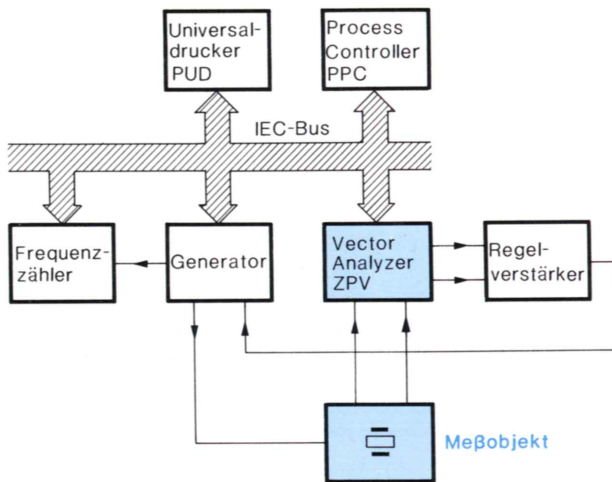


ANWENDUNGSBEISPIELE

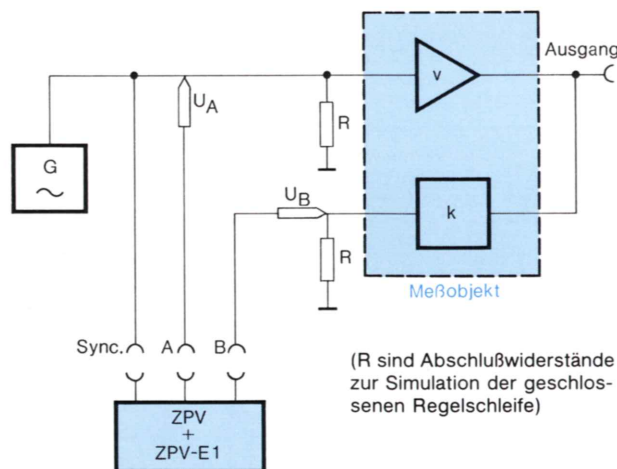
Hinweis Die folgenden Anwendungsbeispiele sind nur Anregungen aus einer Fülle von Möglichkeiten. Die 56seitige Informationsschrift „Applikationen zum Vector Analyzer ZPV“ (Info 001 106) enthält zahlreiche zusätzliche Beispiele, Meß- und Kalibrieraufbauten sowie die Beschreibung manueller Messungen, des Wobbelbetriebs und automatischer Messungen mit dem ZPV.

Messung von Quarzersatzdaten Der ZPV ermöglicht mit einem geeigneten Generator die Messung und direkte Anzeige beispielsweise des Resonanzwiderstandes von Quarzen. Mit einem Steuerrechner lassen sich alle Quarzersatzdaten in Sekundenschnelle ermitteln. Die Analogausgänge des ZPV gestatten Serienmessungen mit hoher Geschwindigkeit.



Rechnergesteuerter Quarzmeßplatz mit dem Vector Analyzer ZPV

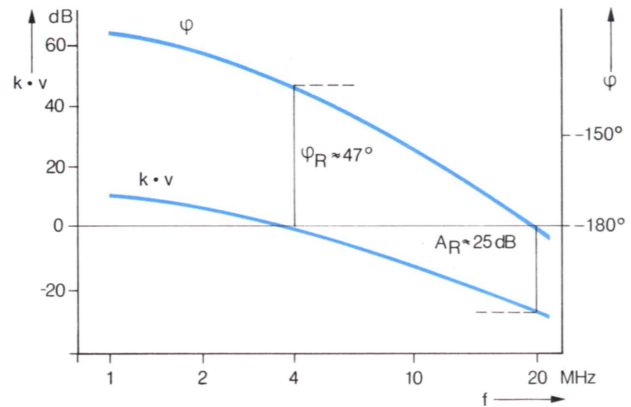
Frequenzgang von Verstärkung und Phase einer Regelschleife Beim Entwurf rückgekoppelter Systeme sind der Verstärkungs- und der Phasenrand der offenen Schleife entscheidende Kriterien, die Rückschlüsse auf die Stabilität der Schaltung zulassen. Die beiden Größen können mit dem dargestellten Meßaufbau (mit ZPV und Tuner ZPV-E1) einfach bestimmt werden.



Meßaufbau zur Ermittlung des Frequenzganges von Verstärkung ($k \cdot v$) und Phase einer Regelschleife

Dazu ist die Schleife zu trennen und mit Widerständen (R) abzuschließen, die sie im geschlossenen Zustand „sehen“ würde. Der Synchronisationseingang am Tuner ZPV-E1 ist mit dem Generator verbunden. An den beiden abgeschlossenen Enden der Schleife sind die Spannungen für die Kanäle A und B abzunehmen.

Günstige Werte für einwandfreie Stabilität der Schaltung sind ein Verstärkungsgrad ($k \cdot v$) zwischen -40 dB und -10 dB, und ein Phasenrand von etwa 30° . Aus dem Diagrammbeispiel (Bode-Diagramm) ist zu entnehmen, daß der Verstärker stabil arbeitet.



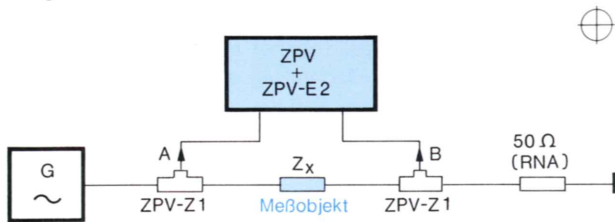
Verstärkung und Phase in Abhängigkeit von der Frequenz (φ_R = Phasenrand, A_R = Amplitudenrand)

Weitere typische Anwendungen für den Tuner ZPV-E1

- Übertragungs- und Reflexionsmessungen an aktiven und passiven Baugruppen (Filter, Verstärker, Transformatoren, Tonköpfe usw.)
 - Messungen an Schaltnetzteilen, Baugruppen im Telefon- und Telegrafiebereich, Kabeln (symmetrisch und unsymmetrisch), Halbleitern usw.
 - Stoffkonstantenmessungen von Flüssigkeiten
 - Ultraschallanwendungen
 - Phasenmessungen an Laserstrecken
- usw.

Impedanzmessung an hochohmigen Bauelementen Die Bestimmung von Impedanzen in der Hochfrequenztechnik geschieht meist über die Messung des Reflexionsfaktors. Die Genauigkeit dieses Meßverfahrens reicht bis in den GHz-Bereich aus, solange die Impedanzen annähernd gleich dem Wellenwiderstand des Meßsystems sind. Bei der Bestimmung größerer Impedanzen ergibt sich dabei jedoch mit wachsender Impedanz ein immer größerer Meßfehler.

Deshalb empfiehlt sich bis zu einer Frequenz von 100 MHz ein Meßverfahren nach dem Spannungsteilerprinzip (High-Z-Messung). Der entsprechende Meßaufbau, unter Verwendung des **ZPV mit dem Tuner ZPV-E2**, ist im Bild unten dargestellt.



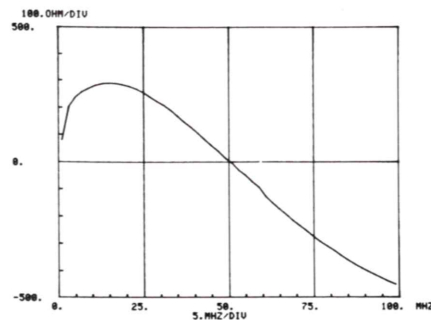
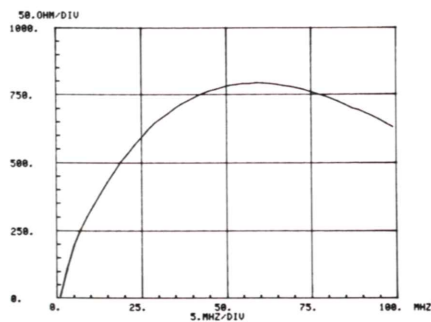
Meßaufbau für Messungen von hochohmigen Impedanzen nach dem Spannungsteilerprinzip (High-Z-Messung) mit Vector Analyzer ZPV und Tuner ZPV-E2; ZPV-Z1 = Durchgangsadapter, RNA = 50-Ω-Abschluß

Der ZPV errechnet die komplexe Impedanz Z_x nach der Formel

$$Z_x = (U_A/U_B - 1) \cdot 50 \Omega$$

und zeigt das Ergebnis in polarer oder kartesischer Form an.

Aus den zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten ist hier als Beispiel die Messung der Impedanz einer Ferritdrossel im Frequenzbereich bis 100 MHz herausgegriffen. Das Bild unten zeigt Real- und Imaginärteil der Impedanz als Funktion der Frequenz.

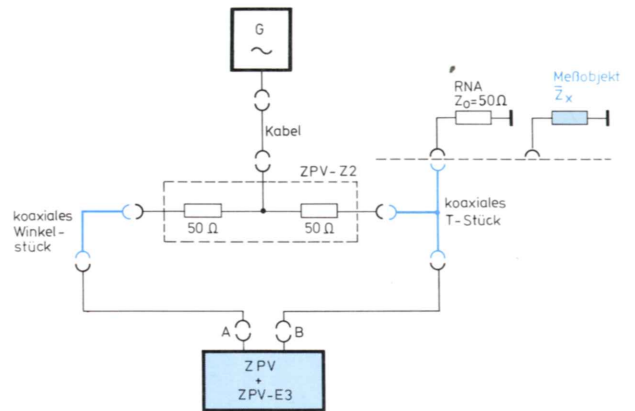


Oben Realteil und unten Imaginärteil der Impedanz einer Ferritdrossel

Reflexionsmessungen nach dem T-Meßverfahren Der **Tuner ZPV-E3**, dessen Eingänge mit N-Buchsen ausgerüstet sind, erlaubt Impedanzmessungen nach dem T-Meßverfahren. Bei dieser Messung hat der Mikroprozessor des ZPV folgende Gleichung auszuwerten:

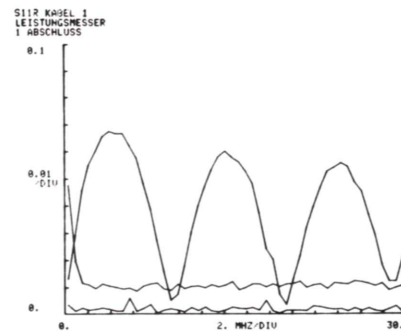
$$\bar{s}_{11} = \bar{r} = \frac{3 \frac{B}{A} \cdot \cos \varphi - 2 + j \cdot 3 \frac{B}{A} \cdot \sin \varphi}{2 - \frac{B}{A} \cos \varphi + j \frac{B}{A} \sin \varphi}$$

Das folgende Bild zeigt den erforderlichen Meßaufbau.



Meßaufbau zur Reflexionsmessung mit Vector Analyzer ZPV, Tuner ZPV-E3 und koaxialem T-Stück; ZPV-Z2 = Einspeisung, RNA = 50-Ω-Abschluß

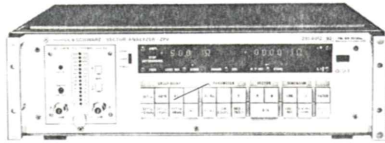
Im Bild unten sind die nach dieser Methode gemessene Eingangsreflexion eines langen Kabels im Frequenzbereich von 0,3 bis 30 MHz sowie die Reflexionskurve eines Leistungsmessers und eines 50-Ω-Abschlußwiderstandes abgebildet.



Eingangsreflexion eines langen Kabels, eines Leistungsmessers und eines 50-Ω-Abschlußwiderstandes (von oben nach unten)

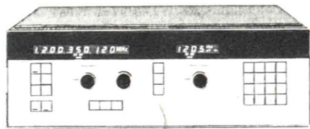
AUTOMATISCHE NETZWERKANALYSE — 10 Hz ... 2 GHz

ZPV



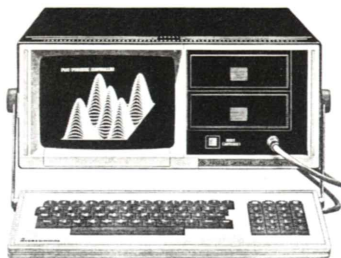
Die Kombination des Vector Analyzers ZPV mit einem IEC-Bus-kompatiblen Generator und einem Steuerrechner ergibt ein automatisches Netzwerkanalysator-System für den Frequenzbereich von 10 Hz bis 2 GHz.

+ Generator



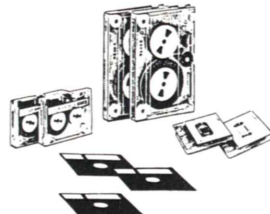
Prinzipiell ist jeder Generator mit IEC-Bus-Anschluß verwendbar. Rohde & Schwarz bietet beispielsweise für Anwendungsfälle, bei denen eine Frequenzauflösung von 100 Hz ausreicht, den Signalgenerator SMS an (0,1 bis 1040 MHz). Für besonders schmalbandige Meßobjekte, beispielsweise Quarze oder Quarzfilter, empfiehlt sich der Synthesizer Generator XPC (0,05 bis 1360 MHz), der 0,1-Hz-Schritte bei Frequenzen unterhalb 100 MHz erlaubt.

+ Steuerrechner



IEC-Bus-kompatible Steuerrechner mit eingebautem Bildschirm ermöglichen die Darstellung der gemessenen Werte in Diagrammen. Rohde & Schwarz bietet die Process Controller PPC und PUC an.

+ Software



Mit der einfach zu handhabenden **Grundsoftware** zum Netzwerkanalysator-System mit dem ZPV ist die Verwendung des Systems bereits nach kurzer Anlernzeit möglich. Für erhöhte Genauigkeitsanforderungen steht die **s-Parameter-Korrektursoftware** zur Verfügung, die beispielsweise durch den Meßaufbau entstehende Fehler eliminiert. Die vorprogrammierten Meß- und Darstellungsarten sind über Codenummern (nächste Seite) abrufbar. Bei der grafischen Ausgabe zeigt sich besonders die Leistungsfähigkeit der Software: Die ausgegebenen Diagramme sind direkt zur Dokumentation verwendbar (eine Zusammenfassung aller abrufbaren Diagramme ist auf Seite 20 abgedruckt). Das Datenblatt 292211 beschreibt ausführlich die Software zum ZPV.

+ s-Parameter-Testadapter ZPV-Z5



Das Messen **aller** s-Parameter eines Meßobjekts ohne Änderung des Meßaufbaus ermöglicht der s-Parameter-Testadapter ZPV-Z5, der im Datenblatt 335111 beschrieben ist.

= Automatisches Netzwerkanalysator-System

Das so zusammengestellte Netzwerkanalysator-System zeichnet sich durch einfache Programmierbarkeit, hohe Meßgeschwindigkeit und niedrige Kosten aus und erlaubt, alle mit dem ZPV möglichen Messungen automatisch durchzuführen.

Automatisches Netzwerkanalysator-System mit Vector Analyzer ZPV, Synthesizer Generator XPC, s-Parameter-Testadapter ZPV-Z5 und Process Controller PPC



Codenummernliste zur Grundsoftware und s-Parameter-Korrektursoftware für die Tischrechner PUC und PPC von Rohde & Schwarz, Tektronix 4051 und 4052 sowie Hewlett Packard 9835 und 9845 (keine Grafik).

Gemeinsame Codenummern

1 Programmstart	Y=1 Sender SMPU	Y=4 Sender SMS
	Y=2 Sender SMLU	Y=5 Sender XPC
	Y=3 Sender SPN	Y=6 Sender SWP

Eingabedaten	Einheit
2 Meßfrequenz	MHz
3 Meßpegel	dBm
6 Verschiebung der Bezugsebene	cm
7 Rel. Dielektrizitätskonstante ϵ_r	
9 Wobbel-Startfrequenz	MHz
10 Wobbel-Stopfrequenz	MHz
11 Wobbelschrittweite	MHz
13 Markenanzahl (nicht mit HP 9835 und 9845)	
14 Frequenzhub für Gruppenlaufzeitmessung	kHz (nur Grundsoftware)

Betriebseinstellungen

17 Impedanz der Meßanordnung 50 Ω	Grundsoftware
18 Impedanz der Meßanordnung 75 Ω	
19 Parametermessung mit Richtkopplern	s-Parameter-Korrektursoftware
21 Parametermessung ohne Richtkoppler	
19 Messung mit Durchgangskopf	s-Parameter-Korrektursoftware
21 Messung mit Richtkoppler oder VSWR-Meßbrücke	
77 Messung mit T-Stück	
22 Filter einschalten	
23 Filter ausschalten	
25 Elektrischen Längenausgleich einschalten	
26 Elektrischen Längenausgleich ausschalten	

Ablauf des Programms

39 Warteschleife 1 s	42 Haltepunkt
41 Warteschleife 0,1 s	43 Programm ausdrucken

Diagramme (nicht mit HP 9835 und 9845)

85 Smith-Diagramm	T\$ = "(Überschrift, max. 20 Zeichen)"
86 Smith-Diagramm +10 dB	T\$ = "(Überschrift, max. 20 Zeichen)"
87 Smith-Diagramm -10 dB	T\$ = "(Überschrift, max. 20 Zeichen)"
88 Polar-Diagramm	Y = Außenkreis
	T\$ = "(Überschrift, max. 20 Zeichen)"
89 Zusätzliche Skalierung polar	Y = Außenkreis
90 Kartes. Diagramm, Frequenzachse linear	Y1 = Minimum vertikale Achse
	Y2 = Maximum vertikale Achse
	S\$ = "(Einheit, max. 3 Zeichen)"
	T\$ = "(Überschrift, max. 20 Zeichen)"
91 Kartes. Diagramm, Frequenzachse log.	Eingabe wie bei 90
92 Zusätzliche Skalierung kartesisch	Eingabe wie bei 90

Grafische Meßwertausgabe

96 im Smith- oder Polar-Diagramm
97 Betrag (Realteil) im kartesischen Diagramm
98 Phase (Imaginärteil, Gruppenlaufzeit) im kartesischen Diagramm

Grundsoftware

Eichung/Referenzwerte

27 Betrag (Realteil) als Referenzwert speichern
29 Phase (Imaginärteil), Gruppenlaufzeit als Referenzwert speichern
30 Parameter eichen
31 Eichung für dynamische Gruppenlaufzeitmessung

Ausgabe Einzelmessungen

33 Display-Ausgabe	H1 = oberer Grenzwert	Betrag (Realteil)
34 Drucker-Ausgabe	H2 = oberer Grenzwert	Phase (Imaginärteil)
	L1 = unterer Grenzwert	Betrag (Realteil)
	L2 = unterer Grenzwert	Phase (Imaginärteil)

Ausgabe Wobbelmessungen

35 Display-Ausgabe	Grenzwerteingabe wie bei 33 und 34
37 Drucker-Ausgabe	

Vektormessungen

45 Spannungsmessung Kanal A	linear	Einheit mV, Grad
46 Spannungsmessung Kanal A	linear, bezogen	dimensionslos, Grad
47 Spannungsmessung Kanal A	log.	dBm, Grad
49 Spannungsmessung Kanal A	log., bezogen	dB, Grad
50 Spannungsmessung Kanal B	linear	mV, Grad
51 Spannungsmessung Kanal B	linear, bezogen	dimensionslos, Grad
53 Spannungsmessung Kanal B	log.	dBm, Grad
54 Spannungsmessung Kanal B	log., bezogen	dB, Grad
55 Messung Spannungsverhältnis Kanal B/A	linear	dimensionslos, Grad
57 Messung Spannungsverhältnis Kanal B/A	linear, bezogen	dimensionslos, Grad
58 Messung Spannungsverhältnis Kanal B/A	log.	dB, Grad
59 Messung Spannungsverhältnis Kanal B/A	log., bezogen	dB, Grad

Parametermessungen

62 Reflexionsfaktor-messung	linear nach Betrag u. Phase	dimensionslos, Grad
63 Reflexionsfaktor-messung	linear mit Real- u. Imaginärteil	dimensionslos
65 Reflexionsfaktor-messung	log. nach Betrag u. Phase	dB, Grad
66 VSWR-Messung		dimensionslos, Grad
67 Impedanzmessung nach Betrag und Phase		Ω , Grad
69 Impedanzmessung mit Real- und Imaginärteil		Ω
73 Admittanzmessung nach Betrag und Phase		mS, Grad
74 Admittanzmessung mit Real- und Imaginärteil		mS
75 Übertragungsfaktormessung	linear nach Betrag u. Phase	dimensionslos, Grad
77 Übertragungsfaktormessung	linear mit Real- u. Imaginärteil	dimensionslos
78 Übertragungsfaktormessung	log. nach Betrag u. Phase	dB, Grad

Gruppenlaufzeitmessungen

82 Gruppenlaufzeitmessung	statisch	μ s
83 Gruppenlaufzeitmessung	dynamisch	μ s

Gleichspannungsmessung

84 Spannungsmessung am ADC-Eingang	V
------------------------------------	---

s-Parameter-Korrektursoftware

Messungen

45 s_{11} - oder s_{22} -Messung ohne Korrektur	Einheit dimensionslos, Grad
46 s_{11} - oder s_{22} -Messung mit einfacher Korrektur	dimensionslos, Grad
47 s_{11} - oder s_{22} -Messung mit 3-Punkt-Korrektur	dimensionslos, Grad
49 s_{21} - oder s_{12} -Messung ohne Korrektur	dimensionslos, Grad
50 s_{21} - oder s_{12} -Messung ohne Korrektur	dB, Grad
51 s_{21} - oder s_{12} -Messung mit einfacher Korrektur	dimensionslos, Grad
53 s_{21} - oder s_{12} -Messung mit einfacher Korrektur	dB, Grad
54 B/A-Messung ohne Korrektur	dimensionslos, Grad
55 B/A-Messung ohne Korrektur	dB, Grad
57 B/A-Messung mit einfacher Korrektur	dimensionslos, Grad
58 B/A-Messung mit einfacher Korrektur	dB, Grad
59 Z-Messung ohne Korrektur	Ω , j Ω
61 Z-Messung mit einfacher Korrektur	Ω , j Ω
62 Z-Messung mit 3-Punkt-Korrektur	Ω , j Ω

Messungen mit s-Parameter-Testadapter ZPV-Z5

70 s_{11} -Messung	73 s_{21} -Messung
71 s_{22} -Messung	74 s_{12} -Messung

Eichen

33 Eichen für einfache Korrektur	Nur für grafische Darstellung im log. Diagramm
35 Eichen für 3-Punkt-Korrektur	
63 Eichen für einfache Korrektur	
65 Eichen für 3-Punkt-Korrektur	

Messung mit numerischer Ergebnisausgabe

37 Ausgabe am Display
38 Ausgabe über Drucker

TECHNISCHE DATEN — GRUNDGERÄT ZPV

Darstellung der Meßgrößen

Vektoren

⊙ Polardarstellung

Betrag Spannung (Kanal A oder B)

Anzeige linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 1 μ V
Anzeige logarithmisch (absolut) in dBm (0 dBm \approx 1 mW an 50 Ω)	4stellig, Auflösung 0,1 dB
Anzeige logarithmisch (relativ) in dB	4stellig, Auflösung 0,1 dB (für Werte < 1 dB: 0,01 dB)

Anzeige des Bezugswertes für Spannungsrelativmessungen in dBm	4stellig, Auflösung 0,1 dB
---	----------------------------

Betrag Quotient

Anzeige linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,001
Anzeige logarithmisch	4stellig, Auflösung 0,1 dB

Phase

Anzeige in Grad	4stellig, Auflösung 0,1°
Darstellbereich	-180 ... +180°
Anzeige des Phasenbezugswertes in Grad	4stellig, Auflösung 0,1°

⊗ Kartesische Darstellung

Anzeige linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,001
Eichung von Bezugsphase und -pegel	automatisch bei Knopfdruck

s-Parameter

Meßverfahren	für Frequenzen < 100 MHz: Spannungs-Meßmethode; für Frequenzen > 100 MHz: Richtkoppler-Meßmethode oder mit Anpassungsmeßbrücke
Eichung von Bezugsphase und -pegel	automatisch bei Knopfdruck
Wellenwiderstand	50 Ω /75 Ω , umschaltbar

Anzeige Betrag linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,001
Anzeige Betrag logarithmisch	4stellig, Auflösung 0,1 dB
Anzeige Phase in Grad	4stellig, Auflösung 0,1°
Welligkeitsfaktor s (VSWR)	4stellig mit Gleitkomma

⊙ Polardarstellung

Anzeige linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,001
Anzeige Betrag logarithmisch	4stellig, Auflösung 0,1 dB
Anzeige Phase in Grad	4stellig, Auflösung 0,1°
Welligkeitsfaktor s (VSWR)	4stellig mit Gleitkomma

⊗ Kartesische Darstellung

Anzeige linear	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,001
----------------	---

Impedanz oder Admittanz

Wellenwiderstand	50 Ω /75 Ω , umschaltbar
------------------	--

⊙ Polardarstellung

Anzeige Betrag absolut in Ω , k Ω oder mS, μ S	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,1 Ω oder 0,1 μ S
Anzeige Betrag normiert	4stellig, Auflösung 0,01
Anzeige Phase in Grad	4stellig, Auflösung 0,1°

⊗ Kartesische Darstellung

Anzeige normiert	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,01
Anzeige absolut in Ω , k Ω oder mS, μ S	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 0,1 Ω oder 0,1 μ S

Gruppenlaufzeit

Anzeige	3stellig mit Gleitkomma, max. Auflösung 1 ns
Meßhub	0,4/4/40 kHz, umschaltbar
Meßarten	Gruppenlaufzeit- und Gruppenlaufzeitänderungsmessung
Betriebsarten	Einzel- und Dauermessung

Programmierung

System	IEC 625-1 (IEEE 488)
Anschluß	24polig, Amphenol

Schnittstellenfunktionen

T6, TE6	Sprecherfunktion mit Sekundär-Adresse, Serienabfrage und autom. Entadressierung
L4	Hörerfunktion mit autom. Entadressierung
SR1	Bedienungsruffunktion (abschaltbar)
DC1	Rücksetzfunktion
DT1	Auslösefunktion

Zeitverhalten (typisch)

Zeit für Adressierungsvorgang	1 μ s
Zeit für Datenübernahme	0,5 ... 2 ms
Zeit zwischen Empfang der Sprecheradresse und Ausgabe des ersten Datenwortes	0,5 ms
Max. Datenausgabezeit/Zeichen	0,5 ms

Code	ISO-7-bit
Zahlendarstellung	dezimal

Begrenzungszeichen	16 verschiedene Zeichen einstellbar (ab Werk ist CR eingestellt)
--------------------	--

Ausgänge

X- und Y-Ausgang für Schreiber

Ausgangsspannungsbereich	0 ... +1,25 V Gleichspannung
Innenwiderstand	1 k Ω
Anschluß	BNC

r- und φ -Ausgang für Schmalbandwobbeln

Ausgangsspannungsbereich r	0 ... 1 V Gleichspannung
Ausgangsspannungsbereich φ	-0,5 ... +0,5 V
Innenwiderstand	1 k Ω
Meßbandbreite	1 kHz (15 Hz für Spannung im Kanal B \leq 100 μ V)
Anschluß	BNC

ZF-Ausgänge für Kanäle A und B

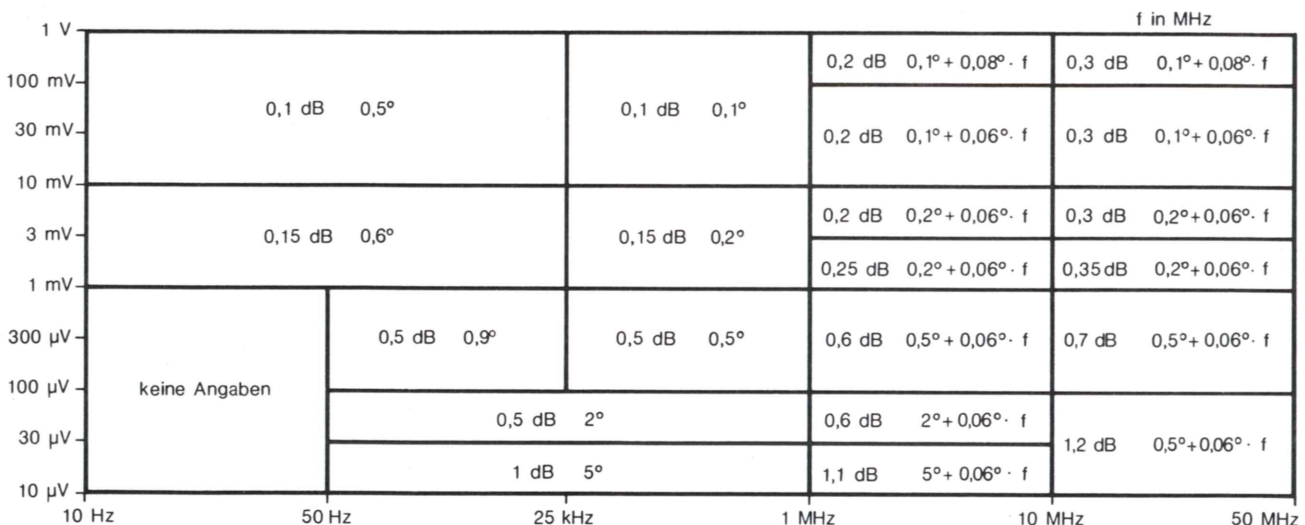
Ausgangsfrequenz	20 kHz
Ausgangspegel	AC-Eingangspegel am Tastkopf
Innenwiderstand	1 k Ω
Anschluß	BNC

Gleichspannungsmeßeingang


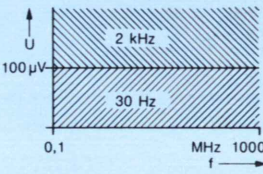
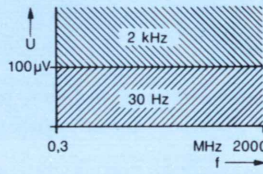
Eingangsspannungsbereich	0 ... +10 V, Auflösung 2,5 mV
Innenwiderstand	> 100 k Ω
Anschluß	BNC

Allgemeine Daten (Grundgerät)

Nenntemperaturbereich	+10 ... +45 °C
Lagertemperaturbereich	-40 ... +75 °C
Stromversorgung	115/125/220/235 V \pm 10%, 47 ... 420 Hz (110 VA), Geräteschutzklasse 1 (VDE 0411 bzw. IEC 348)
Abmessungen über alles (B x H x T)	492 mm x 161 mm x 514 mm
Gewicht (mit Tunereinschub ZPV-E2)	16 kg



Fehler des Betrags der Spannung und der Phase mit dem Tuner ZPV-E1 in Abhängigkeit von Eingangsspannung und Frequenz. Alle Angaben sind \pm -Werte und bezogen auf eine Spannung von 50 mV mit einer Frequenz von 100 kHz

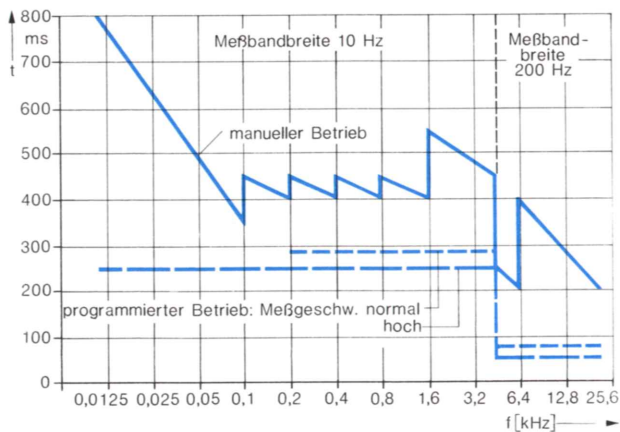
	ZPV-E1	ZPV-E2	ZPV-E3
Frequenzbereich	10 Hz ... 50 MHz	0,1 ... 1000 MHz	0,3 ... 2000 MHz
Teilbereiche	10 Hz ... 25 kHz (kein Wobbelbetrieb) 20 ... 80 kHz 70 ... 170 kHz 150 ... 360 kHz 320 ... 730 kHz 670 kHz ... 1,5 MHz 1,3 ... 3,1 MHz 2,8 ... 6 MHz 5,6 ... 12 MHz 11 ... 25 MHz 22 ... 52 MHz	0,1 ... 0,3 MHz 0,3 ... 1 MHz 1 ... 2 MHz 2 ... 3 MHz 3 ... 6 MHz 6 ... 10 MHz 10 ... 20 MHz 20 ... 30 MHz 30 ... 60 MHz 60 ... 100 MHz 100 ... 200 MHz 200 ... 300 MHz 300 ... 600 MHz 600 ... 1000 MHz typ. 10%	0,3 ... 1 MHz 1 ... 2 MHz 2 ... 3 MHz 3 ... 6 MHz 6 ... 10 MHz 10 ... 20 MHz 20 ... 30 MHz 30 ... 60 MHz 60 ... 100 MHz 100 ... 200 MHz 200 ... 300 MHz 300 ... 600 MHz 600 ... 1000 MHz 1000 ... 2000 MHz typ. 10%
Bereichsüberlappung	typ. 10%		automatisch oder von Hand
Bereichseinstellung	automatisch		automatisch auf Signal im Kanal A
Abstimmung	automatisch auf Signal am SYNC.-Eingang		
Haltebereich	—		0,2 ... 0,4 MHz (f < 1 MHz) 1 ... 3 MHz (f = 1 ... 1000 MHz)
Auflösung des internen Frequenzzählers (Frequenzausgabe nur über IEC-Bus)	0,1 Hz (f < 25 kHz) 1 kHz (f > 25 kHz)	—	—
Wobbelbetrieb		innerhalb der Frequenzteilbereiche	
Max. Wobbelgeschwindigkeit	2 MHz/s (f > 100 kHz) 0,2 MHz/s (25 kHz < f < 100 kHz)	0,3 ... 3 MHz/s (f < 1 MHz) 3 ... 30 MHz/s (f > 1 MHz)	
Eingangsimpedanz	A, B, SYNC.-Eingang: 1 MΩ 17 pF	Tastköpfe: 50 kΩ 2 pF mit 100:1-Vorsteckteiler: 6 MΩ 2 pF	50 Ω
Max. zul. Eingangsspannung	10 V (U ₋), ±30 V (U ₊)	3 V (U ₋), ±50 V (U ₊)	5 V (U _{eff}), ±15 V (U ₊)
Übersprechdämpfung	≥ 100 dB (f < 5 MHz) ≥ 95 dB (5 MHz < f < 40 MHz) ≥ 90 dB (f > 40 MHz)	≥ 100 dB (f < 500 MHz) ≥ 80 dB (f > 500 MHz) (bezogen auf Signale an den Tastspitzen)	≥ 100 dB (f < 500 MHz) ≥ 80 dB (500 MHz < f < 1000 MHz) ≥ 70 dB (f > 1000 MHz)
Eingangsempfindlichkeit			
Kanal A	5 μV (30 Hz < f < 50 kHz) 1 μV (50 kHz < f < 25 MHz) 3 μV (f > 25 MHz)	1200 μV, typ. 400 μV (f < 1 MHz) 400 μV, typ. 150 μV (f > 1 MHz)	1200 μV, typ. 400 μV (f < 1 MHz) 1000 μV, typ. 300 μV (f > 1 MHz)
Kanal B	wie Kanal A		
SYNC.-Kanal	20 mV (f < 25 kHz) 10 mV, typ. 6 mV (f > 25 kHz)	3 μV, typ. 1 μV	5 μV, typ. 3 μV
Max. meßbare Eingangsspannung			
Kanal A und B	1 V 9,999 V mit 10:1-Tastkopf und gedrückten Tasten U × 10 max. 1 V	0,3 V (f < 1 MHz) 1 V (f > 1 MHz)	0,3 V (f < 1 MHz) 1 V (f > 1 MHz)
SYNC.-Kanal	max. 1 V	—	—
Meßbandbreite			
	(über IEC-Bus beliebig wählbar)		
Vektormessung			
⊙ Polardarstellung			
Betrag Spannung			
Meßfehler bei konstantem Eingangspegel von	50 mV ¹⁾ : ±0,1 dB (20 Hz < f < 1 MHz) ±0,2 dB (1 MHz < f < 25 MHz) ±0,3 dB (f > 25 MHz) (s. auch Tabelle Seite 16)	100 mV: ±0,4 dB (f < 0,3 MHz) ±0,2 dB (0,3 MHz < f < 100 MHz) ±0,6 dB (100 MHz < f < 500 MHz) ±1,5 dB (f > 500 MHz)	100 mV: ±0,2 dB (f < 100 MHz) ±0,5 dB (100 MHz < f < 500 MHz) ±1,2 dB (500 MHz < f < 1500 MHz) ±1,2/-2,3 dB (f > 1500 MHz)
Betrag Quotient B/A			
Meßbereich innerhalb des zulässigen Eingangspegels	-110 ... +110 dB	-90 ... +70 dB	-90 ... +70 dB
Fehler der Anzeige bei fester Frequenz mit Kalibriertaste (Linearität)	±1,5% (U _e > 1 mV) ±5% (100 μV < U _e < 1 mV) (s. auch Tabelle Seite 16)	±1,5% (bei f > 250 MHz nur für U _e < 0,3 V)	1,5% (bei f > 1000 MHz nur für U _e < 0,3 V)
ohne Kalibriertaste (Differenz zwischen A und B)	±2% (f > 20 Hz)	±3% (f < 100 MHz) ±6% (f > 100 MHz)	±3% (f < 500 MHz) ±6% (500 MHz < f < 1500 MHz) ±12% (1500 MHz < f < 2000 MHz)
Phase	s. auch Tabelle Seite 16 und Fußnote 1)		
Meßbereich	-180° ... +180°	-180° ... +180°	-180° ... +180°
Fehler der Linearität bei fester Frequenz an den Meßeingängen	< 0,5° bei U _A = U _B = 50 mV ±1° (f < 10 MHz) ±3° (f > 10 MHz) Referenzfrequenz 100 kHz	< 0,5° bei U _A = U _B = 100 mV ±3° (f < 0,3 MHz) ±1° (0,3 MHz < f < 100 MHz) ±4° (100 MHz < f < 500 MHz) ±6° (500 MHz < f < 1000 MHz) Referenzfrequenz 10 MHz	< 0,5° bei U _A = U _B = 100 mV ±1° (f < 100 MHz) ±4° (100 MHz < f < 500 MHz) ±6° (500 MHz < f < 1500 MHz) ±12° (1500 MHz < f < 2000 MHz) Referenzfrequenz 10 MHz
Frequenzabhängigkeit			
Pegelabhängigkeit	±1° (100 μV ... 1 V) ±3° (10 ... 100 μV)	< 0,05°/dB < 3° über den ges. Bereich	< 0,05°/dB < 3° über den ges. Bereich (bezogen auf 2 × 100 mV an den Meßeingängen)
⊗ Kartesische Darstellung			
Fehler der Umrechnung polar → kartesisch	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%

1) Zusätzlicher Meßfehler bei 20 kHz durch direkten Empfang der Eingangsfrequenz: 1% und 0,6°.

TECHNISCHE DATEN — TUNER

(Fortsetzung)

	ZPV-E1	ZPV-E2 (Genauigkeitsangaben gelten nur bei ausgeschalteter Frequenzbereichs- automatik)	ZPV-E3
s-Parameter-Messung			
Meßbereiche und Meßfehler	siehe Vektormessung Betrag Quotient und Phase. Zusätzlich sind Fehler und Meßgrenzen des verwendeten Meßaufbaus zu berücksichtigen		
Impedanz-/Admittanzmessung		siehe Vektormessung Betrag Quotient und Phase	
Meßfehler		wie Tuner E1	
Meßbereich		wie Tuner E1	
Z-Messung	0 ... 9999 Ω		
HIGH-Z-Taste gedrückt	0 ... 9999 kΩ		
Y-Messung	0,1 ... 9999 mS		
HIGH-Z-Taste gedrückt	0,1 μS ... 9999 mS		
Gruppenlaufzeitmessung			
Meßhub 40 kHz			
Meßbereich	1 ... 10000 ns, Auflösung 1 ns	1 ... 10000 ns, Auflösung 1 ns	1 ... 10000 ns, Auflösung 1 ns
Meßfehler (für $U_e > 30$ mV)	$< \pm 3\% \pm 3$ ns (f > 25 kHz)	$< \pm 3\% \pm 3$ ns (f = 0,1 ... 1000 MHz)	$< \pm 3\% \pm 3$ ns (f > 1 MHz)
Meßhub 4 kHz			
Meßbereich	10 ns ... 100 μs, Auflösung 10 ns	wie Tuner E1	wie Tuner E1
Meßfehler (für $U_e > 30$ mV)	$< \pm 3\% \pm 30$ ns		
Meßhub 400 Hz			
Meßbereich	100 ns ... 1 ms, Auflösung 100 ns	wie Tuner E1	wie Tuner E1
Meßfehler (für $U_e > 30$ mV)	$< \pm 3\% \pm 300$ ns		
Meßhub Δf beliebig			
Meßbereich	10 ns ... 9999 μs, Auflösung 10 ns (f > 25 kHz) 1 ns ... 9999 μs Auflösung 1 ns (f < 25 kHz) 0,1 Hz (f < 25 kHz) 1 kHz (f > 25 kHz)	—	—
Auflösung des internen Frequenzzählers ...		—	—
Meßzeiten			
Erforderliche Zeit für:			
Synchronisation (autom.)	f < 25 kHz: keine 25 kHz < f < 10 MHz: 15 ms 10 MHz < f < 50 MHz: 30 ms (typ. 20 ms)	< 20 ms	
Vektor- oder s-Parametermessung	10 Hz < f < 25 kHz: s. Diagramm unten 25 kHz < f < 50 MHz: 35 ms (Bandbreite 1 kHz, normale Meßgeschwindigkeit) 70 ms (Bandbreite 1 kHz, hohe Meßgeschwindigkeit)	30 ms (Pegel > 100 μV) 80 ms (Pegel < 100 μV)	
Impedanzmessung	wie Vektormessung +25 ms	50 ms (Pegel > 100 μV) 100 ms (Pegel < 100 μV)	
Gruppenlaufzeitmessung	wie Vektormessung +120 ms (Pegel > 30 mV) +370 ms (Pegel < 30 mV)	150 ms (Pegel > 30 mV) 400 ms (Pegel < 30 mV)	
Allgemeine Daten			
Nenntemperaturbereich	+18 ... +30 °C	} wie ZPV-E1	} wie ZPV-E1
Arbeitstemperaturbereich	+10 ... +45 °C		
Lagertemperaturbereich	-40 ... +75 °C		
Abmessungen über alles (B×H×T)	93 mm × 105 mm × 440 mm		
Gewicht	2,7 kg	2,2 kg	2,2 kg



Erforderliche Meßzeiten für Vektor- oder s-Parametermessung mit dem Tuner ZPV-E1 im Frequenzbereich von 10 Hz bis 25 kHz

Vector Analyzer ZPV

Grundgerät

ZPV ohne Tuner ▶ Vector Analyzer ZPV
291.4012.93

einschl. Netzkabel 025.2365.00
Beschreibung

Tuner

ZPV-E1 10 Hz ... 50 MHz 303.0510.02

ZPV-E2 100 kHz ... 1 GHz 292.0010.02

einschl. 2 BNC-Übergangsstücke 237.5650.00

3 Masseklemmen 237.5150.00

2 Isolatoren 237.5020.02

2 100:1-Vorsteckteiler 237.2550.02

1 Tastspitze 237.5520.00

1 Zubehörkoffer 292.0827.00

ZPV-E3 300 kHz ... 2 GHz 301.7018.02

Optionen (nur bei Nachbestellungen, unter Angabe von Gerätenummer und Software-Zustand)

IEC-Bus-Programmierung ZPV-B1 .. 292.3610.02

(einschl. IEC-Bus-Kabel, 2 m)

s-Parametermessung ZPV-B2 .. 292.3810.02

Gruppenlaufzeitmessung ZPV-B3 .. 292.3910.02

(einschl. Eichkabel für 50 ns)

Empfohlene Ergänzungen

Durchgangsadapter (N-Buchse/Stecker) ZPV-Z1 .. 292.2713.50

Einspeisung, 50 Ω (min. 2 Stück erford.)

ZPV-Z2 .. 292.2913.50

(senderseitig BNC, sonst N-B.)

Richtkoppler, 45 dB, 50 Ω

ZPV-Z3 .. 292.3110.50

(HF-Eing.: N-St., sonst N-B.)

(min. 2 Stück erford.)

Meßkabelpaar, 50 Ω, N-St. ZPV-Z4 .. 335.1012.50

s-Parameter-Testadapter ZPV-Z5 .. 335.1112.50

Gleichstromzuführung ZPV-Z6 .. 265.3512.02

VSWR-Meßbrücken

5 ... 2000 MHz, 50 Ω, 46 dB ZRB 335.2819.50

10 ... 1000 MHz, 50 Ω, 40 dB SWOB4-Z 912.7003.00

10 ... 1000 MHz, 75 Ω, 40 dB SWOB4-Z 912.7303.00

Abschlußwiderstände, Dämpfungsglieder

Präz.-Abschl.-Widerstand RNA 272.4510.50

Abschlußwiderstand RNB 172.4910.50

Dämpfungsglied, 10 dB DNF 272.4210.50

Durchführungsabschluß RAD 289.8966.00

(nur mit ZPV-E1)

Kurzschlüsse, Adapter

Kurzschluß (50 Ω, N-Stecker) 017.8080.00

Kurzschluß (75 Ω, N-Stecker) 017.8145.00

Kurzschluß (Dezifix B) 408.5028.00

Winkelstück (50 Ω, N-Technik) 018.4495.00

T-Stück (50 Ω, N-Technik) 018.4537.00

N/BNC-Adapter (50 Ω) 118.2812.00

N/N-Kupplung (50 Ω, Stecker) 092.6581.00

N/N-Kupplung (50 Ω, Buchsen) 092.6700.00

Geräte und Zubehör für automatischen Betrieb

Software

Grundsoftware für

Process Controller PPC/PUC ZPV-K10 291.8818.02

Tektronix 4051, 4052 ZPV-K1 292.2113.02

HP 9835 und 9845 ZPV-K4 292.2413.02

s-Parameter-Korrektursoftware für

Process Controller PPC/PUC ZPV-K11 291.8918.02

Tektronix 4051, 4052 ZPV-K2 292.2213.02

HP 9835 und 9845 ZPV-K5 292.2513.02

Steuerrechner

Process Controller

PPC 343.3510.32

PPCS (mit Spezialtastatur) 343.6503.32

Optionen

Schnittstelle

RS 232 C (V. 24) PPC-B5 343.6103.02

Hochauflösende Grafik PPC-B6 353.3013.02

Externes Keyboard für PPCS PPCS-Z1 343.6503.32

Process Controller

PUC ohne Keyboard 344.8900.02

PUC mit Standard-Keyboard 344.8900.04

PUC-Z1 Standard-Keyboard 345.2011.04

PUC-Z2 User-Keyboard 345.2111.06

PUC-Z3 Fußtaste 345.2211.02

Optionen

Zweites Floppy-Disk-Laufwerk PUC-B2 345.2711.02

Schnittstelle RS 232 C PUC-B5 343.6103.02

Hochauflösende Grafik PUC-B6 345.3118.02

Ein-/Ausgabe-Interface PUC-B7 345.2811.02

Meßgeneratoren

Signalgenerator SMS 302.4012.22

Wobbelgenerator SWP 339.0010.02

Synthesizer Generator XPC 337.8014.52

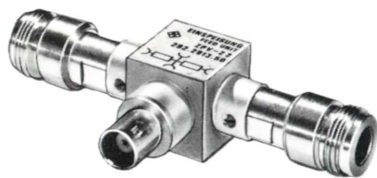
Generator SPN 336.3019.02

Weitere Meßmittel

IEC-Bus-Kabel, 1 m PCK 292.2013.10

Wichtige Ergänzungen zum ZPV

(Bestellangaben siehe oben)



Einspeisung
ZPV-Z2

Dämpfungsglied DNF
(10 dB, 50 Ω)



Durchgangsadapter
ZPV-Z1

(unterschiedliche
Abbildungsmaßstäbe)



Meßkabelpaar
ZPV-Z4
(N-Technik)

Präzisions-
Abschlußwiderstand
RNA (50 Ω)



Abschluß-
widerstand
RNB (50 Ω)