
Frequenzumsetzende Messungen mit dem Netzwerkanalysator ZVR

Application Note 1EZ31_1D

Änderungen vorbehalten

5. November 1996, Peter Kraus

Produkte:

ZVR mit Option ZVR-B4

ZVRE mit Option ZVR-B4

ZVRL mit Option ZVR-B4



ROHDE & SCHWARZ

Inhalt:

1. MESSUNGEN AN EINEM TV-UMSETZER.....	2
2. SIMULATION EINER UMSETZUNG VON DER 1.SAT-TV-ZF INS BASISBAND.....	5
3. MESSUNGEN AN EINEM FRONTEND MIT ZWEIFACHUMSETZUNG	9
4. APPLIKATIONSSCHRIFTEN.....	13
5. BESTELLANGABEN	13

1. Messungen an einem TV-Umsetzer

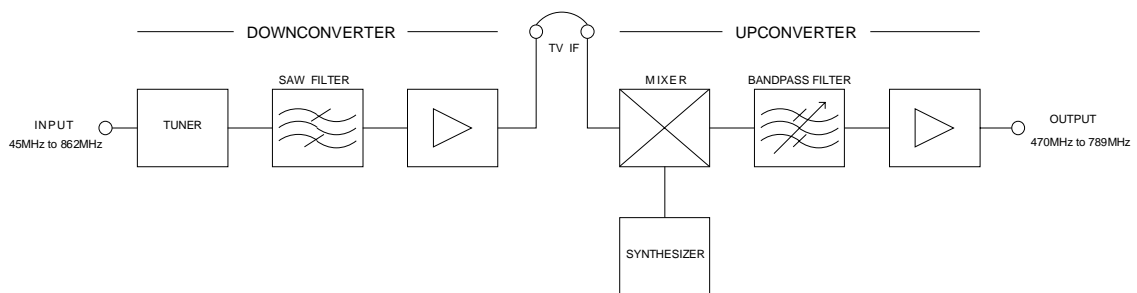


Bild 1: Blockschaltbild des Umsetzers

Meßproblem:

Der ZVR ist ein vektoriell messender Netzwerkanalysator und besitzt deshalb, um Phasenbeziehungen erfassen zu können, selektive Empfangskanäle. Dadurch wird unter anderem eine sehr hohe Dynamik erreicht. Für Messungen an frequenzumsetzenden Meßobjekten (Ausgangsfrequenz nicht gleich Eingangsfrequenz) können Generator- und Empfängerfrequenzbereich unabhängig voneinander eingestellt werden. Bei Meßobjekten mit eingebautem Umsetzoszillator, wie im vorliegenden Fall, muß die genaue Umsetzfrequenz bekannt sein, um den Empfänger exakt auf die jeweilige Ausgangsfrequenz abstimmen zu können. Die maximale Empfangsbandbreite beträgt 26,5 kHz. Bei hohen Dynamikforderungen muß diese Bandbreite reduziert werden, so daß die Anforderungen an die Übereinstimmung zwischen Meßobjektausgangsfrequenz und ZVR-Empfängerfrequenz immer höher werden.

Zwei Eigenschaften des Prüflings sind daher entscheidend: Die absolute Frequenzgenauigkeit und die Kurzzeitstabilität (Störhub).

Die absolute Frequenzabweichung kann leicht ermittelt werden, indem man einen Sweep im Quasi-Spektrumanalysator-Mode durchführt (Center = Sollausgangsfrequenz, Span z.B. 100 kHz, ZF-Bandbreite 3 kHz), siehe unter Meßergebnisse. Die dabei ermittelte Ablage wird dann bei der Eingabe der Empfängeroffset berücksichtigt. Ist die Frequenz des Prüflings nachgleichbar, so kann bei dieser Gelegenheit auch ein genauer Frequenzabgleich erfolgen.

Die Kurzzeitstabilität ist in der Regel kein besonderes Problem, wenn, wie heute meistens üblich, Oszillatoren verwendet werden, die über eine Phasenregelschleife an eine Quarzreferenz gekoppelt sind. Mit ZF-Bandbreiten bis zu 3 kHz kann dabei meist gearbeitet werden.

Darstellung der Meßergebnisse:

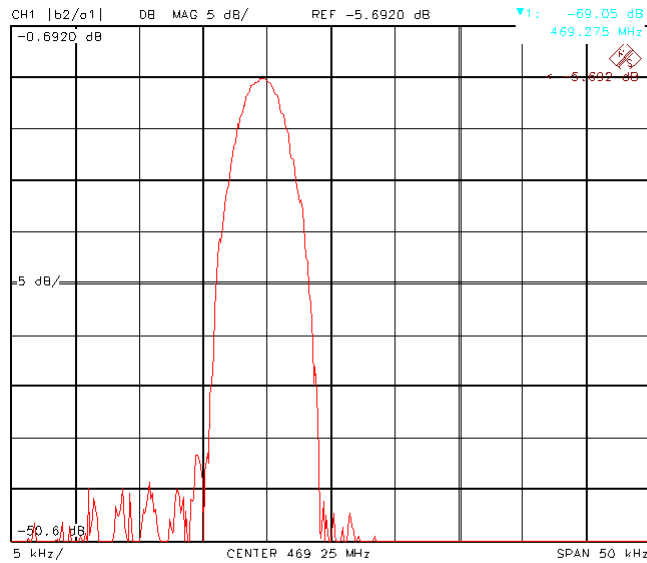


Bild 2: Messung des Frequenzversatzes des Umsetzozillators (Diagrammitte = Sollfrequenz)

