

IMPULS-REFLEKTOMETER

47... 223 MHz



Echo-Meßgerät zum Untersuchen von VHF-, Fernseh- und Pulsmodulations-Übertragungswegen unter betriebsmäßigen Bedingungen

Charakteristische Merkmale

- Großer Reflexionsfaktormebereich ($r = 0,006 \dots 1$)
- Fehlerortbestimmung an VHF-Leitungen mit hoher Genauigkeit
- Messung mit Trägerfrequenz- oder Gleichstrom-Impulsen
- Geringe Störanfälligkeit durch große Ausgangsspannung
- Unmittelbare Angabe des Wellenwiderstandes im VF-Bereich

Eigenschaften und Anwendung

Bei der Nachrichtenübermittlung durch impulsmodulierte Trägerfrequenzen ergeben sich bekanntlich erhebliche Phasen- und Laufzeitverzerrungen durch Mehrfach-Reflexionen auf den Energieleitern (Kabeln), die durch reine Impedanz- und Anpassungsmessungen nicht immer erfaßt werden können. Es ist durchaus möglich, daß sich solche Reflexionsstörungen (bei statischer Impedanzuntersuchung) am Eingang eines Übertragungsweges kompensieren und somit innerhalb des interessierenden Frequenzbereiches nicht vorhanden zu sein scheinen. Das Impuls-Reflektometer ZUPI mißt Störungen dieser Art auch tatsächlich mit impulsmodulierten Trägerfrequenzen, also weitgehend unter den für den praktischen Betrieb geltenden Voraussetzungen. Das Gerät arbeitet nach dem Echo-Verfahren und erlaubt, noch Rücklaufimpulse mit einer Amplitude von nur rd. 6‰ derjenigen des Sendeimpulses zu messen und diese auch noch bei gegenseitigen Abständen bis herab zu 15 m (10^{-7} s) aufzulösen; ein Wert, der auch den hohen Anforderungen des Fernsehens und der Pulsmodulationstechnik gerecht wird.

Neben den Trägerfrequenz-Impulsen, mit denen die VHF-Rundfunk- und Fernsichtbänder zwischen 47 und 223 MHz in 13 diskreten Kanälen untersucht werden können, liefert das Gerät auch die zur Modulation verwendeten Gleichstrom-Impulse. Diese stehen an einem getrennten Ausgang zur videofrequenten Kontrolle einer Übertragungsstrecke zur Verfügung. Das Distanzauflösungsverfahren ist dasselbe wie mit Trägerfrequenzimpulsen, dagegen können mit den Gleichstrom-Impulsen sogar noch Reflexionen von einigen Zehntel Promille wahrgenommen werden. Die Verwendung von Gleichstrom-Impulsen empfiehlt sich außerdem besonders zum Bestimmen der Wellenwiderstände von Kabeln. Hierfür kann der eingebaute Meßwiderstand benutzt werden, mit dem der Meßfehler etwa bei 3‰ liegt. Mit äußeren Präzisionsnormalien beträgt der Meßfehler nur einige Promille.

Arbeitsweise und Aufbau

Das Impuls-Reflektometer ZUPI gibt kurze VHF-Impulse auf eine zu untersuchende Energieleitung und empfängt die von dem am Kabelende befindlichen Abschluß oder von Störstellen innerhalb der Übertragungsstrecke reflektierten Echo-Impulse. Diese werden gleichgerichtet, verstärkt und einem Oszillografen mit einer Mindestbandbreite von 10 MHz (z. B. dem R&S-Typ OMTF) zugeführt. Vorlaufender Impuls (im Breitbandverstärker begrenzt) sowie Echo sind am Oszillografen gleichzeitig sichtbar. Der Amplitudenvergleich erfolgt mit der eingebauten Eichleitung von insgesamt 70 dB Dämpfung, die Fehlerortbestimmung mit Hilfe der Zeiteichung des Oszillografen, der durch den Sendeimpuls synchronisiert wird.

Das Impuls-Reflektometer ZUPI enthält einen auf 13 Kanäle schaltbaren VHF-Oszillator und einen Impuls-generator (Impulsdauer 10^{-7} s) mit einer Folgefrequenz von etwa 50 kHz, der einen Gegentaktmodulator hochtastet. Die VHF-Impulse gelangen über die Eichleitung an den Meßkopf, der von den Vor- und Rücklaufimpulsen durchlaufen wird und über eine Kristalldiode die gleichgerichteten VHF-Impulse an einen Begrenzungsverstärker leitet (siehe nebenstehendes Blockschaltbild, oben). An den Ausgang der Begrenzerstufe wird über ein angepaßtes 150- Ω -Kabel der Oszillograf angeschlossen.

Bei Gleichstromimpuls-Messungen speisen die Impulse eine Brücke, deren einer Zweig durch das Meßobjekt gebildet wird und deren Null-Zweig bei Abgleich nur auf die Rücklaufimpulse anspricht. Die quadratische Gleichrichtung entfällt hier, so daß die Gesamtempfindlichkeit der Anordnung wesentlich höher als im Träger-Betrieb ist. Der zum Abgleich der Brücke verwendete Meßwiderstand ist direkt in Wellenwiderstandswerten geeicht. Durch Substitution des Meßobjektes gegen ein äußeres Präzisionsnormal kann der Meßfehler bedeutend verringert werden.

Für die Aussperrung gleichzeitig arbeitender, störender Sender stehen VHF-Bandsperren zur Verfügung. Sollen Kabelstrecken unmittelbar bis an ihren Anfang heran untersucht werden, so sind Vorlaufkabel vorzuschalten, die ebenfalls lieferbar sind (siehe »Empfohlene Ergänzungen«).

Das Impuls-Reflektometer ZUPI ist in einem stabilen Stahlblechkasten mit abnehmbarem Deckel untergebracht und kann auch als Einschub nach DIN 41 490 geliefert werden.

