

Neues Modell
bis 40 GHz



Vektorielle Netzwerkanalysatoren ZVM, ZVK

Messsysteme für höchste Ansprüche – von 10 MHz bis 20 GHz und 10 MHz bis 40 GHz

- **Exzellente Messdynamik**
 - >115 dB (ZVM)
 - >110 dB (ZVK)
 - (Messbandbreite 10 Hz)
- **Geringes Eigenrauschen**
 - <-110 dBm (Messbandbreite 10 Hz)
- **Hohe Messgeschwindigkeit**
 - <0,5 ms pro Messpunkt (ZVM)
 - <0,7 ms pro Messpunkt (ZVK)
- **Kurze IEC/IEEE-Bus-Zugriffs- und Transferzeiten**
 - Auslesezeit <15 ms (200 Messpunkte)
- **Präzise Kalibrierung in Testfassungen und auf Wafern**
 - Innovative Kalibrierverfahren TOM, TRM, TRL, TNA, TOM-X
- **Gewobbelte frequenzumsetzende und Mehrton-Messungen an Verstärkern und Mischern**
 - Beliebige Konfiguration von Generatoren und Empfänger
 - Selektiver Empfänger mit Grundwellenmischkonzept
- **Komfortable PC-Unterstützung und Netzwerkanbindung**
 - Interner PC mit WindowsNT
- **Einbindung virtueller Netzwerke**
 - Import virtueller Netzwerke mit CAE-kompatiblen Fileformaten (*.S2P, *.S4P, *.flp)



ROHDE & SCHWARZ

Kurz vorgestellt

Die vektoriellen Netzwerkanalysatoren der ZV-Familie

Die Familie der vektoriellen Netzwerkanalysatoren von Rohde&Schwarz umfasst die Geräte ZVRL, ZVRE, ZVCE, ZVR, ZVC, ZVM und ZVK. Alle Geräte sind komplett mit Generator, Testset, Referenz- und Empfangskanälen ausgestattet. Die wesentlichen Unterschiede bestehen in den Frequenzbereichen, der Fähigkeit zu uni- oder bidirektionalen Messungen, aktivem oder passivem Testset, der Zahl der Referenzkanäle und damit der Art der Kalibrierverfahren.

Für die Geräte bis 4 GHz (ZVRL, ZVRE, ZVR) und 8 GHz (ZVC, ZVCE) kann ein gesondertes Datenblatt (PD757.1802) angefordert werden. Eine kostenlose CD-ROM (Best.-Nr. 1007.9074.14-03) enthält umfangreiches Material über die Netzwerkanalysatoren – einschließlich Handbuch, Applikationsschriften und Bedienungseinführungen. Weitere Informationen sind auf der Rohde&Schwarz-WEB-Site (www.rohde-schwarz.com) verfügbar.

ZVK (Aktiv-Koppler)

10 MHz 40 GHz

ZVM (Aktiv-Koppler)

10 MHz 20 GHz

300 kHz 4 GHz

ZVR, ZVRE
(Aktiv-Brücken)

9 kHz 4 GHz

ZVR, ZVRE, ZVRL
(Passiv-Brücken)

10 Hz 4 GHz

ZVR, ZVRE, ZVRL
(mit Option Ext. Messungen)

20 kHz 8 GHz

ZVC, ZVCE
(Aktiv-Koppler,
Passiv-Brücken)

300 kHz 8 GHz

ZVC, ZVCE
(Aktiv-Brücken)

Netzwerkanalysatoren ZVM und ZVK...

Komplettes Testset für universellen Einsatz

ZVM und ZVK sind Kompaktgeräte mit integriertem Generator, zwei Referenz- und zwei Empfangskanälen sowie bidirektionalem Testset. Dieses kann durch Eichleitungen mit integrierten Schaltern in den Ein- und Ausgangspfaden ergänzt werden. Entsprechend konfiguriert besteht ein direkter Zugriff auf die Referenz- und Empfangskanäle. Mit diesem Konzept sind ZVM und ZVK auch für anspruchsvolle Messaufbauten bestens gerüstet, z.B. für bidirektionale Messungen an Leistungsverstärkern.

Flexibles Systemkonzept

ZVM und ZVK verfügen über zwei unabhängige Synthesizer für Generator und Empfänger. Im Empfangsteil wird bis zu hohen Frequenzen die Grundwelle des Synthesizers verwendet (Grundwellenmischkonzept). Dieses Systemkonzept ist die Basis für die exzellente Messdynamik und die ausgezeichnete Selektivität. Sogar an hochsperrenden und frequenzumsetzenden Objekten ermöglicht es ein müheloses Messen.

Leistungsstark und hochgenau

Spezielle Kalibrierverfahren

Spezielle für Rohde & Schwarz patentierte Kalibrierverfahren erlauben beim ZVM und ZVK volle Zweitor-Kalibrierungen mit weniger und nur teilweise spezifizierten Standards. Dies erleichtert wesentlich die Herstellung von Kalibrierstandards z.B. zur Verwendung in Testfassungen oder mit Waferproben. Vor allem bei nicht-koaxialen Systemen können bei minimalem Aufwand exzellente Kalibrierungen für höchste Messgenauigkeit und Dynamik erreicht werden.

Einbindung virtueller Netzwerke und CAE-Software

Die Option *Virtuelle Transformationsnetzwerke* ermöglicht die virtuelle Einbindung beliebiger linearer Zweitor-Netzwerke in einen Messaufbau. Die notwendigen Daten (*.S2P, *.S4P, *.flp) können durch eine direkte Vermessung des Netzwerks oder aber durch einen theoretischen Entwurf mittels einer CAE-Software gewonnen werden.

Beispielsweise bei der Prüfung von Komponenten, welche durch ein Transformationsnetzwerk an eine bestimmte Impedanz angepasst werden müssen, erlaubt dies die Berücksichtigung der notwendigen Anpassnetzwerke durch mathematische Algorithmen von ZVM und ZVK. Dieses Verfahren garantiert hohe Genauigkeit, ideale Reproduzierbarkeit und höchste Zuverlässigkeit ohne Verlust an Geschwindigkeit - wesentliche Vorteile vor allem in der Produktion.

Umgekehrt lässt sich durch Deembedding der Einfluss eines bekannten Netzwerkes nachträglich herausrechnen. Beispielsweise erlaubt es die Bestimmung der S-Parameter eines Chips, einschließlich der Korrektur des Einflusses von Gehäuse und Kontaktierung durch Deembedding.

Zeitbereichsmessungen

Durch die Transformation der Messdaten vom Frequenz- in den Zeitbereich lassen sich Störstellen bzw. die Impedanz in Abhängigkeit von der Weglänge darstellen. Mit der maximalen Zahl von 2001 Frequenzpunkten können mit ZVM und ZVK auch Messobjekte großer Länge mit hoher Auflösung untersucht werden. Fünf unterschiedliche Filter gestatten die Optimierung der Auflösung von Laufzeit bzw. Ort der Störung und Amplitude der Nebenkeulen. Weitergehend ermöglicht das Setzen eines Fensters im Zeitbereich (Gaten) die Darstellung von S-Parametern einer bestimmten Störstelle. Ein in dieser Option

... konzipiert für höchste Ansprüche

enthaltene zusätzliches Prozessormodul beschleunigt die Verarbeitung und Anzeige der Daten wesentlich bis hin zur Echtzeitanzeige – eine wertvolle Erleichterung beispielsweise beim Abgleich von Bandpassfiltern mit der Zeitbereichstransformation.

Integrierter PC und Ethernet

Als Betriebssystem in ZVM und ZVK wird Windows NT eingesetzt. Der Anwender hat freien Zugriff auf die Festplatte, Floppy-Laufwerk und alle Schnittstellen des integrierten PC. Dies ermöglicht beispielsweise den Anschluss eines externen Monitors, die Installation beliebiger Drucker oder die

Ausführung von Software im ZVM bzw. ZVK zur Verarbeitung von Messdaten oder zur Steuerung der Netzwerkanalysatoren per IEC/IEEE- oder internem RSIB*)-Datenbus. ZVM und ZVK werden dadurch zur Steuereinheit für sich selbst oder für ein komplettes Mess- oder Produktionssystem. Außerdem ermöglicht der integrierte PC die Steuerung und den Datentransfer per Ethernet.