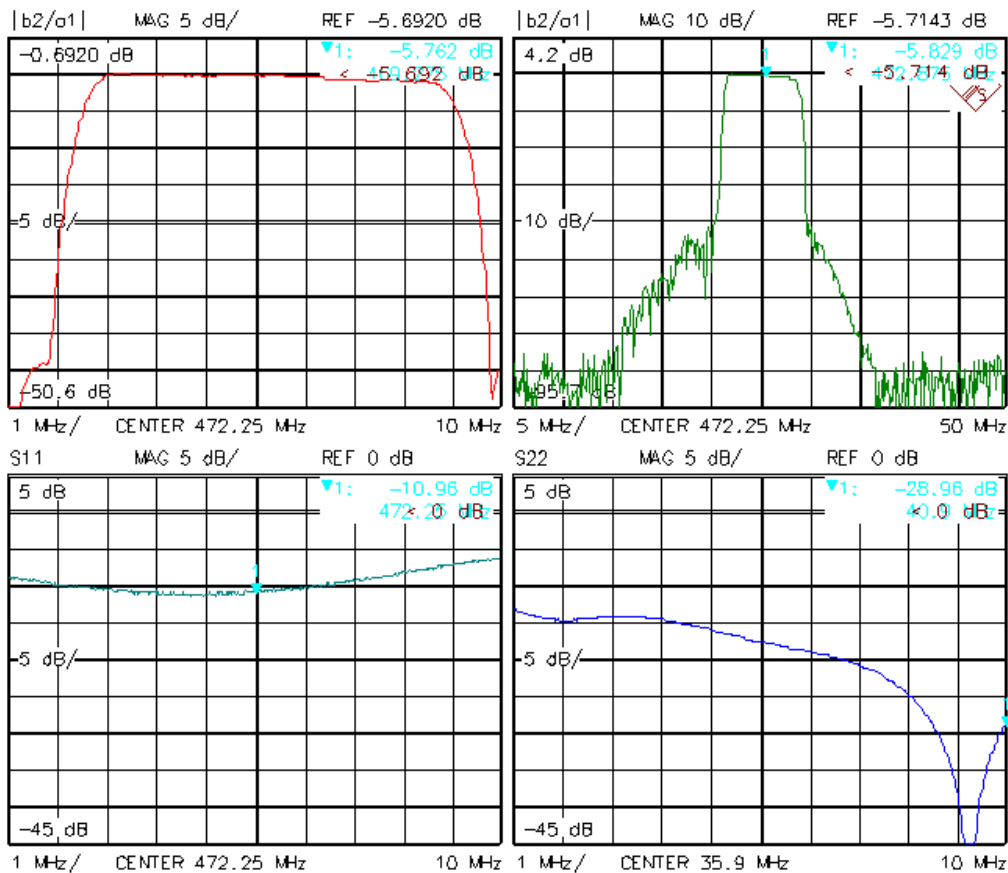


Bild 3: Downconverter: Übertragungsverhalten, Selektion; Eingangs- und Ausgangsanpassung

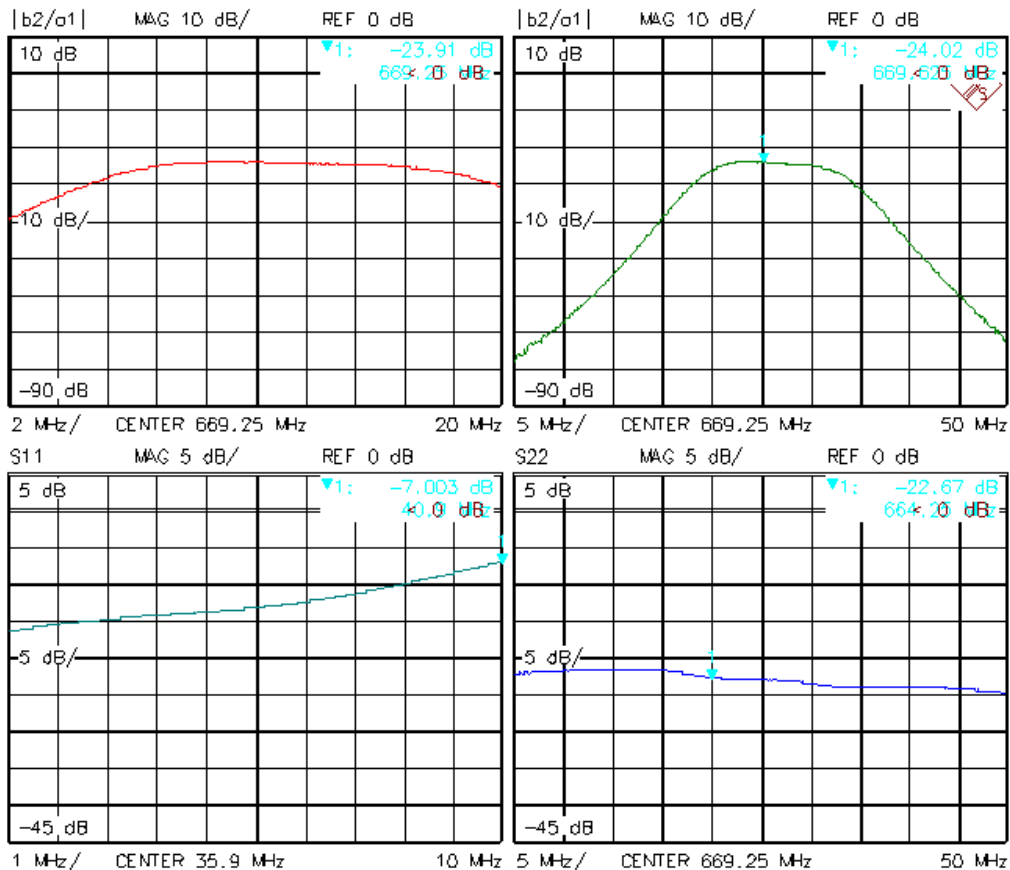


Bild 4: Upconverter: Übertragungsverhalten, Selektion; Eingangs- und Ausgangsanpassung