Technische Daten

Messung mit Trägerfrequenz-Impulsen

Meßspannung	impulsmodulierter VHF-Träger	
Frequenzbereich	13 umschaltbare Kanäle:	
	47 . . . 54 MHz	174 . . . 181 MHz
	54 . . . 61 MHz	181 . . . 188 MHz
	61 . . . 68 MHz	188 . . . 195 MHz
	81 . . . 88 MHz	195 . . . 202 MHz
	88 . . . 95 MHz	202 . . . 209 MHz
	95 . . . 102 MHz	209 . . . 216 MHz
		216 . . . 223 MHz
	abweichende Lage der Frequenzkanäle (innerhalb des Bereiches 47 . . . 230 MHz) auf Anfrage	
Breite des Trägerspektrums (3-dB-Wert)	ca. 7 MHz	
Meßbereich für die Amplitude des reflektierten Impulses	0,006 . . . 1, bezogen auf die Amplitude des Sende- Impulses	
Störabstand (Hoch- und Niederfrequenz)	> 50 dB, bezogen auf die Amplitude des Sende- Impulses	
Meßbereich für die Fehlerortbestimmung	ca. 50 . . . 2000 m elektrische Länge (\geq 30 . . . 1250 m Vollisolationskabel), 0 . . . 2000 m mit Vorlaufkabel	
Genauigkeit der Fehlerortbestimmung	ca. 2 m, abhängig von der Genauigkeit der Zeit- eichung des verwendeten Oszillografen	
Auflösungsvermögen	15 m elektrische Länge	
Ausgang zum Meßobjekt	Anschluß: Dezifix B, umrüstbar*)	
VHF-Spannungswert der Impulsspitze	2 . . . 3 V _{ss}	
Impuls-Folgefrequenz	ca. 50 kHz	
Impulsdauer (Halbwertsbreite)	0,1 μ s	
Innenwiderstand	50 Ω oder 60 Ω , je nach Bestellbezeichnung	
Ausgänge zum Oszillografen	Kastengerät	Einschub
	Frontplattenanschluß: umrüstbare HF-Buchse 4/13 DIN 47284*)	Rückseitiger Anschluß: koaxiale 9-mm-Ein- schubsteckverbindung (R&S-Sach-Nr. FMR 80 424)
Quellwiderstände	ca. 150 Ω	ca. 75 Ω
NF-Ausgangsamplitude (EMK) bei -40 dB Rücklaufamplitude des Trägerimpulses	ca. +40 mV _s	ca. +20 mV _s
Ausgangsspannung für Oszillografen-Synchronisierung	ca. +3 V _s	ca. +1,5 V _s
Vorlaufzeit der Synchronisierung	ca. 0,3 μ s	ca. 0,3 μ s

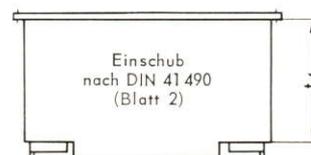
*) Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüstsätzen bzw. -einsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen, siehe Datenblatt 902100. Die technischen Daten gelten für die Ausrüstung mit dem obengenannten Anschluß.

Messung mit Gleichstrom-Impulsen

Meßspannung	Gleichstrom-Impulse
Fehlerortbestimmung	wie bei Messung mit Trägerfrequenz-Impulsen
Bestimmung von Kabel- und Wellenwiderständen	
Meßbereiche (Abgleichbereiche des im Brückenweig liegenden Meß-Drehwiderstandes)	
in Stellung 50 Ω	50 $\Omega \pm 10 \Omega$
60 Ω	60 $\Omega \pm 15 \Omega$
75 Ω	75 $\Omega \pm 15 \Omega$
150 Ω	150 $\Omega \pm 40 \Omega$
Fehlergrenzen	
mit eingebautem Meßwiderstand	$\pm 3 \%$
mit äußeren Präzisionsnormalien	$\pm 0,2 \%$
Kleinste nachweisbare unetstetige Wellenwiderstandsbewegungen innerhalb des Meßobjektes	
	0,02 %
Ausgang zum Meßobjekt	HF-Buchse 4/13 DIN 47 284, umrüstbar (siehe Fußnote auf Seite 3)
Maximale Impulsspannung	
am Meßobjekt	ca. 0,2 V _s
Impulsfolgefrequenz	ca. 50 kHz
Impulsdauer (Halbwertsbreite)	0,1 $\mu\text{s} \pm 10 \%$
Frequenzbereich des Impulsspektrums (bei 3 dB Abfall)	0 . . . ca. 3,5 kHz
Ausgänge zum Oszillografen	wie bei Messung mit Trägerfrequenz-Impulsen
Impulsspannung am Verstärkerausgang bei 1% Reflexion des Meßobjekts	Ausgang an Frontplatte: ca. $\pm 300 \text{ mV}_s$ (EMK) Ausgang an Rückseite: ca. $\pm 150 \text{ mV}_s$ (EMK)

Allgemeine Daten

Netzanschluß	115/125/220/235 V $\pm 10 \%$, 47 . . . 63 Hz (ca. 100 VA)
Bestückung	10 Röhren
Farbe	grau, RAL 7001
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch
Abmessungen über alles (B x H x T) und Gewicht	
Kastengerät	540 x 369 x 378 mm ca. 35 kg
Einschub nach DIN 41 490	520 x 338 x 275 mm Normmaß t ₄ : 248 mm ca. 25 kg



Bestellbezeichnung*)	► Impuls-Reflektometer Typ ZUPI
Kastengerät	BN 35 683/ ..
DIN-Einschub	BN 35 683/ .. D

