

-109-



A 5378

ROHDE &
SCHWARZ

BESCHREIBUNG

VM Nr. 109

VM Nr. 109

BESCHREIBUNG

UNSYMMETRISCHE VHF-EICHLITUNG

Type DPR

0 ... 300 MHz

0 ... 100 db

BN 18042/50

Z = 50 Ohm

BN 18042/60

Z = 60 Ohm

BN 18042/75

Z = 75 Ohm

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 18042 A/559

Inhaltsübersicht

1	Eigenschaften	5
2	Anwendung	6
2.1	Die Eichleitung als Spannungsteiler	6
2.2	Messung der Verstärkung	8
2.3	Messung der Dämpfung	9
2.4	Wellenwiderstandsübersetzung	10
2.5	Verbindungskabel und Störspannung	13
3	Schaltung und Aufbau	15
4	Bedienung	16
5	Wartung	16
	Stromlauf	17
6	Schalteilliste	18
	Garantieverpflichtung	22

1 Eigenschaften

Frequenzbereich	0...300 MHz
Dämpfungsbereich	0...100 db
Feinstufen	10 x 1 db
Grobstufen	6 x 10 db 1 x 30 db
Fehlergrenzen	
Feinstufen	± 0,01 db pro Stufe von 0...30 MHz ± 0,02 db pro Stufe von 30...100 MHz ± 0,2 db im ganzen von 100...300 MHz
Grobstufen	± 0,1 db pro Stufe von 0...300 MHz
Wellenwiderstand ein- und ausgangseitig	
	50 Ω bei BN 18042/50 60 Ω bei BN 18042/60 75 Ω bei BN 18042/75
Welligkeitsfaktor	≤ 1,15
Laufzeitfehler	etwa $0,5 \cdot 10^{-9}$ sec
Maximal zulässige Belastung des Eingangs	
	0,4 W
Maximal zulässige Eingangsspannung	
	5 V bei Sinusform 300 V bei Impulsen
Anschlüsse	2 Kurzhubstecker Dezifix B
Abmessungen	470 x 195 x 260 mm (R&S-Normkasten Größe 45)
Gewicht	11 kg

2 Anwendung

Die VHF-Eichleitung Type DPR BN 18042 ist bei der Entwicklung, Fertigung und Betriebsüberwachung von Ton- und Hochfrequenz-Übertragungseinrichtungen ein sehr vielseitig anwendbares Gerät. Sie ermöglicht die Herstellung sehr kleiner und genau definierter Spannungen und ist gleichzeitig ein exaktes Vergleichsmaß bei Dämpfungsmessungen innerhalb des gesamten Frequenzbereiches von den tiefsten Tonfrequenzen bis zur oberen Grenze des VHF-Bereichs (300 MHz). In nachstehenden Abschnitten sind einige Anwendungsbeispiele erläutert und Hinweise dafür gegeben, welche Forderungen an die äußeren Kabelverbindungen gestellt werden müssen, damit die hochwertigen Eigenschaften dieser Eichleitung auch bei den höchsten Frequenzen voll ausgenutzt werden können.

2.1 Die Eichleitung als Spannungsteiler

Bild 1 zeigt die Schaltanordnung zur Teilung einer bekannten Eingangsspannung U_1 auf eine sehr kleine und genau definierte Ausgangsspannung U_2 ,

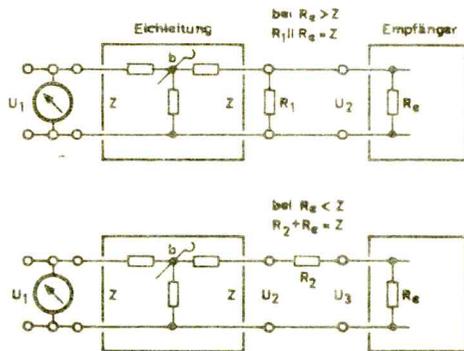


Bild 1. Wellenwiderstandsrichtiger Abschluß der Eichleitung bei von Z abweichendem Eingangswiderstand R_g des Empfängers

wie z. B. bei Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern erforderlich. Für ein gewünschtes Spannungsverhältnis U_1/U_2 ist an der Eichleitung der Dämpfungswert (db)

$$b = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}$$

einzustellen. Das erforderliche Dämpfungsmaß b kann mit guter Näherung auch aus Bild 2 entnommen werden. Es ist Bedingung, daß die Eichleitung wellenwiderstandsrichtig abgeschlossen ist. Eichleitung und Empfänger können also nur dann ohne weiteres miteinander verbunden werden, wenn der Eingangswiderstand (R_e) des Empfängers gleich dem Wellenwiderstand (Z) der Eichleitung ist. Anderenfalls muß der wellenwiderstandsrichtige Abschluß nach Bild 1 mit einem Parallelwiderstand oder mit einem Serienwiderstand hergestellt werden. Ist zum Beispiel $R_e > Z$, wie in der Praxis oft zutreffend, dann erhält der Empfänger einen Widerstand

$$R_1 = \frac{R_e Z}{R_e - Z}$$

parallel geschaltet. Ist dagegen $R_e < Z$, dann muß man einen Serienwiderstand

$$R_2 = R_e$$

einfügen. In diesem Fall muß man aber die durch R_e und R_2 bewirkte Spannungsteilung

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{R_e + R_2}{R_e}$$

mit berücksichtigen.

