

Handbuch  
zum  
POLYSKOP

Type SWOB      BN 4244

R 6274  
459  
Bl. 1

119 R1

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 R 6274/459

1



B E I B L A T T

zu

Handbuch zum POLYSKOP Type SWOB BN 4244

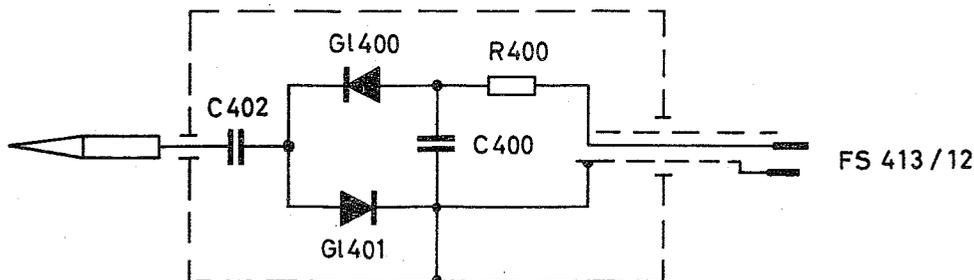
Ausgabe R 6274/459

bestimmt für die Geräte mit FNr. F 1401/1...100

- a) Die Verdrahtung der Teiler weicht vom Schaltbild dieses Handbuches ab. Der 1-db-Teiler und 10-db-Teiler sind in ihrer Reihenfolge vertauscht.
- b) Auf Blatt 69 unter „6.5 Mitgeliefertes Zubehör“ ist die Angabe „2 HF-Tastköpfe mit 2 Ersatzspitzen, R&S-Sachnummer E 415/1-18“ ersetzt durch  
 1 HF-Tastkopf BN 42444 (erdfrei, rot gekennzeichnet)  
 1 HF-Tastkopf BN 42443 (geerdet)  
 2 Ersatzspitzen.
- c) Auf Blatt 69 unter „Bestückung“ ist die Skalenlampe RL 163 ersetzt durch eine Glühlampe RL 215.
- d) Änderungen der Schalteilliste

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C126	Papierkondensator	0,1 $\mu$ F/250 V	CPK 100 000/250
C127	Keramikkondensator	2 pF	CCG 68/2
C128	Keramikkondensator	2 pF	CCG 68/2
C58	MP-Kondensator	0,5 $\mu$ F/4,8 kV	richtig
R32	Schichtwiderstand	200 $\Omega$ /1 W	WF 200/1
R128	Schichtwiderstand	20 M $\Omega$ /0,5 W	WF 20 M/0,5
R176	Schichtwiderstand	20 M $\Omega$ /0,5 W	WF 20 M/0,5
R264	entfällt	entfällt	entfällt

- e) Stromlauf zum HF-Tastkopf BN 42443



\* Beiblatt-Ausgabe R 7241/261

TAZ: Einheften zwischen Bl. 1 und Bl. 2

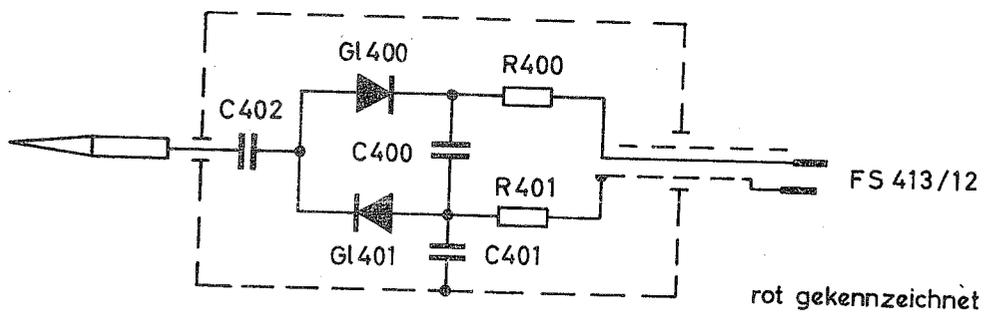
R 7241  
261  
Bl. 1  
(3 Bl.)



f) Schalteilliste zum HF-Tastkopf BN 42443

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C400	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C402	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
G1400	Germanium-Diode		GK 2501
G1401	Germanium-Diode		GK 2501
R400	Schichtwiderstand	12,5 k $\Omega$ /0,05 W	WF 12,5 k/0,05

g) Stromlauf zum HF-Tastkopf BN 42444



h) Schalteilliste zum HF-Tastkopf BN 42444

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C400	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C401	Keramikkondensator	2200 pF	CCG 91/2200
C402	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
G1400	Germanium-Diode		GK 2501
G1401	Germanium-Diode		GK 2501
R400	Schichtwiderstand	12,5 k $\Omega$ /0,05 W	WF 12,5 k/0,05
R401	Schichtwiderstand	30 $\Omega$ /0,05 W	WF 30/0,05

R 7241  
261  
Bl. 2



i) Auf Blatt 66 muß die Angabe

Frequenzgang . . . . .  $< 0,1 \text{ \%}/\text{MHz}$  bei Abschluß mit Z  
(EMK  $< 0,05 \text{ \%}/\text{MHz}$  Hub)

ersetzt werden durch

Frequenzgang der Ausgangs-  
spannung innerhalb der  
Teilfrequenzbereichsgrenzen . . . .  $< 0,1 \text{ \%}$  je MHz Hub bei Abschluß mit Z

Frequenzgang der EMK  
innerhalb der Teilfrequenz-  
bereichsgrenzen . . . . .  $< 0,05 \text{ \%}$  je MHz Hub

R 7241  
261  
Bl. 3

ROHDE & SCHWARZ • MÜNCHEN



# Inhaltsverzeichnis

	Blatt
<u>1</u> <u>Was ist das POLYSKOP</u> . . . . .	6
1.1    Kurze Funktionsbeschreibung . . . . .	6
1.2    Technische Daten des POLYSKOP . . . . .	8
<u>2</u> <u>Bedienung des POLYSKOP</u> . . . . .	10
2.1    Inbetriebnahme . . . . .	10
2.2    Interne Überprüfung, Kurzschlußmessung . . . . .	10
2.21   Kontrolle der EMK . . . . .	11
2.22   Messung der Ausgangsspannung ( $U_a$ ) . . . . .	12
2.23   Messung des Frequenzganges im Kurzschluß . . . . .	12
2.24   Darstellung von zwei Meßwerten . . . . .	13
2.3    Einstellen eines definierten Frequenzhubes . . . . .	13
2.4    Einblenden einer Fremdmarke . . . . .	14
2.5    NF-Modulationseingang . . . . .	14
2.6    Messung mit HF-Tastkopf . . . . .	14
2.7    Untersuchungen an Meßobjekten mit eingebauten Gleichrichtern . . . . .	15
2.8    Amplitudenmessung . . . . .	16
<u>3</u> <u>Anwendungsbeispiele</u> . . . . .	18
3.01   Messung an Einzelkreisen . . . . .	18
3.011    Einspeisung eines Meßobjektes . . . . .	18
3.012    Messung der Resonanzfrequenz . . . . .	18
3.013    Messung der Kreisgüte . . . . .	19
3.014    Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . .	19
3.02   Messung an Bandfiltern . . . . .	21
3.021    Meßaufbau und Einspeisung . . . . .	21
3.022    Messung der Bandbreite . . . . .	21
3.023    Einstellung der Bandfilterkopplung . . . . .	21
3.024    Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . .	23
3.025    Messung und Abgleich von mehrstufigen Zwischenfrequenzverstärkern . . . . .	23
3.03   Begrenzer und Diskriminator . . . . .	23
3.031    Begrenzer . . . . .	23
3.032    Diskriminator . . . . .	24
3.033    Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . .	24