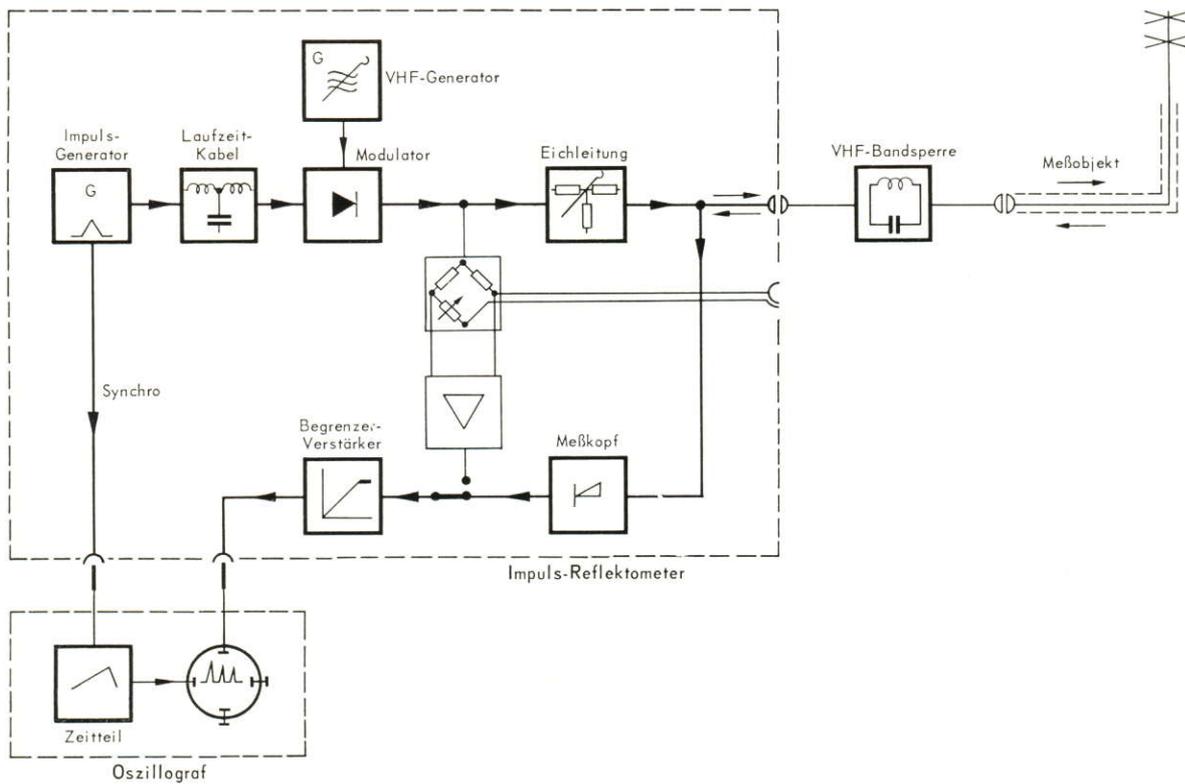
Mitgeliefertes Zubehör

1 Netzanschlußkabel (ca. 2 m lang, nur bei Kastengeräten)
Empfohlene Ergänzungen siehe letzte Seite.

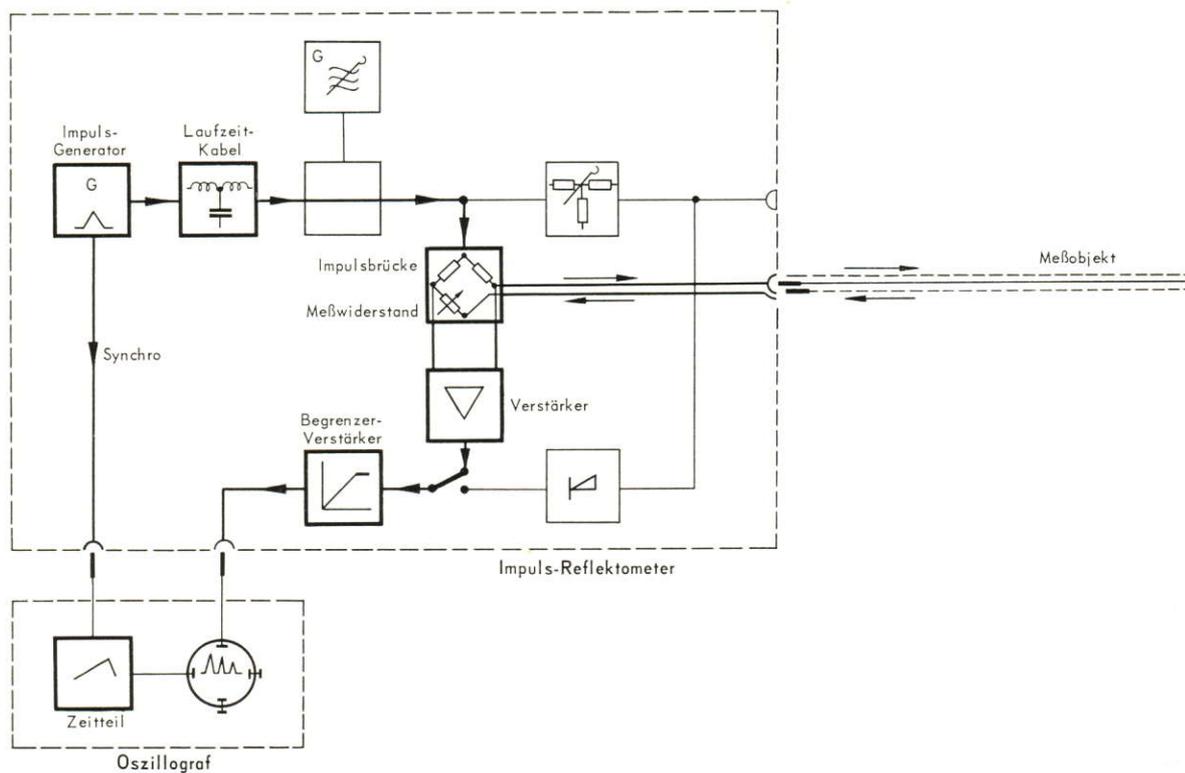
*) Nach Schrägstrich bitte gewünschten Anschlußwert (Wellenwiderstand) einsetzen: das ZUPI ist mit 50 Ω oder 60 Ω Wellenwiderstand lieferbar.

Blockschaltbilder

a) zur Wirkungsweise bei Messung mit Trägerfrequenz-Impulsen (stark ausgezogene Funktionsgruppen sind in Betrieb)



b) zur Wirkungsweise bei Messung mit Gleichstrom-Impulsen (stark ausgezogene Funktionsgruppen sind in Betrieb)



IMPULS-REFLEKTOMETER ZUPI

Empfohlene Ergänzungen (gesondert zu bestellen)

Abschlußwiderstand RMF (mit HF-Stecker 4/13 DIN 47 284, 75 Ω), BN 33 525/75
 SHF-Meßwiderstand RMC (mit Dezifix B, 1 W, 50 Ω), BN 33 527/50
 SHF-Meßwiderstand RMC (mit Dezifix B, 1 W, 60 Ω), BN 33 527/60
 HF-Verbindungskabel, 1 m lang (mit HF-Stecker 4/13 DIN 47 284, 75 Ω), BN 9 111 407/100
 HF-Verbindungskabel, 1 m lang (mit Dezifix B, 60 Ω), BN 9 111 106/100
 HF-Verbindungskabel, 1 m lang (mit Dezifix B, 50 Ω), BN 9 111 105/100

Meßoszillograf OMTF BN 1915

Zur Verbindung des Oszillografen OMTF mit dem Impuls-Reflektometer ZUPI

2 HF-Verbindungskabel, 1 m lang (mit BNC-Stecker), BN 9 111 407/100

2 Umrüstsätze, BNC-Buchse, R&S-Sachnummer FHD 40 990

(bei Verwendung anderer Oszillografen: Auswahl der Verbindungskabel und Umrüstsätze nach Datenblatt 902100)

Hilfsmittel zum Aussperren störender Sender (z. B. bei mehrfach ausgenutzten Antennen)

VHF-Bandsperre (87 . . . 100 MHz, ≥ 60 dB, 50 Ω), BN 356 811/50

VHF-Bandsperre (87 . . . 100 MHz, ≥ 60 dB, 60 Ω), BN 356 811/60

Tiefpaß Bereich I, 50 Ω , BN 356 813/I/50

Tiefpaß Bereich I, 60 Ω , BN 356 813/I/60

Tiefpaß Bereich II, 50 Ω , BN 356 813/II/50

Tiefpaß Bereich II, 60 Ω , BN 356 813/II/60

Tiefpaß Bereich III, 50 Ω , BN 356 813/III/50

Tiefpaß Bereich III, 60 Ω , BN 356 813/III/60

Zur Erweiterung des Fehlerortmeßbereiches bis zum Anfang des zu untersuchenden Kabels

Präzisions-Vorlaufkabel (50 Ω , 65 m lang), BN 356 815/50

Präzisions-Vorlaufkabel (60 Ω , 65 m lang), BN 356 815/60

Bandsperrung und Vorlaufkabel sind mit Dezifix B ausgerüstet und werden zwischen Trägerfrequenzimpuls-Meßausgang und Meßobjekt geschaltet. Andere Steckerbestückung auf Anfrage.