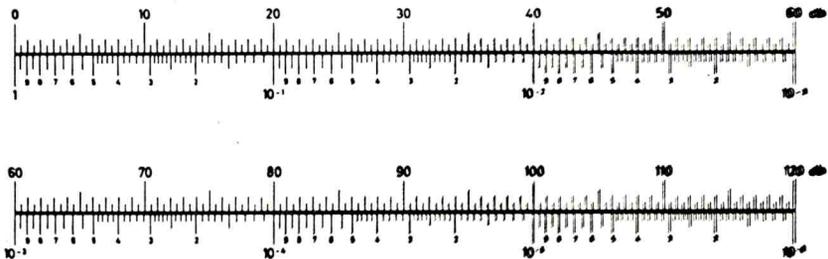


Bild 2. Zur Ablesung des Dämpfungswertes b (in db) für ein gewünschtes Spannungsverhältnis U_2/U_1

2.2 Messung der Verstärkung

Verstärkungsmessungen kann man nach Bild 3 vornehmen. Auch hier wird gefordert, daß die Eichleitung wellenwiderstandsrichtig abgeschlossen ist. Vielfach ist diese Forderung durch den Eingangswiderstand (R_e) des Verstärkers schon erfüllt. Ist dagegen R_e hochohmig gegenüber dem Wellenwider-

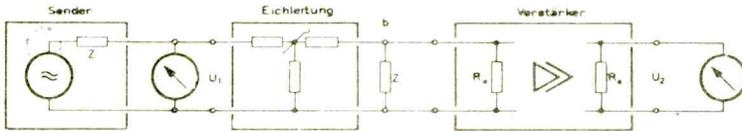


Bild 3. Messung der Verstärkung mit einer Eichleitung und zwei Spannungsmessern

stand (Z) der Eichleitung, so muß der Abschluß durch einen geeigneten Parallelwiderstand hergestellt werden. Zur Messung stellt man die Dämpfung so ein, daß die Ausgangsspannung U_2 des Verstärkers gleich der Eingangsspannung U_1 der Eichleitung ist. Dann ist die Verstärkung V gleich der eingestellten Dämpfung b , das heißt,

$$\text{wenn } U_2 = U_1, \text{ dann ist } V = b.$$

Eine Methode zur Messung der Verstärkung durch Spannungsvergleich zeigt Bild 4. Hierbei genügt ein ungeeichter Spannungsanzeiger mit hohem Eingangswiderstand R_e . Dabei wird die Eichleitung wieder mit einem Widerstand abgeschlossen, der die Größe ihres Wellenwiderstandes Z hat. Diese

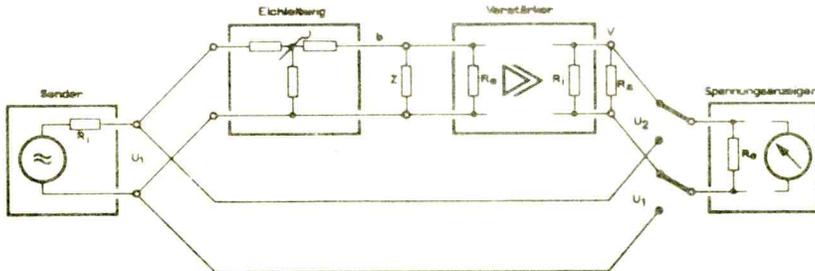


Bild 4. Messung der Verstärkung mit einer Eichleitung und einem Spannungsanzeiger

Forderung ist erfüllt, wenn der Eingangswiderstand R_e des Verstärkers gleich Z ist. Ist dagegen $R_e > Z$ oder $R_e < Z$, dann muß der wellenwiderstandsrichtige Abschluß nach Abschnitt 2.1 (Bild 1) durch einen Parallel- oder Serienwiderstand erzwungen und für den Fall, daß $R_e < Z$ ist, der durch R_2 und R_e bewirkte Spannungsabfall berücksichtigt werden. Wenn erforderlich, so ist auch der Ausgang des Verstärkers mit einem Widerstand $R_a = R_1$ zu belasten.

Die Messung geschieht wie folgt: Zunächst wird der Spannungsanzeiger auf den Sender geschaltet und an diesem eine Spannung U_1 eingestellt, die annähernd gleich der normalen Ausgangsspannung U_2 des Verstärkers ist. Die zulässige Eingangsspannung der Eichleitung (5 V) darf hierbei jedoch nicht überschritten werden. Ohne die Größe von U_1 zu verändern, schalte man dann den Spannungsanzeiger auf den Ausgang des Verstärkers und stelle an der Eichleitung eine Dämpfung ein, daß die Verstärkerausgangsspannung gleich der Senderspannung ist, dann ist die Verstärkung V gleich der eingestellten Dämpfung b , das heißt,

$$\text{wenn } U_2 = U_1, \text{ dann ist } V = b.$$

2.3 Messung der Dämpfung

Gleichermaßen einfach ist die Messung der Dämpfung eines Meßobjektes mit Hilfe der Eichleitung durch Spannungsvergleich. Bild 5 zeigt die Schaltungsanordnung. Eine Eichung des Spannungsanzeigers ist auch hierbei nicht nötig; er dient nur zur Anzeige, nicht zur Messung. Als Spannungsanzeiger