Meßeinstellungen:

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES							
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 467.25 MHz ... 477.25 MHz							
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	x F	OFFSET	RESULT
INT_SRC		-10 dBm	(1 / 1)		x F		= 467 MHz .. 477 MHz
EXT_SRC1							
EXT_SRC2							
RECEIVE			(1 / 1)		x F	-508.1 MHz	= 40.9MHz .. 30.9MHz

Bild 5: Downconverter: Frequenzeinstellungen für das Übertragungsverhalten

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES							
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 447.25 MHz ... 497.25 MHz							
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	x F	OFFSET	RESULT
INT_SRC		-10 dBm	(1 / 1)		x F		= 447 MHz .. 497 MHz
EXT_SRC1							
EXT_SRC2							
RECEIVE			(1 / 1)		x F	-508.1 MHz	= 60.9MHz .. 10.9MHz

Bild 6: Downconverter: Frequenzeinstellungen für die Selektionsmessung

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES							
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 659.25 MHz ... 679.25 MHz							
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	x F	OFFSET	RESULT
INT SRC		-10 dBm	(1 / 1)		x F	-708.2 MHz	= 48.9MHz ... 28.9MHz
EXT SRC1							
EXT SRC2							
RECEIVE			(1 / 1)		x F		= 659 MHz ... 679 MHz

Bild 7: Upconverter: Frequenzeinstellungen für das Übertragungsverhalten

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES							
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 644.25 MHz ... 694.25 MHz							
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	x F	OFFSET	RESULT
INT SRC		-10 dBm	(1 / 1)		x F	-708.2 MHz	= 63.9MHz ... 13.9MHz
EXT SRC1							
EXT SRC2							
RECEIVE			(1 / 1)		x F		= 644 MHz ... 694 MHz

Bild 8: Upconverter: Frequenzeinstellungen für die Selektionsmessung

2. Simulation einer Umsetzung von der 1.SAT-TV-ZF ins Basisband

Meßproblem:

Wird von einem Eingangssignal im Frequenzbereich zum Beispiel $f \pm 12$ MHz auf ZF Null gemischt, so ergibt sich als Ausgangsfrequenzbereich 0 ± 12 MHz.

Diese Umsetzungsmessung ist zunächst vom ZVR nicht durchführbar. Deshalb wird der Frequenzbereich in zwei Teilbereiche, die jeweils durch einen der vier Meßkanäle gemessen werden, aufgeteilt:

$f + 12$ Mhz \rightarrow 0...12 MHz
 $f - 12$ Mhz \rightarrow 12 MHz...0

Da der ZVR eine untere Grenzfrequenz von 9 kHz (10 Hz mit Option Ext. Messungen) besitzt, werden die Bereiche folgendermaßen gewählt:

$f + 10$ kHz (10Hz) $+ 12$ MHz \rightarrow 10 kHz (10 Hz) ... 12 MHz

$f - 10$ kHz (10Hz) $- 12$ MHz \rightarrow 12 MHz...10 kHz (10 Hz)

Durch entsprechende Wahl der Umsetzbedingungen im ZVR kann die Richtung der Ausgangsfrequenzänderung beliebig geändert werden (z.B. oberes Teilband steigend, unteres Teilband fallend).

Meßaufbau:

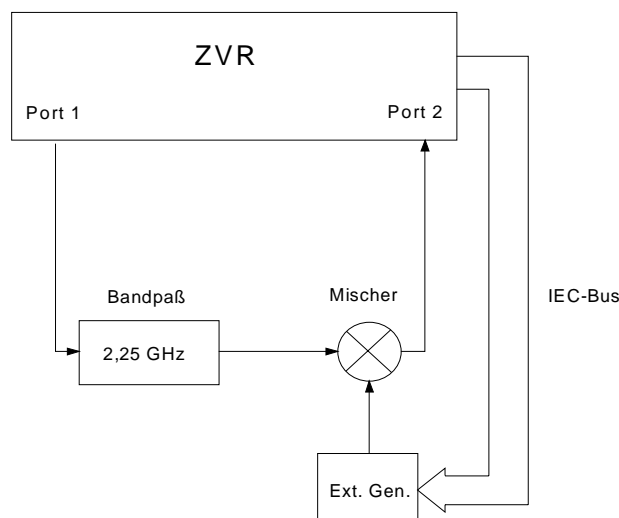


Bild 9: Blockschaftbild des Meßaufbaus

Darstellung der Meßergebnisse:

Zwei verschiedene Darstellungen sind möglich:

1. Dual Channel Overlay

Dabei wird das untere Teilband quasi um die Frequenz Null nach oben geklappt, und beide Teilbänder werden gleichzeitig in einem Diagramm dargestellt.