Für Messungen in den Fernsehbereichen IV und V ist das Impuls-Reflektometer ZUPI BN 35 685 lieferbar, Frequenzbereich 470 . . . 790 MHz (Datenblatt 356 850).

IMPULS-REFLEKTOMETER

470 ... 790 MHz



Das Impuls-Reflektometer ZUPI erfaßt die Fernsehbereiche IV und V. Es dient zur Reflexionsmessung und Fehlerortung, zu Antennenanpassungsmessungen und eignet sich auch zur Messung der Leitungsdämpfung. Charakteristische Merkmale sind

- Großer Reflexionsfaktormeßbereich ($r = 0,006 \dots 1$)
- Fehlerortbestimmung an UHF-Leitungen mit Genauigkeiten bis zu 2 m
- Frequenzzeichnung durch Quarzlinienspektrum
- Frequenzlupe (± 2 MHz um Quarzlinien)
- Drei Impulsbreiten (0,1/0,2/1 μ s) für Untersuchungen mit unterschiedlicher Korrelationsreichweite
- Geringe Störanfälligkeit durch hohe Ausgangsspannung
- Aussperrung frequenznaher Störer durch Zusatzfilter und gleichfrequenter Störer durch Zusatzverstärker

Für den Gestelleinbau sind auch rückseitige Oszillographenanschlüsse vorhanden, der Meßobjektanschluß ist leicht auf die Rückseite zu verlegen.

Eigenschaften und Anwendung

Energieübertragungswege für modulierte Trägerfrequenzen weisen oft nicht zu vernachlässigende Phasen- und Laufzeitverzerrungen durch Mehrfachreflexionen auf. Was über statische Impedanz- und Anpassungsmessungen kaum oder nur schwierig erfaßbar ist, ermöglicht das Impuls-Reflektometer ZUPI: die Reflexionsstellen zu orten und den Betrag der Reflexionen örtlich getrennt festzustellen, ohne am Störort selbst messen zu müssen. Man kann noch Reflexionsstellen einer UHF-Leitung bis herab zu 15 m Abstand und Rücklaufamplituden von 0,6% der Sendeamplitude fixieren – Werte, die auch hohen Anforderungen der Fernseh- und Pulsmodulationstechnik gerecht werden. Das Gerät ist speziell für die Fernsehbereiche IV und V ausgelegt. Es eignet sich besonders für Anpassungsmessungen an Antennen sowie deren Zuleitungen. Den in der Praxis zu erwartenden Bedingungen ist das ZUPI weitgehend angepaßt; es arbeitet mit einem impulsmodulierten Trägersignal, dessen Spektrum eine hohe Energiedichte im interessierenden Übertragungskanal aufweist. Die Spektrumsbreite ist in drei Stufen um insgesamt den Faktor 10 veränderbar; die größte erfaßt den Frequenzbereich eines ganzen Fernsehkanals.

Leitungsdämpfungen bis etwa 20 dB sind im Frequenzbereich 470...790 MHz bequem feststellbar, wenn man nur für 100%ige Reflexion (Kurzschluß oder Leerlauf) am Ende der Meßstrecke sorgt.

Aufbau und Wirkungsweise

Das Messen mit dem Impuls-Reflektometer ZUPI erfordert außer einem Oszillographen keine weiteren Meßgeräte. Für den Einbau in ein Gestell sind die Oszillographenanschlüsse auch auf der Rückseite vorhanden. Der Meßobjektanschluß kann leicht auf die Rückseite verlegt werden.

Prinzipielle Wirkungsweise

Ein impulsgetasteter UHF-Träger – seine Frequenz ist kontinuierlich und durch Vergleich mit Quarzmarken sehr genau einstellbar – dient als Sendeimpuls. Um einerseits kurze Impulse und andererseits hohe Energiekonzentration des Spektrums innerhalb der einzelnen Kanäle zu erreichen, hat der Modulationsimpuls angenähert eine \cos^2 -Form. Der UHF-Meßimpuls wird an das Meßobjekt angelegt, z. B. an eine Antennenleitung. Leitungsinhomogenitäten oder fehlerhafte Übergänge reflektieren einen Teil. Die rücklaufende Welle passiert den Richtkoppler im ZUPI, wird ausgekoppelt, gleichgerichtet und als verstärktes Videosignal im Oszillographen sichtbar gemacht. Die Amplitude dieses Impulses, bezogen auf die des Sendeimpulses, ist ein Maß für die Größe, seine zeitliche Verzögerung gegen den Sendeimpuls ein Maß für den Ort der Reflexion. Zur quantitativen Bestimmung beider Größen dienen die im ZUPI eingebaute Eichleitung und die Zeiteichung des angeschlossenen Oszillographen.

Durch elektronische Stabilisierung aller im Gerät benötigten Versorgungsspannungen sind die Eigenschaften des ZUPI innerhalb der zugelassenen Grenzen von Schwankungen der Netzspannung unabhängig.

Pulserzeugung

Die Modulationsimpulse werden von einem der Impulsdauer entsprechend umschaltbaren monostabilen Multivibrator, der von einem 50-kHz-Sinusgenerator über eine Verzögerungsschaltung angestoßen wird, erzeugt. Ein aus der Sinusspannung unverzögert abgeleiteter Impuls, der dem Modulationsimpuls um $0,4 \mu\text{s}$ voreilt, dient zur Synchronisierung des angeschlossenen Oszillographen. Der Modulationsimpuls wird kräftig verstärkt und nach Durchlaufen eines Tiefpasses, der ihm die \cos^2 -Form gibt, der Modulatorröhre zugeführt. Diese hat eine weitgehend lineare Modulationskennlinie bei hoher Sperrdämpfung in den Impulspausen.

Die ideale, dem Meßprinzip zugrunde liegende Impulsform und das dazugehörige Spektrum sind in Bild 1 und Bild 2 dargestellt.

UHF-Oszillator

Die Oszillatorröhre schwingt auf $\frac{1}{3}$ der Ausgangsfrequenz. Der Anodenschwingkreis der folgenden HF-Doppeltetrode ist auf die 3. Oberwelle des Oszillators abgestimmt. Die Röhre wirkt als Verdreifachstufe. Eine zweite Doppeltetrode dient als Endverstärker und Modulator. Drei Schwingkreise sind mithin parallel abzustimmen. Der mechanische Aufbau besitzt die hierfür erforderliche Präzision.