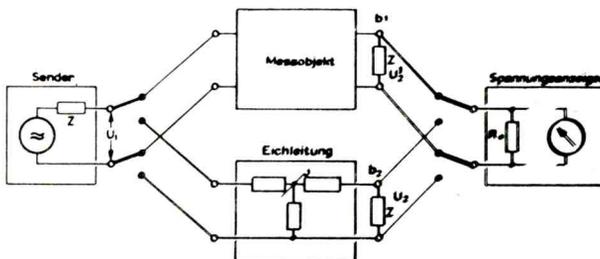


Bild 5. Dämpfungsmessung mit der Eichleitung

wählt man vorzugsweise ein Gerät mit einem gegen Z sehr hochohmigen Eingangswiderstand R_e und schließt Meßobjekt wie Eichleitung mit Z ab. Die Eichleitung wird nun bei konstant gehaltener Senderspannung U_1 so eingestellt, daß ihre Ausgangsspannung U_2 gleich der Ausgangsspannung U'_2 des Meßobjektes ist. Es herrscht dann Dämpfungsgleichheit, und die Dämpfung b_1 des Meßobjektes kann direkt an der Eichleitung abgelesen werden, das heißt,

$$\text{wenn } U'_2 = U_2, \text{ dann ist } b_1 = b_2.$$

Man kann so in relativ kurzer Zeit für eine Reihe verschiedener Frequenzen die Dämpfung eines Meßobjektes ermitteln. Besteht die Aufgabe, neben der Messung der Dämpfung auch die im Meßobjekt entstehende Phasendrehung in Abhängigkeit von der Frequenz zu messen, so erfüllt die Eichleitung auch hierzu die Forderung nach einem bis zu ihrer Grenzfrequenz sehr kleinen Phasenwinkel.

2.4 Wellenwiderstandsübersetzung

In der Meßpraxis kommt es vor, daß die Eichleitung mit ihrem Wellenwiderstand Z_1 in einen Leitungszug mit einem von Z_1 abweichenden Wellenwiderstand Z_2 wellenwiderstandsrichtig eingeschaltet werden muß. Diese Wellenwiderstandsübersetzung Z_1/Z_2 läßt sich u. a. erreichen, wenn man vor und hinter der Eichleitung je einen unsymmetrischen Vierpol schaltet, der im einfachsten Fall aus zwei Widerständen R_1 und R_2 gebildet sein kann. Bild 6 zeigt die Schaltanordnung für den Fall, daß $Z_2 < Z_1$ ist. Diese Methode der Widerstandsübersetzung hat allerdings zur Folge, daß jeder dieser Vierpole eine zusätzliche Dämpfungsstufe bildet. Es bleibt also, wenn man die Dämpfung b der Eichleitung zu Null macht, immer noch $b_e + b_0$ eingeschaltet.

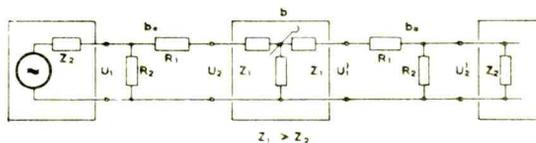


Bild 6. Wellenwiderstandsrichtige Einschaltung der Eichleitung in eine Leitung mit kleinerem Wellenwiderstand

Für die Berechnung der Vierpole nach Bild 6 gilt:

$$R_1 = \sqrt{Z_1 (Z_1 - Z_2)} \quad R_2 = Z_2 \sqrt{\frac{Z_1}{Z_1 - Z_2}}$$

Die durch den Eingangsvierpol bewirkte Spannungsteilung ist

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{Z_1} + 1 = \sqrt{\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1}} + 1$$

und die Dämpfung

$$b_e = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}$$

Der Ausgangsvierpol bewirkt die Spannungsteilung

$$\frac{U'_1}{U'_2} = \frac{R_1 (R_2 + Z_2)}{R_2 Z_2} + 1 = \frac{\sqrt{Z_1 (Z_1 - Z_2)} + Z_1}{Z_2}$$

und die Dämpfung

$$b_a = 20 \lg \frac{U'_1}{U'_2}$$

Die Gesamtdämpfung zwischen Sender und Empfänger beträgt dann

$$b_{ges} = b_e + b + b_a$$

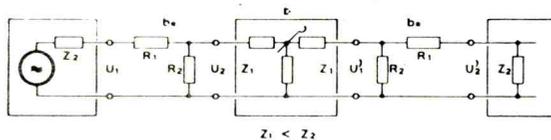


Bild 7. Wellenwiderstandsrichtige Einschaltung der Eichleitung in eine Leitung mit größerem Wellenwiderstand

Bild 7 zeigt die Schaltungsanordnung für den Fall, in dem $Z_2 > Z_1$ ist.