R 6274  
459  
Bl. 2



	Blatt
3.04	Abgleich von Filtern . . . . . 25
3.041	Einspeisung des Meßobjektes . . . . . 26
3.042	Messung . . . . . 26
3.043	Auswertung der Messung . . . . . 26
3.044	Filterabgleich nach Muster . . . . . 27
3.045	Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . . 27
3.05	Messung der Stufenverstärkung . . . . . 27
3.06	Videoverstärker und Kettenverstärker . . . . . 28
3.061	Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . . 28
3.07	Frequenzbestimmung aktiver Zweipole . . . . . 29
3.071	Meßverfahren . . . . . 29
3.072	Meßanordnung . . . . . 29
3.08	Kontrolle der Frequenzeichung an Empfängern . . . . . 30
3.081	Meßverfahren . . . . . 30
3.09	Abgleich von Fernsehempfängerbaugruppen . . . . . 31
3.10	Messung an Antennenverstärkern . . . . . 31
3.11	Aufspüren schlechter Erdstellen und Erdschleifen . . . . . 31
3.111	Meßaufbau . . . . . 31
3.112	Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . . 32
3.12	Messungen an Kabeln, Kabelkupplungen und Abschlußwiderständen . . . . . 32
3.121	Meßverfahren und Meßaufbau . . . . . 34
3.122	Bestimmung des Z-Wertes . . . . . 35
3.123	Bestimmung der Dielektrizitätskonstante . . . . . 36
3.124	Ermittlung der Kabeldämpfung . . . . . 36
3.125	Beurteilung der Homogenität . . . . . 37
3.126	Messung mit fehlabgeschlossenem Kabel . . . . . 37
3.127	Ermittlung des Phasenwinkels des Reflexionsfaktors . . . . . 41
3.128	Möglichkeiten der Fehlmessung . . . . . 42
4	<u>Wie werden Fehlmessungen vermieden</u> . . . . . 43
4.1	Fehlmessung durch Einstellung eines zu großen Frequenzhubes . . . . . 44
4.2	Übersteuerung des Meßobjektes . . . . . 44
4.3	Fehlmessungen durch Klirrfaktor . . . . . 44
4.4	Brummschleifen, HF-Schleifen . . . . . 45

3 6274  
459  
31. 3



	Blatt
4.5 Fehler durch Übersteuerung der Anzeigeverstärker . . . . .	45
4.6 Fehler durch Fremdoszillatoreinstreuung . . . . .	46
4.7 Für folgende Messungen ist das POLYSKOP auf Grund seiner gesamten Konzeption ungeeignet . . . . .	46
 <u>Stichwortverzeichnis zur Funktionsbeschreibung</u> . . . . .	
5 <u>Funktionsbeschreibung</u> . . . . .	49
5.1 Senderteil . . . . .	49
5.2 Anzeigeteil . . . . .	56
5.3 Markengenerator . . . . .	61
5.4 Stromversorgung . . . . .	62
 6 <u>Datenblatt zum POLYSKOP mit Bestellbezeichnungen für Zubehör</u> . . . . .	
6.1 Eigenschaften des Senderteiles . . . . .	66
6.2 Eigenschaften des Empfangsteiles . . . . .	67
6.3 Eigenschaften des Anzeigeteiles . . . . .	68
6.4 Gemeinsame Daten . . . . .	69
6.5 Mitgeliefertes Zubehör . . . . .	69
6.6 Empfohlene Ergänzungen . . . . .	70
6.7 Bestellnummern der verschiedenen POLYSKOP-Ausführungen . . . . .	70
 7 <u>Wartung des POLYSKOP</u> . . . . .	
7.01 Bildröhre . . . . .	72
7.02 Bildröhrenwechsel . . . . .	72
7.03 Justieren des Ionenfallenmagneten . . . . .	73
7.04 Justieren der Bildlage . . . . .	73
7.05 Justierung der Fokusspule . . . . .	74
7.06 Auswechseln der übrigen Röhren im POLYSKOP . . . . .	74
7.07 Auswechseln der Transistoren . . . . .	74
7.08 Auswechseln der Beleuchtungslämpchen . . . . .	75
7.09 Auswechseln und Reinigen der Transparentscheibe . . . . .	75

R 6274  
459  
Bl. 4



	Blatt
7.10	Hinweise für den Betrieb . . . . . 75
7.101	Betrieb bei Netzunterspannung . . . . . 75
7.102	Überlastung der Oszillatorröhre . . . . . 76
<u>8</u>	<u>Reparatur des POLYSKOP</u> . . . . . 76
8.01	Einstellen der geregelten Anodenspannung . . . . . 76
8.02	Einstellen der geregelten Heizspannung . . . . . 76
8.03	Prüfung der Spannungswerte . . . . . 77
8.04	HF-Generatoren . . . . . 77
8.05	Einstellung der HF-Ausgangsspannung . . . . . 77
8.06	Ersatz der Meßdioden . . . . . 78
8.061	Regeldiode . . . . . 78
8.062	U <sub>a</sub> -Diode und HF-Eingangsmesskopf . . . . . 78
8.07	Nulllinienkorrektur . . . . . 79
8.08	Gleichheit der positiven und negativen Anzeige . . . . . 79
8.09	Markengenerator . . . . . 79
8.10	Einstellen der Bildbreite . . . . . 80
8.11	Einstellen der Austastphase . . . . . 80
8.12	Einstellung der Hublinearisierung . . . . . 80
<u>9</u>	<u>Grundlagen und Grenzen der Wobbel-Meßtechnik</u> . . . . . 83
9.1	Einleitung . . . . . 83
9.2	Sinusförmiger Frequenzablauf . . . . . 85
9.3	Gleichrichtung und Anzeige der Meßwerte . . . . . 87
9.4	Gleichrichter und Anzeigeverstärker mit zu geringer Bandbreite . . . . . 88
9.5	Auswirkung eines zu schnellen Frequenzablaufes auf die Messung . . . . . 90
9.6	Auswirkung eines Klirrfaktors der Meßfrequenz auf die Messung . . . . . 91
9.7	Verhalten von Dioden bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung . . . . . 93
<u>10</u>	<u>Schirmbildaufnahmen mit dem POLYSKOP</u> . . . . . 93
<u>11</u>	<u>Literaturverzeichnis</u> . . . . . 95
<u>12</u>	<u>Schaltteilliste</u> . . . . . 96
	<u>Garantieverpflichtung</u> . . . . . 118
	<u>Stromlauf</u> . . . . . 119

6274  
59  
1. 5



1 Was ist das POLYSKOP

1.1 Kurze Funktionsbeschreibung (hierzu Bild 1)

Das POLYSKOP ist eine Kombination der zur Bestimmung vieler Meßgrößen in Abhängigkeit von der Frequenz im Bereich zwischen 500 kHz und 400 MHz erforderlichen Meßgeräte in einem einzigen handlichen Meßplatz.

Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung eines zusammengestellten Meßplatzes mit dem POLYSKOP. Anhand dieser Abbildung können Sie am schnellsten beurteilen, welche Annehmlichkeiten das POLYSKOP Ihnen bietet.