Entkoppelte 4-Kanal-Anzeige

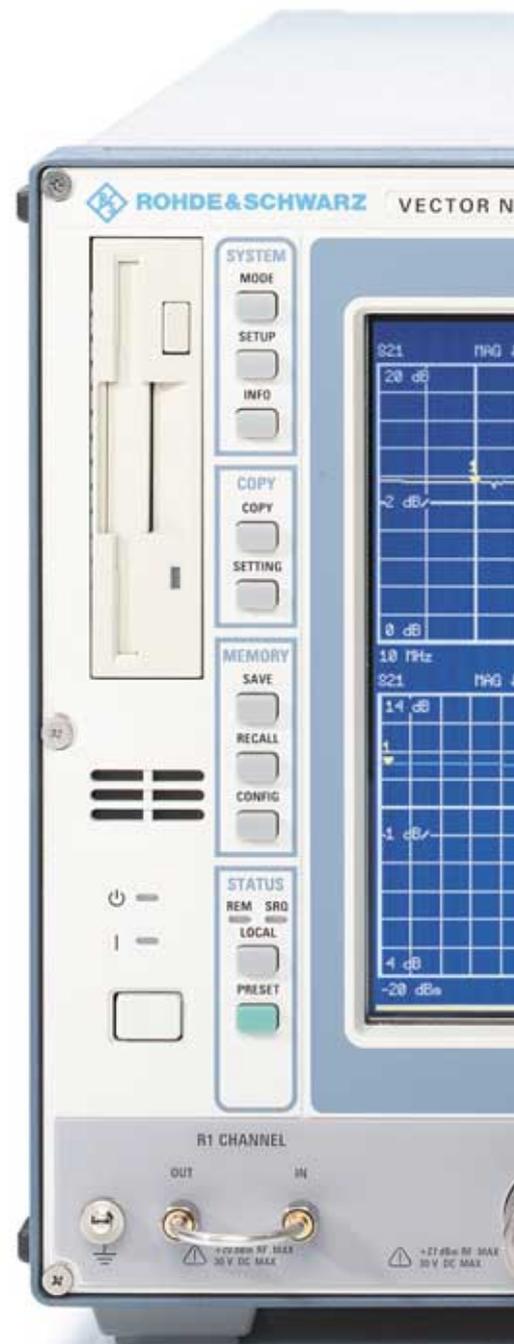
Im entkoppelten Betriebsmodus ist für jeden der bis zu 4 Anzeigekanäle das Frequenzraster, die Messbandbreite, die Kali-

brierung sowie der Messmodus individuell konfigurierbar. Bei einem Verstärker beispielsweise lassen sich wichtige Größen wie Verstärkung, Kompressionspunkt (Pegelsweep), Harmonische in Abhängigkeit des Pegels oder der Frequenz sowie Kompressionspunkt über der Frequenz

ZVM und ZVK erschließen für die Modellreihe der Rohde & Schwarz-Netzwerkanalysatoren den Frequenzbereich bis 20 GHz und 40 GHz. Bereits bei Standardanwendungen wie S-Parameter- oder Gruppenlaufzeitmessungen zeigen sie ihr hohes Niveau bezüglich Messgeschwindigkeit, Dynamik und Genauigkeit. Dieses wird durch die vielfältigen Mess-, Anzeige- und Protokollfunktionen komplettiert. Darüber hinaus lösen ZVM und ZVK komplexe Aufgaben wie frequenzumsetzende Messungen (Umsetzverlust, Intermodulation, Nebenwellen) oder nichtlineare Messungen (Interceptpunkt und Kompressionspunkt).

Highlights in Kürze

	ZVM	ZVK
Frequenzbereich	10 MHz...20 GHz	10 MHz...40 GHz
Frequenzauflösung		100 µHz
Impedanz		50 Ω
Messtore	PC 3,5 Stecker	2,92 mm Stecker
Messzeit (normiert)	<0,5 ms/Punkt	<0,7 ms/Punkt
Ausgangspegel	+5 dBm/+2 dBm...-85 dBm	0 dBm/-5 dBm ... -85 dBm
Pegelsicherheit		<1 dB...2 dB
Messdynamik (Messbandbreite 10 Hz)	>85 dB (<0,5 GHz) >115 dB (0,5 GHz...8 GHz) >110 dB (8 GHz...16 GHz) >100 dB (16 GHz...20 GHz)	>80 dB (<0,5 GHz) >110 dB (0,5 GHz...8 GHz) >105 dB (8 GHz...16 GHz) >90 dB (16 GHz...20 GHz) >90 dB (20 GHz...28 GHz) >80 dB (28 GHz...40 GHz)
Messbandbreiten		1 Hz...10 kHz (in 9 Stufen) und 26 kHz
Kalibriermethoden	TOM, TRM, TNA, TOM-X, AutoKal (alle Rohde & Schwarz-Patente) TRL, TOSM, Normierungsverfahren	



gleichzeitig messen und darstellen - quasi in Echtzeit (siehe Gerätebildschirm unten).

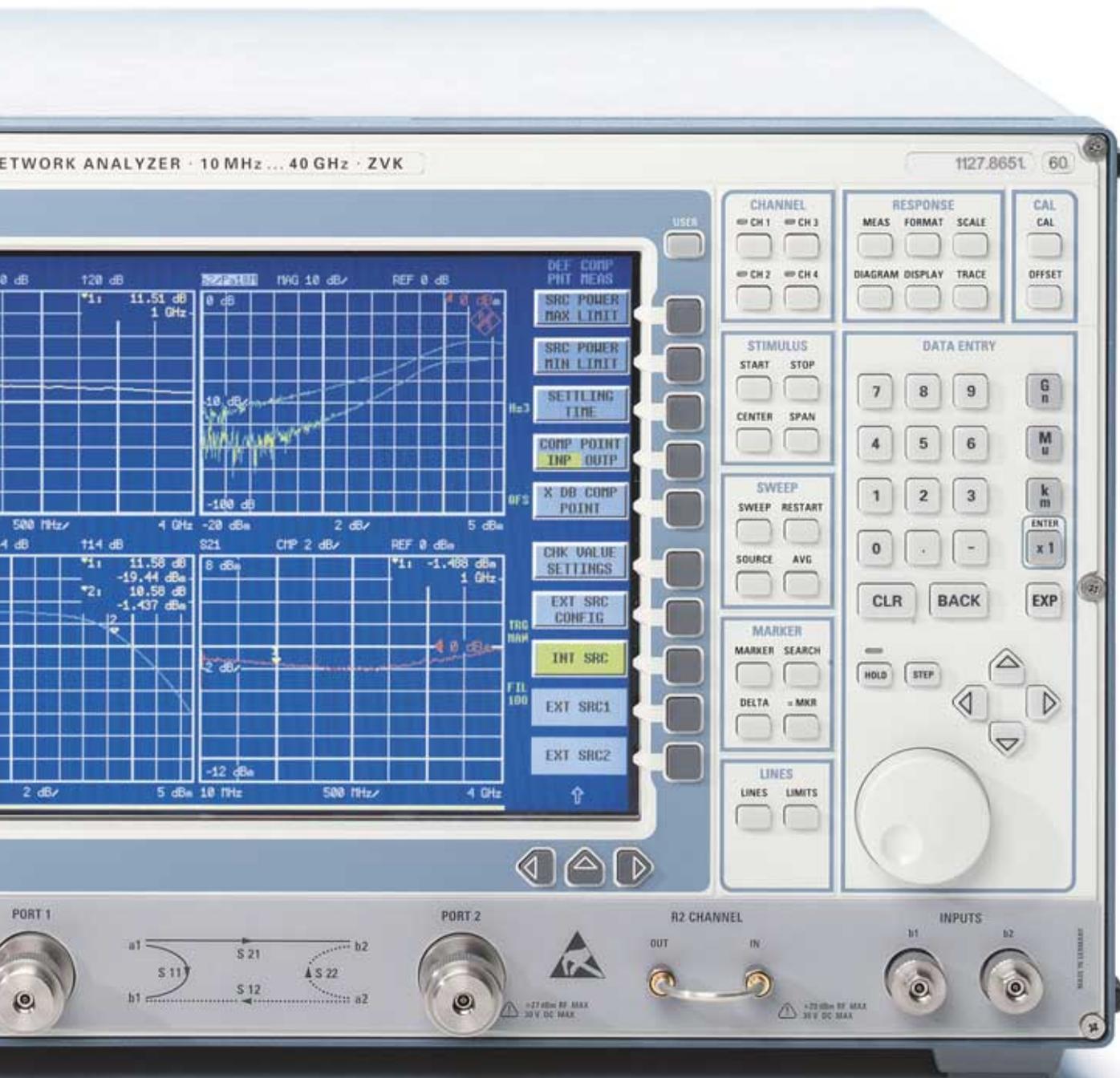
Zeitoptimiert kalibrieren, messen und steuern

Die Rohde&Schwarz-Zweitor-Kalibrierverfahren verringern die Zahl der Kalibrierstandards auf bis zu 2. Dies reduziert den

Zeitaufwand für manuelle Kalibrierung erheblich. Die geringe Messzeit von <math><500 \mu s</math> bzw. <math><700 \mu s</math> pro Punkt garantiert kürzeste Sweepzeiten bis hin zur Anzeige in Echtzeit. Das Auslesen eines Markerwertes per IEC/IEEE-Bus dauert weniger als 5 ms, der Transfer einer Messkurve (200 Punkte) weniger als 15 ms. Diese Eigenschaften

sind die Basis für die außerordentliche Leistungsfähigkeit von ZVM und ZVK, sowohl bei manueller Bedienung als auch in automatischen Systemen.

*) Gerätesteuerung mittels einer internen Software-schnittstelle. Es wird die gleiche SCPI-Befehls-Syntax wie bei gewöhnlicher IEC/IEEE-Bus-Steuerung verwendet.



Überzeugende Konzepte – die Technik im Detail

1



Patentierte Kalibrierverfahren

Neben diversen Normierungsverfahren bieten ZVM und ZVK das klassische 12-Term-Verfahren TOSM (**T**hrough, **O**pen, **S**hort, **M**atch). Darüber hinaus verfügen die Analytoren standardmäßig über weitere - meist für Rohde & Schwarz patentierte - Kalibrierverfahren: **TOM**, **TRM**, **TRL**, **TNA**, **TOM-X** (Bild 4).

Die Standards sind wie folgt definiert *):

THROUGH

Durchverbindung bekannter Länge

OPEN

Leerlauf mit bekannter Länge und Phasenverhalten

SHORT

Kurzschluss bekannter Länge

MATCH

Angepasster Abschlusswiderstand

Die Rohde & Schwarz-Kalibriermethoden ermöglichen auch bei Messungen auf Wafern einfachste Handhabung und ein Höchstmaß an Genauigkeit

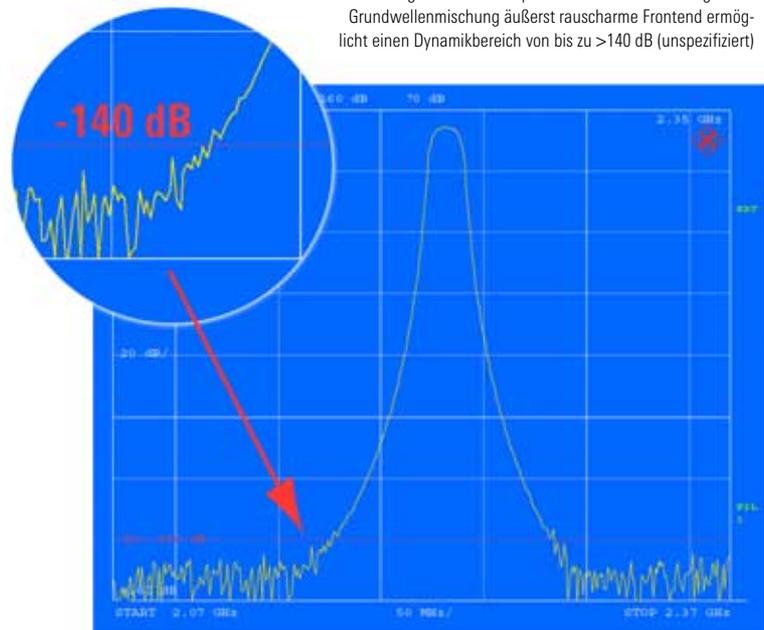
Kürzeste Messzeiten

Die Kombination eines leistungsfähigen Prozessorsystems mit extrem schnellen Synthesizern ermöglicht auch bei hoher Anzahl von Punkten und kleineren Messbandbreiten äußerst kurze Messzeiten (Bild 3). In Verbindung mit schnellen IEC-Bus-Zugriffzeiten und -Transferraten bewirken ZVM und ZVK eine wesentliche Beschleunigung bei automatisierten Test- und Produktionsabläufen.

Höchste Dynamik

Das wegen der Grundwellenmischung äußerst rauscharme Frontend ermöglicht einen Dynamikbereich welcher bei entsprechender Konfiguration weit über den spezifischen Werten von 115 dB (Bild 2) bzw. 110 dB liegt. Aufgrund dieses enormen Bereiches können hochsperrende HF-Komponenten vermessen und auch bei niedrigen Messpegeln hohe Genauigkeiten erzielt werden.

Messung an einem Bandpassfilter mit ZVM: Das wegen der Grundwellenmischung äußerst rauscharme Frontend ermöglicht einen Dynamikbereich von bis zu >140 dB (unspezifiziert)



2

*) Detaillierte Beschreibung siehe Datenteil.

LINE

Ideale, angepasste Leitung bekannter Länge

REFLECT

Reflektierender Eintor-Standard; identisch für PORT 1 und PORT 2

NETWORK

Symmetrisch reflektierender Zweitor-Standard

ATTENUATION

Angepasstes Dämpfungsglied mit unbekannter Dämpfung

Der Vorteil der 7-Term-Kalibrierverfahren (TRL, TNA, TRM, TOM) liegt in der reduzierten Zahl der erforderlichen Kalibrierstandards und ihrer vereinfachten Beschreibung. Vor allem die Verwendung des OPEN-Standards und die damit verbundene schwierige Bestimmung seiner Streukapazität wird bei Verwendung der Standards REFLECT oder NETWORK vermieden. Dies vereinfacht die Entwicklung und Herstellung von Kalibrierstandards mit vertretbarem Aufwand und ermög-

licht eine volle Zweitor-Kalibrierung höchster Präzision in Testfassungen oder auf Substraten (Bild 1, On-Wafer-Messung).

TRL wird empfohlen, wenn hohe Direktivität erforderlich ist.

TNA empfiehlt sich bei Symmetrie der Messtore und bei Herstellung eines gut angepassten Zweitores oder Doppel-Matches (ATTENUATOR) in ausreichender Qualität. In diesem Fall ist es z.B. bei einer Testfassung ausreichend, bei Ausführung des Kalibrierschrittes mit NETWORK die Fassung einfach offen zu lassen. Damit sind für eine volle Zweitor-Kalibrierung nur zwei Standards erforderlich - bei gleicher Genauigkeit wie bei TOSM.

TOM bietet den Vorteil einer impliziten Verifikation: Fehler aufgrund schadhafter Kalibrierstandards oder Bedienfehler werden bereits während des Kalibriervorganges mit hoher Wahrscheinlichkeit entdeckt und vermieden.

Messungen an Verstärkern und frequenzumsetzenden Objekten

Das Systemkonzept von ZVM und ZVK mit zwei unabhängigen Synthesizern für Generator und Empfänger bildet die Basis für vielseitige Messungen mit höchster Genauigkeit, Dynamik und Messgeschwindigkeit an frequenzumsetzenden und nichtlinearen Messobjekten wie Verstärkern und Mischern. Drei Generatoren - der interne und bis zu zwei externe - können unabhängig voneinander konfiguriert und angesteuert werden. Das Grundwellenmischkonzept und die damit verbundene hohe Selektivität von ZVM und ZVK macht die Verwendung von zusätzlichen externen Filtern überflüssig. Der Empfänger detektiert auch kleinste Messsignale wie Intermodulationsprodukte und Nebenwellen, da die volle Selektivität und der gesamte Dynamikbereich auch bei selektiven, frequenzumsetzenden Messobjekten zur Verfügung steht.

3

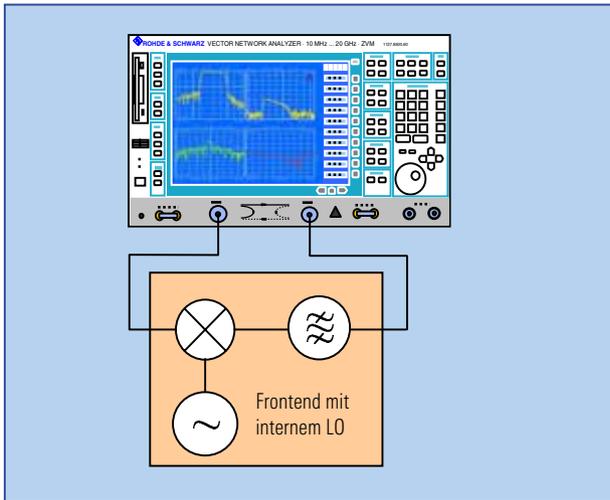
Messzeiten Frequenzweeps mit 401 Messpunkten			
	Messbandbreite 10 kHz		
	ZVM	ZVK	
Frequenzbereich 10 MHz...20 GHz bzw. 10 MHz...40 GHz			
Zweitorkalibriert bidirektional	340 ms	430 ms	
Normalisiert unidirektional	210 ms	260 ms	
Frequenzbereich 1 GHz...2 GHz			
Zweitorkalibriert bidirektional	260 ms	290 ms	
Normalisiert unidirektional	140 ms	130 ms	
Zeiten für IEC-Bus-Datentransfer von Real- und Imaginärteil Zeit zwischen Abschicken der Anfrage und Ankommen der Daten			
Zahl der Messpunkte	51	201	401
ASCII	40 ms	90 ms	160 ms
IEEE-754-Floating-Point-Format (Einstelldaten 64 bit, Messdaten 32 bit)	10 ms	15 ms	25 ms

Links: Mess- und IEC-Bus-Geschwindigkeiten von ZVM und ZVK

Unten: Die vollständigen Zweitor-Kalibrierverfahren im Überblick

4

Zweitor-Kalibrierverfahren	Anzahl Kalibrierschritte	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



Schema einer Messung an einem Frontend

Die Technik im Detail (Fortsetzung)

Somit können beliebige frequenzumsetzende und nichtlineare Messobjekte (z.B. Frontends, siehe Bild 5) mit geringem Aufwand vermessen werden. Der entkoppelte Mess- und Anzeigemodus erlaubt hierbei die gleichzeitige Darstellung unterschiedlicher Messgrößen auf dem Bildschirm der Analysatoren (Bild 6 und 7).

Das komfortable Menü MIXER MODE erlaubt die besonders einfache Konfiguration von Messungen an Mischern mit konstanter oder gewobelter HF, LO-Frequenz oder ZF. Für komplexere Messaufgaben bietet der ARBITRARY-Modus praktisch uneingeschränkte Konfigurationsmöglichkeiten für den internen und die externen Generatoren sowie den Empfänger von ZVM und ZVK.

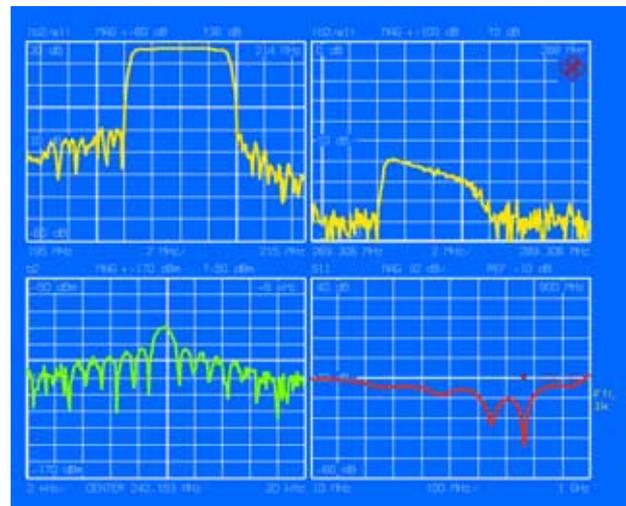
Beispiele für Messungen an Verstärkern, Frequenzumsetzern, Vervielfachern, Teilern, Synthesizern und Ähnlichem sind:

- Seitenbänder bei Mischermessungen mit fester und mitlaufender ZF
- Beliebige Harmonische (Oberwellen) in Abhängigkeit der Frequenz oder des Pegels

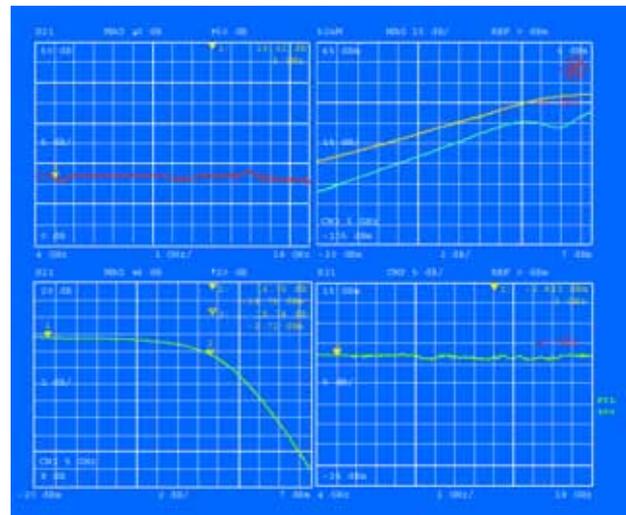
Messung an einem Verstärker: Gleichzeitige Darstellung der Verstärkung, der Kompression, der Harmonischen in Abhängigkeit des Pegels sowie des Kompressionspunktes über der Frequenz

- Intermodulationsprodukte von Verstärkern und Mischern (z.B. IP3, IP5, IP7...)
- Nebenwellen
- Mischprodukte bei mehrfach umsetzenden Messobjekten, Multiplizierern, Teilern und Kombinationen derartiger Komponenten

Bei der Vermessung von Verstärkern können ZVM und ZVK auch nichtlineare Kenngrößen direkt über der Frequenz darstellen, beispielsweise:



Messungen an einem Frontend: Gleichzeitige Darstellung der beiden Seitenbänder, der LO-Durchdringung sowie der Anpassung



- n-dB-Kompressionspunkt
- Interceptpunkt zweiter Ordnung (SOI)
- Interceptpunkt dritter Ordnung (TOI)

Systemfehler- und Pegelkorrekturen sorgen bei den Rohde&Schwarz-Netzwerkanalysatoren für hohe Grundgenauigkeit bei der Messung von S-Parametern und absoluten Leistungen.

Zwei DC-Eingänge an der Geräterückwand ermöglichen die Anzeige von Gleichspannungssignalen über der Frequenz. Weitergehend kann damit bei Verstärkermessungen der Wirkungsgrad (PAE) dargestellt werden.

Testset und Systemkonfiguration

ZVM und ZVK sind Vierkanalgeräte mit zwei Mess- und zwei Referenzkanälen. Das Testset ist in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung vollkommen symmetrisch aufgebaut (Bild 8).

Der elektronische HF-Schalter führt während eines Sweeps bei bidirektionaler Messung das Signal an jedem Frequenzpunkt in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung an das Messobjekt: Somit zeigen ZVM und ZVK bereits während der Ausführung eines jeden Sweeps stets den aktuellen, voll korrigierten Messwert an – eine wertvolle Erleichterung bei Abgleichvorgängen mit kleinen Messbandbreiten.

In die beiden Generator- und Empfangszweige können optional Stufenabschwächer mit den Dämpfungswerten 0 dB bis 70 dB in 10-dB-Schritten eingefügt werden (ZVM-B21...-B24, bzw. ZVK-B21...-B24, Bild 8).

Diese erweitern den Bereich des Ausgangspegels bis zu -90 dBm und den maximalen Eingangspegel an PORT 1/2 auf $+27$ dBm.

Die Bestückung von ZVM oder ZVK mit einem Abschwächer für einen Empfangszweig beinhaltet automatisch den Einbau des zusätzlichen Messtores INPUT b1 bzw. INPUT b2 an der Frontplatte. Der in den Abschwächern enthaltene Schalter gestattet so den direkten Zugriff auf den jeweiligen Empfangskanal unter Umgehung des Kopplers. Dadurch erhöhen sich Empfindlichkeit und Dynamik typischerweise um 10 dB. Auch auf die beiden Referenzkanäle kann direkt zugegriffen werden, da deren Pfade standardmäßig über die Frontplatte geführt sind (R1 CHANNEL IN/OUT, R2 CHANNEL IN/OUT in Bild 8). Die Tore PORT 1, PORT 2, INPUT b1 und INPUT b2 sind beim ZVM vom Typ PC3,5-Stecker, die Ein- und Ausgänge der Referenzkanäle sind SMA-Buchsen. Beim ZVK sind alle Tore 2,92-mm-Stecker, die Ein- und Ausgänge der Referenzkanäle 2,92-mm-Buchsen.

Ein mit Empfänger-Eichleitungen ausgestatteter Netzwerkanalysator bietet neben einem Gewinn von 10 dB an Empfindlichkeit und Dynamik die Funktionalität von einem Gerät ohne Testset ("Delete Testset"), d.h. direkter Zugriff auf Referenz- und Messkanäle.

Zur Versorgung oder Steuerung aktiver Messobjekte über den Innenleiter von PORT 1 und PORT 2 können bis zu 30 V Gleichspannung oder 200 mA angelegt werden. Die erforderliche Gleichspannungsleistung wird über BNC-Anschlüsse an der Geräterückwand eingespeist.

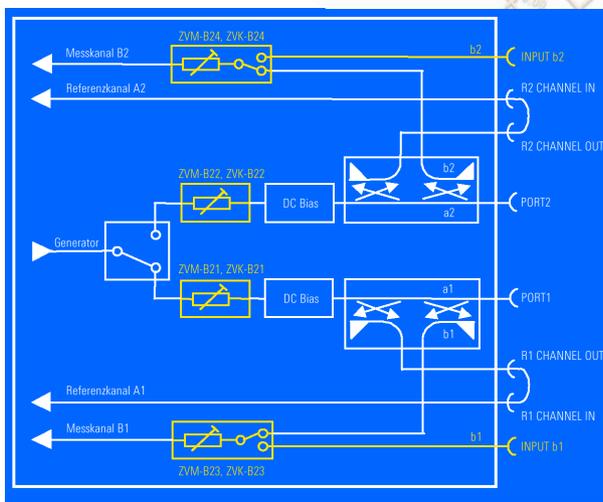
Die flexible Konzeption der Netzwerkanalysatoren gestattet den Aufbau auch komplexer externer Testsets für spezielle Messaufgaben wie:

- Gruppenlaufzeiten an Mischern unter Verwendung eines Referenzmischers
- Testsets mit Vorverstärkern zur Vermessung von Leistungsverstärkern bei hohen Pegeln (Bild 9)
- Reflexionsmessung an Leistungsverstärkern während des Betriebes

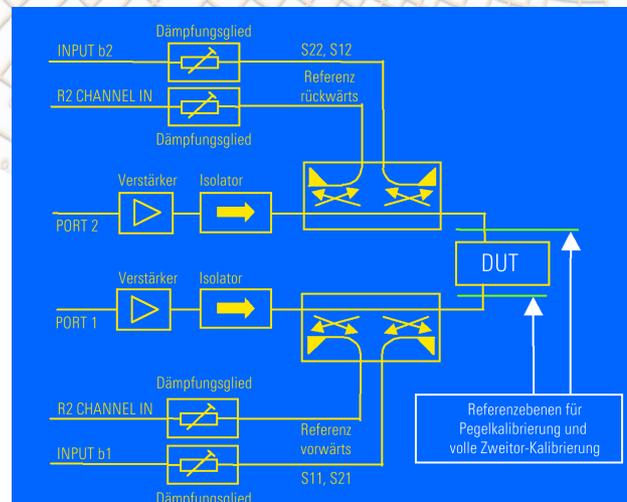
Testset von ZVM und ZVK

Vorschlag für ein externes Testset zur Vermessung von Leistungsverstärkern (DUT)

8



9



Technische Daten

Alle technischen Daten beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf die beiden Messtore PORT 1 und PORT 2 sowie auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Quelltor und eine Messbandbreite ≤ 10 kHz.

Blauer Rahmen: Hinweis auf besonders wichtige Daten

Messbereich

Wellenwiderstand 50 Ω

Messtoranschlüsse

ZVM 3,5 mm (Stecker)
ZVK 2,92 mm (Stecker)

Frequenz

Bereich ZVM	10 MHz...20 GHz
Bereich ZVK	10 MHz...40 GHz
Unsicherheit	$4 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-6}$ · Betriebszeit in Jahren
Auflösung	100 μ Hz

Messpunkteanzahl (frei wählbar) 1...2001

Messzeit pro Punkt

bei mindestens 400 Punkten und einer Messbandbreite von	10 Hz	ZVM 10 kHz	ZVK 10 kHz
mit Systemfehlerkorrektur	<200 ms	<0,9 ms	<1,1 ms
normalisiert	<100 ms	<0,5 ms	<0,7 ms

Messdynamik (ohne Systemfehlerkorrektur,

ohne optionale Eichleitung)	ZVM	ZVM	ZVK	ZVK
bei einer Messbandbreite von	10 Hz	10 kHz	10 Hz	10 kHz
bis 500 MHz	>75 dB	>45 dB	>70 dB	>40 dB
500 MHz...8 GHz	>115 dB	>85 dB	>110 dB	>80 dB
8 GHz...16 GHz	>110 dB	>80 dB	>105 dB	>75 dB
16 GHz...20 GHz	>100 dB	>70 dB	>90 dB	>60 dB
20 GHz...28 GHz			>90 dB	>60 dB
28 GHz...40 GHz			>80 dB	>50 dB

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

Messbandbreiten (ZF-Bandbreiten) 1 Hz...10 kHz (halbdekadische Stufen) und 26 kHz (Full)

Messgenauigkeit

Diese Daten gelten in einem eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...26°C, wobei angenommen wird, dass sich das Gerät im thermischen Gleichgewicht befindet (ca. 1 h nach Einschalten) und sich die Temperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 1 K verändert hat. Sie setzen die Verwendung eines geeigneten Kalibriersatzes voraus, mit dem die weiter unten angegebenen effektiven Systemdaten erzielt werden.

ZVM-Messunsicherheit bei Transmissionsmessungen

nach Systemfehlerkalibrierung
Die Messunsicherheitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Quelltor bezogen, gelten für eine Messbandbreite von 10 Hz und setzen ein angepasstes Messobjekt voraus.

10 MHz...500 MHz	
für +15 dB...-25 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -25 dB...-35 dB	1 dB bzw. 6°
500 MHz...8 GHz	
für +15 dB...+5 dB	0,2 dB bzw. 2°
für +5 dB...-50 dB	0,1 dB bzw. 1°
für -50 dB...-65 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -65 dB...-80 dB	1 dB bzw. 6°

8 GHz...16 GHz	
für +15 dB...-55 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -55 dB...-70 dB	1 dB bzw. 6°
16 GHz...20 GHz	
für +12 dB...+5 dB	0,3 dB bzw. 3°
für +5 dB...-30 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -30 dB...-45 dB	0,3 dB bzw. 3°
für -45 dB...-60 dB	1 dB bzw. 6°

ZVM-Messunsicherheit bei Reflexionsmessungen

nach Systemfehlerkalibrierung
Die Messunsicherheitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Quelltor bezogen, gelten für eine Messbandbreite von 10 Hz und setzen ein isolierendes Messobjekt voraus.

10 MHz...20 GHz	
für +10 dB...+3 dB	0,6 dB bzw. 4°
für +3 dB...-15 dB	0,4 dB bzw. 3°
für -15 dB...-25 dB	1 dB bzw. 6°
für -25 dB...-35 dB	3 dB bzw. 20°

Änderung der Messkurve bei 0 dB

pro Kelvin Temperaturänderung <0,2 dB bzw. <2°

ZVK-Messunsicherheit bei Transmissionsmessungen

nach Systemfehlerkalibrierung
Die Messunsicherheitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Quelltor bezogen, gelten für eine Messbandbreite von 10 Hz und setzen ein angepasstes Messobjekt voraus.

10 MHz...500 MHz	
für +10 dB...-15 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -15 dB...-30 dB	1 dB bzw. 6°
500 MHz...8 GHz	
für +10 dB...+5 dB	0,2 dB bzw. 2°
für +5 dB...-45 dB	0,1 dB bzw. 1°
für -45 dB...-60 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -60 dB...-75 dB	1 dB bzw. 6°
8 GHz...16 GHz	
für +10 dB...-50 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -50 dB...-65 dB	1 dB bzw. 6°
16 GHz...28 GHz	
für +5 dB...-20 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -20 dB...-35 dB	0,3 dB bzw. 3°
für -35 dB...-50 dB	1 dB bzw. 6°
28 GHz...40 GHz	
für +5 dB...-10 dB	0,2 dB bzw. 2°
für -10 dB...-25 dB	0,3 dB bzw. 3°
für -25 dB...-40 dB	1 dB bzw. 6°

ZVK-Messunsicherheit bei Reflexionsmessungen

nach Systemfehlerkalibrierung
Die Messunsicherheitsangaben sind auf einen Nominalpegel von -10 dBm am Quelltor bezogen, gelten für eine Messbandbreite von 10 Hz und setzen ein isolierendes Messobjekt voraus.

10 MHz...20 GHz	
für +5 dB...-15 dB	1 dB bzw. 6°
für -15 dB...-30 dB	3 dB bzw. 20°
20 GHz...40 GHz	
für +5 dB...0 dB	2 dB bzw. 15°
für 0 dB...-10 dB	1 dB bzw. 6°
für -10 dB...-25 dB	3 dB bzw. 20°

Änderung der Messkurve bei 0 dB

pro Kelvin Temperaturänderung <0,2 dB bzw. <2°

Effektive Systemdaten

Diese Daten gelten im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...26°C, wobei angenommen wird, dass sich das Gerät im thermischen Gleichgewicht befindet (ca. 1 h nach Einschalten) und sich die Temperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 1 K verändert hat. Sie setzen eine Messbandbreite von 10 Hz und die Durchführung einer Systemfehlerkalibrierung unter Verwendung eines geeigneten Kalibriersatzes voraus.

Im Frequenzbereich	50 MHz...20 GHz		ab 20 GHz
	ZVM	ZVK	ZVK
Direktivität	>46 dB	>42 dB	>38 dB
Quelltoranpassung	>36 dB	>36 dB	>33 dB
Reflexionsgleichlauf	<0,1 dB	<0,1 dB	<0,1 dB
Lasttoranpassung	>46 dB	>42 dB	>38 dB
Transmissionsgleichlauf	<0,1 dB	<0,1 dB	<0,2 dB

Ausgangspegel

Bereich ohne Option Generatoreicheitung		
	ZVM	ZVK
bis 16 GHz	-20 dBm...+5 dBm	-20 dBm...0 dBm
ab 16 GHz	-20 dBm...+2 dBm	-20 dBm...-5 dBm
Unsicherheit bei -10 dBm		
ohne optionale Pegelkalibrierung	2 dB	2 dB
150 MHz...16 GHz im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...26°C	1 dB	1 dB
Linearität (bezogen auf -10 dBm)		
ab 150 MHz im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...26°C	<1 dB	<1 dB
Auflösung		
	<0,4 dB	<0,4 dB
	0,1 dB	0,1 dB

Spektrale Reinheit

Harmonische		
bei maximalem Nennausgangspegel		
	ZVM	ZVK
bis 10 GHz	<-23 dBc	<-20 dBc
10 GHz...20 GHz	<-17 dBc	<-15 dBc
ab 20 GHz		<-25 dBc
bei -10 dBm Ausgangspegel		
bis 10 GHz	<-30 dBc	<-30 dBc
ab 10 GHz	<-25 dBc	<-25 dBc
Nichtharmonische		
	<-35 dBc	<-35 dBc
Einseitenband-Phasenrauschen		
in 1 Hz Bandbreite und bei 10 kHz Trägerabstand		
bis 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	
	<-64 dBc bei 20 GHz	
	<-58 dBc bei 40 GHz (ZVK)	

Störhub

Effektivbewertung (RMS) von 10 Hz...3 kHz	
bis 150 MHz	<2 Hz
150 MHz...1 GHz	<5 Hz
1 GHz...2 GHz	<10 Hz
2 GHz...4 GHz	<20 Hz
4 GHz...8 GHz	<40 Hz
8 GHz...20 GHz	<80 Hz
20 GHz...40 GHz (ZVK)	<160 Hz

Eingangspiegel

Maximaler Nenneingangspiegel	
ohne optionale Empfängereicheitung	+5 dBm
mit Empfängereicheitung in Stellung 0 dB	+5 dBm
mit Empfängereicheitung in Stellung ≥30 dB	+27 dBm

Pegelmessunsicherheit (ohne optionale Pegelkalibrierung)		
im eingeschränkten Temperaturbereich 20°C...26°C		
bis 500 MHz	für +5 dBm...-45 dBm	2 dB
500 MHz...16 GHz	für +5 dBm ...-70 dBm	2 dB
16 GHz...20 GHz	für +5 dBm...-50 dBm	2 dB
20 GHz...28 GHz	für +5 dBm...-50 dBm (ZVK)	3 dB
ab 28 GHz	für +5 dBm...-30 dBm (ZVK)	4 dB

Höchstzulässiger zerstörungsfreier Eingangspiegel	
ohne optionale Empfängereicheitung	+27 dBm
mit Empfängereicheitung in Stellung 0 dB	+27 dBm
mit Empfängereicheitung in Stellung ≥30 dB	+30 dBm

Höchstzulässiger zerstörungsfreier Gleichstrom/ zerstörungsfreie Gleichspannung	
	0,5 A bzw. 30 V

Effektiver Rauschpegel bei einer Messbandbreite von 10 Hz	
bis 500 MHz	<-80 dBm
500 MHz...8 GHz	<-110 dBm
8 GHz...16 GHz	<-105 dBm
16 GHz...20 GHz	<-95 dBm
20 GHz...28 GHz (ZVK)	<-95 dBm
ab 28 GHz (ZVK)	<-85 dBm

Anpassung (ohne Systemfehlerkorrektur)	
bis 50 MHz	>10 dB
50 MHz...8 GHz	>12 dB
8 GHz...20 GHz	>10 dB
ab 20 GHz (ZVK)	>8 dB

Referenzkanaleingänge

R CHANNEL IN		
	ZVM	ZVK
Anschlüsse	SMA (Buchsen)	2,92 mm (Buchsen)
Anpassung	>12 dB	>8 dB
Maximaler Nenneingangspiegel	+5 dBm	+5 dBm
Höchstzulässiger zerstörungsfreier Eingangspiegel	+20 dBm	+20 dBm

Systemfehlerkorrekturverfahren

Neben Normalisierungen für Reflexions- und Transmissionsmessungen, einer vollständigen Eintor-Kalibrierung (3-Term, OSM), einer einfachen Zweitort-Kalibrierung (One-Path Two-Port) sowie dem klassischen 12-Term-Zweitort-Kalibrierverfahren (TOSM) sind die folgenden vollständigen Zweitort-Kalibrierverfahren verfügbar: **TOM, TRM, TRL, TNA** und **TOM-X** (15-Term). TOM, TRM, TNA und TOM-X sind von Rohde&Schwarz patentierte Verfahren.

Die Namen der Verfahren symbolisieren die bei der Kalibrierung anzuschließenden Standards:

T = "Through" = Durchverbindung

Der T-Standard ist ein Zweitort-Standard. Er stellt eine möglichst dämpfungsarme direkte Verbindung zwischen den beiden Messtoren dar, wobei ein frequenzabhängiger 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 Eintort-Standard. Er stellt eine Totalreflexion dar, deren Betrag idealerweise eins ist und dessen Phase näherungsweise 0° beträgt. Der Verlauf der Phase über der Frequenz muss dem Analysator sehr genau bekannt sein (Streuoeffizienten C_i). Ein frequenzabhängiger 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 dessen Phase in der Kurzschlussebene näherungsweise 180° beträgt (Streuoeffizienten L_1). Ein frequenzabhängiger 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 50Ω) 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 gut unterscheidbare, ansonsten jedoch beliebige und unbekanntere Reflexion dar, von der allerdings bekannt sein muss, ob sie näherungsweise einem Leerlauf oder einem Kurzschluss entspricht. Ist aufgrund der elektrischen Länge des R-Standards eine Leitungstransformation 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 frequenzabhängiger 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, jedoch ansonsten beliebige Reflexion aufweisen, von der allerdings wie beim R-Standard bekannt sein muss, ob sie näherungsweise einem Leerlauf oder einem Kurzschluss entspricht. Seine Transmission ist beliebig, sie 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 unbekanntere Dämpfung aufweisen.

Das Verfahren TOM-X ($X = \text{"Crosstalk"} = \text{"Übersprecher"}$) ist eine Erweiterung des TOM-Verfahrens, bei dem sämtliche Verkopplungen zwischen den vier Empfangskanälen berücksichtigt werden (Vollmodell). Dieses bewirkt eine mathematisch korrekte und praktisch besonders effiziente Eliminierung von Übersprechern und dient so zur Erhöhung der effektiven Systemdynamik; erfordert andererseits jedoch den höchsten Aufwand bei der Kalibrierung.

Anzeige

Bildschirm	Farb-LCD mit 26 cm Bildschirmdiagonale
Auflösung	640 x 480 x 256
Wobbelbetriebsarten	Frequenzwobbelung, Pegelwobbelung und Zeitwobbelung
Anzeigeparameter (Beispiele)	S-Parameter und daraus ableitbare Größen wie VSWR, Impedanz, Admittanz, Gruppenlaufzeit etc. sowie (optional) nichtlineare Parameter wie n-dB-Kompressionspunkt, S01 und T01. 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, Smith (beliebig zoombar), Inverses Smith, Charter

Skalierung (Beispiele)	0,001 dB/...50 dB/ 1 m°/...200 k°/ 1 pU/...1 GU/ (automatische variable Anzahl der Gitternetzlinien durch MAX-/MIN-Skalierung)
Mehrkanaldarstellung	bis zu vier unabhängige Darstellkanäle (CH1...CH4)
Bildschirmteilung (Beispiele)	Overlay, Dual Channel Split, Quad Channel Split
Marker	8 Normal-Marker oder 7 Delta-Marker je Darstellkanal
Markerauflösung Markerformatierung	4 gültige Ziffern unabhängig 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) Grenzwertlinien (Limit Lines)	Horizontal-, Kreis- oder Radiallinien Paare von Polygonzügen in kartesischen Diagrammen, beliebige Kreise in Kreisdiagrammen

Weitere Anschlüsse (Rückwand)

PORT BIAS 1/2 (Gleichspannungseinspeisungseingänge für PORT 1/2)	
Max. Nenneingangstrom/-spannung	200 mA/30 V
Höchstzulässige(r) zerstörungsfreie(r) Strom/Spannung	500 mA/30 V
EXT TRIGGER (Eingang für externes Triggersignal)	
TTL-Signal flankengetriggert, Polarität (wahlweise)	positiv oder negativ
Minimale Pulsbreite	1 μ s
LEVEL (Eingang für externe Pegelsteuerung)	
Frequenzbereich	0 Hz...100 kHz
Spannungsbereich	0 V...10 V
Eingangswiderstand	>10 k Ω
DC MEAS INPUTS DC 1/2 (Gleichspannungsmesseingänge)	
Spannungsbereich	-10 V...+10 V
Messunsicherheit	0,1 V
Eingangswiderstand	>10 k Ω
EXT FREQ REF IN (Eingang für externes Frequenzreferenzsignal)	
Frequenz (in 1-MHz-Schritten)	1 MHz...15 MHz
Zulässige Abweichung	$6 \cdot 10^{-6}$
Eingangsspegel (U_{eff})	0,1 V...3 V
Eingangswiderstand	1 k Ω

EXT FREQ REF OUT (Ausgang des internen Frequenzreferenzsignals)	
Frequenz	10 MHz
Frequenzunsicherheit	$4 \cdot 10^{-6} +$ $1 \cdot 10^{-6} \cdot \text{Betriebszeit in Jahren}$
Pegel (Sinussignal)	12 dBm \pm 3 dB an 50 Ω

EXTERNAL GENERATOR

Anschlüsse zur Steuerung eines externen Generators der R&S-Familien SME, SMP, SMT, etc. Das Signal BLANK ist Low während jedes einzelnen Frequenzpunktes des Wobbelvorgangs und High beim Weiterschalten zwischen zwei Frequenzpunkten. Durch das Signal TRIGGER steuert der Netzwerkanalysator den externen Generator. Um diesen zum nächsten Frequenzpunkt weiterzuschalten, nimmt es kurz den High-Zustand an.

BLANK (Eingang)	TTL-Signal
TRIGGER (Ausgang)	TTL-Signal
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, RS-232, D-Sub, 9-polig
IEC BUS	Fernsteueranschluss IEEE488, IEC625, 24-polig (für allgemeine Anwendungen)
IEC SYSTEM BUS	Fernsteueranschluss IEEE488, IEC625, 24-polig (zur Ansteuerung von Generatoren beispielsweise als Lokaloszillator bei Mischermessungen)
LPT	IBM-PC-kompatibler Druckeranschluss, Centronics, D-Sub, 25-polig
MULTIPORT	zur Ansteuerung der optionalen Dreitor- und Viertor-Adapter

Optionale Schnittstellen (z.B. LAN Ethernet) sind verfügbar und werden gesondert spezifiziert.

Optionen

Option **Zeitbereichstransformation**

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

Option **Frequenzumsetzende Messungen**

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

Option **Nichtlineare Messungen**

Für spezielle Messungen an nichtlinearen Messobjekten wie die Bestimmung des n-dB-Kompressionspunktes über der Frequenz und der Intermodulationsprodukte IP2 und IP3.

Option **Pegelkalibrierung**

Diese Option ist die Voraussetzung für eine genaue Pegelkalibrierung des Netzwerkanalysators. Es kann sowohl der Generatorausgangspegel mit Hilfe eines zusätzlichen Leistungsmessers (z.B. NRVD, NRVS oder NRV von R&S) als auch die absolute Pegelmessung der Empfängereingangssignale kalibriert werden.

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 **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 zur Verfügung steht.

Optionen **Generatoreichleitung PORT 1/2**

Durch diese Optionen kann der Pegel des über PORT 1/2 ausgesendeten Signals in Stufen von 10 dB zwischen 0 dB und 70 dB gedämpft werden. Durch Eichleitungen reduziert sich die Messdynamik im Bereich von 12 GHz bis 16 GHz bei einer Messbandbreite von 10 Hz auf >105 dB.

	ZVM	ZVK
Frequenzbereich	10 MHz...20 GHz	10 MHz...40 GHz
Dämpfung	0 dB...70 dB	0 dB...70 dB
Dämpfungsstufen	10 dB	10 dB
Dämpfungsunsicherheit		
bis 30 dB	3 dB	3 dB
ab 40 dB	10 MHz...20 GHz	3 dB
20 GHz...33 GHz		5 dB
Ausgangspegel	ZVM	ZVK
bis 16 GHz	-90 dBm...+2 dBm	-90 dBm...-3 dBm
16 GHz...20 GHz	-90 dBm...-2 dBm	-90 dBm...-9 dBm
ab 20 GHz		-90 dBm...-9 dBm
mit Einstellung „Additional Power“ bei reduzierten Spezifikationen		
bis 16 GHz	-85 dBm...+5 dBm	-85 dBm...0 dBm
16 GHz...20 GHz	-85 dBm...+2 dBm	-85 dBm...-5 dBm
ab 20 GHz		-85 dBm...-5 dBm

Optionen **Empfängereichleitung PORT 1/2**

Durch diese Optionen kann der Pegel des über PORT 1/2 empfangenen Signals in Stufen von 10 dB zwischen 0 dB und 70 dB gedämpft werden. Zusätzlich wird mit der Option jeweils ein Empfängereingang INPUT b1/b2 an der Frontplatte verfügbar. Durch Eichleitungen reduziert sich die Messdynamik im Bereich von 12 GHz bis 16 GHz bei einer Messbandbreite von 10 Hz auf >105 dB.

	ZVM	ZVK
Frequenzbereich	10 MHz...20 GHz	10 MHz...40 GHz
Dämpfung	0 dB...70 dB	0 dB...70 dB
Dämpfungsstufen	10 dB	10 dB
Dämpfungsunsicherheit		
bis 30 dB	3 dB	3 dB
ab 40 dB	10 MHz...20 GHz	3 dB
20 GHz...33 GHz		5 dB

Empfängereingänge **INPUT b1/b2**

Anschlüsse	3,5 mm (Stecker)	2,92 mm (Stecker)
Anpassung ab 50 MHz	>10 dB	>8 dB
Maximaler Nenneingangsspegel	-5 dBm	-5 dBm
Höchstzulässiger zerstörungsfreier Eingangspegel	+20 dBm	+20 dBm



Certified Quality System
ISO 9001
DQS REG. NO 1954

Certified Environmental System
ISO 14001
REG. NO 1954

Die Optionen

Option	Typ	Funktion und Nutzen
AutoKal	ZVR-B1	Automatische Kalibriervorrichtung zum Anschluss an PORT 1/2. Frequenzbereich bis 8 GHz Anschlüsse Typ N (f) zum Messobjekt. Der direkte Anschluss an den ZVM erfordert PC3,5 (f)/N (f)-Adapter, direkter Anschluss an den ZVK erfordert 2,92-mm (f)/N (f)-Adapter <ul style="list-style-type: none"> • Volle Zweitor-Kalibrierung in wenigen Sekunden
Zeitbereichstransformation	ZVR-B2	Messung von Sprung- und Impulsantwort, Laufzeitmessungen, diverse Filter, Tore ("Gating") im Zeit- und Frequenzbereich <ul style="list-style-type: none"> • Zur Lokalisierung von Störstellen, zur Bestimmung des Reflexionskoeffizienten an bestimmten Störstellen und in Abhängigkeit von Länge/Laufzeit, Trimmen von Filtern, Optimierung von Steckern, Ergänzung zur Kalibrierung u.ä.
Frequenzumsetzende Messungen	ZVR-B4	Freie Konfiguration von Frequenzbereichen und Pegeln des internen und bis zu zwei externen Generatoren und des Empfängers von ZVM und ZVK <ul style="list-style-type: none"> • Unkomplizierte Messungen an Mischern • Problemlose Messung nahezu beliebiger Mischprodukte (Harmonische beliebigen Grades, Intermodulationsprodukte an Verstärkern und Mischern, Nicht-Harmonische usw.)
Nichtlineare Messungen	ZVR-B5	Messung von n-dB-Kompressionspunkt und Intermodulationsprodukten 2. oder 3. Ordnung (SOI/TOI) <ul style="list-style-type: none"> • Kompressionspunkt und SOI/TOI direkt über der Frequenz
Pegelkalibrierung	ZVR-B7	Kalibrierung des Pegels von Eingangs- und Ausgangssignal sowie externer Generatoren <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Pegelgenauigkeit von Generator(en) und Empfängern für Mischer- und Intermodulationsmessungen
Dreitor-Adapter	ZVR-B8	Externer Adapter zur Erweiterung von Messtor PORT 1 auf zwei Messtore; Frequenzbereich bis 4 GHz, Anschlüsse Typ N (f) zum Messobjekt. Der direkte Anschluss an den ZVM erfordert PC3,5 (f)/N (f)-Adapter, direkter Anschluss an den ZVK erfordert 2,92-mm (f)/N (f)-Adapter <ul style="list-style-type: none"> • Messungen an Duplexfiltern
Virtuelle Transformationsnetzwerke	ZVR-K9	Einbindung (Simulation) theoretischer Netzwerke in das Messergebnis, Korrektur real vorhandener Netzwerke <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit, z.B. bei SAW-Filtermessungen oder Waferproben
Viertor-Adapter	ZVR-B14	Externer Adapter zur Erweiterung der Messtore PORT 1 und PORT 2 auf jeweils zwei oder PORT 1 auf drei Messtore; Frequenzbereich bis 4 GHz, Anschlüsse Typ N (f) zum Messobjekt. Der direkte Anschluss an den ZVM erfordert PC3,5 (f)/N (f)-Adapter, direkter Anschluss an den ZVK erfordert 2,92-mm (f)/N (f)-Adapter <ul style="list-style-type: none"> • Multiportanwendungen • Messungen an Frequenzweichen
Ethernet-Anschluss für internen PC	FSE-B16	Ethernet-Schnittstelle für den internen PC <ul style="list-style-type: none"> • Steuerung und Datentransfer per Ethernet
IEC-Bus für internen PC	FSE-B17	IEC/IEEE-Schnittstelle für den internen PC (zusätzlich zu den beiden standardmäßig vorhandenen IEC-Bus-Schnittstellen) <ul style="list-style-type: none"> • Integrierter PC steuert den ZVM bzw. ZVK und Messaufbauten
Generatoreichleitung PORT 1	ZVM-B21, ZVK-B21	Mechanische Eichleitung für den Generatorpfad 1. Dämpfung im Bereich 0 dB bis 70 dB in 10-dB-Schritten <ul style="list-style-type: none"> • Erzeugung kleiner Pegel bis -90 dBm an PORT 1
Generatoreichleitung PORT 2	ZVM-B22, ZVK-B22	Mechanische Eichleitung für den Generatorpfad 2. Dämpfung im Bereich 0 dB bis 70 dB in 10-dB-Schritten <ul style="list-style-type: none"> • Erzeugung kleiner Pegel bis -90 dBm an PORT 2
Empfängereichleitung PORT 1	ZVM-B23, ZVK-B23	Mechanische Eichleitung für den Empfängerpfad 1, Dämpfung im Bereich 0 dB bis 70 dB in 10-dB-Schritten Beinhaltet den Einbau des zusätzlichen Eingangs Input b1 <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des Empfangsbereiches an PORT 1 auf +27 dBm • Direkter Zugriff auf Messkanal b1
Empfängereichleitung PORT 2	ZVM-B24, ZVK-B24	Mechanische Eichleitung für den Empfängerpfad 2, Dämpfung im Bereich 0 dB bis 70 dB in 10-dB-Schritten. Beinhaltet den Einbau des zusätzlichen Eingangs Input b2 <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des Empfangsbereiches an PORT 2 auf +27 dBm • Direkter Zugriff auf Messkanal b2