Für die Berechnung der Vierpole gilt:

$$R_1 = \sqrt{Z_2 (Z_2 - Z_1)} \quad R_2 = Z_1 \sqrt{\frac{Z_2}{Z_2 - Z_1}}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = R_1 \frac{(R_2 + Z_1)}{R_2 Z_1} + 1 = \sqrt{\frac{Z_2 (Z_2 - Z_1)}{Z_1}} + Z_2$$

$$b_e = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}$$

$$\frac{U'_1}{U'_2} = \frac{R_1}{Z_2} + 1 = \sqrt{\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2}} + 1$$

$$b_a = 20 \lg \frac{U'_1}{U'_2}$$

Diesen Weg der Widerstandsübersetzung wird man natürlich nur dann gehen, wenn für den geforderten Frequenzbereich geeignete Übertrager nicht zur Verfügung stehen oder wenn die Zusatzdämpfung $b_e + b_a$ für den

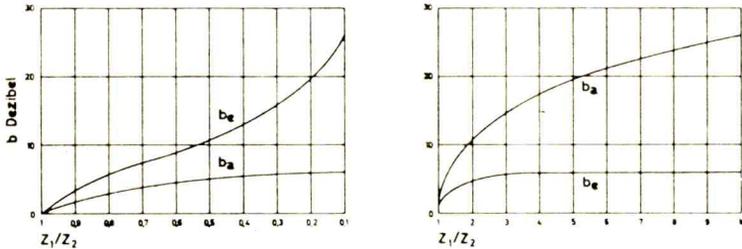


Bild 8. Zusatzdämpfung in Abhängigkeit von der Widerstandsübersetzung Z_1/Z_2

jeweiligen Meßzweck tragbar ist. Aus den Kurven in Bild 8 kann man entnehmen, mit welcher Zusatzdämpfung bei einer bestimmten Widerstandsübersetzung Z_1/Z_2 zu rechnen ist.

Für die am häufigsten erforderlichen Widerstandsübersetzungen stehen unsere Anpassungsglieder Type DAF zur Verfügung:

BN	Z_1	$\langle \text{---} \rangle$	Z_2	Dämpfung
18083	75 Ω	$\langle \text{---} \rangle$	60 Ω	10 db
18084	75 Ω	$\langle \text{---} \rangle$	50 Ω	12 db
18085	60 Ω	$\langle \text{---} \rangle$	50 Ω	10 db

Die angegebene Dämpfung gilt jeweils für 2 Anpassungsglieder. Diese Glieder eignen sich für den Frequenzbereich von 0...1000 MHz.

2.5 Verbindungskabel und Störspannung

Die Herstellbarkeit sehr kleiner Spannungen ist weitgehend abhängig von den elektrischen Eigenschaften der verwendeten Verbindungskabel, mit denen die Eichleitung zwischen Sender und Empfänger geschaltet wird, und von der Lage des Erdungspunktes der Gerätezusammenschaltung. Wenn ein Meßaufbau schon geerdet werden muß, so erde man vorteilhafterweise nur den Sender. Von besonderer Bedeutung sind die Eigenschaften der Kabel und der Steckverbindungen bei Hochfrequenz. Werden Kabel oder Steckverbindungen mit zu großen Kopplungswiderständen verwendet, so kann, wie Bild 9 veranschaulicht, am Empfängereingang eine höhere Hochfrequenz-Spannung auftreten, als der eingestellten Dämpfung entspricht. Diese mit U_k bezeichnete Hochfrequenz-Störspannung hat folgende Entstehungsursache:

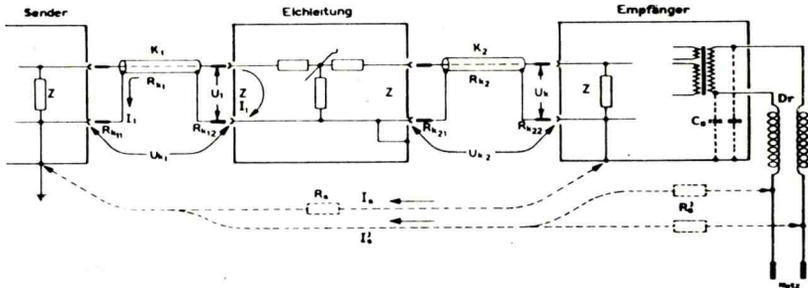


Bild 9. Mögliche Störeinflüsse bei der Einschaltung von Eichleitungen in Meßschaltungen

Der von der Eichleitung eingangsseitig aufgenommene Strom $I_1 = U_1/Z$ durchfließt die Kopplungswiderstände $R_{k12} - R_{k1} - R_{k11}$ (Stecker — Kabel — Stecker) und verursacht an diesen den Spannungsabfall

$$U_{k1} = I_1 (R_{k11} + R_{k1} + R_{k12}).$$

Diese Spannung hat im Außenleiter des Koaxialkabels K_2 wieder einen Strom

$$I_s = \frac{U_{k1}}{R_{k21} + R_{k2} + R_{k22} + R_s}$$

zur Folge, der über die Kopplungswiderstände $R_{k21} - R_{k2} - R_{k22}$ und über den Rückschlußwiderstand R_s zum Sender zurückfließt. Dieser Rückschluß-

widerstand R_s ist (besonders bei höheren Frequenzen) praktisch nur durch die Größe der Raumkapazität zwischen Empfänger und Sender (10...50 pF) gebildet und daher in der Regel wesentlich größer als die Summe der Kopplungswiderstände $R_{k21} + R_{k2} + R_{k22}$. Somit ist auch der Strom I_s praktisch nur durch die Größe von R_s bestimmt. Die am Empfängereingang auftretende Störspannung U_k ist nun gleich dem so ermittelten Strom I_s multipliziert mit dem gesamten Kopplungswiderstand der Verbindung zwischen Eichleitung und Empfänger, das heißt

$$U_k \approx I_s (R_{k21} + R_{k2} + R_{k22}).$$

Mit guter Näherung läßt sich die Größe von U_k auch aus

$$U_k = I_1 \frac{(R_{k11} + R_{k1} + R_{k12}) (R_{k21} + R_{k2} + R_{k22})}{R_s}$$

oder

$$U_k = U_1 \frac{(R_{k11} + R_{k1} + R_{k12}) (R_{k21} + R_{k2} + R_{k22})}{Z \cdot R_s}$$

ermitteln. Hierin sind: R_{k1} , R_{k2} die Kopplungswiderstände der Kabel, R_{k11} ... R_{k22} die Kopplungswiderstände der Steckverbindungen, U_1 die Eingangsspannung der Eichleitung und Z der Wellenwiderstand der Eichleitung.

Sind Sender und Empfänger an dieselbe Netzleitung angeschlossen, wie meist zutreffend, so kann auch über die Schaltkapazitäten C_s im Netzteil der Geräte und über deren Netzkabel ein Rückschlußwiderstand R'_s gebildet sein. Dieser hat einen zusätzlichen Rückschlußstrom I'_s zur Folge, der wesentlich größer sein kann, als der über die Raumkapazität fließende Strom I_s . Schaltet man jedoch in die Netzzuleitung des Empfängers zwei Drosseln, die für die jeweilige Meßfrequenz einen hohen Widerstand darstellen, so wird dadurch I'_s entsprechend klein. Um die Störspannung U_k auf ein Minimum herabzusetzen ist also erforderlich, möglichst kurze Verbindungskabel ($< \frac{1}{2} \lambda$) zu verwenden sowie auf beste Kontaktgabe der Steckverbindungen und auf möglichst hohen Rückschlußwiderstand zu achten. Obige Betrachtung zeigt auch, daß bei gegebenem Kopplungswiderstand zur Herstellung einer sehr kleinen Ausgangsspannung eine möglichst kleine Eingangsspannung U_1 eingestellt werden soll, da hierbei auch die Störspannung U_k entsprechend kleiner ist.

3 Schaltung und Aufbau

Bild 10 zeigt den Stromlauf der Eichleitung. Sie besteht aus einer Stufe mit 30 db, einer Stufe mit 6×10 db und einer Stufe mit 10×1 db. Davon ist die erste aus drei Pi-Gliedern mit je 10 db gebildet. In der zweiten Stufe (6×10 db) erfolgt die Einschaltung der Pi-Glieder durch einen Spezialschalter, der je nach dem gewünschten Dämpfungsmaß mehr oder weniger Glieder zu einer Kette hintereinanderschaltet und diese Gliederkette jeweils an der eingestellten Dämpfungsstufe auftrennt, so daß der unausgenutzte Teil der Kette völlig abgeschaltet bleibt. Diese Anordnung hat gegenüber früheren Ausführungen den Vorteil, daß zur Herstellung einer Dämpfung z. B. von 60 db nicht ein hochohmiger Längswiderstand für 60 db eingeschaltet wird, sondern eine Kette von 7 Gliedern mit je einem entsprechend niederohmigen Längswiderstand für 10 db. Damit haben die unvermeidlichen Schaltkapazitäten nur einen verhältnismäßig geringen Einfluß auf das Dämpfungsmaß, so daß die Grenzfrequenz entsprechend hoch liegt. Ähnlich ist bei der dritten Stufe mit 10×1 db verfahren. Hier hat jede Schaltstufe ihr eigenes, entsprechend bemessenes Pi-Glied. Der Schalter mit zwei Schaltarmen greift hier jeweils ein Glied heraus, wobei alle übrigen völlig abgeschaltet bleiben.

Eine galvanische Verbindung zwischen der inneren Abschirmung und dem Blechkasten der Eichleitung besteht nur am Eingangsstecker. Unerwünschte Kopplungsströme sind hiermit auf ein Minimum herabgesetzt. An der oberen Frequenzgrenze ist der Wellenwiderstand nicht mehr streng 50Ω bzw. 60Ω bzw. 75Ω reell. Je nach dem eingeschalteten Dämpfungswert kann die Abweichung induktiv, kapazitiv oder ohmisch sein. Die Abweichungen sind jedoch gering und haben auf das jeweils eingestellte Dämpfungsmaß nur einen vernachlässigbar kleinen Einfluß. Der Welligkeitsfaktor liegt in allen Fällen nicht über 1,15. Der Laufzeitfehler beträgt etwa $0,5 \cdot 10^{-9}$ sec; er ist also so klein, daß er auch in der Fernsehtechnik keine Rolle spielt. Die maximal zulässige Eingangsspannung beträgt 5 V, entsprechend einer zulässigen Belastung des Eingangs von 0,4 W. Man kann jedoch (bei Impulsen) eine Spitzenspannung bis 300 V auf den Eingang geben, wenn darauf geachtet wird, daß die Impulswärmeleistung 0,4 W nicht überschreitet. Die Eichleitung teilt auch sehr kurze Impulse, ohne ihre Form zu verändern.