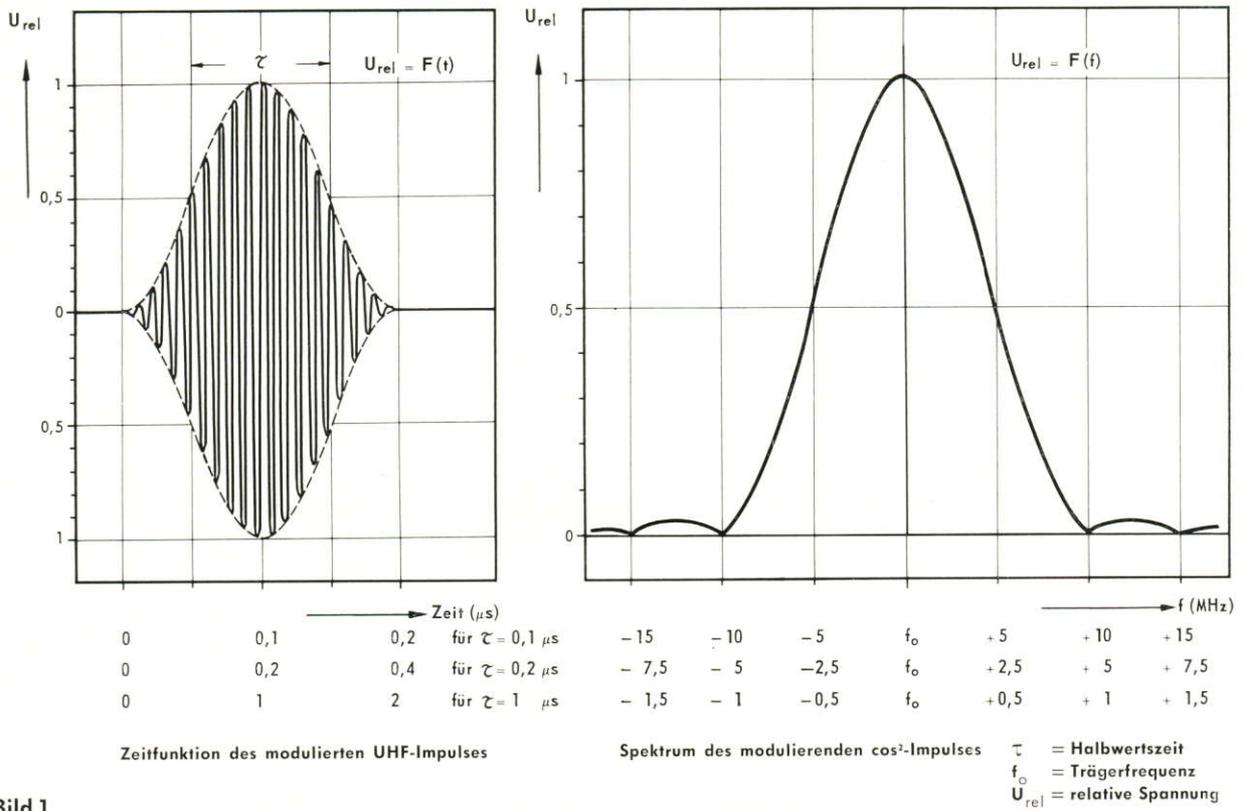


Bild 1

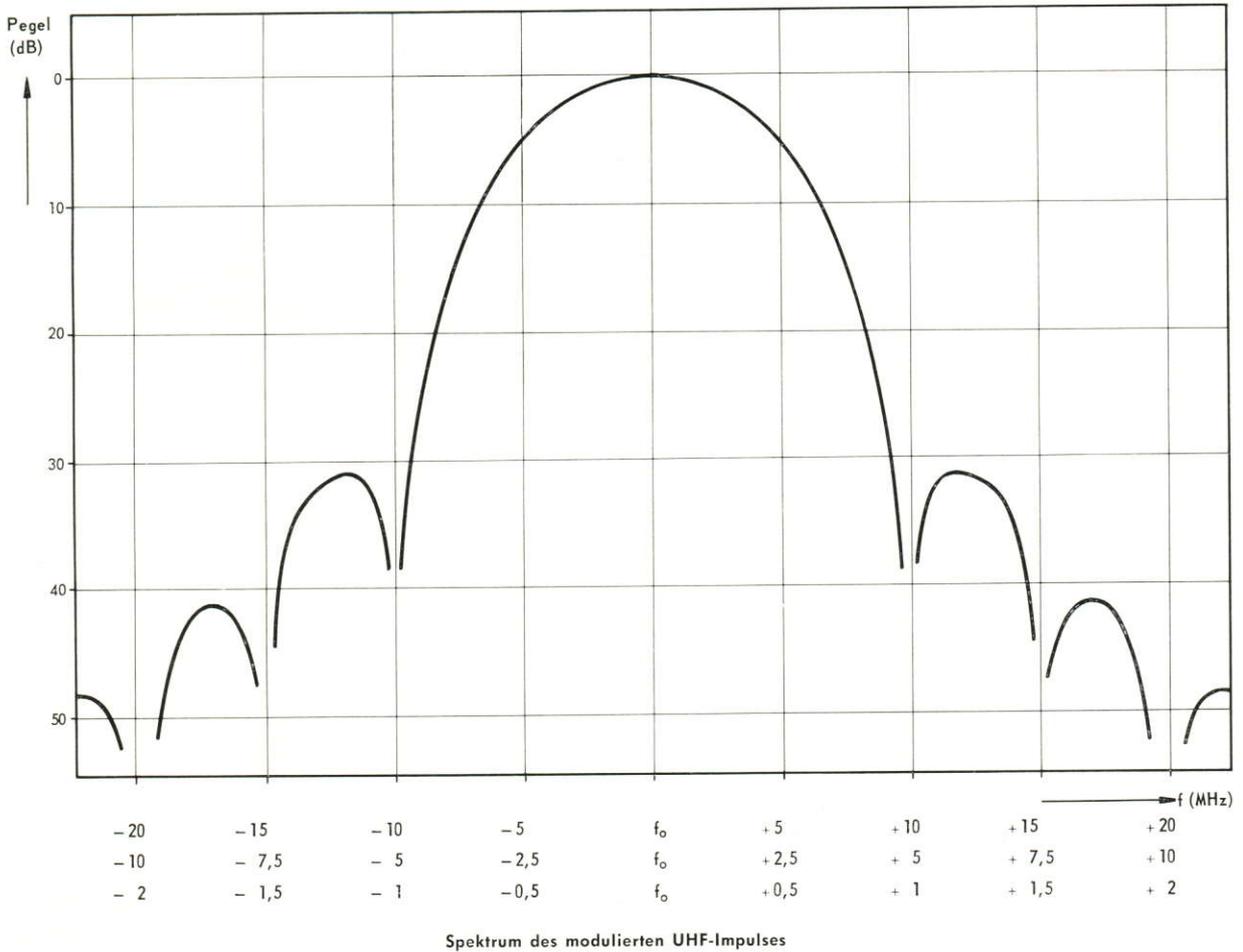


Bild 2

Weg des UHF-Signals

Der UHF-Meßimpuls passiert nacheinander die Eichleitung, den Richtkoppler, den koaxialen Kurzschlußschalter und das Meßobjekt (s. Bild 3); der Reflexionsimpuls des Meßobjektes läuft über den Kurzschlußschalter in den Richtkoppler, wird in diesem ausgekoppelt und im Diodenkopf des Impulsverstärkers demoduliert, nachdem im Bandpaß Störspannungen, die außerhalb der Bereiche IV und V liegen, gedämpft worden sind. Die Eichleitung ist in 1-dB-Stufen von 0 bis 69 dB einstellbar. Der Richtkoppler besitzt eine Richtdämpfung von mehr als 40 dB und eine Auskoppeldämpfung von etwa 10 dB. Im koaxialen Kurzschlußschalter wird der Meßimpuls auf Stellung »Eichen« 100%ig reflektiert, wodurch der Sendepuls als Bezugsimpuls ausgekoppelt wird.