Den M e B s e n d e r mit dem Frequenzbereich von 500 kHz bis 400 MHz, dessen EMK bei jeder Änderung der Meßfrequenz auf einen konstanten Wert ausgeregelt werden muß .....

enthält das POLYSKOP , jedoch wird Ihnen die Arbeit, die EMK ständig auf einen konstanten Wert auszuregeln, durch eine wirksame Regelautomatik abgenommen.

Der E i c h t e i l e r, mit dessen Hilfe Sie die Ausgangsspannung des Meßsenders auf einen gewünschten Wert abschwächen können .....

ist im POLYSKOP eingebaut. Mit ihm kann die Spannung zwischen 0 und -70 db in Stufen von 1 db und 10 db verändert werden (0 db bezogen auf 0,5 V<sub>eff</sub>).

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Durchgangskopf und eingebauter Meßdiode, welche den Verlauf der Eingangsspannung am Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz mißt .....

enthält ebenfalls das POLYSKOP , wodurch zahlreiche Meßfehler, die durch die Anschlußweise des Meßobjektes verursacht werden können, vermieden werden.

Ein R ö h r e n v o l t m e t e r mit Abschlußkopf, bzw. HF-Tastkopf, welches die Spannung nach dem Meßobjekt in Abhängigkeit von der Frequenz anzeigt .....

R 6274  
459  
31. 6



Auch ein solcher Abschlußwiderstand hoher Genauigkeit mit eingebauter Meßdiode ist im POLYSKOP vorhanden, wobei die Meßempfindlichkeit weit über derjenigen liegt, die normale Breitbandröhrenvoltmeter bieten.

Schließlich verfügt das POLYSKOP über verschiedene Frequenzmarken, die außer zur genauen Frequenzbestimmung auch für viele andere Zwecke sehr nützlich sind.

Alles, was Sie zur Durchführung einer exakten Messung im Hochfrequenz- und Videogebiet benötigen, ist im POLYSKOP eingebaut und das POLYSKOP schreibt Ihnen zwei Meßgrößen gleichzeitig und automatisch auf einen großen Bildschirm. Mit dem POLYSKOP bewältigen Sie viele Meßaufgaben in einem Bruchteil der für eine statische Messung notwendigen Zeit und Sie messen ebenso genau wie mit einem sorgsam zusammengestellten Meßplatz, wenn Sie einige, durch den automatischen Frequenzablauf bedingte Gesichtspunkte beachten.

Die Fragen, wie Sie mit Sicherheit Fehlmessungen erkennen und vermeiden können und für welche Messungen das POLYSKOP nicht geeignet ist, sind in den Absätzen 3 und 4 dieses Handbuches behandelt. Schließlich empfehlen wir Ihnen, im Anhang über die Grundlagen des Wobbelmeßverfahrens nachzulesen, wo das Wichtigste zusammengetragen wurde, um Ihnen den erfolgreichen Einsatz des POLYSKOP zu erleichtern.

## 1.2 Technische Daten des P O L Y S K O P (hierzu Bild 2)

In Bild 2 finden Sie die technischen Daten des POLYSKOP, wie sie den äußeren Anschlüssen und Bedienungsorganen des Gerätes zugeordnet sind. Weitere Angaben über die technischen Eigenschaften und das empfehlenswerte Zubehör enthält Absatz 5 und Absatz 6.

R 6274  
459  
Bl. 8



## 2 Bedienung des POLYSKOP

### 2.1 Inbetriebnahme

Das POLYSKOP ist im Werk auf 220 V Wechselspannung eingestellt. Zur Umstellung auf 115, 125 oder 235 V lösen Sie die vier Befestigungsschrauben an der Frontplatte und ziehen das Gerät vorsichtig aus dem Gerätstahlkasten. Über dem Netztransformator finden Sie den Spannungswähler. Für 220 und 235 V benötigen Sie eine Sicherung nach DIN 41571 für 1 A, für 115 und 125 V eine solche für 2 A.

Die Verbindung mit dem Netz erfolgt durch das mitgelieferte Netzkabel LK 333, über den an der Rückseite des Gerätes befindlichen Gerätestecker. Die Lage der Bedienungsorgane und Anschlüsse geht aus Bild 5 hervor.

Zum Einschalten wird der Netzschalter (14) nach oben umgelegt, die Kontrolllampe (15) zeigt durch Aufleuchten an, daß das Gerät unter Spannung steht. Nach etwa 1 Minute ist das Gerät betriebsbereit. Jetzt wird der Helligkeitsregler (10) so eingestellt, daß die vom Elektronenstrahl auf den Bildschirm geschriebene, horizontale Linie gut sichtbar erscheint. Mit dem Schärfenregler (12) wird die Bildschärfe optimal eingestellt. Bis zur völligen Erwärmung des Gerätes wird es erforderlich sein, die Schärfe mehrmals nachzustellen. Die Nulllinie des Oszillogramms kann mit dem Regler „Nulllinie“ (6) über den Bildschirm verschoben werden; normalerweise wird sie mit der in die Plexiglasscheibe eingravierten Nulllinie zur Deckung gebracht. Bei Schrägstellung der Nulllinie lesen Sie bitte unter Absatz 7 und 8 „Wartung und Reparatur“.

### 2.2 Interne Überprüfung, Kurzschlußmessung

Wir empfehlen Ihnen, sich vor Inbetriebnahme des Gerätes durch eine Kurzschlußmessung von dem einwandfreien Betriebszustand des POLYSKOP zu überzeugen.

R 6274  
459  
Bl. 10



## 2.21 Kontrolle der EMK

Die EMK des eingebauten Senders wird durch eine Regelautomatik unabhängig von der Frequenz konstant gehalten. Davon können Sie sich jederzeit überzeugen durch Anzeige des Spannungsverlaufs der EMK. Hierzu schließen sie den HF-Ausgang (9) mit einem Abschlußwiderstand von der Größe des Z-Wertes (50  $\Omega$ , 60  $\Omega$  oder 75  $\Omega$ ) ab. Es genügt auch, den Eichteiler auf mindestens -10 db zu schalten. Der Schalter  $Y_1$  (18) bleibt in Stellung „Aus“, der Schalter  $Y_2$  (19) wird auf „EMK“ gestellt. Wenn Sie den Bildhöhenregler  $Y_2$  (20) langsam nach rechts drehen, so erscheint auf dem Bildschirm der Verlauf der EMK in Abhängigkeit von der Frequenz. Bei maximalem Frequenzhub (Regler (3) und (4) ganz nach rechts) und in der Mittelstellung der Regler (1) und (2) (Mittelfrequenz) darf die EMK in keinem der fünf Frequenzbereiche einen wesentlichen Frequenzgang <sup>\*)</sup> aufweisen. In den Bereichen 50 bis 400 MHz sehen Sie zwei waagrechte Linien wie dies Bild 3 andeutet. Während des Oszillografenrücklaufes werden die HF-Oszillatoren ausgetastet, so daß ständig die Nullbezugslinie mit abgebildet wird.

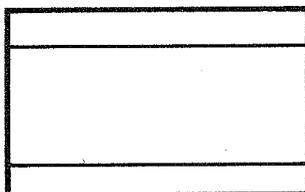


Bild 3.

Im Frequenzbereich 0,5...50 MHz sieht das Bild etwas anders aus. Der scharfe Einbruch auf der linken Bildhälfte ist durch die untere Grenzfrequenz des Bereiches von 0,5 MHz bedingt, auf der rechten Bildhälfte wirkt sich die obere Bereichsgrenze von ca. 55 MHz in einem Amplitudenabfall aus. (Bild 4)

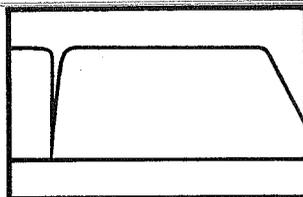


Bild 4.