4 Bedienung

Zum Einschalten der Eichleitung zwischen Sender und Empfänger verwende man konzentrische Steckerkabel, deren Wellenwiderstand gleich dem der Eichleitung ist. Dies ist um so wichtiger, je höher die Frequenz und je größer das gewünschte Dämpfungsmaß ist. Im Tonfrequenzgebiet spielt der Wellenwiderstand verhältnismäßig kurzer Kabel nur eine unbedeutende Rolle. Im VHF-Gebiet (30...300 MHz) dagegen kann eine nicht wellenwiderstandsrichtige Anpassung eine erhebliche Spannungstransformation zur Folge haben. Bei so hohen Frequenzen muß man streng darauf achten, daß die ganze Kombination aus Eichleitung + Sender + Kabel + Verbraucher durchgehend gleichen Wellenwiderstand aufweist.

Besondere Beachtung erfordern auch die Kopplungswiderstände der Steckerkabel, wenn bei hohem Dämpfungsmaß gearbeitet werden muß. Welche Maßnahmen hierbei zu treffen sind, um an einem Verbraucher (Empfänger) eine sehr kleine und genau definierte Hochfrequenzspannung herstellen zu können, ist im Abschnitt 2.5 näher erläutert. Bei mittleren Frequenzen und relativ kleinem Dämpfungsmaß genügen meist konzentrische Kabel mit Doppelgeflechtmantel. Bei sehr hohen Frequenzen und großem Dämpfungsmaß dagegen soll man Kabel mit Vollmantel verwenden, da diese den geringsten Kopplungswiderstand aufweisen.

Die Bedienung der Eichleitung selbst bedarf keiner besonderen Erklärung. Das gewünschte Dämpfungsmaß ist mit den Bedienungsknöpfen bequem einstellbar und kann in Dezibel direkt abgelesen werden. Eine Summierung von Dämpfungswerten ist hierbei nicht nötig, denn diese wird vom Gerät durch geeignete Konstruktion und Beschriftung selbsttätig ausgeführt.

5 Wartung

Eine besondere Wartung der Eichleitung ist nicht erforderlich. Nach längerer Betriebszeit kann es jedoch notwendig werden, die Schaltkontakte der Spezialschalter zu reinigen. Hierzu werden am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben gelöst, die Eichleitung aus dem Kasten gehoben und die Abdeckhauben der Teilerstufen abgenommen. Somit sind die Schaltkontakte ohne weiteres zugänglich und können nach der üblichen Methode gereinigt werden.

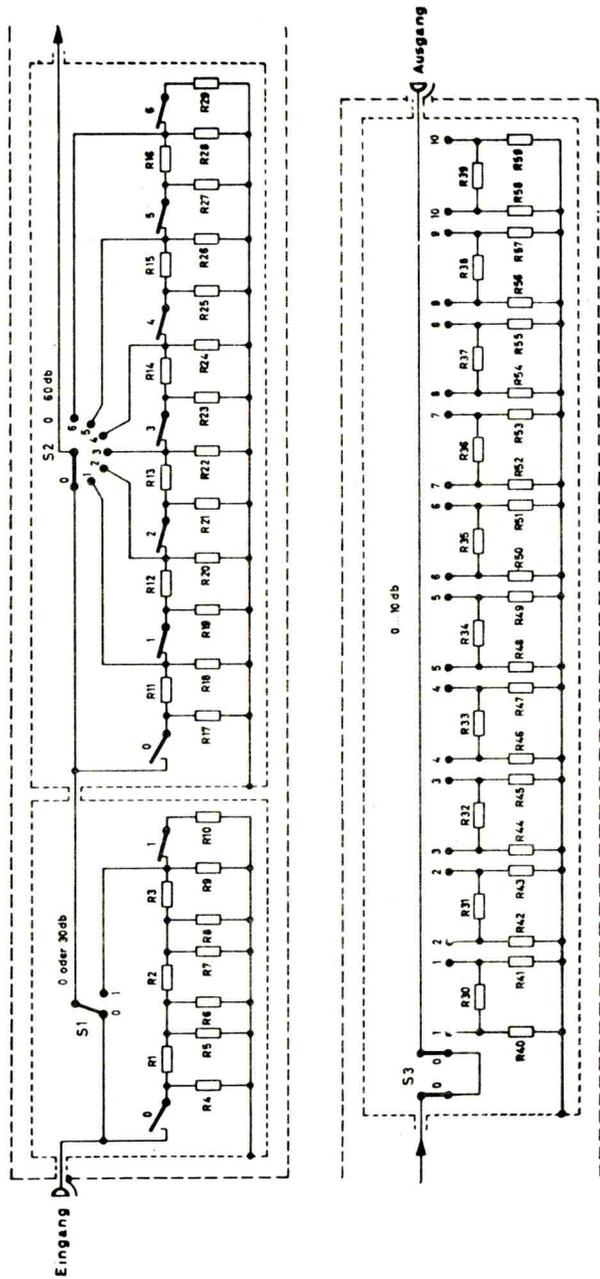


Bild 10. Stromlauf zur unsymmetrischen VHF-Eichleitung Type DPR BN 18042/50, 18042/60 und 18042/75

6 Schaltteilliste

(Kennzeichen nach Stromlauf)

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	bei Z =
R 1	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 2	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 3	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 4	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,5$ W 115,5 $\Omega/0,5$ W 144,5 $\Omega/0,5$ W	WF 96,2/0,5 WF 115,5/0,5 WF 144,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 5	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,25$ W 115,5 $\Omega/0,25$ W 144,5 $\Omega/0,25$ W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 6	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,25$ W 115,5 $\Omega/0,25$ W 144,5 $\Omega/0,25$ W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 7	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,25$ W 115,5 $\Omega/0,25$ W 144,5 $\Omega/0,25$ W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 8	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,25$ W 115,5 $\Omega/0,25$ W 144,5 $\Omega/0,25$ W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 9	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,25$ W 115,5 $\Omega/0,25$ W 144,5 $\Omega/0,25$ W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 10	Schichtwiderstand	50 $\Omega/0,25$ W 60 $\Omega/0,25$ W 75 $\Omega/0,25$ W	WF 50/0,25 WF 60/0,25 WF 75/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 11	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 12	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 13	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 14	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,25$ W 85,2 $\Omega/0,25$ W 106,7 $\Omega/0,25$ W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	bei Z →
R 15	Schichtwiderstand	71 Ω/0,25 W 85,2 Ω/0,25 W 106,7 Ω/0,25 W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	60 Ω 75 Ω
R 16	Schichtwiderstand	71 Ω/0,25 W 85,2 Ω/0,25 W 106,7 Ω/0,25 W	WF 71/0,25 WF 85,2/0,25 WF 106,7/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 17	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,5 W 115,5 Ω/0,5 W 144,5 Ω/0,5 W	WF 96,2/0,5 WF 115,5/0,5 WF 144,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 18	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 19	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 20	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 21	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 22	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 23	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 24	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 25	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 26	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 27	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 28	Schichtwiderstand	96,2 Ω/0,25 W 115,5 Ω/0,25 W 144,5 Ω/0,25 W	WF 96,2/0,25 WF 115,5/0,25 WF 144,5/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 29	Schichtwiderstand	50 Ω/0,25 W 60 Ω/0,25 W 75 Ω/0,25 W	WF 50/0,25 WF 60/0,25 WF 75/0,25	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 30	Schichtwiderstand	5,76 Ω/0,5 W 6,91 Ω/0,5 W 8,64 Ω/0,5 W	WF 5,76/0,5 WF 6,91/0,5 WF 8,64/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	bei Z
R 31	Schichtwiderstand	11,6 $\Omega/0,5$ W 13,92 $\Omega/0,5$ W 17,4 $\Omega/0,5$ W	WF 11,6/0,5 WF 13,92/0,5 WF 17,4/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 32	Schichtwiderstand	17,6 $\Omega/0,5$ W 21,12 $\Omega/0,5$ W 26,4 $\Omega/0,5$ W	WF 17,6/0,5 WF 21,12/0,5 WF 26,4/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 33	Schichtwiderstand	23,8 $\Omega/0,5$ W 28,56 $\Omega/0,5$ W 35,8 $\Omega/0,5$ W	WF 23,8/0,5 WF 28,56/0,5 WF 35,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 34	Schichtwiderstand	30,4 $\Omega/0,5$ W 36,42 $\Omega/0,5$ W 45,6 $\Omega/0,5$ W	WF 30,4/0,5 WF 36,42/0,5 WF 45,6/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 35	Schichtwiderstand	37,4 $\Omega/0,5$ W 44,82 $\Omega/0,5$ W 56,0 $\Omega/0,5$ W	WF 37,4/0,5 WF 44,82/0,5 WF 56,0/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 36	Schichtwiderstand	44,7 $\Omega/0,5$ W 53,7 $\Omega/0,5$ W 67,2 $\Omega/0,5$ W	WF 44,7/0,5 WF 53,7/0,5 WF 67,2/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 37	Schichtwiderstand	52,8 $\Omega/0,5$ W 63,42 $\Omega/0,5$ W 79,3 $\Omega/0,5$ W	WF 52,8/0,5 WF 63,42/0,5 WF 79,3/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 38	Schichtwiderstand	61,5 $\Omega/0,5$ W 73,86 $\Omega/0,5$ W 92,3 $\Omega/0,5$ W	WF 61,5/0,5 WF 73,86/0,5 WF 92,3/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 39	Schichtwiderstand	71 $\Omega/0,5$ W 85,2 $\Omega/0,5$ W 106,7 $\Omega/0,5$ W	WF 71/0,5 WF 85,2/0,5 WF 106,7/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 40	Schichtwiderstand	871 $\Omega/0,5$ W 1045 $\Omega/0,5$ W 1300 $\Omega/0,5$ W	WF 871/0,5 WF 1045/0,5 WF 1300/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 41	Schichtwiderstand	871 $\Omega/0,5$ W 1045 $\Omega/0,5$ W 1300 $\Omega/0,5$ W	WF 871/0,5 WF 1045/0,5 WF 1300/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 42	Schichtwiderstand	436 $\Omega/0,5$ W 524 $\Omega/0,5$ W 651 $\Omega/0,5$ W	WF 436/0,5 WF 524/0,5 WF 651/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 43	Schichtwiderstand	436 $\Omega/0,5$ W 524 $\Omega/0,5$ W 651 $\Omega/0,5$ W	WF 436/0,5 WF 524/0,5 WF 651/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 44	Schichtwiderstand	292,5 $\Omega/0,5$ W 351 $\Omega/0,5$ W 438,8 $\Omega/0,5$ W	WF 292,5/0,5 WF 351/0,5 WF 438,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 45	Schichtwiderstand	292,5 $\Omega/0,5$ W 351 $\Omega/0,5$ W 438,8 $\Omega/0,5$ W	WF 292,5/0,5 WF 351/0,5 WF 438,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 46	Schichtwiderstand	221 $\Omega/0,5$ W 265,5 $\Omega/0,5$ W 231,4 $\Omega/0,5$ W	WF 221/0,5 WF 265,5/0,5 WF 231,4/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	bei Z →
R 47	Schichtwiderstand	221 $\Omega/0,5$ W 265,5 $\Omega/0,5$ W 231,4 $\Omega/0,5$ W	WF 221/0,5 WF 265,5/0,5 WF 231,4/0,5	50 Ω 60 Ω
R 48	Schichtwiderstand	178 $\Omega/0,5$ W 214 $\Omega/0,5$ W 267,8 $\Omega/0,5$ W	WF 178/0,5 WF 214/0,5 WF 267,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 49	Schichtwiderstand	178 $\Omega/0,5$ W 214 $\Omega/0,5$ W 267,8 $\Omega/0,5$ W	WF 178/0,5 WF 214/0,5 WF 267,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 50	Schichtwiderstand	150,5 $\Omega/0,5$ W 180,7 $\Omega/0,5$ W 225,8 $\Omega/0,5$ W	WF 150,5/0,5 WF 180,7/0,5 WF 225,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 51	Schichtwiderstand	150,5 $\Omega/0,5$ W 180,7 $\Omega/0,5$ W 225,8 $\Omega/0,5$ W	WF 150,5/0,5 WF 180,7/0,5 WF 225,8/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 52	Schichtwiderstand	131 $\Omega/0,5$ W 157 $\Omega/0,5$ W 196,1 $\Omega/0,5$ W	WF 131/0,5 WF 157/0,5 WF 196,1/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 53	Schichtwiderstand	131 $\Omega/0,5$ W 157 $\Omega/0,5$ W 196,1 $\Omega/0,5$ W	WF 131/0,5 WF 157/0,5 WF 196,1/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 54	Schichtwiderstand	116,2 $\Omega/0,5$ W 139,6 $\Omega/0,5$ W 174,2 $\Omega/0,5$ W	WF 116,2/0,5 WF 139,6/0,5 WF 174,2/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 55	Schichtwiderstand	116,2 $\Omega/0,5$ W 139,6 $\Omega/0,5$ W 174,2 $\Omega/0,5$ W	WF 116,2/0,5 WF 139,6/0,5 WF 174,2/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 56	Schichtwiderstand	105 $\Omega/0,5$ W 126 $\Omega/0,5$ W 157,5 $\Omega/0,5$ W	WF 105/0,5 WF 126/0,5 WF 157,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 57	Schichtwiderstand	105 $\Omega/0,5$ W 126 $\Omega/0,5$ W 157,5 $\Omega/0,5$ W	WF 105/0,5 WF 126/0,5 WF 157,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 58	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,5$ W 115,5 $\Omega/0,5$ W 144,5 $\Omega/0,5$ W	WF 96,2/0,5 WF 115,5/0,5 WF 144,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
R 59	Schichtwiderstand	96,2 $\Omega/0,5$ W 115,5 $\Omega/0,5$ W 144,5 $\Omega/0,5$ W	WF 96,2/0,5 WF 115,5/0,5 WF 144,5/0,5	50 Ω 60 Ω 75 Ω
S 1	Teilerschalter		E 237/30	
S 2	Teilerschalter		E 237	
S 3	Teilerschalter		E 237/3	

Außer R 10 und R 29 haben alle Widerstände $\pm 1\%$ Toleranz
Sämtliche Widerstände mit nicht gewendelter Kohleschicht

Garantieverpflichtung

Wir übernehmen für Mängel, die in unseren Geräten als Folgen von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten,

1 JAHR GARANTIE,

und zwar nach Maßgabe der Ziffer 5 unserer Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

Ein Anspruch auf Wandlung oder Minderung ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung geht nach unserer Wahl auf Instandsetzung oder Ersatz des beanstandeten Werkstückes oder Werkstückteiles. Unsere Gewährspflicht wird nur dann ausgelöst, wenn ein Mangel uns unverzüglich, spätestens innerhalb einer Woche nach Kenntnis schriftlich mitgeteilt ist und wenn innerhalb einer Woche nach Aufforderung durch uns das Werkstück frachtfrei an unser Werk abgesandt ist. Die Rückfracht vom Werk geht ebenfalls zu Lasten des Bestellers. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung erlischt, wenn von dritter Seite Veränderungen an dem Werkstück vorgenommen werden.

Falls ein Garantieanspruch besteht, so bitten wir, unbedingt Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung sowie die Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7