Zwischen Richtkoppler und Bandpaß ist nötigenfalls ein zusätzlicher durchstimmbarer Bandpaß einschleifbar, der auch Fremdstörspannungen innerhalb der Bereiche IV und V dämpft.

Um in Sonderfällen auch bei Anwesenheit von Störern auf der Meßfrequenz mit dem ZUPI messen zu können, läßt sich durch Nachschalten eines oder zweier leistungsfähiger Linearverstärker (z. B. der R&S-Type HS 2027) der Sendepiegel um 10 bzw. 20 dB anheben. In diesem Fall (Schaltung siehe Bild 4) wird der im ZUPI eingebaute Richtkoppler nicht benützt, sondern durch ein auf den Verstärker folgendes Reflektometer (z. B. die R&S-Typen ZUP für Meßfrequenzen unter 600 MHz und ZDP über 600 MHz) ersetzt, dessen Reflexionsausgang direkt oder zur zusätzlichen Selektionserhöhung über den Durchstimmbaren Bandpaß BN 356 851 mit der mit »Empfängereingang« bezeichneten koaxialen Buchse an der Rückseite des ZUPI verbunden wird.

Frequenzfeinanzeige

Für Messungen mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit der eingestellten Frequenz enthält das ZUPI ein Zeigerinstrument, das die Ablage der Trägerfrequenz von quarzgenauen Marken anzeigt und als **Frequenzfeinanzeige** dient. Damit ist die Trägerfrequenzeinstellung in der niederfrequenten Hälfte jedes Fernsehkanals (nach den Normen also in der Umgebung des Bildträgers) mit einem Fehler kleiner ± 100 kHz möglich. Außerdem kann mit Hilfe dieser Frequenzfeinanzeige die Trommelskala nachgeeicht werden, beispielsweise nach Röhrenwechsel. Das Nacheichen geschieht in zwei Stufen: Frequenzmarken von 40 MHz Abstand dienen zur groben Orientierung, und die 8-MHz-Marken ermöglichen die Feinjustierung der Skala.

Die Funktionsweise der Frequenzfeinanzeige ist folgende:

Die Grundwelle des UHF-Oszillators ($\cong 1/3$ der jeweiligen Meßfrequenz) wird mit einem 8/3-MHz-Spektrum gemischt, damit sich Frequenzmarken im Abstand der Fernsehkanäle von 8 MHz ergeben. Um Marken im Abstand von 40 MHz zu erhalten, ist ein Spektrum der Grundwelle von $5 \times 8/3 = 40/3$ MHz mit $1/3$ der Meßfrequenz zu mischen.

Die Vergleichsfrequenz für die Frequenzmarken liefert ein Quarzoszillator, der auf der Grundwelle 8/3 MHz schwingt. Von der Quarzoszillatordröhre wird wahlweise die Grundwelle über einen einkreisigen Bandpaß oder die 5. Oberwelle über einen dreikreisigen Bandpaß ausgekoppelt. Eine Diodenschaltung verzerrt die Spannung so, daß über den gewünschten Bereich ein Spektrum konstanter Amplitude entsteht, und mischt dieses mit dem 3. Teil der Meßfrequenz. Das Mischprodukt enthält die von den Markenfrequenzen abliegenden Differenzfrequenzen. Es ergibt, über eine Tiefpaßkette gesiebt, die Frequenzablage von den Frequenzmarken.

Um eine frequenzproportionale Anzeige zu erhalten, wird diese Differenzfrequenz verstärkt, begrenzt, differenziert, gleichgerichtet und integriert. Diese Funktionen und die Pegelüberwachung übernehmen Transistorschaltungen. Ein Drehspulinstrument zeigt die Ablage von den Frequenzmarken an. Eine Pegelüberwachungsschaltung verhindert Fehlanzeigen bei Differenzfrequenzen, die höher als 2 MHz sind.

Impulsverstärker

Der von einer Mikrowellendiode demodulierte Meßimpuls wird im transistorbestückten Impulsverstärker um etwa 50 dB verstärkt. Dieser enthält einen Begrenzer mit sehr kleiner Zeitkonstante, der ein Blockieren des Verstärkers bei kräftiger Übersteuerung verhindert. Auf diese Weise bleiben auch auf starke Reflexionen folgende kleine Reflexionswerte meßbar.

Die Bandbreite des Verstärkers beträgt etwa 10 MHz, sein Ausgangswiderstand 75 Ω .