Durch Betätigen der Regler (1) und (2) (Mittelfrequenz) sowie (3) und (4) (Frequenzhub) können Sie jeden beliebigen Teilfrequenzbereich innerhalb der vorgegebenen Bereichsgrenzen einstellen. Die Grobregler für

<sup>\*)</sup> < 0,1 %/MHz Hub

Mittelfrequenz (2) und Frequenzhub (3) sind mechanisch derart miteinander verkoppelt, daß fehlerhaftes Einstellen nicht möglich ist. Je nach Größe des eingestellten Frequenzhubes ist der Drehbereich des Mittelfrequenzreglers eingeengt. Überschreitungen der Bereichsgrenzen, die durch das im POLYSKOP angewandte Wobbelverfahren bedingt sind, werden dadurch sicher vermieden.

#### 2.22 Messung der Ausgangsspannung ( $U_a$ )

Hierzu ist es erforderlich, den HF-Ausgang (9) des POLYSKOP mit einem guten Abschlußwiderstand abzuschließen (z.B. Abschlußwiderstand Type RMD). Der Eichteiler (7) und (8) wird auf 0 db geschaltet und einer der beiden Betriebsartenschalter (18) oder (19) auf „ $U_a$ “. Auch hierbei darf kein wesentlicher Frequenzgang erkennbar sein, jedoch kann eine absolute Übereinstimmung der  $U_a$ -Anzeige mit derjenigen der EMK nicht gefordert werden, da gewisse Fehlerquellen in den Eichteilern und Kabelverbindungen des Gerätes unvermeidlich sind. Aus diesem Grunde finden Sie auch in den technischen Daten unterschiedliche Toleranzangaben für die Konstanz von EMK und  $U_a$ . Wenn Sie die Ausgangsspannung des POLYSKOP bei Stellung des Eichteilers auf -20 db messen, erkennen Sie in allen Bereichen, besonders deutlich jedoch im Bereich 0,5...50 MHz, eine gewisse Welligkeit in der Anzeige. Dies ist eine Folge des zwar geringen, aber doch bis zu max. 5 % vorhandenen Klirrfaktors der eingebauten Sender. Diodengleichrichteranordnungen, wie sie auch im POLYSKOP zur Anzeige verwendet werden, reagieren bei derart geringen HF-Spannungen besonders stark auf den im Meßsignal vorhandenen Klirrfaktor. Genaueres lesen Sie bitte unter Absatz 4.3 und 9.6.

#### 2.23 Messung des Frequenzganges im Kurzschluß

Durch die Messungen nach 2.21 und 2.22 haben Sie geprüft, daß die Sendeseite des POLYSKOP einwandfrei arbeitet. Es bleibt nun noch der HF-Eingangskopf auf der Empfangsseite, der mit seiner eingebauten Meßdiode den Verlauf der Ausgangsspannung des Meßobjektes anzeigen soll.

6274  
159  
31. 12



Verbinden Sie den HF-Ausgang (9) und den HF-Eingang (13) mit einem guten Kabel (ein solches gehört zum Lieferumfang des POLYSKOP). In der Stellung des Schalters  $Y_1$  (18) auf „HF“ und bei einer Eichteilerstellung auf 0 db dürfen die Abweichungen des Frequenzganges 5 % nicht überschreiten. Bei herabgesetzter Senderspannung (z.B. -20 db) können die Abweichungen aus dem unter 2.22 angeführten Grund jedoch größer sein.

#### 2.24 Darstellung von zwei Meßwerten

Werden beide Betriebsartenschalter bedient, so werden abwechselnd die beiden den Y-Verstärkern zugeführten Meßspannungen im 25-Hz-Rhythmus geschrieben, die Umtastung erfolgt durch den eingebauten Elektronenschalter. Beide Meßwerte erscheinen gleichzeitig auf dem Bildschirm. Bei Aus-Stellung eines Betriebsartenschalters wird der Elektronenschalter stillgelegt und ein Meßwert 50-mal in der Sekunde geschrieben.

#### 2.3 Einstellen eines definierten Frequenzhubes

Wollen Sie einen bestimmten Frequenzhub einstellen, so empfiehlt sich folgendes Verfahren:

Eingestellt soll werden ein Frequenzhub von 210 bis 216 MHz. Zuerst schalten Sie den Bereich 150...220 MHz ein und wählen als Frequenzmarkierung die 50-MHz-Marken. Bei vollem Frequenzhub erkennen Sie auf dem Bildschirm zwei Marken, die linke für 150 MHz, die auf der rechten Bildhälfte für 200 MHz. ~~Sie erniedrigen nun den Frequenzhub etwas, wobei die Marke für 200 MHz mit Hilfe des Grobreglers „Mittelfrequenz“ (2) auf den linken Bildrand verschoben wird. Jetzt schalten Sie auf 10-MHz-Markenspektrum um und finden so die Marken für 200, 210 und 220 MHz. Durch weiteres Erniedrigen des Hubes bringen Sie die 210-MHz-Marke auf die linke, die 220-MHz-Marke auf die rechte Bildseite. Nach Umschalten auf 1-MHz-Markenspektrum und weiteres Dehnen des Frequenzhubes begrenzen Sie den Frequenzhub auf das Band 210...216 MHz. Mit den Feinreglern für Frequenzhub (4) und Mittelfrequenz (1) können Sie nunmehr bequem die genaue Einstellung des gewünschten Hubbereiches vornehmen.~~

#### 2.4 Einblenden einer Fremdmarke

Zum Einblenden einer Fremdmarke benötigen Sie einen Meßsender, welcher an  $60 \Omega$  eine Spannung von ca.  $1 V_{\text{eff}}$  der gewünschten Frequenz liefern kann. Dessen Ausgangsspannung speisen Sie in den rückwärtigen Dezipfixanschluß des POLYSKOP ein. Durch Betätigen des Reglers Markenamplitude (23) bringen Sie die Fremdmarke in gewünschter Größe zur Abbildung. Bei Stellung des Frequenzmarkenschalters (22) auf „fremd“ erscheint nur die eingespeiste Fremdmarke, Sie können jedoch gleichzeitig 1-, 10- oder 50-MHz-Marken abbilden, wobei die Fremdmarke weiterhin sichtbar bleibt.

#### 2.5 NF-Modulationseingang

Für manche Zwecke ist es wünschenswert, die Ausgangsspannung des POLYSKOP zusätzlich amplitudenmodulieren zu können. Der hierfür erforderliche NF-Eingang befindet sich auf der Rückseite des POLYSKOP. Bis zu einer oberen Grenzfrequenz von 20 kHz kann die Ausgangsspannung des POLYSKOP amplitudenmoduliert werden, wobei Sie besonders beachten müssen, daß Sie bei einer Kurzschlußmessung diese Amplitudenmodulation mit Frequenzen über 7 kHz nicht mehr in voller Größe auf dem Bildschirm des POLYSKOP erkennen können, da der niederfrequente Amplitudengang der beiden Anzeigeverstärker nur bis 7 kHz reicht. Die Amplitudenmodulation gewinnt jedoch Bedeutung, wenn sie im Meßobjekt selbst oder in weiteren Hilfsgeräten in eine Meßgröße umgewandelt wird, deren Anzeige mit den Anzeigeverstärkern des POLYSKOP möglich ist.