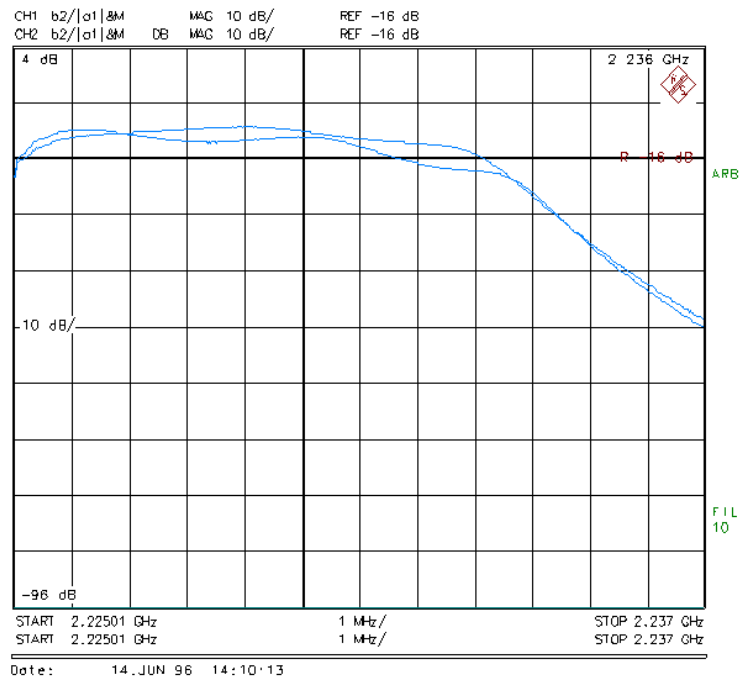


Bild 10: Darstellung DUAL CHN OVERLAY

2. Quad Channel Split

Das untere und obere Teilband werden mit steigender Eingangsfrequenz jeweils steigend dargestellt. Durch die Wahl der Meßkanäle 1

und 3 werden die Teilbänder so aneinander gelegt, daß eine durchgehende Durchlaßkurve entsteht.

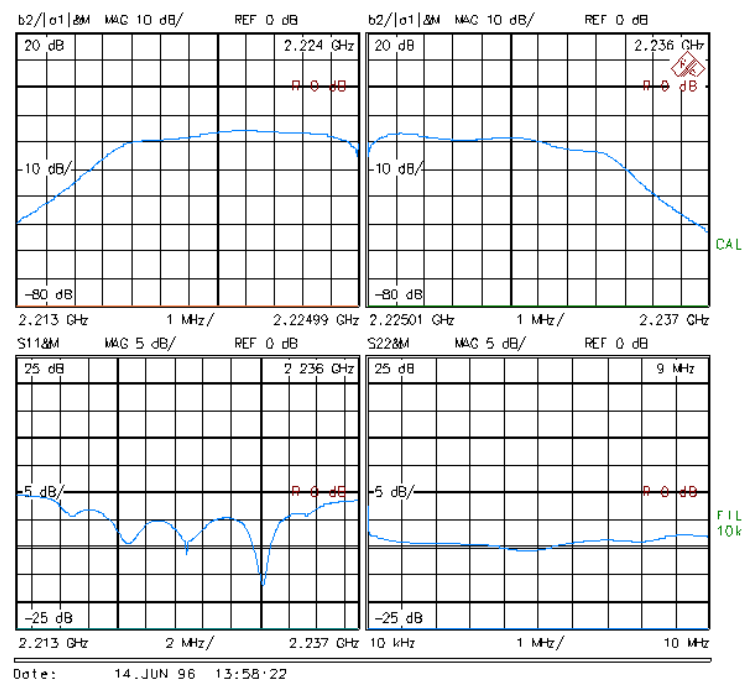


Bild 11: Darstellung QUAD CHN SPLIT

Meßeinstellungen:

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES										
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 2.22501 GHz ... 2.237 GHz										
FREQ	ON	POWER		NUM		DEN	γF	OFFSET		RESULT
INT SRC		-10 dBm	(	-1	/	1	)γF	+4.45 GHz	=	2.22GHz..2.21GHz
EXT SRC1	✓	10 dBm						2.225 GHz	=	2.23GHz
EXT SRC2										
RECEIVE			(	-1	/	1	)γF	+2.225 GHz	=	10kHz..12MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	19	SMP02
2	OFF	19	

Bild 12: **Kanal 1** für Darstellung DUAL CHN OVERLAY

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES										
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 2.22501 GHz ... 2.237 GHz										
FREQ	ON	POWER		NUM		DEN	γF	OFFSET		RESULT
INT SRC		-10 dBm	(	1	/	1	)γF		=	2.23GHz..2.24GHz
EXT SRC1	✓	10 dBm						2.225 GHz	=	2.23GHz
EXT SRC2										
RECEIVE			(	-1	/	1	)γF	+2.225 GHz	=	10kHz..12MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	19	SMP02
2	OFF	19	

Bild 13: **Kanal 2** für Darstellung DUAL CHN OVERLAY

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES										
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 2.213 GHz ... 2.22499 GHz										
FREQ	ON	POWER		NUM		DEN	γF	OFFSET		RESULT
INT SRC		-10 dBm	(	1	/	1	)γF		=	2.21GHz..2.22GHz
EXT SRC1	✓	10 dBm						2.225 GHz	=	2.23GHz
EXT SRC2										
RECEIVE			(	-1	/	1	)γF	+2.225 GHz	=	12MHz..10kHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	19	SMP02
2	OFF	19	

Bild 14: Kanal 1 für Darstellung QUAD CHN SPLIT

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES										
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 2.22501 GHz ... 2.237 GHz										
FREQ	ON	POWER		NUM		DEN	γF	OFFSET		RESULT
INT SRC		-10 dBm	(	1	/	1	)γF		=	2.23GHz..2.24GHz
EXT SRC1	✓	10 dBm						2.225 GHz	=	2.23GHz
EXT SRC2										
RECEIVE			(	-1	/	1	)γF	+2.225 GHz	=	10kHz..12MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	19	SMP02
2	OFF	19	

Bild 15: Kanal 3 für Darstellung QUAD CHN SPLIT

3. Messungen an einem Frontend mit Zweifachumsetzung

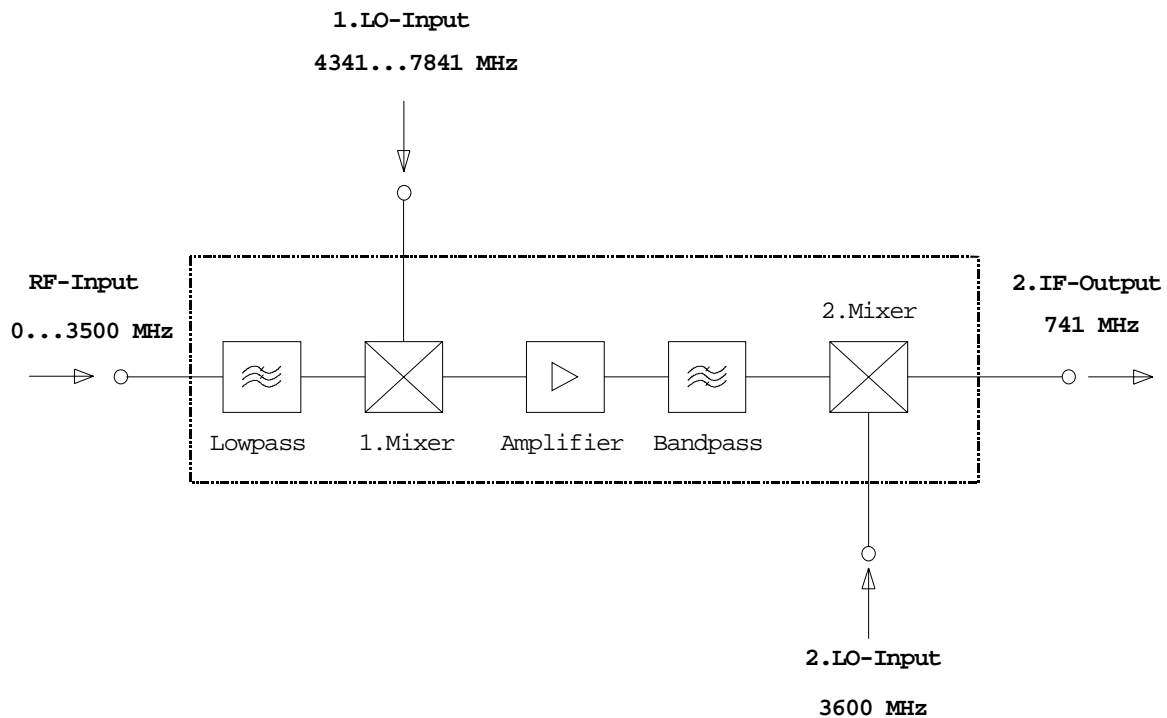


Bild 16: Blockschaltbild des Frontends

Der vektorielle Netzwerkanalysator ZVR ist in der Lage, zwei externe Generatoren über die IEC-Bus-Schnittstelle zu steuern. Dadurch können Meßobjekte mit bis zu zwei Frequenzumsetzungen automatisch vermessen werden. Bei der Messung des Konvertierungsfrequenzgangs über den gesamten Frequenzbereich des Prüflings muß einer der beiden Generatoren in der Frequenz variiert werden. Da diese Frequenzänderung über IEC-Bus geschieht, wird dabei, abhängig vom verwendeten Generator, die Sweepzeit verlangsamt. Bei der Messung des Durchlaßkurve dagegen wird mit voller Meßgeschwindigkeit gearbeitet, da die externen Generatoren beide auf eine feste Frequenz eingestellt sind.

Um hohe Genauigkeit bei der Messung des Übertragungsverhaltens zu erreichen, ist die Option „Pegel-Kalibrierung“ (Option ZVR-B7) notwendig. Mit dieser Option werden die Fre-

quenzgänge von internem Generator und Empfangsteilen des ZVR korrigiert. Dadurch werden Fehler durch unterschiedlichen Generator- und Empfangsfrequenzbereich vermieden. Gemessen werden können S_{11} , $|S_{21}|$ und S_{22} .

Eine weitere Möglichkeit, die Meßgenauigkeit zu erhöhen, ist das Arbeiten mit einem externen Referenzumsetzer (Option ZVR-B6), der dem Prüfling entspricht bzw. der als Vergleichsmuster dient. Diese Methode hat den Vorteil, daß keine Kalibrierung oder Pegelkorrektur notwendig ist und daß auch der Phasenunterschied des Übertragungsverhaltens zwischen den beiden Meßobjekten (Gruppenlaufzeit) erfaßt werden kann. Nachteilig ist, daß keine absoluten Größen gemessen werden können.

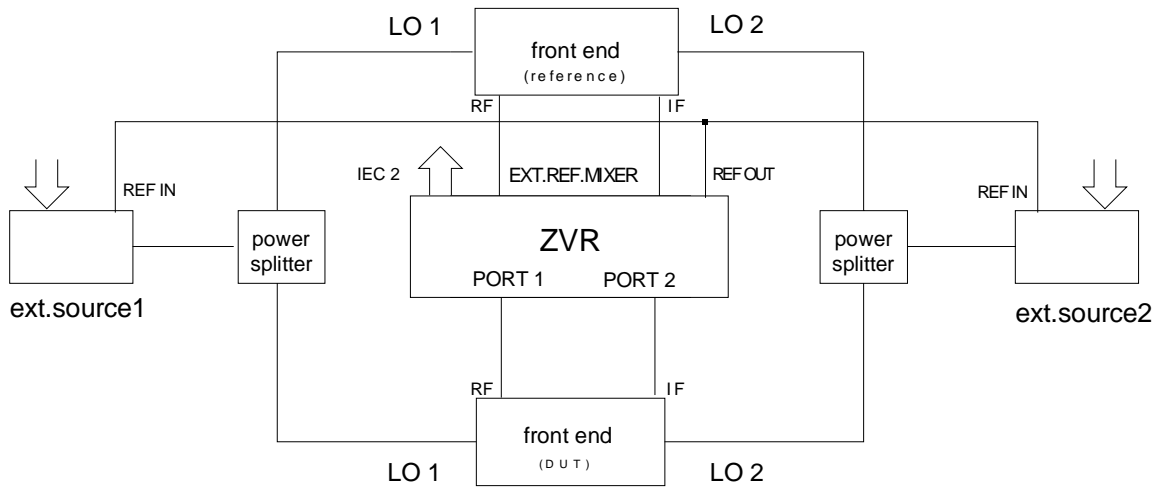


Bild 17: Meßaufbau mit externem Referenzumsetzer:

Meßergebnisse:

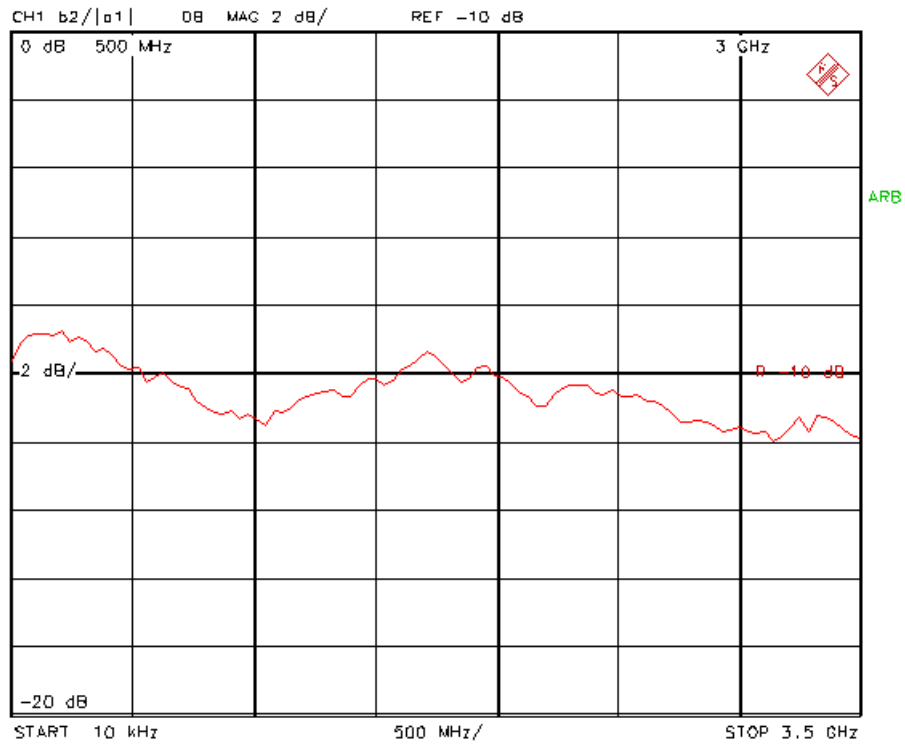


Bild 18: Frequenzgang Frontend

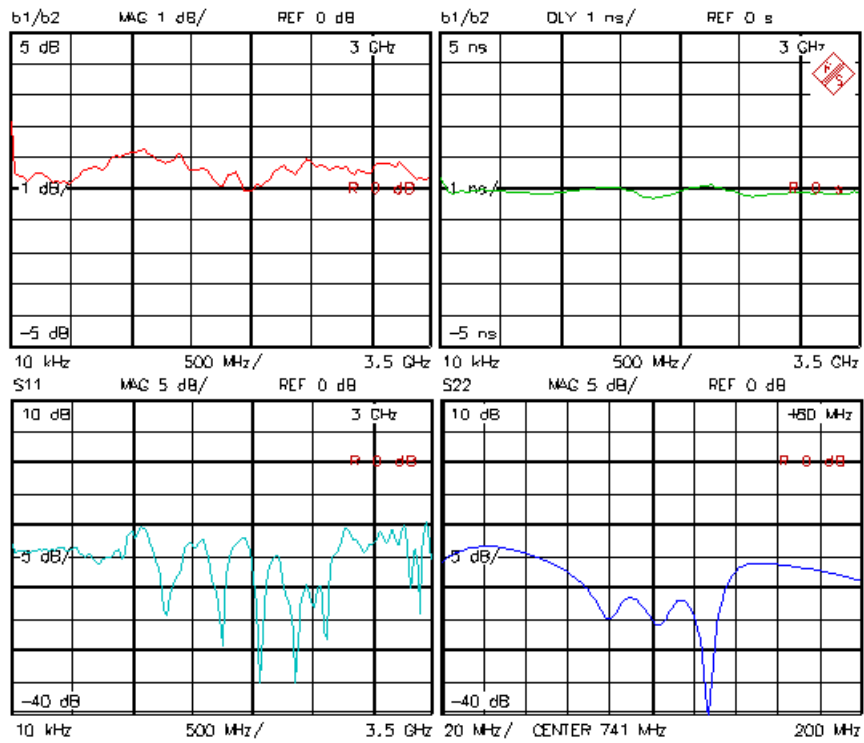


Bild 19: Frequenzgangs- und Laufzeitabweichung gegenüber einem Vergleichs-Frontend
Eingangs- und Ausgangsanpassung

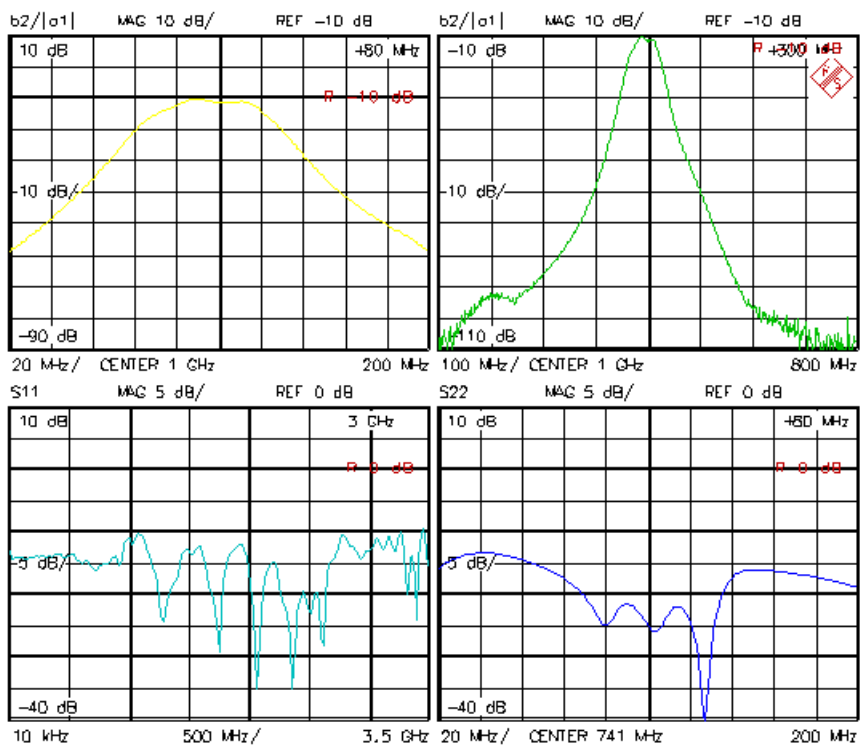


Bild 20: Durchlaßkurve im Nahbereich und Weitabselektion Eingangs- und Ausgangsanpassung

Meßeinstellungen:

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES									
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 10 kHz ... 3.5 GHz									
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	vF	OFFSET		RESULT	
INT SRC		-10 dBm	(1 / 1)		vF			=	10kHz...3.5GHz
EXT SRC1	✓	0 dBm	(1 / 1)		vF	+4.341 GHz		=	4.34GHz...7.84GHz
EXT SRC2	✓	0 dBm				3.6 GHz		=	3.6GHz
RECEIVE			(0 / 1)		vF	+741 MHz		=	741 MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	28	SMP02
2	IEC	19	SMT06

Bild 21: Frequenzgang Frontend

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES									
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 900 MHz ... 1.1 GHz									
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	vF	OFFSET		RESULT	
INT SRC		-10 dBm	(1 / 1)		vF			=	900 MHz...1.1GHz
EXT SRC1	✓	0 dBm	(0 / 1)		vF	+5.341 GHz		=	5.34GHz
EXT SRC2	✓	10 dBm				3.6 GHz		=	3.6GHz
RECEIVE			(1 / 1)		vF	-1.741 GHz		=	641 MHz...641 MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	28	SMP02
2	IEC	19	SMT06

Bild 22: Durchlaßkurve

ARBITRARY SYSTEM FREQUENCIES									
FUNDAMENTAL FREQUENCY: 600 MHz ... 1.4 GHz									
FREQ	ON	POWER	NUM	DEN	vF	OFFSET		RESULT	
INT SRC		-10 dBm	(1 / 1)		vF			=	600 MHz...1.4GHz
EXT SRC1	✓	0 dBm	(0 / 1)		vF	+5.341 GHz		=	5.34GHz
EXT SRC2	✓	10 dBm				3.6 GHz		=	3.6GHz
RECEIVE			(1 / 1)		vF	-1.741 GHz		=	1.14GHz...341 MHz

EXT SOURCES CONFIG			
SRC	REMOTE	IEC ADDR	TYPE
1	IEC	28	SMP02
2	IEC	19	SMT06

Bild 23: Weitabsektion

4 Applikationsschriften

- [1] H.-G. Krekels: Automatic Calibration of Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ30_2E.
- [2] O. Ostwald: 3-Port Measurements with Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ26_1E.
- [3] O. Ostwald: 4-Port Measurements with Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ25_1E.
- [4] T. Bednorz: Measurement Uncertainties for Vector Network Analysis, Appl. Note 1EZ29_1E.
- [5] P. Kraus: Frequenzumsetzende Messungen mit dem Netzwerkanalysator ZVR, Appl. Note 1EZ31_1D.
- [6] J. Ganzert: Accessing Measurement Data and Controlling the Vector Network Analyzer via DDE, Appl. Note 1EZ33_1E.
- [7] J. Ganzert: File Transfer between Analyzers FSE or ZVR and PC using MS-DOS Interlink, Appl. Note 1EZ34_1E.
- [8] O. Ostwald: Group and Phase Delay Measurements with Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ35_1E.
- [9] O. Ostwald: Mehrformmessungen mit dem Netzwerkanalysator ZVR, Appl. Note 1EZ37_1D.
- [10] O. Ostwald: Fragen und Antworten zum Netzwerkanalysator ZVR, Appl. Note 1EZ38_3D.
- [11] A. Gleißner: Interner Datentransfer zwischen Windows 3.1 / Excel und vektoriellem Netzwerkanalysator ZVR, Appl. Note 1EZ39_1D.
- [12] A. Gleißner: Power Calibration of Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ41_2E.
- [13] O. Ostwald: Pulsed Measurements on GSM Amplifier SMD ICs with Vector Network Analyzer ZVR, Appl. Note 1EZ42_1E.
- [14] O. Ostwald: Zeitbereichsmessungen mit dem Netzwerkanalysator ZVR, Appl. Note 1EZ44_1E.

5 Bestellungenangaben

Bestellbezeichnungen	Kurz-bez.	Frequenzbereich	Bestellnummer
Netzwerkanalysatoren (Testset enthalten) *			
3-Kanal unidirektional 50Ω, passiv	ZVRL	9 kHz...4 GHz	1043.0009.41
3-Kanal bidirektional 50Ω, passiv	ZVRE	9 kHz...4 GHz	1043.0009.51
3-Kanal bidirektional 50Ω, aktiv	ZVRE	300 kHz...4 GHz	1043.0009.52
4-Kanal bidirektional 50Ω, passiv	ZVR	9 kHz...4 GHz	1043.0009.61
4-Kanal bidirektional 50Ω, aktiv	ZVR	300 kHz...4 GHz	1043.0009.62
3-Kanal bidirektional 50Ω, aktiv	ZVCE	20 kHz...8 GHz	1106.9020.50
4-Kanal bidirektional 50Ω, aktiv	ZVC	20 kHz...8 GHz	1106.9020.60
Alternative Testsets *			
75-Ω-Meßbrücke für ZVRL (anstelle 50 Ω) ¹⁾			
75 Ω, passiv	ZVR-A71	9 kHz...4 GHz	1043.7690.18
75-Ω-Meßbrückenpaare für ZVRE und ZVR (anstelle 50 Ω) ¹⁾			
75 Ω, passiv	ZVR-A75	9 kHz...4 GHz	1043.7755.28
75 Ω, aktiv	ZVR-A76	300 kHz...4 GHz	1043.7755.29
Optionen			
AutoKal	ZVR-B1	0...8 GHz	1044.0625.02
Zeitbereichstransformation	ZVR-B2	wie Analysator	1044.1009.02
Frequenzumsetzende Messungen ²⁾	ZVR-B4	wie Analysator	1044.1215.02
Referenzkanalort	ZVR-B6	wie Analysator	1044.1415.02
Pegelkalibrierung ³⁾	ZVR-B7	wie Analysator	1044.1544.02
Dreitor-Adapter	ZVR-B8	0...4 GHz	1086.0000.02
Virtuelle Transformationsnetzwerke ⁴⁾	ZVR-K9	wie Analysator	1106.8830.02
Viertor-Adapter (2xSPDT)	ZVR-B14	0...4 GHz	1106.7510.02
Viertor-Adapter (SP3T)	ZVR-B14	0...4 GHz	1106.7510.03
Controller (deutsch) ⁵⁾	ZVR-B15	-	1044.0290.02
Controller (englisch) ⁵⁾	ZVR-B15	-	1044.0290.03
Ethernet BNC für ZVR-B15	FSE-B16	-	1073.5973.02
Ethernet AUI für ZVR-B15	FSE-B16	-	1073.5973.03
IEC/IEEE-Bus Interface für ZVR-B15	FSE-B17	-	1066.4017.02
Generatoreicheitung PORT 1	ZVR-B21	wie Analysator	1044.0025.11
Generatoreicheitung PORT 2 ⁶⁾	ZVR-B22	wie Analysator	1044.0025.21
Empfängereicheitung PORT 1	ZVR-B23	wie Analysator	1044.0025.12
Empfängereicheitung PORT 2	ZVR-B24	wie Analysator	1044.0025.22
Externe Messungen, 50 Ω ⁷⁾	ZVR-B25	10 Hz...4 GHz (ZVR/E/L) 20 kHz...8 GHz (ZVC/E)	1044.0460.02

¹⁾ Nur zusammen mit Bestellung von ZVR/E/L.

²⁾ Beinhaltet Oberwellenmessungen.

³⁾ Benötigt einen Leistungsmesser mit Sensor.

⁴⁾ Nur für ZVR oder ZVC mit ZVR-B15.

⁵⁾ Beinhaltet DOS, Windows 3.11, Tastatur und Maus.

⁶⁾ Nur für ZVR oder ZVC.

⁷⁾ Eichleitungen erforderlich.

* Hinweis:

Aktiv-Testset enthält im Gegensatz zum Passiv-Testset eine Gleichstromzuführung, z. B. zur Versorgung aktiver Meßobjekte.