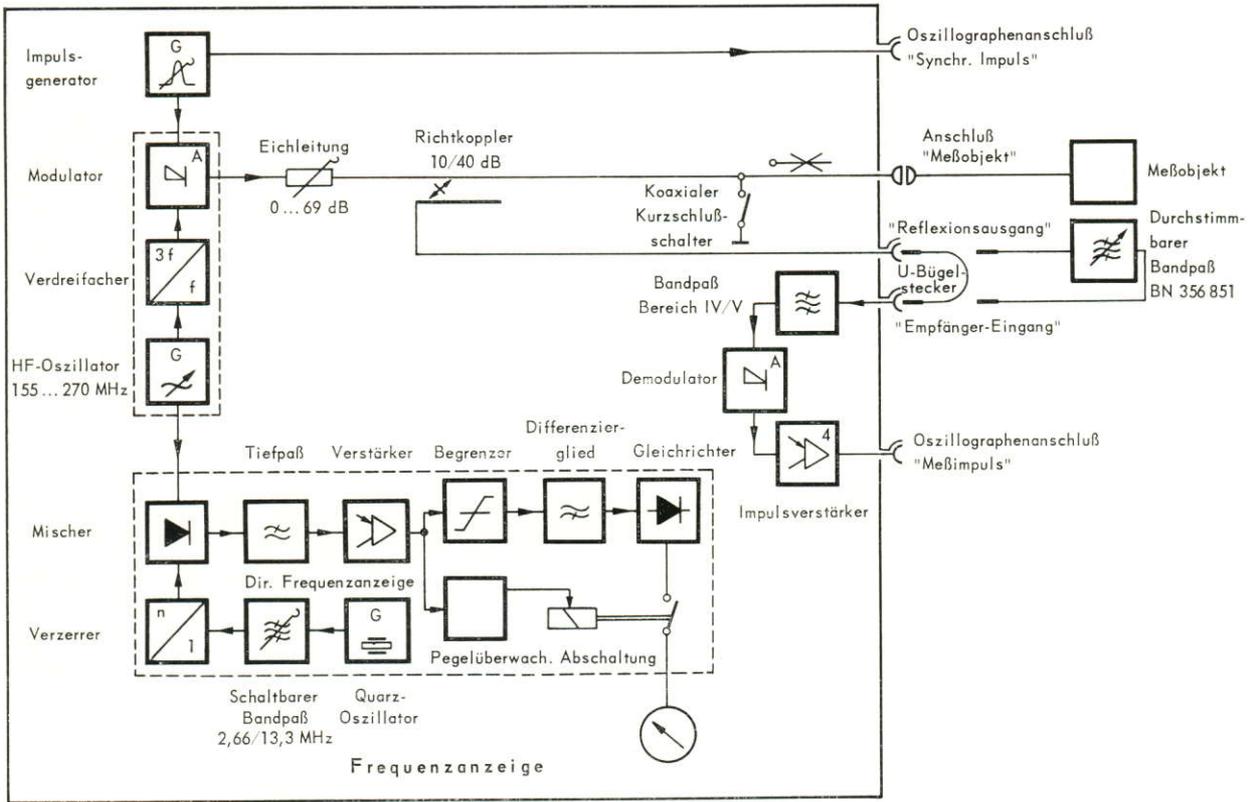


Bild 3
Blockschaltbild des Impuls-Reflektometers ZUPI BN 35 685

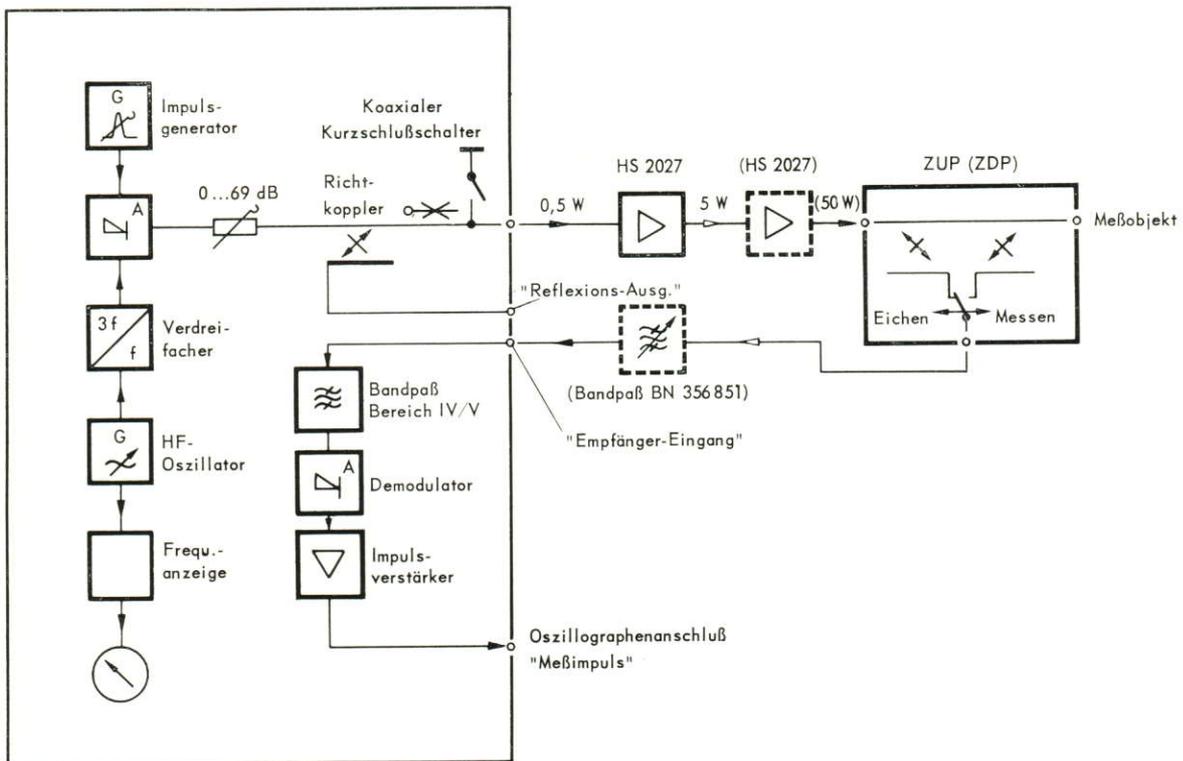


Bild 4
Blockschaltbild des Impuls-Reflektometers ZUPI BN 35 685 bei Messung mit erhöhtem Pegel

Technische Daten

Meßfrequenz

Frequenzbereich	470 . . . 790 MHz \triangleq Kanal 21 . . . 60, kontinuierlich einstellbar
Frequenzänderung innerhalb 15 min nach 2 Std. Betriebszeit und bei Raumtemperaturschwankungen < 10 °C/15 min	< 10 ⁻⁴
Frequenzeinstellung	Grob- und Feintrieb
Frequenzgrobanzeige und deren Skalenauflösung .	Trommelskala, etwa 1 m lang, nacheichbar, 0,5 MHz/Skalenteil
Frequenzzeichnung	mit Quarzmarken von 8 und 40 MHz Abstand
Frequenzfeinanzeige	direkte Anzeige der Frequenzablage gegen die Quarzmarken in einem Bereich von ± 2 MHz mittels Drehspulinstrument
Skalenauflösung der Frequenzfeinanzeige	100 kHz/Skalenteil
Fehlergrenzen der Frequenzfeinanzeige	< ± 100 kHz; auf den Frequenzmarken selbst ist die Ungenauigkeit etwa gleich der des Eichspektrums
Frequenzen der Eichmarken	Vielfache von 8 bzw. 40 MHz
Ungenauigkeit des Eichspektrums nach mindestens 1 Std. Betriebszeit und 20 °C Raumtemperatur	< $5 \cdot 10^{-6}$
Temperatureinfluß auf das Eichspektrum	< $5 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$

