

jetzt mit
Windows NT



Vektorielle Netzwerkanalysatoren-Familie ZVR

4 Modelle für jeden Bedarf: ZVRE, ZVCE, ZVR, ZVC

- Exzellente Messdynamik
>130 dB (Messbandbreite 10 Hz)
- Geringes Eigenrauschen
<-130 dBm (Messbandbreite 10 Hz)
- Weiter Frequenzbereich für universellen Einsatz
10 Hz...4 GHz (ZVRE, ZVR)
20 kHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)
- Hohe Messgeschwindigkeit
<125 μ s pro Punkt (normalisiert)
<240 μ s pro Punkt (voll kalibriert)
- Schneller Zugriff auf die Messwerte über IEC-Bus
Auslesezeit <15 ms (200 Punkte)
- Maßgeschneiderte Modelle für spezielle Messaufgaben
Über Optionen modular konfigurierbar
- Hohe Bildwechselrate
>>25 Sweeps pro s (200 Punkte)
- Manuelle Kalibrierverfahren
TOM, TRM, TRL, TNA, TOSM, TOM-X
- Automatisches Kalibrierverfahren
AutoKal
- Kompatibel zu PC, CAE
Interner PC mit Windows NT-Betriebssystem erschließt PC-Anwendungen



ROHDE & SCHWARZ

Innovation in Vielseitigkeit, Geschwindigkeit und Präzision

Eine Familie für jeden Bedarf

Mit den vektoriellen Netzwerkanalysatoren der ZVR-Familie setzt Rohde & Schwarz Meilensteine mit extrem schnellen, hochpräzisen und besonders vielseitigen Messgeräten.

Die Familie besteht aus den vier vektoriellen Netzwerkanalysatoren ZVRE und ZVR sowie ZVCE und ZVC, die den Frequenzbereich bis 8 GHz erweitern. Alle Modelle sind Kompaktgeräte mit integriertem Generator, Testset und Empfänger und für jeweils unterschiedliche Anwendungsfelder maßgeschneidert konzipiert.

Die Analysatoren lassen sich mit zahlreichen Optionen und verschiedenen Testsets an unterschiedlichste Messaufgaben anpassen.

300 kHz..... 4 GHz

ZVR, ZVRE (Aktiv-Brücken)

9 kHz 4 GHz

ZVR, ZVRE (Passiv-Brücken)

10 Hz 4 GHz

ZVR, ZVRE (mit Option Externe Messungen)

20 kHz 8 GHz

ZVC, ZVCE (Aktiv-Koppler)

20 kHz 8 GHz

ZVC, ZVCE (Passiv-Brücken)

300 kHz 8 GHz

ZVC, ZVCE (Aktiv-Brücken)

Weiter Frequenzbereich..... 10 Hz...4 GHz bzw. 20 kHz...8 GHz

Hohe Messgeschwindigkeit..... <125 µs pro Punkt

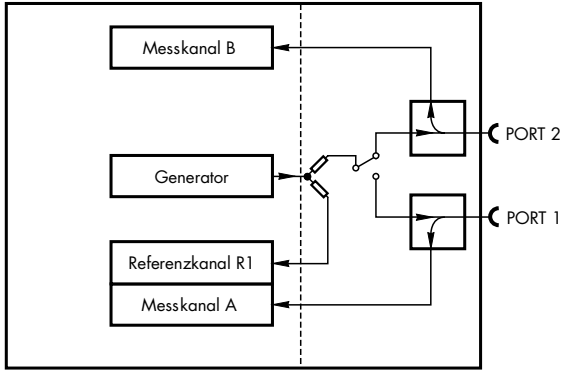
Große Dynamik..... > 130 dB (Messbandbreite 10 Hz)

Innovative Kalibrierverfahren.....AutoKal, TOM, TRM, TRL, TNA, TOM-X

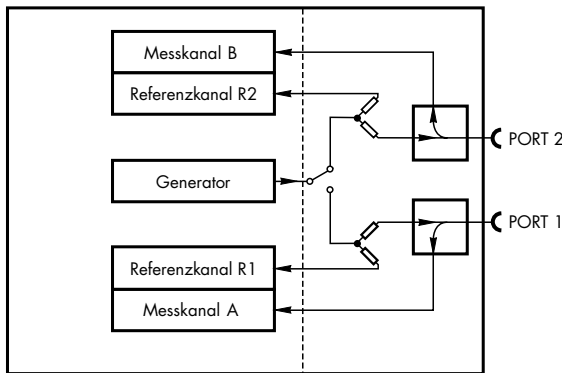
Kurze IEC-Bus-Reaktionszeiten.....Auslesezeit <15 ms (200 Messpunkte)

Aktiv-Brücken/Koppler enthalten im Gegensatz zur Passiv-Ausführung eine Gleichstromzuführung, z.B. zur Versorgung von Verstärkern.

Der Aufbau



ZVRE, ZVCE (bidirektional, 3-Kanal)



ZVR, ZVC (bidirektional, 4-Kanal)

Mit Hilfe eines **bidirektionalen** Analysators können alle vier S-Parameter ohne Umklemen des Messobjekts ermittelt werden. Die 4-Kanal-Analysatoren ermöglichen Kalibrierverfahren wie TOM, TRM, TRL und TNA.

Vier Modelle im Vergleich

Das Wichtigste in Kürze

Modell	ZVRE	ZVR	ZVCE	ZVC
Testset	bidirektional			
Empfangskanäle	3	4	3	4
Weiter Frequenzbereich	10 Hz ¹⁾ ...4 GHz		20 kHz...8 GHz	
Großer Dynamikbereich ¹⁾	>125 dB	>130 dB	>125 dB	>130 dB
Hohe Empfindlichkeit ¹⁾	<-125 dBm	<-130 dBm	<-125 dBm	<-130 dBm
Hohe Messgeschwindigkeit	<125 µs/Punkt			
Schneller IEC-Bus ²⁾	<15 ms			
Hohe Frequenzauflösung	10 µHz			
Kurze Kalibrierzeiten ³⁾	<20 s			
Große Anzeige	Aktiver LC-Farbbildschirm, 26 cm Diagonale			

¹⁾ Mit Option *Externe Messungen*.

²⁾ Von Anforderung eines Markerwertes bis Vorliegen der Daten (Real- und Imaginärteil).

³⁾ Automatische Zweiter-Kalibrierung mit Option *AutoKal*.

ZVRE und ZVCE – ökonomisch

Das Testset dieser Modelle ist mit **zwei Messbrücken bzw. Richtkopplern**, einem HF-Umschalter, zwei Messkanälen und einem Referenzkanal ausgestattet. Sie messen alle vier S-Parameter eines Messobjekts nach Betrag und Phase, erlauben eine vollständige Zweiter-Kalibrierung (TOSM) und bestechen durch hohe Messgenauigkeit und Dynamik.

ZVR und ZVC – universell

ZVR und ZVC enthalten ein Testset mit **zwei Messbrücken bzw. Richtkopplern** und einem HF-Umschalter sowie zwei Messkanälen und – anders als im ZVRE und ZVCE – **zwei Referenzkanälen**. Dieser Aufbau ermöglicht eine Vielzahl moderner Kalibrierverfahren (z.B. TNA), welche die Genauigkeit speziell bei nichtkoaxialen Anwendungen beträchtlich erhöhen. ZVR und ZVC sind Geräte für alle, auch anspruchsvollsten Anwendungen in Forschung, Entwicklung und Fertigung.

Vektorieller Netzwerkanalysator ZVR
mit Option Externe Messungen

Dreimal Spitzengeschwindigkeit

Hohe Sweep-Geschwindigkeit

Die hohe Sweep-Geschwindigkeit erlaubt weit mehr als 25 Bildwechsel pro s bei 200 Messpunkten. Sie erweckt einen analogen Bildeindruck für den



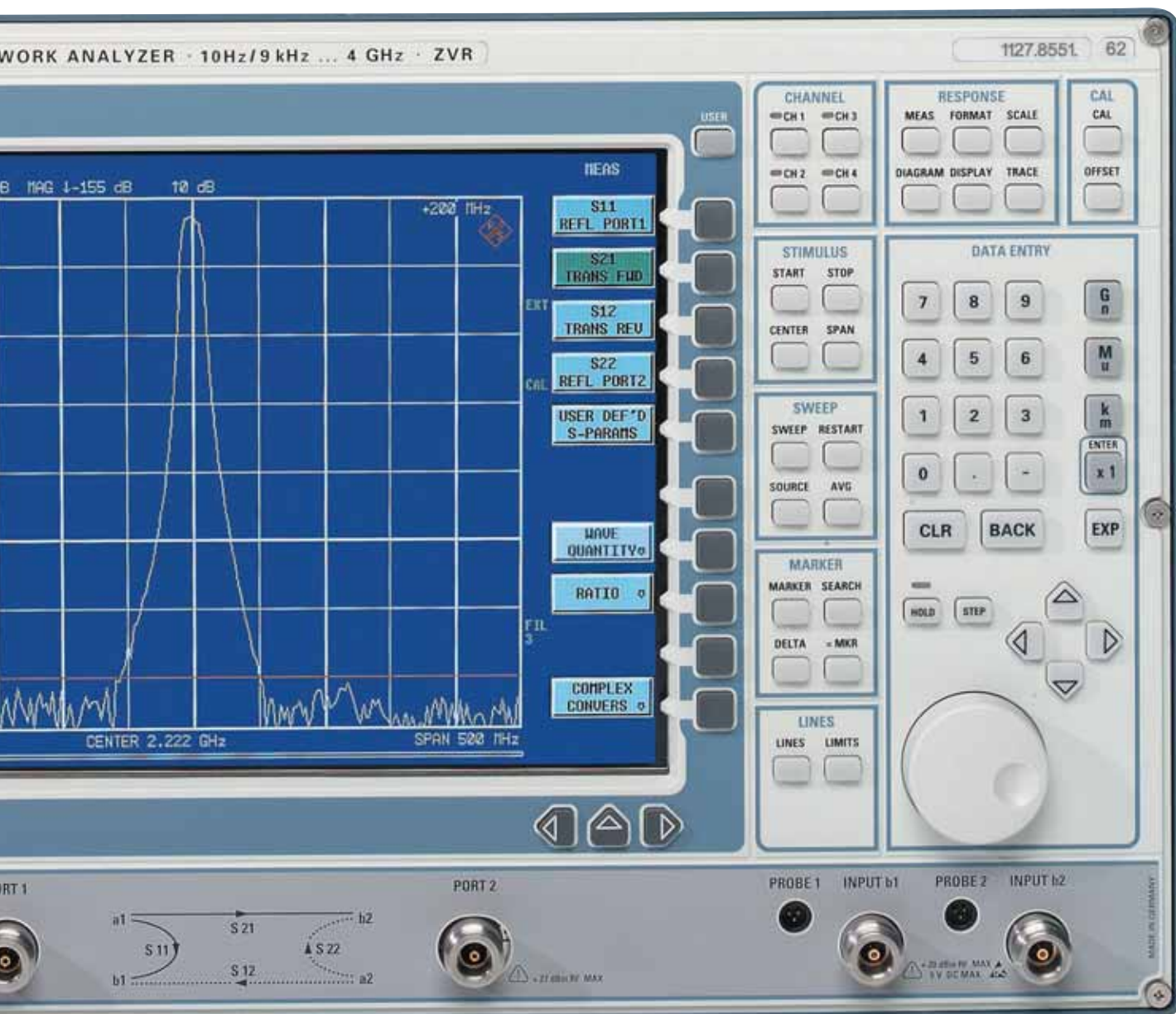
schnellen Abgleich empfindlicher Messobjekte ohne Stufen in der Messkurve. Die kurze Messzeit von $<125 \mu\text{s}$ pro Punkt steigert den Durchsatz in automatischen Messsystemen erheblich.

Schneller IEC-Bus

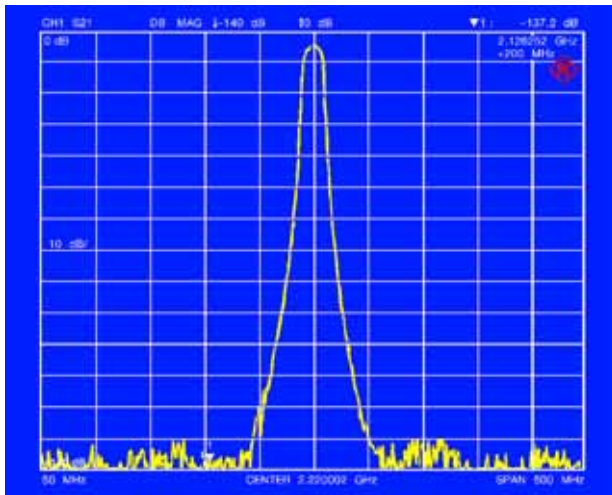
Das Auslesen eines Markers über den IEC-Bus dauert nur 5 ms, das Auslesen einer gesamten Kurve (200 Punkte) weniger als 15 ms, was erheblich komplexe rechnergesteuerte Prozesse beschleunigt.

Kurze Kalibrierzeiten

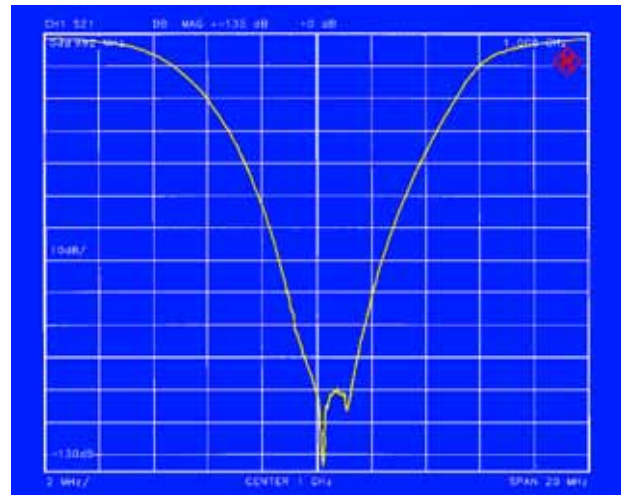
Das Rohde&Schwarz-Kalibrierverfahren *AutoKal* erlaubt nach einfacher Verbindung der Messtore automatische Zweitor-Kalibrierungen. Sie dauern nur wenige Sekunden (einschließlich Berechnung der Korrekturwerte) und minimieren den Zeitaufwand und Bedienfehler.



Die Technik im Detail



Messung an einem Bandpass



Messung an einer Bandsperre

Geschwindigkeit >>25 Sweeps pro s

Ein äußerst rauscharmer und extrem schneller Synthesizer gestattet zusammen mit einer ungewöhnlich hohen Messbandbreite von bis zu 26 kHz die Messwertdarstellung in Echtzeit. Der ZVx nimmt unmittelbar an jedem Frequenzpunkt alle S-Parameter in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung auf und nicht in zwei aufeinanderfolgenden Sweeps. Dies liefert die aktuelle und genaue Darstellung der Messergebnisse auch bei schnellen Abgleichvorgängen. Die Dynamik des ZVx beträgt selbst bei einer hohen Messgeschwindigkeit von mehr als 25 Sweeps pro s und 10 kHz Messbandbreite mehr als 95 dB.

Dynamik >130 dB

Hohe Sperr- und geringe Durchlassdämpfungen moderner HF-Komponenten stellen neue Anforderungen an Netzwerkanalysatoren. Durch Grundwellenmischung wird der nutzbare Dynamikbereich der Rohde&Schwarz-Netzwerkanalysatoren gegenüber gängigen Sampling-Konzepten um

mehr als 25 dB erhöht. Die Rohde&Schwarz-Netzwerkanalysatoren erreichen durch ihr rauscharmes Front-End eine Dynamik von >130 dB, so dass selbst bei niedrigen Eingangspegeln sehr genaue Transmissionsmessungen an hochsperrenden Messobjekten mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden können.

Pegelkalibrierung: Messung aktiver Komponenten

Eine im Werk durchgeführte Pegelkalibrierung sorgt für einen präzisen Ausgangspegel und eine hohe Genauigkeit bei der Messung absoluter Eingangspegel innerhalb des gesamten Frequenzbereichs. Dies ist insbesondere für frequenzumsetzende Messungen und nichtlineare Messungen an aktiven Komponenten wichtig. Darüber hinaus lässt sich mit Hilfe der Option *Pegelkalibrierung* die frequenzabhängige Pegeländerung eines externen Messaufbaus erfassen und kompensieren.

Vier Kurven gleichzeitig auf dem LC-Farbbildschirm (26 cm)

Als erste Netzwerkanalysatoren in dieser Preisklasse können die Geräte der ZVx-Familie wahlweise bis zu vier Messkurven mit voneinander unabhängigen Parametern darstellen (Messgröße, Frequenzbereich, Bandbreite etc.). Der große aktive LC-Farbbildschirm mit einer hohen Bildwechselfrequenz ermöglicht präzise Abgleicharbeiten ohne Ermüdung.

Integrierter PC

Die Netzwerkanalysatoren sind mit einem PC-Board einschließlich Peripherieschnittstellen für Tastatur, Maus, Drucker, externem Monitor und Windows NT als Betriebssystem ausgestattet. Der PC-Modus bietet den freien Zugriff auf die interne Festplatte und die Ausführung von PC-Programmen auf dem ZVR. Diese Funktion erleichtert wesentlich die Handhabung, Weiterverarbeitung und Protokollierung von Messdaten. Der optionale Ethernet-Anschluss, die Integration beliebiger Druckertreiber und die Ausführung von IEC-Bus-Steuerprogrammen auf dem

Zweiter-Kalibrier- verfahren	Anzahl Kalibrier- schritte	Besonderheit
TOM	5	Implizite Verifikation
TRM	5	Speziell für Messadapter
TRL	4	Hohe Direktivität
TNA	3	Speziell für planare Schaltungen
TOSM	7	Klassisches Verfahren
TOM-X	5 (9)	Eliminiert Übersprechen

Die vollständigen Zweiter-Kalibrierverfahren im Überblick

		Anzahl Messpunkte		
		51	201	401
IEC-Bus-Datentransfer von Real- und Imaginärteil Zeit zwischen dem Abschicken der Anfrage und dem Ankom- men der Daten				
ASCII		40 ms	90 ms	160 ms
IEEE-754-Floating-Point-Format Einstellendaten 64 bit, Messdaten 32 bit		10 ms	15 ms	25 ms
Messzeiten im Fast Mode				
Normalisiert	unidirektional einschl. Rück- lauf 5 ms	15 ms	30 ms	60 ms
Zweitorkalibriert	bidirektional	20 ms	60 ms	100 ms

Mess- und IEC-Bus-Geschwindigkeiten der Netzwerkanalysatoren

ZVR selbst steigern erheblich die Einsatzmöglichkeiten und Performance.

Die Speicherung von kompletten Einstellungen, Messkurven, Messwerten, Grenzwertlinien, Kalibrierdaten, Makros und Bildschirminhalten erfolgt mittels Festplatte oder Diskette. Die verfügbaren Formate (z.B. WMF, ASCII, Serenade®) bieten einen problemlosen Import in entsprechende Windows-Programme. Mit Hilfe des internen PC's werden die Daten gleich im ZVR verarbeitet.

Automatische Messsysteme

Nicht nur die schnelle Messdatenaufnahme und -verarbeitung prädestinieren alle Modelle für den Einsatz in automatischen Messsystemen, sondern auch ihr SCPI-konformer IEC-Bus-Befehlssatz. Alle Modelle besitzen standardmäßig zwei IEC-Bus-Schnittstellen. Die erste dient zur Steuerung des Analysators; über die zweite können externe Geräte z.B. Signalquellen für Intermodulations- oder Mischermessungen vom ZVR gesteuert werden. Für den internen PC steht optional eine weitere IEC-Bus-Schnittstelle zur Verfügung. Dadurch kann der ZVR komplette

Messsysteme oder sich selbst steuern. Die Option *Ethernet* ermöglicht den Datenaustausch und die Steuerung über LAN.

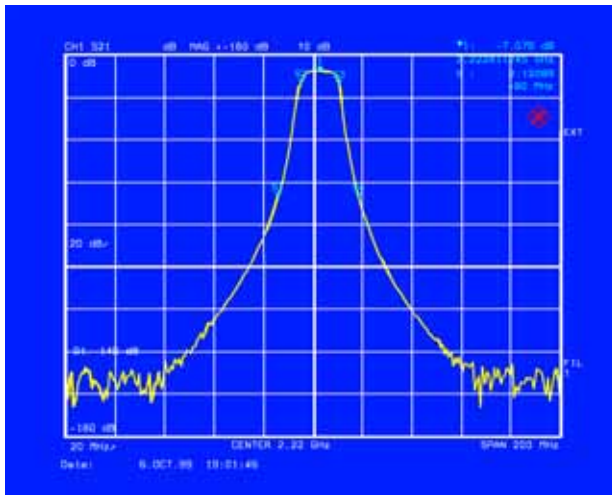
Rationell kalibrieren

Das klassische 12-Term-Kalibrierverfahren TOSM benötigt vier Standards: Durchverbindung, Leerlauf, Kurzschluss und angepasster Abschlusswiderstand. Die englischen Namen für diese Standards (Ithrough, Open, Short, Match) ergeben die Kurzbezeichnung TOSM. Bei ZVR und ZVC stehen außer diesem Verfahren zusätzlich moderne Kalibrierverfahren zur Verfügung (TOM, TRM, TRL, TNA). Im Gegensatz zu TOSM (12-Term) benötigen sie nur drei unterschiedliche Standards, wobei auch Leitungen (Line), reflektierende Eintore mit unbekanntem Reflexionsfaktor (Reflect), angepasste Dämpfungsglieder (Attenuator) und reflexionssymmetrische, jedoch ansonsten beliebige Zweitore (Network) zugelassen sind. Für allgemeine Anwendungen ist das einfache Verfahren TOM zu empfehlen, da zur Kalibrierung nur drei Standards notwendig sind. Bei einer Kalibrierung bis zu 100 MHz kann sogar auf das Anschließen des Leer-

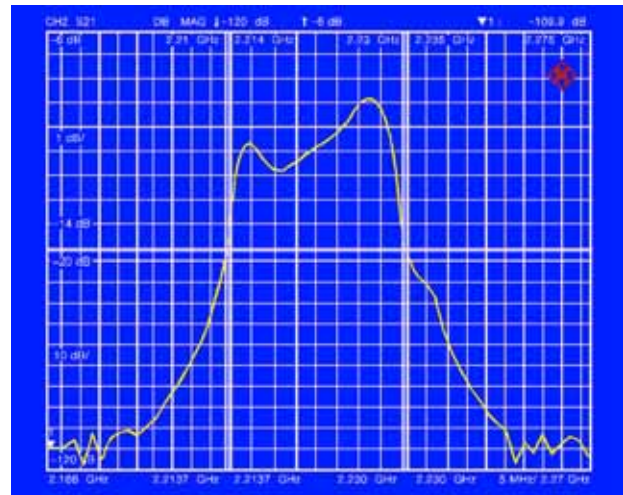
laufs verzichtet werden, und die Mess-tore werden einfach offen gelassen. Somit wird eine vollständige Zweiter-Kalibrierung durch nur zwei Kalibrierstandards durchgeführt. Ferner bietet TOM den Vorteil einer impliziten Verifizierung. Fehler durch defekte Kalibrierkits oder falsche Bedienung werden so vermieden. Dies erhöht die Zuverlässigkeit im Labor und besonders in der Produktion.

Bei On-Wafer-Messungen, Messungen auf Platinen oder in Testfassungen ist es schwierig, mit vertretbarem Aufwand die geeigneten Kalibrierstandards herzustellen bzw. im nötigen Umfang zu spezifizieren. Dieses Problem wird durch die von Rohde&Schwarz entwickelten und patentierten Kalibrierverfahren TNA und TRM gelöst. Bei diesen Verfahren müssen die Eigenschaften der Kalibrierstandards nur zum Teil bekannt sein. So erlaubt beispielsweise das TNA-Verfahren eine volle Zweiter-Kalibrierung mit nur zwei Standards, wobei nur die Länge der Durchverbindung bekannt sein muss und Reflexions-symmetrie an den Referenzebenen vorausgesetzt wird. Minimalen Kalibrier-aufwand bietet die Option *AutoKal*, bei der ausschließlich eine Durchverbindung hergestellt werden muss.

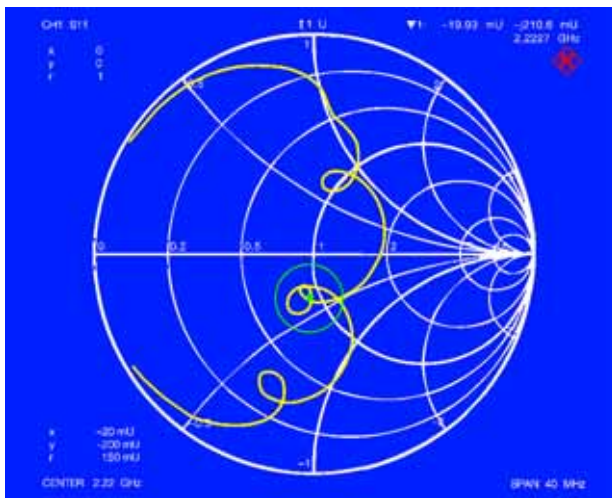
Applikationen



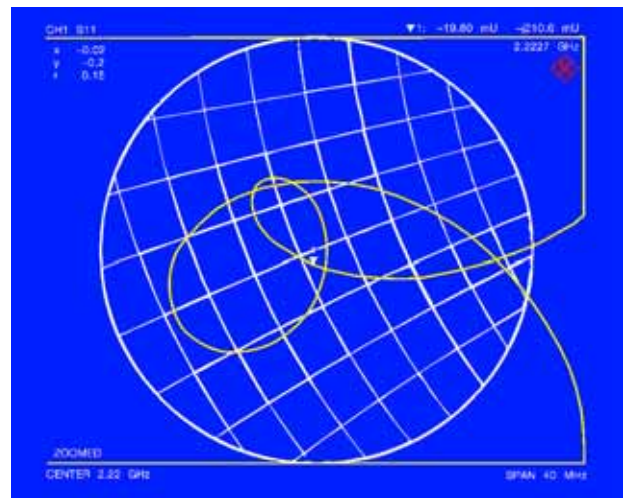
1



2



3



4

Filtermessungen (1 bis 4)

Präzise Transmissions- und Reflexionsmessungen an schmalbandigen Messobjekten wie Resonatoren und Filtern erfordern einen hochauflösenden, stabilen Generator, eine große Dynamik des Empfängers und eine hohe Messgeschwindigkeit. Die Analysatoren der ZVR-Familie sind bestens dafür geeignet.

Spezielle Bandfilter-Auswertefunktionen (1) minimieren die Zeit zum Messen und Abgleichen von Filtern. Auf dem Bildschirm erscheinen auf Knopfdruck relevante Filterdaten wie Bandbreite, Mittenfrequenz, Güte und Formfaktor. Marker-Tracking-Funktionen liefern in Echtzeit aktualisierte Informatio-

nen über Amplitude und Frequenz während des Messobjektgleichs. Benutzerdefinierte Frequenz- und Amplitudensegmente (2) erleichtern und beschleunigen die Auswertung interessierender Teilbereiche eines Sweeps. Frei definierbares Zoomen, sogar im Smith-Diagramm, erleichtert dem Anwender, sich auf interessante Teile der Messkurve zu konzentrieren (3 und 4).

Mischer und Verstärker (5, 6)

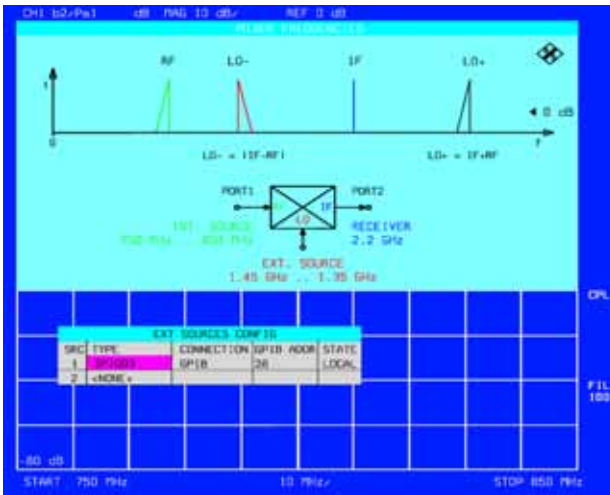
Die Messung aktiver Komponenten mit großer Verstärkung und Isolation erfordert hohe Dynamik, Empfindlichkeit und Isolation zwischen den Messkanälen. Neben S-Parametern und davon abgeleiteten Messgrößen be-

stimmen die Analysatoren auch nicht-lineare Kenngrößen:

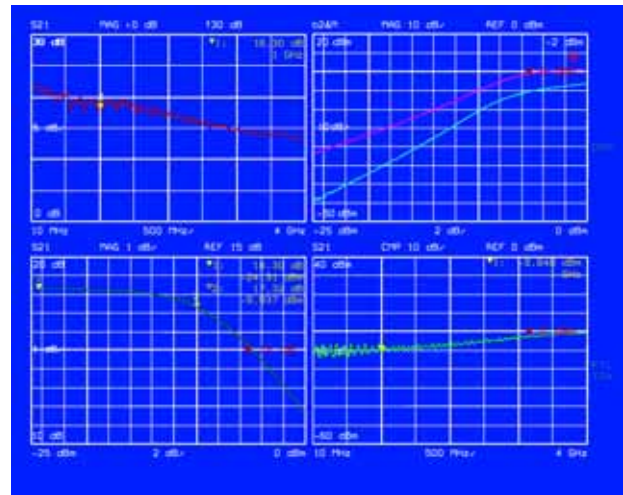
- Betrag der Harmonischen 2., 3. oder höherer Ordnung
- n-dB-Kompressionspunkt
- IP_2 und IP_3

Diese Parameter können direkt über der Frequenz dargestellt werden.

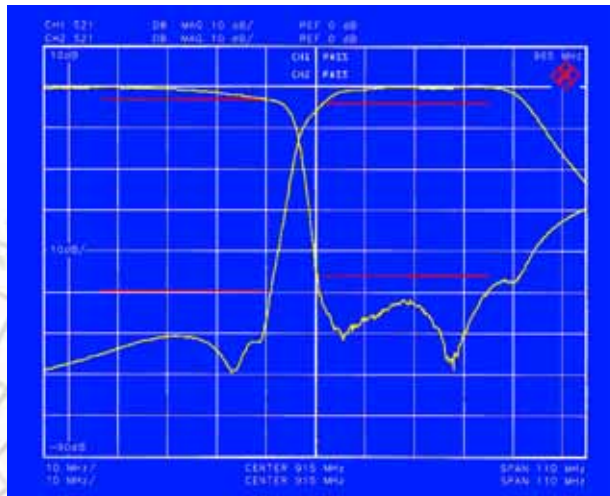
Durch die Verwendung zweier unabhängiger Synthesizer für Generator und Empfänger sowie der Möglichkeit, zwei externe Generatoren anzusteuern, können vielseitige Messungen an frequenzumsetzenden Messobjekten (z.B. an Mixern) bei voller Messgeschwindigkeit und Dynamik durchgeführt werden (5). Aufgrund des beson-



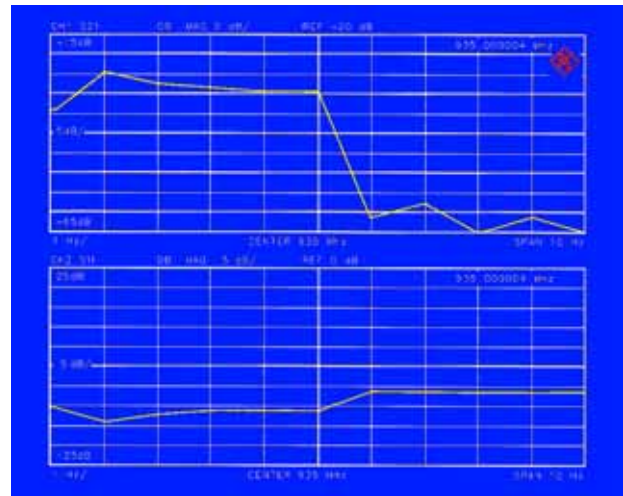
5



6



7



8

deren Empfangsprinzip der Analyatoren von Rohde&Schwarz werden keine zusätzlichen Komponenten wie Filter zur Unterdrückung von Nebenwellen benötigt.

Die Entkopplung aller vier Anzeigekanäle beispielsweise bei einer Verstärkungsmessung erlaubt die gleichzeitige Darstellung von Verstärkung und Harmonischen über Frequenz und Pegel sowie des 1-dB-Kompressionspunktes über der Frequenz (6).

Kompatibel zu CAE-Tools

Bei der Schaltungsentwicklung am Computer mit Hilfe von CAE-Tools ist die Übertragung der an einem Bauteil

gemessenen S-Parameter in ein entsprechendes CAE-Programm unerlässlich. Dazu werden gemessene S-Parameter in einem CAE-kompatiblen Format auf Diskette gespeichert und lassen sich mit Hilfe von Simulationsprogrammen weiterverarbeiten. Umgekehrt können Daten von Simulationsprogrammen in eine S-Parameter Messung eingebunden werden. Eine typische Anwendung ist die Simulation von Anpassnetzwerken bei Messungen an SAW-Filtern. Die Einbindung real nicht vorhandener Netzwerke (Embedding) oder die Korrektur vorhandener Netzwerke (Deembedding) erfolgt mit der Option *Virtuelle Transformationsnetzwerke*.

Messungen an Duplexfiltern (7)

Die vor allem im Mobilfunk verwendeten Duplexfilter erfordern ein gleichzeitiges Messen und Abgleichen von mehreren Signalpfaden in Echtzeit. Durch die optionalen *Dreitor-* und *Vierort-Adapter* lassen sich quasi-gleichzeitig mehrere Durchlasskurven (z.B. vom Sende- und Empfangszweig) auf dem Bildschirm darstellen. Dabei können alle Messpfade unabhängig voneinander kalibriert werden.

Messungen bei Pulsbetrieb (8)

Bei Mobilfunkanwendungen ist die Kenntnis des Übertragungsverhaltens eines Verstärkers unter Betriebsbedin-

Die Systemkonfiguration

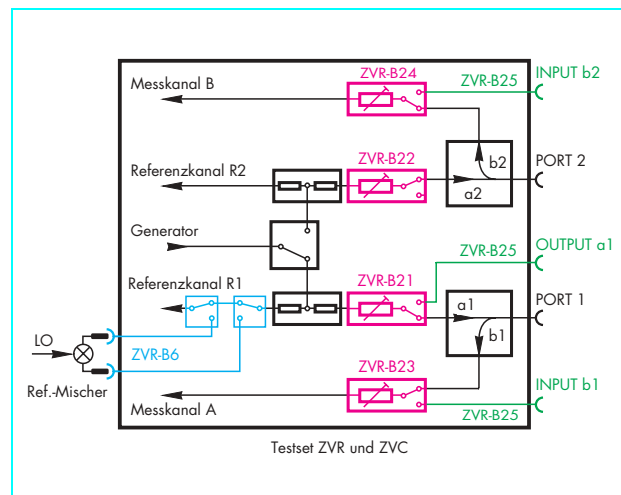
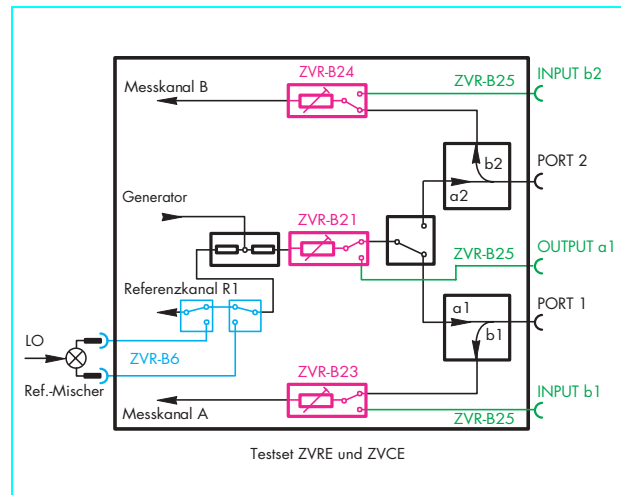


gungen von großer Bedeutung. Die hohe Messgeschwindigkeit und die umfangreichen Triggermöglichkeiten gestatten auch während eines GSM-Bursts Messungen der S-Parameter nach Betrag und Phase bzw. Messung der Intermodulationsprodukte.

Ausstattung der Analysatoren

- **ZVRE**
bidirektional mit drei Empfangskanälen, 9 kHz...4 GHz
- **ZVCE**
bidirektional mit drei Empfangskanälen, 20 kHz...8 GHz
- **ZVR**
bidirektional mit vier Empfangskanälen, 9 kHz...4 GHz
- **ZVC**
bidirektional mit vier Empfangskanälen, 20 kHz...8 GHz

Durch die Verwendung von vier anstelle von drei Empfangskanälen verfügen ZVR und ZVC im Gegensatz zu ZVRE und ZVCE über zusätzliche leistungsfähige Kalibriermethoden wie TOM, TRM, TNA und ein 15-Term-Verfahren TOM-X (X = Crosstalk), z.B. für „On-Wafer“-Messungen.



Die Testsets

Rohde&Schwarz bietet die Netzwerkanalysatoren optional mit unterschiedlichen Testsets an, damit für verschiedene Anforderungen jeweils ein optimal konfigurierter Messplatz zur Verfügung steht.

Die Testsets enthalten je nach Modell einen oder zwei Signalteiler, einen elektronischen Umschalter und eine oder zwei Messbrücken bzw. Richtkoppler. Zusätzlich können Stufenabschwächer (0 dB bis 70 dB) in die Generator- und in beide Empfängerzweige zur Erweiterung des

Pegelbereiches der Empfänger auf +27 dBm und zur Erzeugung sehr kleiner Pegel bis zu -95 dBm eingefügt werden.

Bei den Analysatoren bis 4 GHz ist das Testset ausschließlich mit Messbrücken ausgestattet und wahlweise als 50 Ω oder 75 Ω Variante verfügbar. Standardmäßig enthalten ist ein 50 Ω Testset.

Das Zubehör



Messkabel und Kalibriersatz (N)



Luftleitungen (N) und Kalibriersatz (PC 3,5)

Aufgrund unterschiedlicher HF-Eigenschaften von Messbrücke und Koppler sind die 8 GHz Geräte ZVC und ZVCE in beiden Ausstattungen lieferbar. Die Auswahl zwischen Testsets mit Koppler oder Messbrücke hängt von der Messaufgabe ab. Bei frequenzumsetzenden Messobjekten wie Mischern oder aktiven Messobjekten wie Verstärkern unterhalb von 1 GHz ist aufgrund der besseren Messtoranpassung die Variante mit Messbrücken die richtige Wahl. Für Mischer und Verstärkermessungen über 1 GHz und Messungen an passiven Elementen innerhalb der gesamten Bandbreite ist ein Testset mit Kopplern die bessere Wahl, da es hinsichtlich Dynamik und Ausgangspegel Vorteile bietet.

Ein Testset mit Messbrücken ist sowohl in "Aktiv"- als auch in "Passiv"-Ausführung, ein Testset mit Koppler nur als 50 Ω -"Aktiv"-Variante erhältlich. Durch ein "Aktiv"-Testset kann das Messobjekt direkt über den Innenleiter des Messtores mit Spannung versorgt werden ("Port Bias").

Beim Bestücken der Testsets mit Eichleitungen und der Option *Externe Messungen* können Generator und Empfänger, unter Umgebung der Brücken bzw.

Koppler, direkt auf drei zusätzliche Frontplattenbuchsen geschaltet werden (OUTPUT a1, INPUT b1, INPUT b2). Dadurch steigen Ausgangspegel, Empfindlichkeit und Dynamik. Mit den 4-GHz-Modellen sind Messungen bereits ab 10 Hz möglich. Die Messtore sind mit N-Buchsen ausgestattet.

Messkabel und Adapter

Zum Anschließen der Messobjekte an die Analysatoren dienen flexible, phasenstabile Messkabel mit Präzisionsanschlüssen. Dadurch ist eine gute Reproduzierbarkeit der Messungen gewährleistet. Für die Steckertypen N und PC 3,5 werden von Rohde&Schwarz Messkabel, passend zu den Steckertypen der Analysatoren, angeboten, um eine optimale Anpassung der Messtore sicherzustellen.

Kalibriersätze

Die Präzision eines kalibrierten Netzwerkanalysators entspricht der Qualität der Kalibrierstandards und der Reproduzierbarkeit der Verbindungen. Rohde&Schwarz bietet Kalibriersätze für die gängigen Anschlusssysteme zur

Kalibrierung der Netzwerkanalysatoren an.

Für höchste Messgenauigkeit sind alle Kalibriersätze individuell vermessen, alle charakteristischen Daten der Standards werden auf einer Diskette mitgeliefert.

Die Kalibriersätze enthalten die erforderlichen Standards für TOSM- (12-Term) und TOM-Kalibrierung. Jeder Satz umfasst die Standards mit Stecker und Buchse. Des Weiteren stehen Gleitlasten zur Verfügung. Für die Kalibrierverfahren TRL und TOM-X werden Ergänzungssätze angeboten.

Als Alternative zur Verifizierung der Messgenauigkeit eines kalibrierten Netzwerkanalysesystems bietet das von Rohde&Schwarz entwickelte T-Check-Verfahren eine schnelle und einfache Überprüfung der Messgenauigkeit.

Technische Daten

Alle technischen Daten beziehen sich – soweit nicht anders angegeben – auf die beiden Messtore PORT1 und PORT2 sowie auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Messtor und eine Messbandbreite ≤10 kHz.

Hinweis auf besonders wichtige Daten.

Messbereich

Frequenzbereich

Ohne Option Externe Messungen

ZVRE, ZVR

mit Passiv-Brücken

50 Ω oder 75 Ω

mit Aktiv-Brücken

50 Ω oder 75 Ω

9 kHz...4 GHz

300 kHz...4 GHz

ZVCE, ZVC

mit Passiv-Brücken 50 Ω

mit Aktiv-Brücken 50 Ω

mit Aktiv-Kopplern 50 Ω

20 kHz...8 GHz

300 kHz...8 GHz

20 kHz...8 GHz

Mit Option Externe Messungen

ZVRE, ZVR

ZVCE, ZVC

10 Hz...4 GHz

20 kHz...8 GHz

Frequenzunsicherheit

$4 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-6}/a$

Auflösung

10 µHz

Messgeschwindigkeit (ab 2 MHz)

Messpunkteanzahl

1...2001 (frei wählbar)

Messzeit pro Punkt

Messbandbreite (IFBW)

3 kHz

10 kHz

26 kHz

mit Systemfehlerkorrektur

<1080 µs

<480 µs

<360 µs

normalisiert

<540 µs

<240 µs

<210 µs

im Fast Mode

mit Systemfehlerkorrektur

–

–

<240 µs

normalisiert

–

–

<125 µs

Messdynamik (ohne Systemfehlerkorrektur)

(Die Messdynamik ist definiert als die Differenz zwischen maximaler Quellorleistung und dem bei Glättung mit 1% Apertur angezeigten Spitzenwert der durch Eigenrauschen und Übersprechen für den Betrag der Transmission hervorgerufenen Messkurve bei kurzgeschlossenen Messtoren.)

ZVRE, ZVR

(Für ZVRE gelten bei einer Messbandbreite von 10 Hz um 5 dB reduzierte Werte)

Mit Passiv-Brücken 50 Ω

20 kHz...200 kHz

Messbandbreite

10 Hz

3 kHz

10 kHz

>65 dB,

–

–

typ. >110 dB

>110 dB

>90 dB

>85 dB

>120 dB

>100 dB

>95 dB

>110 dB

>90 dB

>85 dB

Mit Aktiv-Brücken 50 Ω

300 kHz...1 MHz

1 MHz...20 MHz

20 MHz...3 GHz

3 GHz...4 GHz

>107 dB

>87 dB

>82 dB

>110 dB

>90 dB

>85 dB

>120 dB

>100 dB

>95 dB

>110 dB

>90 dB

>85 dB

Mit Passiv-Brücken 75 Ω

20 kHz...200 kHz

>50 dB,

–

–

typ. >95 dB

>95 dB

>75 dB

>70 dB

>105 dB

>85 dB

>80 dB

Mit Aktiv-Brücken 75 Ω

300 kHz...1 MHz

1 MHz...20 MHz

20 MHz...3 GHz

3 GHz...4 GHz

>95 dB

>75 dB

>70 dB

>105 dB

>85 dB

>80 dB

>102 dB

>80 dB

>75 dB

Mit Option Externe Messungen

50 Hz...200 kHz

200 kHz...20 MHz

20 MHz...1 GHz

1 GHz...3 GHz

3 GHz...4 GHz

>75 dB

–

–

>110 dB

>95 dB

>90 dB

>130 dB

>110 dB

>105 dB

>120 dB

>100 dB

>95 dB

>110 dB

>95 dB

>90 dB

ZVCE, ZVC

(Für das Modell ZVCE gelten bei einer Messbandbreite von 10 Hz um 5 dB reduzierte Werte)

	Messbandbreite		
	10 Hz	3 kHz	10 kHz
Mit Passiv-Brücken 50 Ω	>50 dB,	–	–
20 kHz...200 kHz	typ. >80 dB	–	–
200 kHz...20 MHz	>90 dB	>70 dB	>65 dB
20 MHz...3 GHz	>110 dB	>90 dB	>85 dB
3 GHz...4 GHz	>100 dB	>80 dB	>75 dB
4 GHz...6 GHz	>95 dB	>75 dB	>70 dB
6 GHz...8 GHz	>90 dB	>70 dB	>65 dB

Mit Aktiv-Brücken 50 Ω

300 kHz...20 MHz

20 MHz...3 GHz

3 GHz...4 GHz

4 GHz...6 GHz

6 GHz...8 GHz

>95 dB

>75 dB

>70 dB

>115 dB

>95 dB

>90 dB

>105 dB

>85 dB

>80 dB

>100 dB

>80 dB

>75 dB

>95 dB

>75 dB

>70 dB

Mit Aktiv-Kopplern 50 Ω

20 kHz...200 kHz

>60 dB,

–

–

typ. >90 dB

>100 dB

>80 dB

>75 dB

>120 dB

>100 dB

>95 dB

>110 dB

>90 dB

>85 dB

>105 dB

>85 dB

>80 dB

>100 dB

>80 dB

>75 dB

Mit Option Externe Messungen

20 kHz...200 kHz

200 kHz...20 MHz

20 MHz...1 GHz

1 GHz...3 GHz

3 GHz...4 GHz

4 GHz...6 GHz

6 GHz...8 GHz

>75 dB

–

–

>110 dB

>95 dB

>90 dB

>130 dB

>110 dB

>105 dB

>120 dB

>100 dB

>95 dB

>110 dB

>95 dB

>90 dB

>105 dB

>90 dB

>85 dB

>100 dB

>85 dB

>80 dB

Übersprechen zwischen den Messkanälen bei Totalreflexion an den Messtoren (für die 75-Ω-Modelle und die Modelle ZVC/E mit Brücken gelten um 6 dB erhöhte Werte)

	ZVRL, ZVRE, ZVCE	ZVR, ZVC
20 kHz...200 kHz	<-90 dB, typ. <-110 dB	
200 kHz...5 MHz	<-120 dB	
5 MHz...1 GHz	<-125 dB	<-130 dB
1 GHz...3 GHz	<-115 dB	<-120 dB
3 GHz...4 GHz	<-105 dB	<-110 dB
4 GHz...6 GHz (ZVCE, ZVC)	<-100 dB	<-105 dB
6 GHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)	<-95 dB	<-100 dB

Stabilität der Messkurve bei 0 dB

pro Grad Temperaturänderung

ZVRE, ZVR

<0,05 dB bzw. 0,4°

ZVCE, ZVC

<0,1 dB bzw. 1°

Messbandbreiten

(ZF-Bandbreite IFBW)

1 Hz...10 kHz (halbdekadische Stufen) und 26 kHz (Full)

Messgenauigkeit

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C, wobei angenommen wird, dass sich das Gerät im thermischen Gleichgewicht befindet (ca. 1 h nach dem Einschalten) und sich die Temperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 1 Grad verändert hat.

ZVRE und ZVR (Bidirektionale Netzwerkanalysatoren)

Messgenauigkeit bei Transmissionsmessungen

nach vollständiger Zweiter-Systemfehlerkorrektur (TOSM)

Die Genauigkeitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein angepasstes Messobjekt voraus.

Mit Testset 50 Ω (Aktiv- oder Passiv-Brücken verfügbar)

20 kHz...300 kHz (nur bei Passiv-Brücken)

bei 10 Hz Messbandbreite

für +10 dB...+3 dB

<1 dB bzw. 6°

für +3 dB...-20 dB (typ. -55 dB)

<0,2 dB bzw. 2°

für -20 dB...-30 dB (typ. -65 dB)

<0,5 dB bzw. 4°

für -30 dB...-45 dB (typ. -80 dB)

<1 dB bzw. 6°

300 kHz...4 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-60 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-60 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für +3 dB...-40 dB	typ. <0,025 dB
für -60 dB...-70 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -70 dB...-80 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -70 dB...-85 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-40 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-40 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für -40 dB...-50 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -50 dB...-60 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -50 dB...-65 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°
bei 10 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-35 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-35 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für -35 dB...-45 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -45 dB...-55 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -45 dB...-60 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°

Mit Testset 75 Ω (Aktiv- oder Passiv-Brücken verfügbar)

20 kHz...300 kHz (nur bei Passiv-Brücken)

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB (typ. -40 dB)	<0,2 dB bzw. 2°
für -5 dB...-15 dB (typ. -50 dB)	<0,5 dB bzw. 4°
für -15 dB...-30 dB (typ. -65 dB)	<1 dB bzw. 6°

300 kHz...4 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-45 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-45 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für -45 dB...-55 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -55 dB...-65 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -55 dB...-70 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-25 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-25 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für -25 dB...-35 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -35 dB...-45 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -35 dB...-50 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°
bei 10 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-5 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -5 dB...-20 dB (passiv)	<0,05 dB bzw. 0,4° ¹⁾
für -5 dB...-20 dB (aktiv)	<0,2 dB bzw. 1°
für -20 dB...-30 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -30 dB...-40 dB (ZVRE)	<1 dB bzw. 6°
für -30 dB...-45 dB (ZVR)	<1 dB bzw. 6°

ZVRE und ZVR – Messgenauigkeit bei Reflexionsmessungen

nach Systemfehlerkorrektur (TOSM oder Full One-Port)

Die Genauigkeitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein isolierendes Messobjekt voraus.

Mit Testset 50 Ω (Aktiv- oder Passiv-Brücken verfügbar)

Es wird angenommen, dass der zur Kalibrierung verwendete Abschlusswiderstand (Match) eine Reflexionsdämpfung von >46 dB aufweist (Systemdaten: Direktivität $D_{\text{eff}} > 46$ dB, Messtoranpassung $S_{\text{eff}} > 30$ dB).

20 kHz...4 GHz (Passiv-Brücken),

300 kHz...4 GHz (Aktiv-Brücken)

für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-15 dB	<0,4 dB + 0,04 dB·f/GHz, <3° + 0,4°·f/GHz
für -15 dB...-25 dB	<1 dB bzw. 6°
für -25 dB...-35 dB	<3 dB bzw. 20°

Mit Testset 75 Ω (Aktiv- oder Passiv-Brücken verfügbar)

Es wird angenommen, dass der zur Kalibrierung verwendete Abschlusswiderstand (Match) eine Reflexionsdämpfung von >40 dB aufweist (Systemdaten: Direktivität $D_{\text{eff}} > 40$ dB, Messtoranpassung $S_{\text{eff}} > 26$ dB).

20 kHz...4 GHz (Passiv-Brücken),

300 kHz...4 GHz (Aktiv-Brücken)

für +10 dB...+3 dB	<1,5 dB bzw. 10°
für +3 dB...-10 dB	<0,7 dB + 0,04 dB·f/GHz, <5° + 0,4°·f/GHz
für -10 dB...-20 dB	<1 dB bzw. 6°
für -20 dB...-30 dB	<3 dB bzw. 20°

ZVCE und ZVC (Bidirektionale Netzwerkanalysatoren)

Messgenauigkeit bei Transmissionsmessungen

nach vollständiger Zweiter-Systemfehlerkorrektur (TOSM)

Analysatoren mit Brücken

Die Genauigkeitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein angepasstes Messobjekt voraus.

300 kHz...4 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +3 dB...-60 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für +3 dB...-40 dB	typ. <0,025 dB
für -60 dB...-70 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -70 dB...-80 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -70 dB...-85 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +3 dB...-40 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -40 dB...-50 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -50 dB...-55 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -50 dB...-60 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 10 kHz Messbandbreite	
für +3 dB...-35 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -35 dB...-45 dB	<0,5 dB bzw. 4°
für -45 dB...-55 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -45 dB...-60 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°

4 GHz...8 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +3 dB...-35 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für +3 dB...-30 dB	typ. <0,025 dB
für -35 dB...-45 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -35 dB...-50 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +3 dB...-15 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für -15 dB...-20 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -15 dB...-25 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 10 kHz Messbandbreite	
für +3 dB...-10 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für -10 dB...-15 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -10 dB...-20 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°

Analysatoren mit Kopplern

Die Genauigkeitsangaben sind hier auf einen Nominalpegel von -20 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein angepasstes Messobjekt voraus.

20 kHz...10 MHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-20 dB (typ. -55 dB)	<0,2 dB bzw. 2°
für -20 dB...-30 dB (typ. -65 dB)	<0,5 dB bzw. 4°
für -30 dB...-45 dB (typ. -80 dB)	<1 dB bzw. 6°

10 MHz...4 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-50 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für +3 dB...-40 dB	typ. <0,025 dB
für -50 dB...-60 dB	<0,5 dB bzw. 4°
für -60 dB...-70 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -60 dB...-75 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-30 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -30 dB...-40 dB	<0,5 dB bzw. 4°
für -40 dB...-45 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -40 dB...-50 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°

¹⁾ <0,1 dB bzw. <1° für 300 kHz...1 MHz

bei 10 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-25 dB	<0,2 dB bzw. 1°
für -25 dB...-35 dB	<0,5 dB bzw. 4°
für -35 dB...-45 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -35 dB...-50 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°

4 GHz...8 GHz

bei 10 Hz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-45 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für +3 dB...-40 dB	typ. <0,025 dB
für -45 dB...-55 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -45 dB...-60 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 3 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-25 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für -25 dB...-30 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -25 dB...-35 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°
bei 10 kHz Messbandbreite	
für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-20 dB	<0,2 dB bzw. 2°
für -20 dB...-25 dB (ZVCE)	<1 dB bzw. 6°
für -20 dB...-30 dB (ZVC)	<1 dB bzw. 6°

ZVCE und ZVC – Messgenauigkeit bei Reflexionsmessungen

nach Systemfehlerkorrektur (TOSM oder Full One-Port)

Es wird angenommen, dass der zur Kalibrierung verwendete Abschlusswiderstand (Match) eine Reflexionsdämpfung von >40 dB aufweist (Systemdaten: Direktivität $D_{\text{eff}} > 40$ dB, Messtoranpassung $S_{\text{eff}} > 30$ dB).

Analysatoren mit Brücken

Die Genauigkeitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein isolierendes Messobjekt voraus.

300 kHz...8 GHz

für +3 dB...-10 dB	<0,4 dB + 0,04 dB·f/GHz, <3° + 0,4°·f/GHz
für -10 dB...-20 dB	<1 dB bzw. 6°
für -20 dB...-30 dB	<3 dB bzw. 20°

Analysatoren mit Kopplern

Die Genauigkeitsangaben sind hier auf einen Nominalpegel von -20 dBm am Messtor bezogen. Sie setzen ein isolierendes Messobjekt voraus.

20 kHz...8 GHz

für +10 dB...+3 dB	<1 dB bzw. 6°
für +3 dB...-10 dB	<0,4 dB + 0,04 dB·f/GHz, <3° + 0,4°·f/GHz
für -10 dB...-20 dB	<1 dB bzw. 6°
für -20 dB...-30 dB	<3 dB bzw. 20°

Effektive Systemdaten (ab 200 kHz)

Diese Daten gelten in dem eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C, wobei angenommen wird, dass sich das Gerät im thermischen Gleichgewicht befindet (ca. 1 h nach dem Einschalten) und sich die Temperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 1 Grad verändert hat.

ZVRE, ZVR, ZVCE, ZVC (Bidirektionale Netzwerkanalysatoren)

Nach vollständiger Zweitor-Systemfehlerkorrektur (TOSM)

	ZVRE, ZVR		ZVCE, ZVC
	50 Ω	75 Ω	50 Ω
Direktivität	>46 dB ¹⁾	>40 dB ²⁾	>40 dB ²⁾
Quelltoranpassung	>40 dB ³⁾	>36 dB ⁴⁾	>36 dB ⁴⁾
Lasttoranpassung	>46 dB ¹⁾	>40 dB ²⁾	>40 dB ²⁾
Transmissionsgleichlauf	<0,04 dB	<0,06 dB	<0,06 dB
Reflexionsgleichlauf	<0,04 dB	<0,06 dB	<0,06 dB

¹⁾ Reflexionsdämpfung des Abschlusswiderstandes >46 dB.

²⁾ Reflexionsdämpfung des Abschlusswiderstandes >40 dB.

³⁾ Phasenabweichung des Leerlaufstandards <1°.

⁴⁾ Phasenabweichung des Leerlaufstandards <1,6°.

Ausgangspegel

Pegelbereich (ohne Optionen)

ZVRE, ZVR mit Testset 50 Ω	-25 dBm...0 dBm
ZVRE, ZVR mit Testset 75 Ω	-27 dBm...-6 dBm
ZVCE, ZVC mit Brücken	
300 kHz...6 GHz	-25 dBm...-5 dBm
6 GHz...8 GHz	-25 dBm...-8 dBm
ZVCE, ZVC mit Kopplern	
20 kHz...6 GHz	-25 dBm...0 dBm
6 GHz...8 GHz	-25 dBm...-3 dBm

Pegelunsicherheit (bei -10 dBm)

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C.

bis 2 MHz	<1 dB
ab 2 MHz	<0,5 dB

Linearität ab 40 kHz (bezogen auf -10 dBm)

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C.

0 dBm...-15 dBm	<0,4 dB
-15 dBm...-25 dBm (ZVR/E/L)	<0,6 dB
-15 dBm...-25 dBm (ZVC/E)	<0,8 dB

Auflösung

0,1 dB

Spektrale Reinheit

	ZVRE, ZVR	ZVCE, ZVC
Harmonische		
Bei maximalem Ausgangspegel		
40 kHz...70 MHz	<-22 dBc	<-25 dBc
70 MHz...400 MHz	<-25 dBc	<-25 dBc
ab 400 MHz	<-30 dBc	<-25 dBc
Bei -10 dBm Ausgangspegel		
bis 600 MHz	<-35 dBc	<-35 dBc
ab 600 MHz	<-40 dBc	<-35 dBc

Nichtharmonische

<-40 dBc

Einseitenband-Phasenrauschen

in 1 Hz Bandbreite und 10 kHz Trägerabstand

bis 10 MHz	<-110 dBc
10 MHz...150 MHz	<-100 dBc
150 MHz...1 GHz	<-90 dBc
ab 1 GHz	<-90 dBc + 20·log(f/GHz) (<-78 dBc bei 4 GHz, <-72 dBc bei 8 GHz)

Störhub

Effektivbewertung (RMS) von 10 Hz...3 kHz

bis 10 MHz	<1 Hz
10 MHz...150 MHz	<2 Hz
150 MHz...1 GHz	<5 Hz
1 GHz...2 GHz	<10 Hz
2 GHz...4 GHz	<20 Hz
ab 4 GHz	<40 Hz

Eingangspiegel

Maximaler Nenneingangspegel	Empfängereichleitung in Stellung	
	0 dB	≥30 dB
Ohne Optionen	0 dBm	-
Mit Option <i>Empfängereichleitung</i>	0 dBm	+27 dBm

Max. zulässiger Eingangspiegel

Ohne Optionen	+27 dBm	-
Mit Option <i>Empfängereichleitung</i>	+27 dBm	+30 dBm

Max. zulässiger Gleichstrom/Gleichspannung

Mit Passiv-Testset
(interner DC-Kurzschluss $R_i < 0,1 \Omega$) 0,5 A
Mit Aktiv-Testset
0,5 A bzw. 30 V

Effektiver Rauschpegel (50 Ω , ohne Optionen)

Für die 75- Ω -Modelle und die Modelle ZVC/E mit Brücken gelten um 6 dB erhöhte Rauschpegel.

Frequenzbereich	Messbandbreite	Rauschpegel
9 kHz...50 kHz	1 kHz	<-75 dBm
50 kHz...200 kHz	3 kHz	<-70 dBm
200 kHz...20 MHz	3 kHz	<-90 dBm
20 MHz...3 GHz	3 kHz	<-100 dBm
3 GHz...4 GHz	3 kHz	<-90 dBm
4 GHz...8 GHz	3 kHz	<-80 dBm

Testsets

Die Aktiv-Testsets ermöglichen im Gegensatz zu den Passiv-Testsets die direkte Stromversorgung eines (aktiven) Messobjekts über den Innenleiter der Mess-tore (PORT).

Impedanz	ZVRE, ZVR ZVCE, ZVC	50 Ω oder 75 Ω 50 Ω
----------	------------------------	---

Anpassung ZVRE, ZVR (ohne Systemfehlerkorrektur)

Passiv-Brücken 50 Ω	
40 kHz...100 kHz	>10 dB
100 kHz...100 MHz	>16 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>16 dB
Aktiv-Brücken 50 Ω	
300 kHz...1 MHz	>6 dB
1 MHz...100 MHz	>16 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>16 dB
Passiv-Brücken 75 Ω	
40 kHz...100 kHz	>6 dB
100 kHz...100 MHz	>12 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>15 dB
Aktiv-Brücken 75 Ω	
300 kHz...1 MHz	>4 dB
1 MHz...100 MHz	>12 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>10 dB

Anpassung ZVCE, ZVC (ohne Systemfehlerkorrektur)

Passiv-Brücken 50 Ω	
40 kHz...10 MHz	>10 dB
10 MHz...100 MHz	>16 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>16 dB
4 GHz...8 GHz	>6 dB
Aktiv-Brücken 50 Ω	
300 kHz...5 MHz	>6 dB
5 MHz...100 MHz	>16 dB
100 MHz...3 GHz	>18 dB
3 GHz...4 GHz	>16 dB
4 GHz...8 GHz	>6 dB
Aktiv-Koppler 50 Ω	
20 kHz...1 GHz	>6 dB
1 GHz...8 GHz	>10 dB

PORT 2 (ohne Systemfehlerkorrektur) >18 dB

Systemfehlerkorrekturverfahren

Alle Netzwerkanalysator-Modelle bieten einfache Normierungen (Normalisierungen) für Reflexions- und Transmissionsmessungen sowie einfache Zweitor-Kalibrierungen (One-Path Two-Port) und eine vollständige Eintor-Kalibrierung (3-Term). Darüber hinaus lassen die Modelle ZVRE und ZVCE eine vollständige Zweitor-Kalibrierung TOSM (12-Term) zu. Die reichhaltigste Palette an modernen Systemfehlerkorrekturverfahren ermöglichen die Modelle ZVR und ZVC. Neben den genannten Verfahren sind die folgenden vollständigen Zweitor-Kalibrierverfahren verfügbar: TOM, TRM, TRL, TNA und TOM-X (15-Term). Die Namen der Verfahren symbolisieren hierbei die bei der Kalibrierung anzuschließenden Standards:

T = "Through" = Durchverbindung

Der T-Standard ist ein Zweitor-Standard. Er stellt eine möglichst dämpfungsarme direkte Verbindung zwischen den beiden Messtoren dar, wobei ein frequenzproportionaler Dämpfungsanstieg durch den Analysator berücksichtigt werden kann. Er muss gut angepasst sein und darf eine beliebige, auch von null verschiedene elektrische Länge besitzen, die genau bekannt sein muss (vgl. L-Standard).

O = "Open" = Leerlauf

Der O-Standard ist ein Eintor-Standard. Er stellt eine Totalreflexion dar, deren Betrag im Idealfall eins ist und deren Phase näherungsweise 0° beträgt. Der Verlauf der Phase über der Frequenz muss dem Analysator sehr genau bekannt sein (Streukoeffizienten C_s). Ein frequenzabhängig linearer Anstieg seiner Reflexionsdämpfung kann durch den Analysator berücksichtigt werden. Der O-Standard darf eine von null verschiedene elektrische Länge besitzen, die genau bekannt sein muss.

S = "Short" = Kurzschluss

Der S-Standard ist ein Eintor-Standard. Er stellt eine Totalreflexion dar, deren Betrag im Idealfall gleich eins ist und deren Phase in der Kurzschlussebene näherungsweise 180° beträgt (Streukoeffizienten L_s). Ein frequenzabhängig linearer Anstieg seiner Reflexionsdämpfung kann durch den Analysator berücksichtigt werden. Der S-Standard darf eine von null abweichende bekannte elektrische Länge besitzen. Hierdurch wird eine längenproportionale Frequenzabhängigkeit der Phase hervorgerufen.

M = "Match" = Abschlusswiderstand

Der M-Standard ist ein Eintor-Standard. Er stellt im Idealfall einen reflexionsfreien Wellensumpf für die Referenzimpedanz (meistens 50 Ω) dar. Für hohe Frequenzen werden häufig Gleitlasten ("Sliding Match") benutzt, mit denen sich im Vergleich zu festen Abschlusswiderständen höhere effektive Direktivitäten erzielen lassen.

R = "Reflect" = Reflektor

Der R-Standard ist ein Eintor-Standard. Er stellt eine große, das heißt vom M-Standard zu unterscheidende, ansonsten jedoch beliebige und unbekannt Reflexion dar, von der bekannt sein muss, ob sie näherungsweise einem Leerlauf oder einem Kurzschluss entspricht. Ist aufgrund der elektrischen Länge des R-Standards eine Leitungs-Transformation zwischen Leerlauf und Kurzschluss zu erwarten, so muss auch seine elektrische Länge näherungsweise bekannt sein.

L = "Line" = Leitung

Der L-Standard ist ein Zweitor-Standard. Er stellt eine möglichst reflexionsfreie Verbindung zwischen den beiden Messtoren dar, wodurch die Referenzimpedanz definiert wird. Ein frequenzproportionaler Dämpfungsanstieg des L-Standards kann durch den Analysator berücksichtigt werden. Er muss eine vom T-Standard abweichende elektrische Länge besitzen (vgl. T-Standard), die sich von ihr jedoch nicht um ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge unterscheiden darf (Singularität).

N = "Network" = Netzwerk

Der N-Standard ist ein reflexionssymmetrischer Zweitor-Standard. Er muss eine von null verschiedene und an beiden Toren identische, ansonsten beliebige Reflexion aufweisen, von der allerdings wie beim R-Standard bekannt sein muss, ob sie näherungsweise einem Leerlauf oder einem Kurzschluss entspricht. Die Transmission des N-Standards ist beliebig, muss nicht bekannt sein und darf sich beliebig über der Frequenz ändern. Sie darf im Extremfall sogar eins oder null betragen.

A = "Attenuator" = Dämpfungsglied

Der A-Standard ist ein Zweitor-Standard. Er muss gut angepasst sein und eine vom T-Standard abweichende, ansonsten beliebige und unbekannt Dämpfung aufweisen.

Das Verfahren TOM-X (X = "Crosstalk" = Übersprecher) ist eine Erweiterung des TOM-Verfahrens, bei dem sämtliche Verkopplungen zwischen den vier Empfangskanälen berücksichtigt werden (Voll-Modell). Dieses bewirkt eine mathematisch korrekte und praktisch besonders effiziente Eliminierung von Übersprechern und dient so zur Erhöhung der effektiven Systemdynamik. Es erfordert andererseits jedoch den höchsten Aufwand bei der Kalibrierung. Als Option für die Modelle ZVRE, ZVR, ZVCE und ZVC wird ein automatisches Kalibrierverfahren *AutoKal* (Rohde&Schwarz-Patent) angeboten.

Anzeige

Bildschirm
Auflösung
Wobbelbetriebsarten
Anzeigeparameter (Beispiele)

Farb-LCD mit 26-cm-Diagonale
640 x 480 x 256
Frequenz-, Pegel- und Zeitwobbelung
S-Parameter und daraus ableitbare Größen wie VSWR, Impedanz, Admittanz, Gruppenlaufzeit etc. sowie (optional) nichtlineare Parameter wie n-dB-Kompressionspunkt, SOI und TOI. Darstellung komplexer Größen entweder in komplexer Form oder formatiert nach Betrag, Phase, Real- oder Imaginärteil

Messdiagramme (Beispiele)	Kartesisch linear, einfach oder doppelt logarithmisch sowie segmentiert. Polar linear oder logarithmisch sowie segmentiert.
Skalierung (Beispiele)	Smith (beliebiger Zoom möglich), Inverses Smith, Charter 0,001 dB/...50 dB/ 10 m°/...200 k°/ 1 pU/...10 kU/
MAX/MIN-Skalierung	Automatische variable Anzahl der Gitternetzlinien
Mehrkanaldarstellung	Bis zu 4 unabhängige Darstellkanäle (CH 1...CH 4)
Bildschirmteilung (Beispiele)	Overlay, Dual- od. Quad Channel Split
Marker	8 Normal-Marker oder 7 Delta-Marker für jeden Darstellkanal
Markerauflösung	4 gültige Ziffern
Markerformatierung	Frei von Messkurvenformatierung wählbar
Automatische Markerfunktionen	Marker-Tracking, Marker-Search, Marker-Target, Bandfilterfunktionen (Güte, Formfaktor etc.)
Trace-Mathematik	Alle vier Grundrechenarten mit bis zu drei Operanden
Hilfslinien (Display Lines)	Horizontal-, Kreis- oder Radiallinien
Grenzwertlinien (Limit Lines)	Paare von Polygonzügen in kartesischen Diagrammen, beliebige Kreise in Kreisdiagrammen

Ein-/Ausgänge (Grundgerät)

Probe-Versorgungsstecker (PROBE 1 und PROBE 2)	
Betriebsspannungen	+15 V ± 0,3 V (<300 mA), -12 V ± 0,6 V (<300 mA)
EXT TRIGGER	
(Eingang für externes Triggersignal)	TTL-Signal flankengetriggert
Polarität (wahlweise)	Positiv oder negativ
Minimale Pulsbreite	1 µs
LEVEL (Eingang für externe Pegelsteuerung)	
Frequenzbereich	0 Hz...100 kHz
Spannungsbereich	0 V...10 V
Eingangswiderstand	>10 kΩ
EXT FREQ REF IN (Eingang für externes Frequenz-Referenzsignal)	
Frequenz	1 MHz...15 MHz in 1-MHz-Schritten
Zulässige Abweichung	6 · 10 ⁻⁶
Eingangspegel (U _{eff})	0,1 V...3 V
Eingangswiderstand	1 kΩ
EXT FREQ REF OUT (Ausgang des internen Frequenz-Referenzsignals)	
Frequenz	10 MHz
Unsicherheit	<4 · 10 ⁻⁶ + 1 · 10 ⁻⁶ /a
Pegel (Sinussignal)	12 dBm ± 3 dB an 50 Ω
ANALYZER MONITOR	IBM-PC-kompatibler VGA-Monitoranschluss für Messbildschirm
PC MONITOR	IBM-PC-kompatibler VGA-Monitoranschluss für PC-Bildschirm
MOUSE	IBM-PC-kompatibler PS/2-Mausanschluss
KEYBOARD	IBM-PC-kompatibler Tastaturanschluss, DIN 5-polig
USER (Ein-/Ausgang)	16 bit, TTL, frei programmierbar, D-Sub 25-polig
COM 1/COM 2	IBM-PC-kompatible serielle Schnittstellen
IEC BUS/IEC SYSTEM BUS	RS-232-C, D-Sub 9-polig Fernsteueranschlüsse IEEE 488, IEC-625-1, 24-polig
LPT	IBM-PC-kompatibler Druckeranschluss, Centronics D-Sub, 25-polig
MULTIPOINT	Zur Ansteuerung der optionalen Dreitor- und Viertor-Adapter
DC MEAS INPUTS	Spannungsbereich -10 V...+10 V Messgenauigkeit 0,1 V Eingangswiderstand >10 kΩ

Optionale Ein-/Ausgänge (Rückwand)

PORT BIAS 1/2 (Eingänge)
Gleichstromspeisung für PORT1/2
(nur bei Aktiv-Testsets) <200 mA bzw. <30 V

Option Frequenzumsetzende Messungen

EXTERNAL GENERATOR

Anschlüsse zur schnellen Steuerung eines externen Generators aus den Rohde & Schwarz-Familien SME/SMP. Das Signal BLANK ist Low während jedes einzelnen Frequenzpunktes des Wobbelvorgangs und High beim Weitschalten zwischen zwei Frequenzpunkten. Durch das Signal TRIGGER steuert der Analysator den externen Generator. Um diesen zum nächsten Frequenzpunkt weiterzuschalten, nimmt es kurz den High-Zustand an.

BLANK (Eingang) TTL-Signal
TRIGGER (Ausgang) TTL-Signal

Option Referenzkanäle

a1 EXT OUT und a1 EXT IN

Dieses SMA-Buchsenpaar dient beispielsweise bei Messungen an frequenzumsetzenden Messobjekten zum Anschluss eines externen Referenzmischers.

Weitere optionale Schnittstellen

(z.B. LAN Ethernet) sind verfügbar und werden auf Anfrage spezifiziert.

Technische Daten der Optionen

Option Externe Messungen

Durch diese Option wird das Grundgerät um drei Frontplattenbuchsen erweitert: nämlich OUTPUT a1, INPUT b1 und INPUT b2 (INPUT b2 nicht bei ZVRL), die unter Umgehung der geräteinternen Messkoppler einen direkten Zugriff auf den Generatorausgang und die beiden Empfängereingänge ermöglichen. Dadurch werden Frequenzbereich (bei ZVRL, ZVRE und ZVR zu niedrigen Frequenzen hin), Ausgangspegel und Empfindlichkeit des Netzwerkanalysators erhöht.

	ZVRE, ZVR	ZVCE, ZVC
Frequenzbereich	10 Hz...4 GHz	20 kHz...8 GHz
Wellenwiderstand	50 Ω	50 Ω
Ausgangspegelbereich an der Buchse OUTPUT a1	-85 dBm...+7 dBm	-85...+3 dBm
Pegelunsicherheit (bei -10 dBm)		
Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C.		
bis 2 MHz	<1 dB	<1 dB
ab 2 MHz	<0,5 dB	<0,5 dB
Pegellinearität (bezogen auf -10 dBm)		
Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...30°C.		
+7 dBm...0 dBm	<0,4 dB	-
0 dBm...-7 dBm	<0,4 dB	<0,4 dB
-7 dBm...-15 dBm	<0,6 dB	<0,4 dB
-15 dBm...-20 dBm	-	<0,6 dB
Parasitäre Gleichspannung an der Buchse OUTPUT a1		
bis 10 MHz		<100 mV
ab 10 MHz		<20 mV
Anpassung der Buchsen INPUT b1 und INPUT b2		
		>8 dB
Empfängereichleitung in Stellung 0 dB		
		≥30 dB
Maximaler Nenneingangspegel an den Buchsen INPUT b1 und INPUT b2		
	-3 dBm	+27 dBm
Max. zulässiger Eingangspegel an den Buchsen INPUT b1 und INPUT b2		
	+20 dBm	+30 dBm
Max. Nenngleichspannung	5 V	
Max. zul. Gleichspannung	5 V	

Effektiver Rauschpegel (mit Eichleitungs-Dämpfungsgliedern in Stellung 0 dB) (Für die Modelle ZVCE und ZVC gelten um 5 dB reduzierte Werte.)

Frequenzbereich	Messbandbreite	Rauschpegel
10 Hz...50 Hz (ZVRL, ZVRE, ZVR)	1 Hz	<-115 dBm
50 Hz...500 Hz (ZVRL, ZVRE, ZVR)	10 Hz	<-105 dBm
500 Hz...20 kHz (ZVRL, ZVRE, ZVR)	100 Hz	<-95 dBm
20 kHz...50 kHz	1 kHz	<-85 dBm
50 kHz...200 kHz	3 kHz	<-80 dBm
200 kHz...20 MHz	3 kHz	<-100 dBm
20 MHz...3 GHz	3 kHz	<-110 dBm
3 GHz...4 GHz	3 kHz	<-100 dBm
4 GHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)	3 kHz	<-90 dBm

Messdynamik siehe Tabelle Seite 10

Optionen **Generatoreicheitung/Empfängereicheitung** PORT 1 / 2

Durch diese Optionen kann der Pegel des über PORT 1 / 2 ausgesendeten / empfangenen Signals in Stufen von 10 dB zwischen 0 dB und 70 dB gedämpft werden.

Frequenzbereich	wie Analysator
Dämpfung	0 dB...70 dB
Dämpfungsstufen	10 dB
Dämpfungsunsicherheit	<2 dB

Option **Pegelkalibrierung**

Diese Firmware-Option ermöglicht eine genaue Pegelkalibrierung des Netzwerkanalysators. Es kann sowohl der Generatorausgangspegel mit Hilfe eines zusätzlichen Leistungsmessers (z. B. NRVD, NRVS oder NRV von Rohde&Schwarz) als auch die absolute Pegelmessung der Empfängereingangssignale (einschließlich a1 EXT) kalibriert werden.

Option **AutoKal**

Die Baugruppe *AutoKal* dient zur automatischen Kalibrierung der Analysatoren, wobei ein patentiertes Verfahren zur Anwendung gelangt. Sie wird an die beiden Messtore PORT 1 und PORT 2 des Netzwerkanalysators angeschlossen und verbleibt dort, sowohl bei Kalibrierungen als auch bei allen Messungen. Sie ist somit ein fester Bestandteil des Netzwerkanalysesystems, und ihre beiden N-Buchsen dienen als neue Messtore PORT1 und PORT2. An diese Tore kann wie üblich ein Messobjekt entweder direkt oder über Messkabel angeschlossen und dann gemessen werden.

Frequenzbereich	0 Hz...8 GHz
Wellenwiderstand	50 Ω
Arbeitstemperaturbereich	+5 °C...+40 °C

Option **Zeitbereichstransformation**

Hiermit wird eine Darstellung und auch Filterung der Messwerte im Zeitbereich sowie eine Rücktransformation in den Frequenzbereich ermöglicht.

Option **Dreitor-Adapter**

Der *Dreitor-Adapter* erweitert die beiden Messtore des Netzwerkanalysators auf insgesamt drei Messtore. Dazu enthält er einen elektronischen Umschalter, der PORT1 des Analysators abwechselnd auf PORT1 oder PORT3 des *Dreitor-Adapters* umschaltet. Das PORT2 des Analysators ist direkt mit dem gleichnamigen Messtor der Option verbunden und wird nicht umgeschaltet.

Frequenzbereich	9 kHz...4 GHz
Wellenwiderstand	50 Ω

Anpassung¹⁾

(des Dreitor-Adapters allein)

an PORT1 und PORT3	>13 dB
an PORT2	>20 dB
Dämpfung ¹⁾	
für PORT1 und PORT3	
durchgeschaltet	<6 dB
gesperrt (bis 1 MHz)	>90 dB
gesperrt (ab 1 MHz)	>100 dB
für PORT2	<0,5 dB

Option **Viertor-Adapter**

Der *Viertor-Adapter* erweitert die beiden Messtore der Netzwerkanalysatoren auf vier Messtore. Er ist in zwei Modellvarianten erhältlich (02 und 03), die unterschiedliche Schalfunktionen zur Verfügung stellen und somit jeweils für andere Viertor-Messobjekte besonders gut geeignet sind.

Variante 02: Sie enthält zwei unabhängige Umschalter (SPDT). Der erste schaltet PORT1 des Analysators abwechselnd auf PORT1 oder PORT3 des *Viertor-Adapters*. Der zweite Umschalter schaltet PORT2 des Netzwerkanalysators abwechselnd auf PORT2 oder auf PORT4 des *Viertor-Adapters*.

Variante 03: Sie verbindet PORT1 des Netzwerkanalysators direkt mit dem gleichnamigen PORT1 des *Viertor-Adapters*, während PORT2 des Analysators wahlweise auf eines der drei übrigen Tore des *Viertor-Adapters* geschaltet werden kann.

Frequenzbereich	9 kHz...4 GHz
Wellenwiderstand	50 Ω

Anpassung¹⁾ (des Viertor-Adapters allein)

Variante 02	>13 dB
Variante 03 (bis 100 MHz)	>9 dB
Variante 03 (ab 100 MHz)	>13 dB

Dämpfung¹⁾

durchgeschaltet	
Variante 02	<6 dB
Variante 03	<12 dB
gesperrt (bis 1 MHz)	>90 dB
gesperrt (ab 1 MHz)	>100 dB

Option **Virtuelle Transformationsnetzwerke**

Diese Option ermöglicht die Einbindung gemessener oder mit einem CAD-Programm simulierter Transformationsnetzwerke in das Messergebnis. Es können fehlangepasste Messobjekte wie SAW-Filter ohne zusätzliche Hardware virtuell angepasst werden. Außerdem kann - ergänzend zu den Kalibrierverfahren - der Einfluss real existierender Einbettungs-Netzwerke wie Testfassungen rechnerisch eliminiert werden.

Option **Erhöhte Ausgangsleistung an Port1**

Diese Option bietet einen erhöhten Ausgangspegel an PORT1 bzw. OUTPUT a1. Der maximale Pegel ist abhängig von der Gerätevariante.

Max. Nennausgangspegel	PORT1	OUTPUT a1
ZVRE, ZVR	+13 dBm	+20 dBm
ZVCE, ZVC mit Brücken		
20 kHz...2 GHz	+6 dBm	+13 dBm
2 GHz...6 GHz	+4 dBm	+11 dBm
6 GHz...8 GHz	+1 dBm	+11 dBm
ZVCE, ZVC mit Kopplern		
20 kHz...2 GHz	+10 dBm	+13 dBm
2 GHz...6 GHz	+8 dBm	+11 dBm
6 GHz...8 GHz	+5 dBm	+11 dBm

Pegelvariation (ohne Option **Generatoreicheitung** PORT1)

ZVRE, ZVR	-25 dB
ZVCE, ZVC mit Brücken	
20 kHz...6 GHz	-23 dB
6 GHz...8 GHz	-20 dB
ZVCE, ZVC mit Kopplern	
20 kHz...6 GHz	-25 dB
6 GHz...8 GHz	-22 dB

Pegellinearität

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20 °C...30 °C.

ZVRE, ZVR (bezogen auf +3 dBm)		
9 kHz...40 kHz	< 1 dB	
40 kHz...4 GHz	+13 dBm...-2 dBm	< 0,4 dB
	-2 dBm...-12 dBm	< 0,6 dB
ZVCE, ZVC mit Brücken (bezogen auf 0 dBm)		
20 kHz...6 GHz	+6 dBm...-9 dBm	< 0,4 dB
	-9 dBm...-17 dBm	< 0,6 dB
6 GHz...8 GHz	+3 dBm...-9 dBm	< 0,4 dB
	-9 dBm...-17 dBm	< 0,6 dB
ZVCE, ZVC mit Kopplern (bezogen auf 0 dBm)		
20 kHz...6 GHz	+10 dBm...-5 dBm	< 0,4 dB
	-5 dBm...-15 dBm	< 0,6 dB
6 GHz...8 GHz	+7 dBm...-5 dBm	< 0,4 dB
	-5 dBm...-15 dBm	< 0,6 dB

Pegelunsicherheit

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20 °C...30 °C.

(Pegel +3 dBm bei ZVRE, ZVR, 0 dBm bei ZVCE, ZVC)

bis 2 MHz	< 1 dB
ab 2 MHz	< 0,5 dB

Harmonische

Bei max. Ausgangspegel		
20 kHz...4 GHz	-20 dBc	
40 kHz...70 MHz	-22 dBc	
70 MHz...2 GHz	-25 dBc	
2 GHz...4 GHz	-20 dBc	
4 GHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)	-20 dBc	
	ZVRL, ZVRE, ZVR	ZVCE, ZVC
Bei Ausgangspegel	+3 dBm	0 dBm
20 kHz...20 MHz	-30 dBc	-30 dBc
20 MHz...2 GHz	-35 dBc	-35 dBc
2 GHz...4 GHz	-35 dBc	-32 dBc
4 GHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)	-35 dBc	-32 dBc

Anzeigelinearität bei Verhältnismessung (b1/a1 und b2/a1) und Generatorpegeländerung

ZVRE, ZVR	
(bezogen auf +3 dBm)	< 0,1 dB
ZVCE, ZVC	
(bezogen auf 0 dBm)	< 0,3 dB

Übersprechen in Rückwärtsrichtung

20 kHz...200 kHz	<-75 dB
200 kHz...5 MHz	<-105 dB
5 MHz...1 GHz	<-110 dB
1 GHz...3 GHz	<-100 dB
3 GHz...4 GHz	<-90 dB
4 GHz...6 GHz (ZVCE, ZVC)	<-90 dB
6 GHz...8 GHz (ZVCE, ZVC)	<-85 dB

¹⁾ Rohdaten (sie gelten ohne Systemfehlerkorrektur).

Option Frequenzumsetzende Messungen

Sie ermöglicht Netzwerkanalyse für einfach und auch für mehrfach frequenzumsetzende Messobjekte sowie nahezu beliebige Oberwellenmessungen und Nebenwellenmessungen.

Option Nichtlineare Messungen

Hiermit ist eine schnelle Messung des n-dB-Kompressionspunktes sowie der Intermodulations-Produkte zweiter und dritter Ordnung (IP2, IP3, SOI, TOI) über der Frequenz möglich.

Option Referenzkanäle

Sie ergänzt die Option *Frequenzumsetzende Messungen* und gestattet die Erzeugung eines Referenzsignals mit Hilfe eines zusätzlichen externen Mischers, der an die Rückwandbuchsen a1 EXT angeschlossen werden kann.

Option Ethernet

Durch diese Option wird die Netzwerkfähigkeit erreicht (LAN).

Option IEC-Bus für internen PC

Diese Option realisiert neben den beiden standardmäßigen IEC-Bus-Schnittstellen eine dritte, die dem integrierten PC als Schnittstelle zur Verfügung steht.

Certified Quality System

ISO 9001

DQS REG. NO 1954

Certified Environmental System

ISO 14001

REG. NO 1954



Bestellangaben

Bestellbezeichnungen	Kurzbez.	Frequenzbereich	Bestellnummer
Vektorielle Netzwerkanalysatoren (Testsets enthalten)*			
3-Kanal bidirektional 50 Ω, passiv	ZVRE	9 kHz...4 GHz	1127.8551.51
3-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv	ZVRE	300 kHz...4 GHz	1127.8551.52
4-Kanal bidirektional 50 Ω, passiv	ZVR	9 kHz...4 GHz	1127.8551.61
4-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv	ZVR	300 kHz...4 GHz	1127.8551.62
3-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv, Koppler	ZVCE	20 kHz...8 GHz	1127.8600.50
3-Kanal bidirektional 50 Ω, passiv, Brücken	ZVCE	20 kHz...8 GHz	1127.8600.51
3-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv, Brücken	ZVCE	300 kHz...8 GHz	1127.8600.52
4-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv, Koppler	ZVC	20 kHz...8 GHz	1127.8600.60
4-Kanal bidirektional 50 Ω, passiv, Brücken	ZVC	20 kHz...8 GHz	1127.8600.61
4-Kanal bidirektional 50 Ω, aktiv, Brücken	ZVC	300 kHz...8 GHz	1127.8600.62
Alternative Testsets*			
75-Ω-Messbrückenpaare für ZVRE und ZVR (anstelle Messbrückenpaare 50 Ω¹⁾)			
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 Hz...8 GHz	1044.0625.02
Zeitbereichstransformation	ZVR-B2	entspr. Analysator	1044.1009.02
Frequenzumsetzende Messungen ²⁾	ZVR-B4	entspr. Analysator	1044.1215.02
Nichtlineare Messungen	ZVR-B5	entspr. Analysator	1044.1321.02
Referenzkanaltore	ZVR-B6	entspr. Analysator	1044.1415.02
Pegelkalibrierung ³⁾	ZVR-B7	entspr. Analysator	1044.1544.02
Dreitor-Adapter	ZVR-B8	0 Hz...4 GHz	1086.0000.02
Virtuelle Transformationsnetzwerke	ZVR-K9	entspr. Analysator	1106.8830.02
Erhöhte Ausgangsleistung an Port1 für ZVR ⁴⁾	ZVR-B10	entspr. Analysator	1106.6495.02
Erhöhte Ausgangsleistung an Port1 für ZVRE ⁴⁾	ZVR-B10	entspr. Analysator	1106.6495.03
Erhöhte Ausgangsleistung an Port1 für ZVC ⁴⁾	ZVR-B10	entspr. Analysator	1106.6495.04
Erhöhte Ausgangsleistung an Port1 für ZVCE ⁴⁾	ZVR-B10	entspr. Analysator	1106.6495.05
Viertor-Adapter (2 x SPDT)	ZVR-B14	0 Hz...4 GHz	1106.7510.02
Viertor-Adapter (SP3T)	ZVR-B14	0 Hz...4 GHz	1106.7510.03
Ethernet RJ 45 für internen PC	FSE-B16	–	1073.5973.04
IEC-Bus für internen PC	FSE-B17	–	1066.4017.02
Generatoreicheitung PORT 1	ZVR-B21	entspr. Analysator	1044.0025.11
Generatoreichl. PORT 2 ⁵⁾	ZVR-B22	entspr. Analysator	1044.0025.21
Empfängereicheitung PORT 1	ZVR-B23	entspr. Analysator	1044.0025.12
Empfängereicheitung PORT 2	ZVR-B24	entspr. Analysator	1044.0025.22
Externe Messungen 50 Ω ⁶⁾	ZVR-B25	10 Hz...4 GHz (ZVR/E) 20 kHz...8 GHz (ZVC/E)	1044.0460.02
Service Kit ⁷⁾	ZVR-Z1	–	1044.1650.02

* **Hinweis:** Das Aktiv-Testset enthält im Gegensatz zum Passiv-Testset eine Gleichstromzuführung, z.B. zur Versorgung aktiver Messobjekte.

Bestellbezeichnungen	Kurzbez.	Frequenzbereich	Bestellnummer
Ergänzungen			
Messkabel (Paare)			
N 50 Ω Stecker	ZV-Z11	0 Hz...18 GHz	1085.6505.03
N 75 Ω Stecker	ZV-Z12	0 Hz...4 GHz	1085.6570.02
3,5 mm Stecker, N Stecker, 50 Ω	ZV-Z13	0 Hz...18 GHz	1134.3997.02
3,5 mm Buchse, 3,5 mm Stecker, 50 Ω	ZV-Z14	0 Hz...26,5 GHz	1134.4093.02
Kalibriersätze			
N 50 Ω	ZV-Z21	0 Hz...18 GHz	1085.7099.02
N 50 Ω	ZCAN	0 Hz...3 GHz	0800.8515.52
N 75 Ω	ZCAN	0 Hz...3 GHz	0800.8515.72
PC 3,5	ZV-Z32	0 Hz...26,5 GHz	1128.3501.02
PC 3,5 (inkl. Gleitlasten)	ZV-Z33	0 Hz...26,5 GHz	1128.3518.02
TRL-Ergänzungssatz N 50 Ω	ZV-Z26	0,4 GHz...18 GHz	1085.7318.02
TRL-Ergänzungssatz PC 3,5	ZV-Z27	0,4...26,5 GHz	1085.7401.02
TOM-X-Ergänzung N 50 Ω	ZV-Z28	0 Hz...18 GHz	1085.7499.03
TOM-X-Ergänzung PC 3,5	ZV-Z29	0 Hz...26,5 GHz	1085.7647.03
Gleitlasten			
N 50-Ω-Stecker	ZV-Z41	1,7 GHz...18 GHz	1085.8095.02
N 50-Ω-Buchse	ZV-Z41	1,7 GHz...18 GHz	1085.8095.03
PC 3,5, 50 Ω (Stecker-Buchse)	ZV-Z42	0 Hz...26,5 GHz	1128.3524.02
Dämpfungsglieder N 50 Ω			
1 W	DNF	0 Hz...12,4 GHz	0272.4X10.50
50 W ⁷⁾	RBU50	0 Hz...2 GHz	1073.8695.XX
100 W ⁷⁾	RBU100	0 Hz...2 GHz	1073.8495.XX
Anpassglieder 50 Ω → 75 Ω			
Längswiderstand	RAZ	0 Hz...2,7 GHz	0358.5714.02
L-Glied	RAM	0 Hz...2,7 GHz	0358.5414.02
Zubehör			
T-Check	ZV-Z60	0 Hz...4 GHz	1108.4990.50
Gleichstromspeisung	ZV-Z61	2 MHz...4 GHz	1106.8130.02
DC-Block	FSE-Z3	5 MHz...7 GHz	4010.3895.00
Signalteiler			
2 x 50 Ω	RVZ	0 Hz...2,7 GHz	0800.6612.52
Externe VSWR-Messbrücken⁸⁾			
50 Ω, N-Buchse	ZRA	40 kHz...150 MHz	1052.3607.52
50 Ω, N-Buchse	ZRB 2	5 MHz...3 GHz	0373.9017.52
75 Ω, N-Buchse	ZRB 2	5 MHz...2 GHz	0802.1018.73
50 Ω, N-Buchse	ZRC	40 kHz...4 GHz	1039.9492.52
75 Ω, N-Buchse	ZRC	40 kHz...2,5 GHz	1039.9492.72
Sonstiges			
Transportkoffer	ZZK-965	–	1013.9437.00
19"-Gestelladapter mit Frontgriffen	ZZA-96	–	396.4928.00

- 1) Nur zusammen mit Bestellung von ZVR/E.
- 2) Beinhaltet Oberwellenmessungen.
- 3) Benötigt einen Leistungsmesser mit Sensor.
- 4) Nur zusammen mit ZVR-B23 und ZVR-B24.
- 5) Nur für ZVR oder ZVC (siehe Seite 8).
- 6) Eichleitungen (Seite 8) erforderlich.
- 7) Auf Anfrage.
- 8) Weitere Varianten erhältlich, z.B. N-Stecker.

Die Optionen

Option	Kurzbez.	ZVRE	ZVR	ZVCE	ZVC
Automatische Kalibrierung AutoKal	ZVR-B1	■	■	■	■
Zeitbereichstransformation	ZVR-B2	■	■	■	■
Frequenzumsetzende Messungen	ZVR-B4	■	■	■	■
Nichtlineare Messungen	ZVR-B5	■	■	■	■
Referenzkanalfore	ZVR-B6	■	■	■	■
Pegelkalibrierung	ZVR-B7	■	■	■	■
Dreitor-Adapter	ZVR-B8	■	■	■ ^{*)}	■ ^{*)}
Virtuelle Transformationsnetz- werke	ZVR-K9	–	■	–	■
Erhöhte Ausgangsleistung an Port1 bzw. Output a1	ZVR-B10	■	■	■	■
Viertor-Adapter	ZVR-B14	■	■	■ ^{*)}	■ ^{*)}
Ethernet für internen PC	FSE-B16	■	■	■	■
IEC-Bus für internen PC	FSE-B17	■	■	■	■
Generatoreicheitung PORT 1	ZVR-B21	■	■	■	■
Generatoreicheitung PORT2	ZVR-B22	–	■	–	■
Empfängereicheitung PORT 1	ZVR-B23	■	■	■	■
Empfängereicheitung PORT2	ZVR-B24	■	■	■	■
Externe Messungen	ZVR-B25	■	■	■	■
Service Kit	ZVR-Z1	■	■	■	■
■ Verfügbar ^{*)} bis 4 GHz					

Ihr Nutzen im Überblick

	Eigenschaft/Funktion	Ihr Nutzen	Modell/ Option
Umfassende Messfunktionen	Patentierter automatische Zweitor-Kalibrierung AutoKal	Zeitersparnis, Bediensicherheit	ZVR-B1
	Neuartiges Kalibrierverfahren TOM	Nur drei Standards anzuschließen	ZVR, ZVC
	Plausibilität-Tests bei der Kalibrierung	Kalibrierfehler werden vermieden	ZVR/E
	Pegelkalibrierung	Exakte Send- und Empfangspegel	ZVR-B7
	Unabhängige Messung von 4 Größen	Leistungsfähigkeit von 4 Analysatoren	■
	Segmentierte Diagrammachsen	Erhöhte Messgeschwindigkeit	■
	Zoomen, auch im Smith-Diagramm	Höhere Ablesegenauigkeit	■
	Farbbildschirm mit 26-cm-Diagonale	Übersichtliches, ermüdungsfreies Arbeiten	■
	Unabhängige Umrechnung von Markern	Mehr Informationen auf einen Blick	■
	Skalierung mit Min/Max Value	Übersichtliche Messkurvendarstellung	■
Vielseitig als Messplatz	Nichtlineare Messungen	n-dB-Kompressionspunkt und Interceptpunkte direkt über der Frequenz (IP2/IP3)	
	Universelle frequenzumsetzende Messungen	Oberwellen- und Mischermessungen	ZVR-B4
	Externe Referenzkanaltore	Frequenzumsetzende Gruppenlaufzeitmessungen	ZVR-B4 + ZVR-B6
	Mehrtormessungen	Abgleich von Drei- und Viertoren in Echtzeit	ZVR-B8, ZVR-B14
	Automatisches Bestimmen von Filterdaten	Filterparameter auf Knopfdruck	■
	Frei wählbare Apertur für Gruppenlaufzeitmessungen	Unabhängig vom Messpunktraster	■
	Getriggerte Messungen (Point/Sweep)	Einsatz bei gepulsten Messungen	■
	Phase unwrap	Phasenmessung über 360° hinaus	■
	Marker-Tracking-Funktionen	Beschleunigt Abgleicharbeiten	■
	Automatische Ersatzschaltbildbestimmung	Erspart Umrechnen der Messdaten	■
Vielseitig in automatisierten Messsystemen	Ansteuern von externen Generatoren	Komfortable Mischer- und IP3-Messungen	ZVR-B4
	Option Externe Messungen	Freie Gestaltung des Testsets	ZVR-B25
	IEC-Bus für internen PC	SCPI-Standard	■
	Netzwerkfähigkeit/LAN	Vernetzung mit weiteren Messgeräten und Rechnern	FSE-B16
Anbindung an die PC-Welt	Verwendung als PC und Messgerät	Messung, Fernsteuerung, Auswertung und Dokumentation in einem Gerät	FSE-B16 oder FSE-B17
	Kompatible Datenformate zu Super Compaci® und Touchstone®	Einfacher Datentransfer	■
	Vier freie PC-Steckplätze	Frei konfigurierbar wie ein PC	■

■ Steht mit allen Modellen zur Verfügung.

Allgemeine Daten

Temperaturbelastbarkeit	5°C...40°C, datenhaltig 0°C...50°C, funktionsfähig -40°C...70°C, Lagertemperaturbereich, IEC 68-2-1, IEC 68-2-2 40°C bei 95% rel. Luftfeuchte, IEC 68-2-3	EMV, Emission	gemäß den Bestimmungen der Richtlinien 89/336/EWG geändert durch 91/263/EWG, 92/31/EWG, 93/68/EWG und EN50081-1
Feuchte Wärme		EMV, Störfestigkeit	gemäß den Bestimmungen der Richtlinien 89/336/EWG geändert durch 91/263/EWG, 92/31/EWG, 93/68/EWG und EN50082-1
Schwingprüfung, sinusförmig	10 Hz...55 Hz, Beschleunigung max. 2 g 55 Hz...150 Hz, Beschleunigung 0,5 g konstant, 12 Min. pro Achse, IEC 68-2-6, IEC 1010-1, MIL-T-28800D Klasse 5	Elektrische Sicherheit	gemäß EN61010-1, UL3111-1, CSA C22.2 No. 1010-1, IEC 90 V...132 V (AC), 47 Hz...440 Hz oder 180 V...264 V (AC), 47 Hz...66 Hz
Schwingprüfung, Random	10 Hz...300 Hz, Beschleunigung 1,2 g RMS, 5 Min. pro Achse, IEC 68-2-36	Stromversorgung	Geräteschutzklasse I nach VDE 411 max. 400 VA (Standby: 10 W) VDE, GS, CSA, CSA-NRTL/C
Schock	40 g Schockspektrum, Methode 516.3 MIL-STD810D, MIL-T-28800D Klasse 3 und 5	Leistungsaufnahme	435 mm x 281 mm x 584 mm
Kalibrierintervall	1 Jahr	Zertifizierung	30 kg
		Abmessungen (B x H x T)	
		Gewicht	