Bestellangaben

Bestellbezeichnung	Typ	Frequenzbereich	Bestellnummer
Netzwerkanalysatoren			
Vektorieller Netzwerkanalysator			
4-Kanal, 50 Ω , aktives Testset	ZVM	10 MHz...20 GHz	1127.8500.60
Vektorieller Netzwerkanalysator			
4-Kanal, 50 Ω , aktives Testset	ZVK	10 MHz...40 GHz	1127.8651.60
Optionen			
Zeitbereichstransformation	ZVR-B2	-	1044.1009.02
Frequenzumsetzende Messungen ¹⁾	ZVR-B4	-	1044.1215.02
Nichtlineare Messungen	ZVR-B5	-	1044.1321.02
Pegelkalibrierung ²⁾	ZVR-B7	-	1044.1544.02
Virtuelle Transformationsnetzwerke ³⁾	ZVR-K9	-	1106.8830.02
Ethernet AUI für internen PC	FSE-B16	-	1073.5973.02
Ethernet BNC für internen PC	FSE-B16	-	1073.5973.03
Ethernet RJ45 für internen PC	FSE-B16	-	1073.5973.04
IEC/IEEE-Bus-Interface für internen PC	FSE-B17	-	1066.4017.02
Generatoreichleitung für ZVM, PORT 1	ZVM-B21	-	1128.1009.11
Generatoreichleitung für ZVM, PORT 2	ZVM-B22	-	1128.1009.21
Empfängereichleitung für ZVM, PORT 1 ⁴⁾	ZVM-B23	-	1128.1009.12
Empfängereichleitung für ZVM, PORT 2 ⁵⁾	ZVM-B24	-	1128.1009.22
Generatoreichleitung für ZVK, PORT 1	ZVK-B21	-	1128.1409.11
Generatoreichleitung für ZVK, PORT 2	ZVK-B22	-	1128.1409.21
Empfängereichleitung für ZVK, PORT 1 ⁴⁾	ZVK-B23	-	1128.1409.12
Empfängereichleitung für ZVK, PORT 2 ⁵⁾	ZVK-B24	-	1128.1409.22
ZVM-, ZVK-Zubehör			
Messkabel (Paare)			
PC3,5 (f)/PC3,5 (m), 50 Ω (für ZVM) ⁶⁾	ZV-Z14	0 GHz...26,5 GHz	1134.4093.02
2,92 mm (f)/2,92 mm (m), 50 Ω (für ZVK) ⁶⁾	ZV-Z15	0 GHz...40 GHz	1134.4193.02
Kalibriersätze			
PC3,5 (für ZVM)	ZV-Z30	0 GHz...26,5 GHz	1134.4293.02
2,92 mm (für ZVK)	ZV-Z40	0 GHz...40 GHz	1134.4606.02
N, 50 Ω	ZV-Z21	0 GHz...18 GHz	1085.7099.02
TRL-Ergänzungssatz, N, 50 Ω	ZV-Z26	0,4 GHz...18 GHz	1085.7318.02
TRL-Ergänzungssatz, PC3,5, 50 Ω	ZV-Z27	0,4 GHz...26,5 GHz	1085.7401.02
TOM-X-Ergänzungssatz, N, 50 Ω	ZV-Z28	0 GHz...18 GHz	1085.7499.03
TOM-X-Ergänzungssatz, PC3,5, 50 Ω	ZV-Z29	4 GHz...26,5 GHz	1085.7647.03

Gleitlasten			
N (m), 50 Ω	ZV-Z41	1,7 GHz...18 GHz	1085.8095.02
N (f), 50 Ω	ZV-Z41	1,7 GHz...18 GHz	1085.8095.03
PC3,5 (m), 50 Ω	ZV-Z43	1,7 GHz...26,5 GHz	1085.8195.02
PC3,5 (f), 50 Ω	ZV-Z43	1,7 GHz...26,5 GHz	1085.8195.03
Allgemeines Zubehör			
Hardware Optionen N, 50 Ω			
AutoKal ⁷⁾	ZVR-B1	0 GHz...8 GHz	1044.0625.02
Dreitor-Adapter ⁷⁾	ZVR-B8	0 GHz...4 GHz	1086.0000.02
Viertor-Adapter (2 x SPDT) ⁷⁾	ZVR-B14	0 GHz...4 GHz	1106.7510.02
Viertor-Adapter (SP3T) ⁷⁾	ZVR-B14	0 GHz...4 GHz	1106.7510.03
Messkabel (Paare)			
N (m)/N (m), 50 Ω	ZV-Z11	0 GHz...18 GHz	1085.6505.03
N (m)/N (m), 75 Ω	ZV-Z12	0 GHz...18 GHz	1085.6570.02
N (m)/PC3,5 (m), 50 Ω	ZV-Z13	0 GHz...18 GHz	1134.3997.02
Kalibriersätze			
N, 50 Ω	ZCAN	0 GHz...3 GHz	0800.8515.52
N, 75 Ω	ZCAN	0 GHz...3 GHz	0800.8515.72
Dämpfungsglieder			
1 W	DNF	0 GHz...12,4 GHz	0272.4.X10.50 ⁸⁾
50 W	RBU 50	0 GHz...2 GHz	1073.8695.XX ⁹⁾
100 W	RBU 100	0 GHz...2 GHz	1073.8495.XX ⁹⁾
Anpassglieder, N, 50 Ω → N, 75 Ω			
Längswiderstand	RAZ	0 GHz...2,7 GHz	0358.5714.02
L-Glied	RAM	0 GHz...2,7 GHz	0358.5414.02
Zubehör divers, N, 50 Ω			
T-Check	ZV-Z60	0 GHz...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
Leistungsteiler 2 x 50 Ω	RVZ	0 GHz...2,7 GHz	0800.6612.52
Externe VSWR-Messbrücken			
N (f), 50 Ω	ZRA	40 kHz...150 MHz	1052.3607.52
N (f), 50 Ω	ZRB2	5 MHz...3 GHz	0373.9017.52
N (f), 75 Ω	ZRB2	5 MHz...2 GHz	0802.1018.73
N (f), 50 Ω	ZRC	40 kHz...4 GHz	1039.9492.52
N (f), 75 Ω	ZRC	40 kHz...2,5 GHz	1039.9492.72
Sonstiges			
Transportkoffer	ZZK-965	-	1013.9437.00
19"-Gestelladapter mit Frontgriffen	ZZA-96	-	0396.4928.00

¹⁾ Beinhaltet Oberwellenmessungen.

²⁾ Benötigt einen Leistungsmesser mit Messkopf.

³⁾ Nur für ZVR, ZVC, ZVM, ZVK.

⁴⁾ Einschließlich Eingang Input b1, zur Umgehung des Kopplers an PORT 1.

⁵⁾ Einschließlich Eingang Input b2, zur Umgehung des Kopplers an PORT 2.

⁶⁾ Ausführung mit Überwurf-Fixiermutter ZVM/ZVK-seitig.

⁷⁾ Benötigt zwei Adapter PC 3,5 (f)/N (f) bzw. 2,92 mm (f)/N (f).

⁸⁾ X = 0: 3 dB, X = 1: 6 dB, X = 2: 10 dB, X = 3: 20 dB, X = 4: 30 dB.

⁹⁾ XX = 03: 3 dB, XX = 06: 6 dB, XX = 10: 10 dB, XX = 20: 20 dB, XX = 30: 30 dB.

Allgemeine Daten

Temperaturbelastbarkeit datenhaltig funktionsfähig Lagertemperaturbereich	5°C...40°C 0°C...50°C -40°C...70°C IEC68-2-1, IEC68-2-2	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	40°C bei 95% rel. Luftfeuchte, IEC68-2-3	EMV, Störfestigkeit	gemäß den Bestimmungen der Richtlinien 89/336/EWG, geändert durch 91/263/EWG, 92/31/EWG, 93/68/EWG und EN50082-1
Mechanische Belastbarkeit Schwingprüfung, sinusförmig	10 Hz...55 Hz, Beschleunigung max. 2 g, 55 Hz...150 Hz, Beschleunigung 0,5 g konstant, 12 min pro Achse, IEC68-2-6, IEC 1010-1, MIL-T-28800D Klasse 5	Sicherheit	nach EN61010-1, UL3111-1, CSAC22.2 No. 1010-1, IEC 1010-1
Schwingprüfung, Random	10 Hz...300 Hz, Beschleunigung 1,2 g RMS 5 min pro Achse, IEC68-2-36	Stromversorgung	100 V...120 V (AC) mit Toleranz ±10%, 6 A, 50 Hz...400 Hz mit Toleranz -6% und +10% oder 200 V...240 V (AC) mit Toleranz ±10%, 3 A, 50 Hz...60 Hz mit Toleranz -6% und +10%
Schock	40-g-Schockspektrum, Methode 516.3, MIL-STD-810D, MIL-T-28800D Klasse 3 und 5	Leistungsaufnahme Zertifizierung Abmessungen (B x H x T) Gewicht	Geräteschutzklasse I nach VDE411 280 W (Standby: 10 W) VDE, GS, CSA, CSA-NRTL/, cE-Zeichen 435 mm x 281 mm x 584 mm 30 kg
Kalibrierintervall	1 Jahr		