Meßsignal

Art der Meßspannung	impulsgetasteter UHF-Träger
UHF-Spannungswert der Impulsspitze	max. 20 V _{ss}
Impulsform	etwa cos ² -Impuls
Impulsdauer τ (τ = Halbwertsbreite)	schaltbar 1. 0,1 $\mu\text{s} \pm 15\%$ 2. 0,2 $\mu\text{s} \pm 15\%$ 3. 1 $\mu\text{s} \pm 15\%$
Breite des Trägerspektrums (3-dB-Wert)	1. 7 MHz $\pm 20\%$ 2. 3,5 MHz $\pm 20\%$ 3. 0,7 MHz $\pm 20\%$
Impulsfolgefrequenz	etwa 50 kHz
Ausgang zum Meßobjekt	Dezifix B (Rohrsocket), umrüstbar*)
Quellwiderstand	
bei Ausführung BN 35 685/50	50 Ω
bei Ausführung BN 35 685/60	60 Ω

Störspannungsabstände

Abstand des störenden Trägerrestes nach abgeklungenem Impuls am Reflexionsausgang des Richtkopplers	> 60 dB
Neben- und Oberwellenstörabstand am Empfangsgleichrichter	> 50 dB
Meßfehler, hervorgerufen durch die Rückfluß- dämpfung des Quellwiderstandes	< 1%, sobald der Reflexionsimpuls um mehr als die Impulsdauer τ verzögert ist
Ungenauigkeit des Eichimpulses	< $\pm 0,8$ dB

*) Dieser Anschluß läßt sich vom Benützer durch Einschrauben von Umrüstsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902 100.

Selektionseigenschaften

Mindestdämpfung von Fremdstörungen
außerhalb der Bereiche IV und V

für $f \leq 108$ MHz	40 dB
für $f \leq 223$ MHz	35 dB
für $f > 950$ MHz	35 dB

Gegen Störspannungen innerhalb der Bereiche IV und V ist der Durchstimmbare Bandpaß BN 356 851 verwendbar. Je nach eingestellter Durchlaßfrequenz dämpft er eine Störspannung, die 70 MHz neben dem Nutzsignal liegt, um 20...30 dB. Der Bandpaß wird an die an der Rückseite des ZUPI befindlichen coaxialen Buchsen angeschlossen.

Meßbereich für die Amplitude des reflektierten Impulses

. 0,006...1, bezogen auf die Amplitude des Sendeimpulses

Fehlerortbestimmung

Meßentfernung bei $\tau = 0,1 \mu\text{s}$	20...2000 m
Meßentfernung mit Vorlaufkabel	0...2000 m
Auflösungsvermögen bei $\tau = 0,1 \mu\text{s}$	15 m
$\tau = 0,2 \mu\text{s}$	30 m
$\tau = 1 \mu\text{s}$	150 m
Genauigkeit der Fehlerortbestimmung	abhängig von der Genauigkeit der Zeitablenkung des verwendeten Oszillographen (erreichbar sind bei $\tau = 0,1 \mu\text{s}$ 2...3 m)

Oszillographenausgänge

Anschlüsse HF-Buchsen 4/13 DIN 47 284, umrüstbar*)
an der Frontplatte, umschaltbar auf rückwärtige Steckverbindungen (R&S-Sach-Nr. 19 264/50)
für Gestellverdrahtung

Meßimpulsausgang

Meßimpulsspannung unverzerrt max. 600 mV_s EMK
Meßimpulsspannung bei einer Rücklaufamplitude von -40 dB des Trägerimpulses > 100 mV_s EMK
Rauschspannung max. 20 mV_{ss} EMK
Innenwiderstand 75 Ω

Synchronisierimpulsausgang

Synchronisierimpulsspannung 5...7 V_s EMK, negativ
Vorlaufzeit des Synchronisierimpulses gegen den Meßimpuls 0,4 μs
Halbwertsbreite des Synchronisierimpulses etwa 0,1 μs
Innenwiderstand 75 Ω

Weitere Anschlüsse

BNC-Buchsen 50 Ω an der Rückseite zum Anschluß
a) des Durchstimmbaren Bandpasses BN 356 851, um durch zusätzliche Selektion Störer, deren Frequenz nicht mit der Meßfrequenz zusammenfällt, auszublenden,
b) von externen Richtkopplern, um in Verbindung mit leistungsfähigen Linearverstärkern bei Störern auf der Meßfrequenz mit größerem Pegel messen zu können.

*) Dieser Anschluß läßt sich vom Benutzer durch Einschrauben von Umrüsteinsätzen leicht auf viele andere Systeme umstellen; siehe Datenblatt 902100.

IMPULS-REFLEKTOMETER ZUPI

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur $-20^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$
 Netzanschluß 115/125/220/235 V $\pm 10\%$, 47 . . . 63 Hz (350 VA)

Abmessungen über alles (B x H x T) und Gewichte

Kastengerät mit Deckel	546 x 440 x 526 mm ca. 62 kg
Einschub nach DIN 41 490	520 x 406 x 506 mm Normmaß t_4 : 421 mm ca. 47 kg
19"-Einschub	484 x 399 x 506 mm Einbautiefe (entspr. DIN t_4): 421 mm ca. 47 kg



Bestellbezeichnung*)

Kastengerät	► Impuls-Reflektometer Type ZUPI BN 35 685/..
Einschub nach DIN 41 490	► Impuls-Reflektometer Type ZUPI BN 35 685/.. D
19"-Einschub	► Impuls-Reflektometer Type ZUPI BN 35 685/.. DZ

Mitgeliefertes Zubehör (im Preis inbegriffen)

1 Anschlußkabel (2 m) mit Gerätesteckdose und Schukostecker zur Verbindung mit dem Netz

Erforderliches Meßplatzzubehör

Breitbandoszillograph (Mindestbandbreite 10 MHz)
 z. B. R&S-Type OMF, BN 1912 oder entsprechende Tektronix-Typen

Zur Verbindung des OMF mit dem ZUPI:

2 HF-Verbindungskabel 75 Ω , 100 cm, BN 9 111 407/100

Bei Verwendung anderer Oszillographen sind Angaben über die Eingangsbuchsen zur Lieferung geeigneter Verbindungskabel erforderlich.

Zur Verbindung des ZUPI mit dem Meßobjekt:

1 HF-Verbindungskabel 100 cm mit Präzisions-Dezifix B

BN 90 575/100 für $Z = 50 \Omega$

BN 90 576/100 für $Z = 60 \Omega$

Empfohlene Ergänzungen

Als Hilfsmittel zur Erweiterung des Fehlerort-Meßbereiches bis zum Anfang des zu untersuchenden Kabels:

Präzisionsvorlaufkabel, elektr. Länge 65 m	BN 356 815/50 für $Z = 50 \Omega$ BN 356 815/60 für $Z = 60 \Omega$
--	--

Als Hilfsmittel zum Aussperren störender UHF-Sender:

Durchstimmbarer Bandpaß BN 356 851

Verbindungskabel zum Anschluß des Bandpasses an ZUPI:

2 Stück BN 9 111 506/100

*) Nach Schrägstrich bei BN bitte gewünschten Anschlußwert (Wellenwiderstand) einsetzen: das ZUPI ist mit 50 Ω oder 60 Ω Wellenwiderstand lieferbar.

Änderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten!