösung von Problemen bei der Kommunikation mit DECT-Einrichtungen ist Rohde & Schwarz mit Meßeinrichtungen, Service und Support die naheliegende Wahl.

Info PD 757.3986.21 Kennziffer 158/30

## Neue Applikationsschriften

Level Error Calculation for Spectrum Analyzers  
Appl. 1EF36\_OE Kennziffer 158/31

GSM Mobile Tests unter Fading-Bedingungen  
Appl. 1MA02\_OD Kennziffer 158/10

BER-Messungen an DECT-Empfängern unter Fading-Bedingungen  
Appl. 1MA03\_OD Kennziffer 158/11

BER-Messungen an GSM-Empfängern unter Fading-Bedingungen  
Appl. 1MA04\_OD Kennziffer 158/12

Messung des Modulationsspektrums an GSM/DCS/PCS-Mobiles nach GSM 11.10-1  
Appl. 1MA01\_OD Kennziffer 158/32

Synchronisation der Datenrate des TV-Meßsenders SFQ mit einem externen Takt  
Appl. 7MGAN16D Kennziffer 158/33

**PostMan delivers e-mail messages to places the milkman would never go!** Das Poster zur Message Handling Software als drahtlose Brücke zu internationalen Netzen.

Poster PD 757.3670.21 Kennziffer 158/34

Schz



## Vektorielle Netzwerkanalysatoren-Familie ZVR

Das überarbeitete Datenblatt enthält die neuen Analysatoren für bidirektionale Messungen **ZVC** und **ZVCE** (20 kHz bis 8 GHz), die in den Eigenschaften weitgehend ZVR bzw. ZVRE entsprechen, sowie die geänderten Bestellnummern der ZVR-Modelle einschließlich der getrennten Varianten für Aktiv- und Passiv-Testset-Ausführungen von ZVR und ZVRE; neue Optionen: Virtual Embedding Network für ZVR und ZVC (mit Rechnerfunktion) und zwei Viertor-Adapter-Modelle.

Datenblatt PD 757.1802.13 Kennziffer 158/01

**Portabler Industrierechner PSP** Erweiterter Arbeits-/Massenspeicher (16 MByte/≤1 GByte); neu: Option PSP-B2 Speichererweiterung 16 MByte.

Datenblatt PD 757.2515.12 Kennziffer 158/24

**Applikations-Firmware FSE-K10 und FSE-K11** ermöglichen auf Knopfdruck komplizierte standardkonforme GSM-Messungen an Mobiltelefonen bzw. Basisstationen.

Datenblatt PD 757.3592.11 Kennziffer 158/25

**EMI Package EMI-LINE** (150 kHz bis 1 GHz) Die Komplettlösung für EMV-Precompliance-Messungen besteht aus EMI-Meßempfänger ESPC, geschirmter TEM-Leitung S-LINE 700, Software ESPC-K1 und Verkabelung; separates US-Modell.

Datenblatt PD 757.3834.21 Kennziffer 158/26

PostMan delivers e-mail messages to places the milkman would never go!

Wireless TCP/IP – the radio link to Internet

Rohde & Schwarz PostMan Message Handling System software opens the way for the radio medium into international communication networks. Through the adaptation of the TCP/IP protocol to a radio interface the last gaps in the worldwide computer net have been plugged. PostMan enables unrestricted, two-way data transfer between wireline and wireless networks. LANs which up to now operated in isolation can now be integrated into existing networks, wherever they are!

**ROHDE & SCHWARZ**



Foto: Müller



## EMV-Symposium in Indien

Organisiert von der Gesellschaft der EMV-Ingenieure Indiens fand Anfang Dezember 1997 in Hyderabad ein EMV-Symposium statt. Eröffnet wurde die INCEMIC '97 mit einem auf Sanskrit vom Sänger A. R. Sharma vorgetragenen Lied, dessen Inhalt den europäischen Teilnehmern allerdings verschlossen blieb. Anschließend wies Dr. Abdul Kalam, Staatssekretär und wissenschaftlicher Berater des Verteidigungsministers, auf die steigende Bedeutung der elektromagnetischen Verträglichkeit besonders im militärischen Bereich hin.

In den folgenden drei Tagen wurde dann das Thema EMV vor 230 Teilnehmern unter den verschiedensten Aspekten behandelt. Zwei Beiträge kamen von Rohde & Schwarz aus München: Dr. Klaus-Dieter Göpel referierte über die von ihm erfundene EMV-Meßzelle S-Line, die Störfestigkeits- und Störaussendungsmessungen wesentlich vereinfacht. Dipl.-Ing. Karl-Otto Müller erläuterte die Anwendung der Europäischen EMV-Direktive und deren staatliche Durchsetzung. Besonders erfreulich für Rohde & Schwarz war, daß der Beitrag von Dr. Göpel von einer zwölfköpfigen Jury als bester von insgesamt 95 Vorträgen ausgewählt und ihm dafür der „Best Paper Award“ verliehen wurde (BILD).

Auf der angeschlossenen kleinen Ausstellung war Rohde & Schwarz India mit einem günstig platzierten Stand präsent, dem einzigen von elf Ausstellern, auf dem nicht nur Prospekte verteilt, sondern auch moderne EMV-Meßgeräte demonstriert wurden. Die Tatsache, daß Rohde & Schwarz als Sponsor bei der INCEMIC '97 auftrat und am zweiten Tag der Veranstaltung alle Teilnehmer zu einem landesüblichen Mittagessen einlud, rundete das Bild der Münchener Firma positiv ab. AS

## R&S europäischer Service-Partner für amerikanische Firma Netro

Rohde & Schwarz Werk Köln und Netro Corporation, Santa Clara, Kalifornien/USA, haben im Januar 1998 ein Abkommen über eine Kooperation unterzeichnet. Netro Corporation entwickelt, produziert und vertreibt Richtfunk-Equipment. Mit den bestehenden Produktlinien können sowohl Point-to-Point-Verbindungen als auch Point-to-Multipoint-Datenübertragungen in ATM-Technik (Asynchronous Transfer Mode) realisiert werden. Dies ist die fortschrittlichste Methode, um eine bandbreitenintensive Datenübertragung über ein Netz zu vollziehen. Die Datenübertragung mit Hochgeschwindigkeit dient beispielsweise den neuen Netzbetreibern, die Anwendungen in Stadtnetzen unterstützen und normgerechte Endbenutzerschnittstellen für lokalen Netzzugang oder Direktanschluß bis hin zum Kunden bieten.

Rohde & Schwarz Werk Köln ist eines der größten Service-Zentren für elektronische Meß- und Nachrichtentechnik in Europa. Die Leistungspalette umfaßt Wartung und Instandsetzung, Schulung und Ausbildung, Systemintegration und -adaption sowie Dienstleistungen für Projekte der Informations- und Kommunikationstechnik. Der Vertrag mit der Firma Netro beinhaltet Projektmanagement für Richtfunkanlagen, Installation und technische Unterstützung vor Ort, technische Dokumentation, Training, Garantieleistungen und Reparaturen. PJ

## Expo Comm China South '97

Asiens führende Messe im Bereich der Telekommunikation und Computertechnik fand Anfang Dezember



Foto: Janssen

letzten Jahres im Guangzhou China Foreign Trade Center statt. Die Messe ist in Deutschland mit der CeBIT vergleichbar. Bis zu zehntausend Besucher pro Tag informierten sich ausführlich über Neuheiten der Branche, die vor allem im Bereich der mobilen Kommunikation angeboten wurden. Mobiltelefone in allen Größen, Formen und Farben wurden per Animations- und Performance-Shows offeriert. Schriftübertragende und -erkennende Computer-Software, Internetzugänge, Erstellung von Homepages und Videokonferenzsysteme standen im Mittelpunkt. Internationale Post- und Telekommunikationsgesellschaften – allen voran China Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, NorTel und Telital – warben um die Gunst der Besucher, daneben natürlich auch namhafte Hersteller wie Ericsson, Nokia, Motorola, Alcatel, Qualcomm und Lucent.

Aus Deutschland waren neben der Telekom auch Siemens, Wandel & Goltermann sowie Rohde & Schwarz präsent. Auf dem Rohde & Schwarz-Informationsstand konnten Li Xunsheng, Liu Albert und Xue Sydney von R&S China (im BILD von links nach rechts) zahlreiche Gäste begrüßen. Der Boom der Kommunikations-Industrie ist ungebrochen, der Markt in China scheint unerschöpflich. V. Janssen

## Rohde & Schwarz-Fakultätspreis in Jena

Ihre wissenschaftliche Ausbildung schlossen die beiden Gründer von Rohde & Schwarz 1932 nach ihrem Studium an der Physikalisch-Astronomischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität mit der Promotion zum Dr. rer. nat. ab. Diese Fakultät verlieh Dr. Hermann Schwarz

dann 1992 die Ehrendoktorwürde, eine Ehre, die Dr. Lothar Rohde nicht mehr erreichen konnte. Diese enge Verbindung zur Universität Jena war für Dr. Schwarz Anlaß, einen jährlich zu verleihenden Preis für die beste Dissertation und die beste Diplomarbeit an der Physikalisch-Astronomischen Fakultät zu stiften. Die Preisträger werden dabei allein von der Friedrich-Schiller-Universität ohne jeden Einfluß seitens Rohde & Schwarz ausgewählt. Im Januar 1998 wurde der Preis zum siebten Mal verliehen, womit die besten Arbeiten des Jahres 1997 belohnt wurden. Hierfür hatte der Dekan der Fakultät, Prof. Roland Sauerbrey, zu einem Festkolloquium in den renovierten Hörsaal 1 des Abbeanus in Jena geladen. In seiner Laudatio für den Preisträger Dr. Wolf Gero Schmidt hob er hervor, daß dieser in seiner Dissertation mit dem Thema „Zum Einfluß dünner Metall- und Passivierungsschichten auf Oberflächen von III-V-Verbindungshalbleitern“ Resultate geboten hat, die weit über die Erwartungen hinausgingen. Sie haben große wirtschaftliche Bedeutung bei der Herstellung von modernen Bauelementen aus diesen Halbleitern, weil sie durch das verbesserte Verständnis der atomaren Strukturen helfen, die Ausbeute bei der Fertigung zu steigern.



Foto: Müller

Der zweite Preisträger, Dipl.-Phys. Falk Ziesche, untersuchte, ob Gleichgewichtspotentiale, wie zum Beispiel die freie Energie, Informationen über die Zerfallsrate instabiler Zustände enthalten. Zwar hat Ziesche sich einer Antwort nur nähern können, seine außerordentlich gründliche Arbeit brachte aber andere neue Erkenntnisse, die wissenschaftlich auf großes Interesse stoßen.

Mit dem Fakultätspreis, der von Dipl.-Ing. Karl-Otto Müller beiden Preisträgern (BILD, links Dr. Schmidt, rechts Ziesche) übergeben wurde, zeigt das Haus Rohde & Schwarz sein Interesse an hervorragend ausgebildeten Wissenschaftlern. AS



Foto: Blask

## △ R & S liefert Typprüfsystem an ETS

Bereits eine Woche nach Eröffnung des neuen Technologie-Zentrums der Firma Electronic Technology Systems (ETS) in Reichenwalde bei Berlin Anfang Dezember 1997 hat Rohde & Schwarz einen GSM-Systemsimulator TS8915 (siehe Neues von R & S Nr. 157, S. 28) ausgeliefert und in Betrieb genommen. Unser BILD zeigt die beiden Geschäftsführer der Firma ETS Dr. Dietmar Genz (rechts) und Norbert Kaspar (Mitte) vor dem System. Damit ist ETS nun in der Lage, normgerechte Prüfungen und Typprüfungen an GSM900/1800/1900-Mobilfunkstationen durchzuführen. Das Unternehmen ist seit 1995 mit Zulassungsmessungen für DECT-, ISDN- und analoge schnurlose Telefone sowie Prüfungen auf dem EMV-Sektor international erfolgreich tätig. D. Blask

## ACCESSNET®-Bündelfunksysteme versorgen Großstädte Indiens

R & S BICK Mobilfunk hat kürzlich von Jasmine Telecom India Ltd. in Neu-Delhi einen Auftrag für die Versorgung von acht der größten Städte Indiens mit Bündelfunksystemen ACCESSNET® erhalten, darunter Neu-Delhi, Bombay und Kalkutta. „Wir sind stolz, daß unser ausgereiftes und bewährtes System ACCESSNET® mit seiner beispiellosen Vielfalt an Funktionen und Leistungsmerkmalen von Jasmine Telecom ausgewählt wurde, um ihr Angebot an Funkdiensten für die Öffentlichkeit zu erweitern,“ sagte Heinz Bick, Geschäftsführer von R & S BICK Mobilfunk. „Dieser Erfolg in Indien ist auch ein wichtiger Meilenstein in unserer globalen Marktstrategie.“ PI

## Autoradio-Testsysteme aus Köln

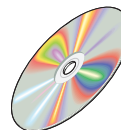
Zum Jahreswechsel 97/98 gingen zwei neue Autoradio-Testsysteme von Rohde & Schwarz Werk Köln bei Micronas Intermetall in Freiburg und VDO Car Communication in Wetzlar in Betrieb. Bei Intermetall wird das schnell und präzise arbeitende Testsystem überwiegend zur Entwicklungsoptimierung eingesetzt. Für digital modulierte Worldspace-Daten sorgt der Signalgenerator SMIQ im System. Für VDO ist der Einsatz des Rohde & Schwarz-Autoradio-Testsystems nicht neu. In Wetzlar sind bereits zwei Systeme im Bereich der Qualitätssicherung installiert. Das neue Testsystem ist für das zukünftige Carcommunication Service Center in Knoxville, Tennessee, USA, bestimmt. Der Schwerpunkt der Aktivitäten wird bei Autoradios, digitalen Signalprozessoren und Navigationssystemen liegen.

Über den Autoradiotest hinaus unterstützt die System-Software die Erfassung von Audio-Qualitätskriterien sowie RDS- und VRF-Parametern an AM- und FM-Empfängern, -Verstärkern, CD-, DAT- und CR-Geräten. Kombinierte Aufnahme/Wiedergabe-Messungen, bei denen das Aufnahmesignal wahlweise auch über den FM-Empfänger oder eine CD eingespeist werden kann, ermöglichen auch die Prüfung von Kompaktgeräten. Die Ausstattung des Audiotestsystems reicht vom 1-Sender- bis zum 3-Sender-System und kann an die Bedürfnisse der Anwender angepaßt werden.

Weitere Testsysteme sind bereits bei der Karstadt AG, Delco Electronics, Interconti und der Adam Opel AG erfolgreich in der Qualitätssicherung und der Entwicklungsoptimierung im Einsatz. H. Heußens

Näheres unter Kennziffer 158/35

## Betriebshandbücher auf CD-ROM



Die Kundendokumentation im R & S-Geschäftsbereich Meßtechnik erscheint nun auch auf CD-ROM. Lieferbar sind die Betriebshandbücher zunächst zu den Spektrum-Analysatoren der FSE-Familie einschließlich Option Vektor-Signalanalyse, einer Applikationsschrift zum Betrieb über IEC-Bus und einer Reihe von Applikationsprogrammen. Sämtliche Schriften sind in englischer Sprache abgefaßt. Mit dem elektronischen Medium bieten wir unseren Kunden eine Ergänzung und Alternative zum gedruckten Handbuch. Eine eingebaute Benutzerführung ermöglicht das schnelle und bequeme Auffinden von Themen und Kapiteln; der Volltextindex macht die Stichwortsuche zum Vergnügen. Die CD-ROMs werden im pdf-Format erstellt; eine Installationsversion des Viewers (Acrobat Reader) ist mit aufgenommen. Der Inhalt läßt sich bei Bedarf leicht auf DIN-A4- oder US-Letter-Papier ausdrucken. CD-ROMs zu weiteren Gerätefamilien sind in Vorbereitung. Dr. M. Jetter

## 30 DAB-ETI-Analysatoren FD1000 für die Deutsche Telekom

Um die bestmögliche Verfügbarkeit im Regelbetrieb ihres neuen Sendernetzes für digitalen Hörfunk (DAB) zu gewährleisten, hat sich die Deutsche Telekom mit über 30 Transportframe-Decodern FD1000 von Rohde & Schwarz ausgerüstet. Der FD1000 dient dazu, Datenströme am ETI (Ensemble Transport Interface) und STI (Service Transport Interface) zu analysieren, überwachen, protokollieren und aufzuzeichnen. ETI- und STI-Datenströme werden für die Übertragung von Audiosignalen in CD-Qualität vom Studio beispielsweise via Satellit oder Richtfunkstrecke zum Senderstandort benutzt.

Auch weitere Netzbetreiber wie der Westdeutsche Rundfunk werden den FD1000 als Schlüsselkomponente einsetzen, um ihr Netz in Betrieb zu nehmen und zu überwachen. Der FD1000 kann als eigenständiges Gerät arbeiten sowie im Monitoring-System TS6100 integriert werden. C. Christiansen

Näheres über FD1000 unter Kennziffer 158/36

## TV-Monitoring-System TS6120 im Einsatz beim NDR

Nachdem der Norddeutsche Rundfunk (NDR) die TV-Monitoring-Systeme UPKF und TOPAS seit vielen Jahren erfolgreich einsetzt, hat sich die Sendeanstalt im Rahmen einer Erneuerung wieder für bewährte Technik von Rohde & Schwarz entschieden. Mit dem Meßsystem TS6120 (BILD), das sich durch seine äußerst einfach zu bedienende grafische Benutzeroberfläche auszeichnet, die mit dem populären Betriebssystem MS Windows arbeitet, wird der NDR an seinen 17 größten Standorten die Verfügbarkeit und Qualität der terrestrischen Ausstrahlung seines Fernsehprogramms überwachen und statistisch auswerten. Damit wird die weltweite Gemeinschaft von Programmanbietern, die dieses System zur Überwachung digitaler und analoger Hörfunk- und Fernsehprogramme einsetzen, um ihren Kunden eine ständige Verfügbarkeit zu garantieren und gleich-



zeitig finanzkräftigen Werbetreibenden eine sichere Basis zu bieten, ihre Endkunden zu erreichen, wieder um ein Mitglied erweitert.

Das TS6120 bietet die Gewähr, auch die zukünftige Ausstrahlung digitaler Programmpakete mit in die Überwachung einzubeziehen, da es ein modulares, flexibles und zukunftsorientiertes System ist. C. Christiansen

Näheres über TS6120 unter Kennziffer 158/37



Die Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik »HF-Praxis« zeigt auf der Titelseite ihrer Ausgabe 1/98 eine Kombination aus dem tragbaren Miniport-Empfänger EB200 und der aktiven Handrichtantenne HE200, die portable Funkeffassung im Frequenzbereich 10 kHz bis 3 GHz gestattet.

### Sind Sie sicher ... ?

Diese Frage stellt Frank Backasch, Chefredakteur der in Berlin erscheinenden Zeitschrift für Informations- und Kommunikationstechnik »IK – Ingenieur der Kommunikationstechnik« (Nr. 6/97), in seinem Editorial zum Thema ISDN:

... In „einer guten Handvoll“ Fälle der Vergangenheit geht das BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) von gezielten Angriffen auf TK-Anlagen aus. ... Für sensible Bereiche, z. B. den Informationsverbund Berlin – Bonn, wollte das BSI diese Situation nicht länger tatenlos hinnehmen. Im Ergebnis einer Ausschreibung hat sich



Thema der Titelseite des Elektronik-Magazins »HF-Report« (Ausgabe 4/97) ist die Messung an steiflankigen Quarzfiltern. Das Bild zeigt den Signalgenerator SMY (mit dem Spektralanalysator FSEB), der diese Messungen dank seiner spektralen Reinheit und der hohen Trägerfrequenzgenauigkeit erst möglich macht.

die SIT Gesellschaft für Systeme der Informationstechnik mbH, ein Tochterunternehmen von Rohde & Schwarz, gegen sieben Mitbewerber durchgesetzt und im Auftrag des BSI die ISDNWall entwickelt.

### R & S-Spektrumanalyse everywhere

Gleich in zwei November-Ausgaben wichtiger in den USA erscheinender Elektronik-Zeitschriften fanden Spektralanalysatoren von Rohde & Schwarz Beachtung. So stellte das »Microwave Journal« den Spektrum Analysator FSEK, die Zeitschrift »Microwaves & RF« die FSE-Familie sowie die Option FSE-B7 vor:

Mit dem Spectrum Analyzer FSE in Verbindung mit der Option Vektor-Signalanalyse FSE-B7 steht nun erstmals ein hochwertiger Spektrumanalysator zur Verfügung, mit dem sich aufgrund seiner HF-Eigenschaften und der spektralen Reinheit des Synthesizers uneingeschränkt alle Parameter im Spektral- oder Zeitbereich und alle Modulationsparameter im Frequenzbereich 3,5 bzw. 7 GHz messen lassen.

### Multiband und Multimode

Mit dem nach wie vor brandaktuellen Thema der Mobilfunkmeßtechnik befaßt sich die Zeitschrift für Telekommunikation »Frequenz« (Nr. 9-10/97) und stellt den Digital Radiocommunication Tester CMD65 in den Mittelpunkt:

Die Zunahme von Multimode-Mobilfunkgeräten sowie die Wünsche von Servicewerkstätten und Herstellern, Mobilfunkgeräte verschiedener Netzstandards kostengünstig messen zu können, erfor-



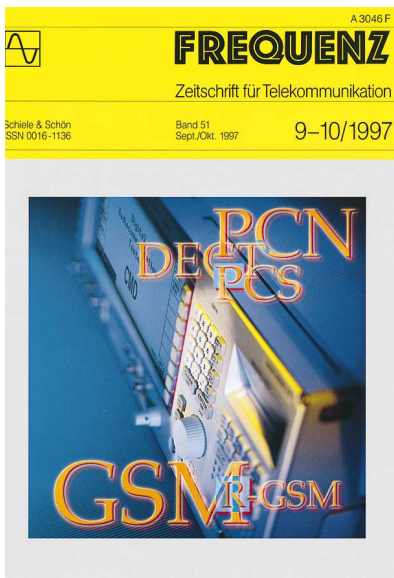
Bestimmt nicht das schönste Tester-Model, aber das einzige mit 19-Zoll-Traumtaille. So stellt »Markt & Technik« auf der Titelseite des Sonderhefts „Elektronikfertigung“ die kleine, kompakte Test Workstation TSA vor, die perfekt in jede 19-Zoll-Umgebung paßt und trotzdem alle Anforderungen an modernste Testsysteme erfüllt.

dem Funkmeßplätze, die mehrere Standards in einem Meßgerät beherrschen. Rohde & Schwarz bietet sie an: Der Digital Radiocommunication Tester CMD65 mißt GSM-, PCN-, PCS- sowie DECT-Mobilfunkgeräte, und der Digital Radiocommunication Tester CMD80 unterstützt CDMA in mehreren Frequenzbändern und parallel dazu das analoge AMPS.

### DECT Product Testing

In ihrer Titelstory zum Thema „Test von DECT-Produkten“ stellt die europäische Ausgabe der Elektronikzeitschrift »Test & Measurement« (Nr. 10-11/97) unter anderen DECT-Meßtechnik von Rohde & Schwarz in Wort und Bild vor:

Die von Adherent und Rohde & Schwarz realisierten Protokolltester demonstrieren eine interessante Vielfältigkeit. Zur Verkürzung der Entwicklungszeiten und Befriedigung der augenblicklichen Marktbedürfnisse nach einem Protokolltester verwendet Adherent in seinem Modell ST2002 so viel Standard-Hardware wie möglich. Rohde & Schwarz wählt eine andere Methode: der Compiler akzeptiert Standard-Testfälle in TTCN und erlaubt es dem Benutzer, neue Testfälle in TTCN oder C zu schreiben. Holger Jauch von R&S ist der Ansicht, daß die Kompilierzeit gegenüber der Zeit, die die Ingenieure für die Fehlerbeseitigung in ihren eigenen Programmen benötigen, von sekundärer Bedeutung ist: „Da die Mehrzahl der Ingenieure nicht mit der Programmierung in TTCN vertraut ist, haben wir uns für die C-Sprache als Zwischencode entschieden. Deshalb können kundenspezifische Testprogramme sowohl in TTCN als auch im Zwischencode C editiert und von Fehlern bereinigt werden.“





# Luftraumsicherheit und Austro Control – eine ausgezeichnete Kombination

Über 700 000 Instrumentenflüge hat Austro Control 1997 sicher durch den österreichischen Luftraum geleitet, bei täglich bis zu 2700 Flugbewegungen. Das 1994 aus dem österreichischen Bundesamt für Zivilluftfahrt hervorgegangene Unternehmen mit Sitz in Wien kann sich über mangelnde Arbeit kaum beklagen: „Wir machen alles das, was in Deutschland die Flugsicherung, der Deutsche Wetterdienst und das Luftfahrt-Bundesamt zusammen für die Luftfahrt tun,“ erläutert der Vorstandsdirektor der Austro Control, Dipl.-Ing. Johann Rausch (BILD 1), den mit Rohde & Schwarz-Firmenmitbegründer Dr. Lothar Rohde die Liebe zur Fliegerei verband. Die Sicherung des österreichischen Luftraums besteht aus vielen, teilweise sehr komplexen Einzelaufgaben: Aufsicht über den Flugbetrieb, Überwachung der Einhaltung von Luftverkehrsvorschriften, Flugwetterdienst, Zulassung von Zivilluftfahrzeugen und -geräten, Aufsicht über die Luftfahrzeugwartung, Errichtung und Betrieb von Flugsicherungsanlagen, Betrieb einer der zwei europäischen Wetterdatenbanken und vielem mehr. Dazu beschäftigt Austro Control an ihren

BILD 2 Außer der Flugverkehrskontrollzentrale Wien ist Austro Control auf den sechs großen Verkehrsflughäfen präsent und betreibt drei Mittelbereichs-Radarstationen (MBR).

BILD 1  
Dipl.-Ing. Johann Rausch, von 1982 bis 1994 Präsident des österreichischen Bundesamtes für Zivilluftfahrt, ist Vorstandsdirektor der Austro Control in Wien.



Gebäude-Foto: Austro Control

zehn Betriebsorten (BILD 2) rund 1000 Mitarbeiter. Etwa 300 davon sind voll ausgebildete Fluglotsen – quasi die modernen Schutzengel der Neuzeit.

Nicht umsonst erfreut sich Austro Control internationaler Anerkennung, gehört sie doch von der eingesetzten Technik her zu den modernsten Flugsicherungen. So hat die Gesellschaft bereits das Kollisions-Frühwarnsystem Short Term Conflict Alert integriert, das weltweit bisher erst von fünf oder sechs anderen Flugsicherungen eingeführt

wurde. Besondere Unterstützung bekommen die Fluglotsen bei der Flugverkehrskontrolle und Luftraumüberwachung von VAS (Vienna Air Traffic Control System). Doppelt abgesicherte, unterbrechungslos mit Strom versorgte Großrechenanlagen führen hier alle re-

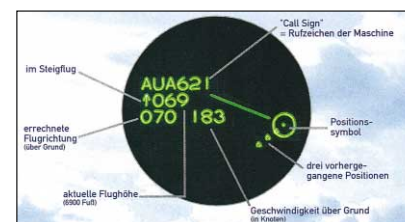


BILD 3 So kann die Luft Balken bekommen: Das errechnete „Label“ zeigt dem Fluglotsen das Rufzeichen des Airliners (oben), die aktuelle samt den drei vorherigen Positionen (rechts), Sink- oder Steigflug mit aktueller Flughöhe (Mitte), Flugrichtung über Grund (links unten) und Geschwindigkeit über Grund.

levanten Daten zusammen und stellen sie auf den Radarschirmen in einem sogenannten „Label“ zusammen (BILD 3). Zur Überwachung des österreichischen Luftraums dienen die drei Mittelbereichsradaranlagen Buschberg, Feichtberg und Koralpe (siehe Bild 2).

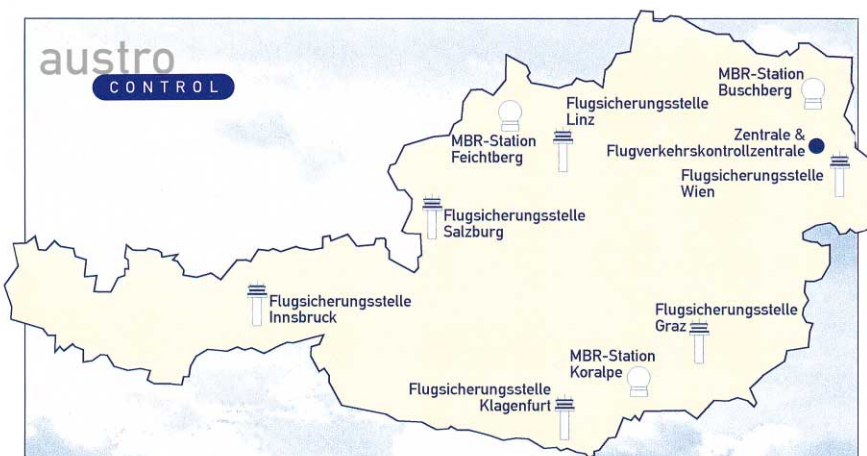




BILD 4 Ing. Friedel Geiger, Sachgebietsleiter Nachrichtentechnik bei Austro Control, kam schon Anfang der 60er Jahre mit Beginn seiner Tätigkeit in der Flugsicherung mit Rohde & Schwarz in Kontakt.

In diesem Szenario ist ein sicherer Funkverkehr von fundamentaler Bedeutung. Für Ing. Friedel Geiger (BILD 4), Sachgebietsleiter Nachrichtentechnik und bei Austro Control verantwortlich für alles, was im weitesten Sinne mit Sprachkommunikation zu tun hat, ist hier das Beste gerade gut genug. Damit die enormen Flugverkehrszuwächse – wir sprechen da von rund neun Prozent jährlich innerhalb der letzten zehn Jahre – schon rein kommunikativ bewältigt werden können, läuft gerade ein umfassendes Austauschprogramm für alle, 1979 angeschafften 1- und 6-Kanal-Flugfunkgeräte der Serie 100 von Rohde & Schwarz. Sie werden für ACC (Area Control Center), Approach (Anflugkontrolle) und in den Kontrolltür-

men durch modernste 1-Kanal-Sender, -Empfänger und -Transceiver der Serie 200 ersetzt (BILD 5), allein schon wegen der Einführung des 8,33-kHz-Rasters [1]. Im Rahmen einer Ausschreibung wurde Rohde & Schwarz nicht nur des besten Angebots wegen beauftragt, wie Ing. Geiger erläutert: „Die Geräte der Serie 200 sind sehr vielfältig, sie können geradezu unglaublich viel“. Er nimmt seine Verantwortung sehr ernst und testet deshalb alle eingehenden Geräte nicht nur nach einschlägigen Normen, sondern vor allem auf „unkonventionelle Weise“ nach eigenen Vorstellungen: „Es ist sicher schön, wenn alles nach vorgegebenen Testverfahren funktioniert, doch ist es für mich besonders wichtig, daß die Sender, Empfänger und Transceiver auch unter Praxisbedingungen einwandfrei arbeiten“ (BILD 6). Unterstützt werden er und seine Mitarbeiter von einschlägiger Rohde & Schwarz-Meßtechnik, etwa Funkmeßplätzen wie CMS54 und CMS57, Modulationsanalysatoren FMAV, Netzwerkanalysatoren ZVR oder Spektrumanalysatoren FSE [2].

Bis Ende 1997 ist rund die Hälfte von einigen hundert Geräten ausgetauscht worden, wobei jene Stellen, die auf eine Betriebsmöglichkeit im 8,33-kHz-Kanalraster besonders angewiesen sind – beispielsweise die Kontrollstellen für den oberen Luftraum – natürlich zuerst umgerüstet wurden. Besondere Sorgen bereiten Ing. Geiger die in den letzten Jahren installierten privaten Rundfunksender, die für kritische Intermodulationen im Flugsicherungsband sorgen. „Leider gibt es das spezielle Intermodulations-Rechenprogramm noch nicht so lange wie den Frequenzteilungsplan. Und wenn wir jetzt einem Funkdienst sagen, daß er stört, dann reicht das nicht. Wir müssen es beweisen.“ Mit einigen Überwachungsempfängern des Typs ESM500 von Rohde & Schwarz oder den Spektrumanalysatoren FSE kommt er zu hieb- und stichfesten Beweisen, „doch Recht haben und Recht bekommen ist zweierlei“. So wurde bereits der erstklassige Empfangsstandort Untersberg (Salzburg) wegen zu großer Störungen aufgegeben und nach Feldkirchen verlegt. Im übrigen müssen nun alle Empfangsstandorte so koordiniert, errichtet, betrieben oder verlegt werden, daß sich keine Rundfunkstationen in der Nähe befinden. Von der Zentrale in Wien aus können alle Empfangsstandorte über eine Fernwirkanlage überwacht und bedient werden (BILD 7). Ing. Geiger und seine Mitarbeiter waren zum Zeitpunkt unseres Besuchs gerade dabei, die Schnittstellen dieser Fernwirkanlage an die neuen Geräte der Serie 200 anzupassen. Arbeit also in Hülle und Fülle.

In Rohde & Schwarz Österreich (RSÖ) hat Ing. Geiger einen zuverlässigen Partner, der in enger Abstimmung mit ihm Geräte und Software des Stammhauses München in die gewünschte maßgeschneiderte Lösung umsetzt. Die Lieferungen erfolgen laufend, die Inbetriebnahme entsprechend. „Wir haben einen Aktionsplan aufgestellt, in dem alle Schritte genau fixiert sind, damit die Umstellung so reibungslos wie möglich funktioniert. Auftretende Probleme kann ich immer an RSÖ herantragen,



BILD 5 Blick in die Sendezentrale Nord auf dem Flughafen Wien Schwechat: Serie 200, wohin man auch schaut.



BILD 6  
Muster-Sende-Empfangsanlage mit Serie-200-Funkgeräten in der Austro-Control-Zentrale für die Abnahme einer Sprachkommunikationsanlage.

wo man sich sehr darum kümmert und für eine schnelle Beseitigung sorgt.“ Zu Recht: Auch RSÖ-Mitarbeiter benutzen das Flugzeug...

Austro Control ist eine Non-Profit-Organisation und arbeitet nach dem Kostendeckungsprinzip. Im Vordergrund steht deshalb die Wahrnehmung so herausfordernder Aufgaben wie die Sicherung des Luftraums und des Flugverkehrs, wozu auch Peiler von Rohde & Schwarz ihren Beitrag leisten (BILD 8). Österreich ist auch in dieser Hinsicht ein Transitland mit steigendem Verkehr, die Prognosen sehen für die nächsten

fünf Jahre einen weiteren Zuwachs von 46 Prozent. Viel Arbeit also für Austro Control, schließlich hat sich bisher noch jeder Fluggast – spätestens nach dem Abheben – gewünscht, daß Luft Balken bekommt.

Christian Rockrohr

#### LITERATUR

- [1] Klarl, H.-G.; Keßler, M.: Funkgeräte Serie 200 und 400 – Innovationen beim Flugsicherungsfunk: RCMS und 8,33-kHz-Kanalraster. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 152, S. 14–16.
- [2] Rohde & Schwarz: Katalog Meßgeräte & Meßsysteme 1996/97 (PD 756.3501.15)



BILD 8 Zwei Peiler von Rohde & Schwarz in Wien Schwechat: der alte PA007, seit 21 Jahren zur vollen Zufriedenheit in Betrieb, und der neue PA100.

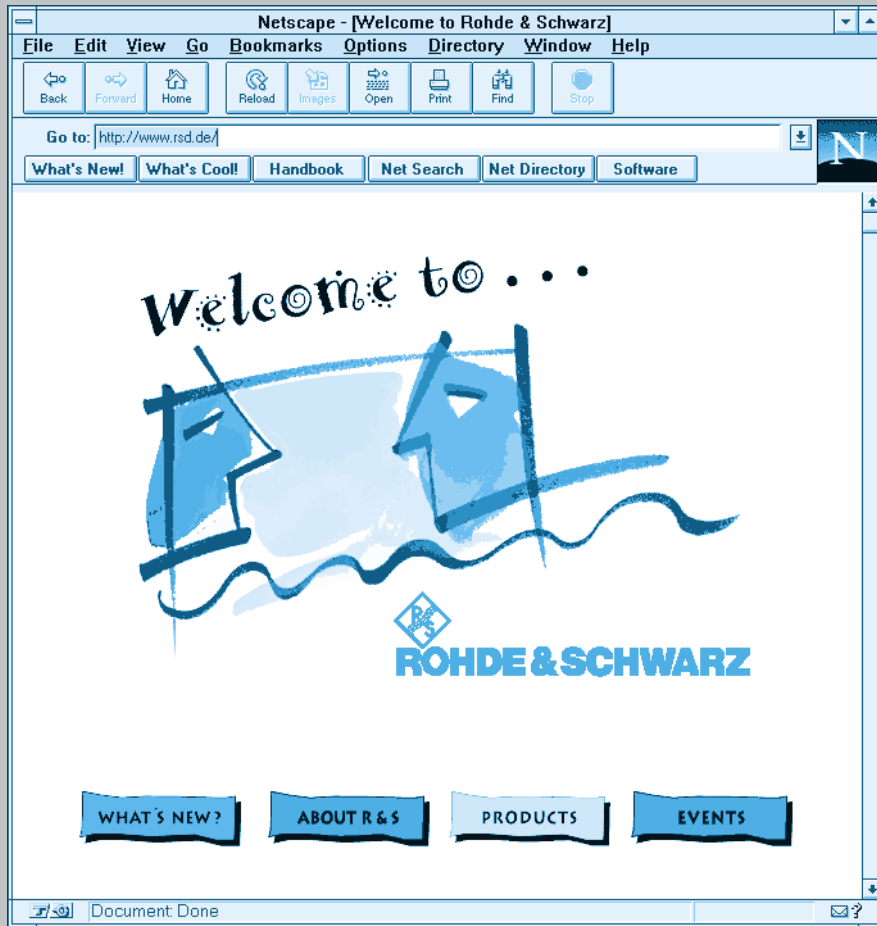
Fotos: Verfasser



BILD 7  
An Arbeitsplätzen wie diesem werden über eine Fernwirkanlage österreichweit alle Empfangsstationen überwacht und fernbedient.

Näheres über Funkgeräte Serie 200 unter Kennziffer 158/38

Besuchen Sie uns im Internet: [www.rsd.de](http://www.rsd.de)



ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG · Mühlendorfstraße 15 · 81671 München  
Postfach 80 14 69 · 81614 München · Tel. (089) 41 29-0 · Fax (089) 41 29-21 64