#### 2.6 Messungen mit HF-Tastkopf

Die beiden zum POLYSKOP gehörigen HF-Tastköpfe zeichnen sich durch ihre geringe Eingangskapazität und hohe Empfindlichkeit aus. HF-Spannungen von wenigen Millivolt können auf dem Bildschirm des POLYSKOP in voller Bildhöhe aufgezeichnet werden. Achten Sie jedoch stets auf eine gute Erdverbindung des Tastkopfgehäuses in nächster Nähe der Meß-

6274  
159  
31. 14



stelle. Die beiden auswechselbaren Tastkopfspitzen sind **n i c h t** zum Anlöten an die Meßstelle geeignet, da bei starker Erwärmung die Trolituldeckscheibe des Tastkopfes Schaden erleidet. Zum Einlöten des Tastkopfes in die zu messende Schaltung entfernen Sie die Tastkopfspitze und befestigen mit einer M3-Schraube eine geeignete Lötflanke am Tastkopf. Die Tastköpfe sind gleichspannungssicher bis 500 V und arbeiten in Spannungsverdopplerschaltung.

Bei dem durch einen roten Ring gekennzeichneten Tastkopf ist der Fußpunkt der Gleichrichterschaltung über einen Kondensator mit dem Tastkopfgehäuse verbunden. Dieser Tastkopf ist in Bezug auf Brummschleifen weniger empfindlich, jedoch gibt es Fälle (je nach Meßaufbau), bei denen hierbei die HF-Erdungsverhältnisse undefiniert werden, was man daran erkennt, daß sich die Anzeige beim Berühren oder Verlagern des Tastkopfkabels verändert. Eine derartige Handempfindlichkeit darf auf keinen Fall belassen werden, da sie ein Zeichen für eine mögliche Fehlmessung ist. Versuchen Sie in diesen Fällen, durch Verwendung des zweiten Tastkopfes (ohne roten Ring) eine Abhilfe zu schaffen; bei diesem Tastkopf ist das Tastkopfgehäuse direkt mit dem Kabelmantel verbunden. Weitere Hinweise, wie Sie Fehlmessungen erkennen und verhindern können, finden Sie in Absatz 4.

## 2.7 Untersuchungen an Meßobjekten mit eingebauten Gleichrichtern

Empfänger und Zwischenfrequenzverstärker enthalten in den meisten Fällen bereits für die Demodulation der HF-Spannungen eingebaute Gleichrichter. ~~Die Ausgangsspannungen solcher, bereits im Meßobjekt eingebauter Gleichrichter können direkt über die NF-Eingänge der Anzeigeverstärker zur Anzeige gebracht werden.~~ Durch Zwischenschalten eines 100-k $\Omega$ -Widerstandes direkt an der Meßstelle halten Sie die Rückwirkungen auf die Gleichrichteranordnung gering. Wir empfehlen außerdem die Verwendung eines abgeschirmten Kabels zwischen Meßobjekt und NF-Eingang am POLYSKOP. Unter der Voraussetzung, daß der im Meßobjekt auf die Gleichrichterschaltung folgende Niederfrequenzverstärker eine untere Grenzfrequenz von mindestens 1 Hz hat (diese Voraussetzung ist nur selten gegeben), kann die im Meßobjekt verstärkte Gleichrichterspannung angezeigt werden.

R 6274  
459  
Bl. 15



Im allgemeinen wird jedoch eine Fehlmessung nur dann vermieden, wenn die Meßspannung **d i r e k t** am Gleichrichter des Meßobjektes abgenommen wird.

Je nach der Polarität der dem eingebauten Gleichrichter entnommenen Spannung wird der betreffende Betriebsartenschalter auf „Pos.“ oder „Neg.“ geschaltet. Die NF-Eingänge (16) und (17) des POLYSKOP sind gleichspannungssicher bis 500 V.

## 2.8 Amplitudenmessung

Die exakte Amplitudenauswertung der am POLYSKOP angezeigten Meßwerte kann **n i c h t** auf dem vorgegebenen Transparentmaßstab erfolgen.

Diodengleichrichteranordnungen, wie sie auch in den Meß- und Tastköpfen des POLYSKOP enthalten sind, sind nichtlineare Elemente. Vor allem bei kleinen HF-Spannungen ist der Zusammenhang zwischen HF-Spannung und Diodenrichtstrom nichtlinear. Es war daher nicht möglich, die Plexiglasschutzscheibe mit einem in db geeichten Amplitudenraster zu versehen. Vielmehr muß die Amplitudenmessung indirekt durch Vergleich mit definierten Pegeländerungen der Sendespannung erfolgen. Hiermit ist gewährleistet, daß die Nichtlinearität der zur Gleichrichtung verwendeten Diode, auch wenn sie bereits im Meßobjekt enthalten ist, ohne Einfluß auf die Meßgenauigkeit bleibt. Einen weiteren Vorteil hat das Verfahren der indirekten Amplitudenmessung insofern, als Übersteuerungen des Meßobjektes sofort erkannt werden.

Die im POLYSKOP eingebauten beiden Eichteiler (7) und (8) erlauben eine definierte Pegelabsenkung bis -70 db in Stufen von 1 db. So kann durch Einschalten eines bestimmten db-Wertes bei unveränderter Verstärkung des Anzeigeteils auf dem Bildschirm die Horizontale ermittelt werden, welche einer Pegelabsenkung auf den eingeschalteten Wert entspricht. Als Vergleichslinie kann zweckmäßigerweise die EMK-Anzeige auf die ermittelten Werte gestellt werden.

R 6274  
459  
Bl. 16



### 3 Anwendungsbeispiele

#### 3.01 Messung an Einzelkreisen (Messung der Resonanzfrequenz und Bandbreite)

Einzelresonanzkreise, die als Kopplungselemente zwischen zwei Verstärker-  
röhren liegen, werden am besten in der Meßanordnung untersucht, die aus  
Bild 6 zu ersehen ist.

#### 3.011 Einspeisung eines Meßobjektes

Hierzu verwenden Sie ein möglichst nicht zu langes Zuführungskabel mit  
offenem Ende, das Sie an das Gitter der ersten Verstärkerröhre anlöten.  
Bei diesen behelfsmäßigen Anschlüssen sollten Sie immer auf eine gute  
Anpassung achten. Hierfür verwenden Sie die Anzeige der Ausgangsspannung  
 $U_a$  in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem einen Strahl, das Meßergebnis  
betrachten Sie mit dem zweiten Strahl.

Die Welligkeit der  $U_a$  darf in dem für die Messung wichtigen Frequenz-  
bereich nicht mehr als 20 % schwanken. Sind die Schwankungen größer,  
so müssen Sie vor Beginn der Messung durch Kompensation des Eingangs-  
widerstandes am Gitter der ersten Verstärkerröhre (durch Kondensator  
oder kleine Spule) die Anpassung verbessern. Selbst wenn Sie am Gitter  
einen Widerstand des Z-Wertes angeschaltet haben, so können Sie nicht  
erwarten, daß bei dem endlichen Eingangswiderstand der Verstärkerröhre  
und deren Eingangskapazität eine exakte Anpassung vorhanden ist. Nur  
bei Bandbreiten unter etwa 2 MHz dürfte sich in den meisten Fällen eine  
Kompensation erübrigen, wenn das Zuführungskabel zum Meßobjekt kürzer  
als 1 m ist.

#### 3.012 Messung der Resonanzfrequenz

Zur Messung der Resonanzfrequenz genügt es in den meisten Fällen, wenn  
Sie den HF-Tastkopf in geringer Entfernung von der zu untersuchenden  
Kreisspule am Chassis befestigen. Sie können auch über einen kleinen  
Kondensator von ca. 0,5...1 pF an die Anode der Verstärkerröhre an-

R 6274  
459  
Bl. 18



koppeln. Hierbei bleibt die durch den Tastkopf verursachte Verstimmung und Bedämpfung des Schwingkreises so gering, daß Sie die tatsächliche Resonanzfrequenz und die tatsächliche Bandbreite messen können. Nur bei geringer Stufenverstärkung und großer Bandbreite des Schwingkreises wird ein direkter Anschluß des Tastkopfes erforderlich sein. Mit Hilfe der Frequenzmarken ermitteln Sie die Resonanzfrequenz des Schwingkreises.

### 3.013 Messung der Kreisgüte (Bandbreite)

Zur Messung der Kreisgüte schalten Sie den Eichteiler auf -3 db und können so die Ausgangsspannung des POLYSKOP um exakt 3 db absenken. Die sich hierbei ergebende Absenkung in der angezeigten Resonanzkurve fixieren Sie durch Einstellung der EMK-Anzeige auf den Spitzenwert der Resonanzkurve. Nach Zurückschalten des Eichteilers auf 0 db können Sie mit Hilfe der Frequenzmarken die obere und untere Frequenz ermitteln, bei welcher der 3-db-Abfall auftritt. Die Differenz der beiden ermittelten Frequenzen  $f_0 - f_u$  ergibt die Bandbreite  $\Delta f$ .

Die Kreisgüte errechnet sich aus der Resonanzfrequenz  $f$  und der Bandbreite  $\Delta f$

$$\text{Kreisgüte } Q = \frac{f}{\Delta f}$$

### 3.014 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bei Bandbreiten von Einzelkreisen  $< 50$  kHz verursacht unter Umständen der automatische Frequenzablauf mit 50-Hz-Sinusspannung einen Meßfehler sowohl hinsichtlich der Bandbreitemessung als auch hinsichtlich der Bestimmung der exakten Resonanzfrequenz. Hierüber lesen Sie bitte unter Absatz 4 und Absatz 9.5.

Achten Sie darauf, daß das Meßobjekt nicht übersteuert wird. Bei Einspeisung am Gitter einer Verstärkerröhre muß der Teilerschalter am POLYSKOP auf mindestens 10 db geschaltet werden.

R 6274  
459  
Bl. 19



### 3.02 Messung an Bandfiltern (Kopplungsfaktor und Bandbreite)

Für die Messung und den Abgleich von Bandfiltern, welche als Koppel-elemente zwischen zwei Verstärkerstufen geschaltet sind, erweist sich die Möglichkeit der gleichzeitigen Anzeige zweier Meßgrößen mit dem POLYSKOP als besonders nützlich.

#### 3.021 Meßaufbau und Einspeisung

Der empfehlenswerte Meßaufbau ist in Bild 7 skizziert. Über ein möglichst kurzes Kabel mit offenem Ende wird die erste Verstärkerröhre angeschlossen, wobei hinsichtlich der Anpassung die gleichen Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen wie bei der Messung an Einzelkreisen (vgl. Absatz 3.01).

#### 3.022 Messung der Bandbreite

Hierzu wird der HF-Tastkopf an den Ausgang des Bandfilters über einen Kondensator von 0,5...1 pF geschaltet. Die folgende Verstärkerröhre bleibt im Gerät in Betrieb, damit deren Eingangswiderstand und Eigenkapazität in die Messung mit einbezogen werden. Verringert man mit dem Eichteiler die Ausgangsspannung des POLYSKOP um 3 db, so kann die Bandbreite des Filters wie beim Einzelkreis gemessen werden.

#### 3.023 Einstellung der Bandfilterkopplung

Hierzu wird der zweite HF-Tastkopf an den Eingang des Bandfilters ebenfalls wieder über einen kleinen Kondensator angekoppelt, und Sie erhalten nunmehr die gleichzeitige Anzeige zweier Spannungsverläufe. Bei exakt kritischer Kopplung muß die Einsattelung, welche bei der Filtermittenfrequenz am Eingang des Filters gemessen wird, gegenüber dem maximalen Überhöhungen an den Filtergrenzen genau um 50 % tiefer liegen. Außerdem sollen die beiden Höcker gleiche Höhe aufweisen. Das ist nur dann der Fall, wenn keinerlei Rückwirkung im Meßobjekt vorhanden ist.

3 6274  
159  
31. 21



### 3.024 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bandfilter, deren Flankensteilheit von 10 % auf 100 % der Amplitude innerhalb von < 20 kHz verläuft, können mit dem POLYSKOP nicht exakt gemessen werden. Hierzu lesen Sie wiederum nach unter Absatz 4 und Absatz 9.5.

Achten Sie weiter auf eine mögliche Übersteuerung des Meßobjektes durch eine zu hohe Ausgangsspannung des POLYSKOP (eine Mindestdämpfung von 10 db ist zu empfehlen).

### 3.025 Messung und Abgleich von mehrstufigen Zwischenfrequenzverstärkern

Mehrstufige Verstärker mit Bandfilterkopplung können in gleicher Weise mit dem POLYSKOP abgeglichen und gemessen werden, wobei die Möglichkeiten einer Fehlmessung mit der zunehmenden Versteilerung der Filterflanken bei Einsatz mehrerer Bandfilter anwachsen (siehe Absatz 4 und 9.5).

## 3.03 Begrenzer und Diskriminator

### 3.031 Begrenzer

Die am Anodenkreis eines Begrenzers auftretende HF-Spannung kann mit einem der HF-Tastköpfe bei schwacher Ankopplung über 0,5...1 pF angezeigt werden. Durch Veränderung der Ausgangsspannung am POLYSKOP mit Hilfe des eingebauten Eichteilers können Sie erkennen, in welchen Bereichsgrenzen die Amplitude am Begrenzerkreis unverändert bleibt.

Die sich bei einem gewöhnlichen Begrenzer am Gitterableitwiderstand der Begrenzerröhre ausbildende negative Spannung kann über einen Entkopplungswiderstand > 100 k $\Omega$  auf dem zweiten Strahl des POLYSKOP gleichzeitig betrachtet werden. Durch diese gleichzeitige Darstellung der beiden Spannungsverläufe wird die Arbeitsweise des Begrenzers besonders anschaulich sichtbar.

6274  
59  
1. 23



### 3.032 Diskriminator

Diskriminatoren enthalten die Gleichrichteranordnung bereits eingebaut. Zur Messung eines Diskriminators wird die gleichgerichtete Diskriminatorspannung über einen Entkopplungswiderstand  $> 100 \text{ k}\Omega$  direkt am Diskriminator abgenommen und auf dem POLYSKOP angezeigt. Da die Kurve eines Diskriminators symmetrisch verläuft, ist die Nulllinie am POLYSKOP in die Bildmitte einzustellen.

Besonders aufschlußreich ist die zusätzliche Betrachtung der Durchlaßkurve des vorgeschalteten ZF-Verstärkers vor dem ersten Begrenzer. Sie sehen hierbei genau, ob der Diskriminator auf die Bandmitte des ZF-Bereichs eingestellt ist. Durch Verändern der Ausgangsspannung am POLYSKOP prüfen Sie, ob die Diskriminatorkennlinie im ganzen Pegelbereich unverändert bleibt. Bei dieser Messung wird gleichzeitig das ordnungsgemäße Arbeiten aller Begrenzerstufen mit erfaßt.

### 3.033 Möglichkeiten der Fehlmessung

Der Sender des POLYSKOP wird während des Oszillografenrücklaufes ausgetastet. Auf Grund der hohen Verstärkung eines Zwischenfrequenzverstärkers mit Begrenzern und Diskriminator wird bei Abwesenheit einer Eingangsspannung (während der Senderaustastung) ein starkes Rauschen am Diskriminator auftreten. Dies kann Ursache dafür sein, daß die Diskriminatorkurve auf dem Bildschirm unregelmäßig auf- und abspringt. Eine Verfälschung des Meßergebnisses kann hierdurch jedoch nicht auftreten.

Bei schmalen ZF-Verstärkern und Diskriminatoren (Bandbreite  $< \text{ca. } 100 \text{ kHz}$ ) sind Fehlmessungen auf Grund des automatischen Frequenzablaufes möglich. (Vergleichen Sie die Ausführungen unter Absatz 9.5).

Werden Verstärkerstufen mit dem POLYSKOP durchgemessen, deren mittlerer Anodenstrom in Abhängigkeit von der Aussteuerung schwankt, was in besonderem Maße bei Begrenzern der Fall ist, so können Fehlmessungen in der Frequenzganganzeige in Form einer Dachschräge auftreten. Im allgemeinen sind die Verblockungen der Anoden-, Schirmgitter- und Katodenwiderstände so bemessen, daß sie für den Frequenzbereich des Gerätes einen genügenden Kurzschluß darstellen. Nachdem der Frequenzablauf bei POLYSKOP mit 50 Hz

R 6274  
459  
Bl. 24



durchgeführt wird, ist in vielen Fällen die Verblockung nicht ausreichend, um ein Schwanken der Betriebsspannungen zu verhindern. Durch das Schwanken der Betriebsspannungen im 50 Hz-Rhythmus wird in gleichem Maße der Verstärkungsgrad der Stufen geändert, so daß Fehlmessungen unvermeidlich sind. Das Schwanken der Betriebsspannungen kann mit dem POLYSKOP direkt angezeigt werden.

Als allgemeiner Grundsatz kann gelten:

Verstärkerstufen, die nicht im A-Betrieb arbeiten, also in Abhängigkeit von der Aussteuerung unterschiedliche Ströme ziehen, müssen so verblockt werden, daß die Verblockungszeitkonstante entweder  $> 10^{-1}$  oder  $< 10^{-4}$  ist. Im einen Falle ist die Verblockung gegenüber 50 Hz genügend groß, im zweiten Fall ist sie gegen 50 Hz vernachlässigbar klein. Entsprechen die Zeitkonstanten keiner der beiden Bedingungen, so müssen sie für die Messung durch Parallelkondensatoren entsprechend erhöht werden.

Selbstverständlich erübrigt sich eine solche Maßnahme bei Messungen an Objekten, die unabhängig von der Aussteuerung konstante Stromverhältnisse haben (A-Betrieb). Hier können nur Fehlmessungen bei einer Übersteuerung einzelner Stufen auftreten, womit dann kein reiner A-Betrieb mehr gegeben ist.

### 3.04 Abgleich von Filtern

Mit dem POLYSKOP können Sie passive Elemente (Tiefpaß-, Bandpaß- und Hochpaßfilter) abgleichen und messen, wobei die Möglichkeit des gleichzeitigen Beobachtens von Eingangswiderstand und Durchlaßdämpfung gegeben ist.

R 6274  
459  
31. 25



### 3.041 Einspeisung des Meßobjektes

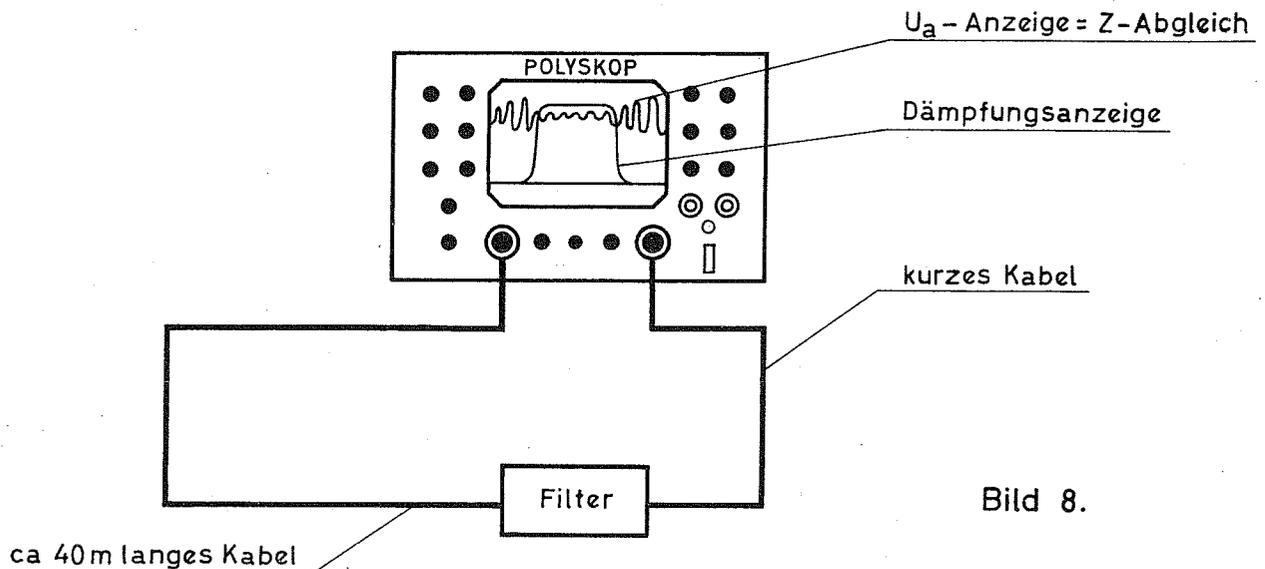


Bild 8.

Das zu messende Filter wird laut obenstehender Skizze (Bild 8) an den HF-Ausgang und den HF-Eingang des POLYSKOP angeschlossen. Wollen Sie neben der Durchlaßdämpfung gleichzeitig den Eingangswiderstand betrachten, so müssen Sie das Meßobjekt über ein hochwertiges, mindestens 30 m langes Meßkabel anschließen. (Ein solches Kabel kann auf Anforderung passend zum POLYSKOP für verschiedene Wellenwiderstände geliefert werden. Näheres hierüber finden Sie in der Zusammenstellung der Daten und des Zubehörs unter Absatz 6.6)

### 3.042 Messung

Durch die gleichzeitige Kontrolle des Eingangswiderstandes (siehe Absatz 3.126) und des Dämpfungsverlaufes des Meßobjektes erreichen Sie beim Abgleich in denkbar kurzer Zeit optimale Werte.

### 3.043 Auswertung der Messung

Über die Messung des Eingangsreflexionsfaktors und die hierbei erreichten Meßgenauigkeiten sind unter dem Absatz 3.12 „Kabelmessung“ genaue Angaben zu finden.

R 6274  
459  
Bl. 26



### 3.044 Filterabgleich nach Muster

Durch die Zweistrahlanzeige ist das POLYSKOP in besonderem Maße geeignet für einen Abgleich von Meßobjekten nach einem abgeglichenen Muster in der Serienfertigung.

Muster und Prüfling werden hierzu über ein Verzweigungsstück mit  $3 \times 20 \Omega$  gleichzeitig an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Wird zum Anschluß ein hochwertiges langes Meßkabel verwendet, so ist es auch möglich, genügend genau den Eingangswiderstand des Prüflings abzugleichen. Der Abgleich des Prüflings wird so weit vorgenommen, bis die beiden angezeigten Kurven der Durchlaßdämpfungswerte weitgehend zur Deckung kommen. Durch Umschalten eines der beiden Anzeigeverstärker auf Anzeige der Ausgangsspannung  $U_a$  wird der korrekte Eingangswiderstand gemessen.

### 3.045 Möglichkeiten der Fehlmessung

Extrem steile Filterflanken können mit dem POLYSKOP nicht genau aufgelöst werden. Hierbei ist die Steilheit der Flanke maßgebend, jedoch nicht die Bandbreite des Filters. Ein Tiefpaßfilter, welches z.B. bei 10 MHz einen extrem steilen Abfall hat, kann bei einem Frequenzhub von 10 MHz nicht gemessen werden. Unter Umständen ist es jedoch möglich, den Amplitudenabfall bei 10 MHz durch Verringern des Frequenzhubs getrennt zu beurteilen, wenn der Amplitudenabfall nicht steiler als 20 kHz für den Abfall von 100 % auf 10 % ist (siehe Absatz 4 und Absatz 9.5).

### 3.05 Messung der Stufenverstärkung

Soll die Verstärkung einer Stufe gemessen werden, so wird einer der beiden HF-Tastköpfe zuerst an die Anode der Röhre angekoppelt. Dann werden bei höchster Verstärkung des Anzeigeteiles die beiden Eichteiler des POLYSKOP so weit heruntergeschaltet, daß gerade volle Bildhöhe angezeigt wird. Ohne nun die Einstellung der Verstärkung auf der Anzeigeseite zu verändern, koppeln Sie den gleichen Tastkopf in gleicher Weise an das Gitter der Verstärkerstufe. Nunmehr schalten Sie den Eichteiler



so weit zurück, bis die Amplitudenanzeige auf dem Bildschirm den gleichen Wert hat. Die hierbei notwendige Änderung der Ausgangsspannung am POLYSKOP entspricht exakt dem Verstärkungsfaktor der untersuchten Stufe. Mit den beiden eingebauten Eichteilern ist durch diese Art der Vergleichsmessung eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen.

### 3.06 Videoverstärker und Kettenverstärker

Für die Messung von Videoverstärkern ist der unterste Frequenzbereich von 0,5...50 MHz besonders wegen des großen einstellbaren Frequenzhubes geeignet. Sie können hierbei nicht nur in dem Frequenzband, für dessen Übertragung der Videoverstärker ausgelegt ist, die Amplitudenabhängigkeit von der Frequenz messen, Sie erkennen auch leicht, wenn außerhalb des Übertragungsbereiches bei höheren Frequenzen nochmals Resonanzstellen auftreten. Diese Resonanzstellen sind im allgemeinen durch ungeeignete Koppelkondensatoren oder mangelhafte Verblockung zu erklären und sind oftmals Anlaß zu unerklärlichem Überschwingen bei der Betrachtung der Einschwingvorgänge.

Für die Messung von Kettenverstärkern ist es von besonderer Bedeutung, daß beim Umschalten des POLYSKOP von einem Frequenzbereich auf den folgenden die Ausgangsspannung unverändert den gleichen Wert behält. Im Grenzfall können Sie die Amplitudenabhängigkeit eines Kettenverstärkers von 0,5...400 MHz in fünf Teilbereichen untersuchen.

#### 3.061 Möglichkeiten der Fehlmessung

Videoverstärker und Kettenverstärker stellen aktive Vierpole mit Tiefpaßeigenschaften dar. Da sie nichtlineare Elemente in Form der Verstärkerröhren enthalten, kann durch Übersteuerung oder durch falsche Dimensionierung ein Klirrfaktor der übertragenen Frequenzen auftreten. Über die Auswirkung dieses Klirrfaktors, der vom Sender her grundsätzlich bis zu 5 % vorhanden sein kann, jedoch ebenso auch im Meßobjekt verursacht sein kann, lesen Sie bitte ausführlich unter Absatz 9.6.

R 6274  
459  
Bl. 28



### 3.07 Frequenzbestimmung aktiver Zweipole

#### 3.071 Meßverfahren

Die Frequenzmarken im POLYSKOP werden durch Schwebungsbildung der Senderfrequenz des POLYSKOP-Senders mit den Spektrallinien des Marken-generators gewonnen. Wird in den HF-Ausgang des Gerätes die Ausgangs-frequenz eines zu prüfenden Meßsenders eingespeist, so entsteht in gleicher Weise durch Schwebung eine Frequenzmarke, die in ihrer Lage mit den im Gerät erzeugten Marken verglichen werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die Eichung von Meßsendern, bei denen z.B. ein Röhrenwechsel vorgenommen wurde, zu überprüfen. Die Genauigkeit ist, entsprechend der Genauigkeit der im POLYSKOP eingebauten Quarznormale, zwar nicht sehr hoch (ca  $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ ), sie wird jedoch in vielen Fällen für den beabsichtigten Zweck ausreichen.

#### 3.072 Meßanordnung

Liegt die Ausgangsspannung des zu prüfenden Meßsenders in der Größen-ordnung von  $1 V_{\text{eff}}$ , so kann sie dem rückwärtigen Fremdoszillatoreingang des POLYSKOP zugeführt und so in normaler Weise eine Fremdmarke zur Anzeige gebracht werden. In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 1 bzw. 10 MHz werden interne Frequenzmarken sichtbar gemacht und mit der erscheinenden Fremdmarke in ihrer Lage verglichen. Beim langsamen Durchdrehen des zu prüfenden Meßsenders sind die Punkte der Frequenzüber-einstimmung der Fremdfrequenz mit einer Spektrallinie der Eigenmarken durch eine über das ganze Schirmbild erscheinende NF-Schwebung sicher zu erfassen.

Bei geringeren Ausgangsspannungen des Meßobjektes muß dessen Ausgangs-spannung in den HF-Ausgang des POLYSKOP eingespeist werden. Gemessen wird die Ausgangsspannung  $U_a$  auf einem der beiden Anzeigeverstärker bei einer Eichteilerstellung von -20 db. Der Frequenzvergleich erfolgt in gleicher Weise wie oben angegeben.

R 6274  
459  
Bl. 29



Soll ein Empfängeroszillator auf einen bestimmten Durchstimmbereich abgeglichen werden, so wird der Frequenzhub des POLYSKOP so eingestellt, daß das Gesamtband, in welchem der Oszillator arbeiten soll, zur Abbildung kommt. Beim Verstimmen des Oszillators sieht man die durch seine Frequenz erzeugte Schwebung wie auf einer Skala über den Bildschirm wandern und kann bequem die Abstimmung auf den geforderten Durchstimmbereich vornehmen.

### 3.08 Kontrolle der Frequenzeichung an Empfängern

#### 3.081 Meßverfahren

Am rückwärtigen Eingang zur Fremdmarkenerzeugung des POLYSKOP kann ein Frequenzspektrum von 1...400 MHz entnommen werden und zur Kontrolle der Frequenzeichung von Empfängern in diesem Bereich dienen.

In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 1 MHz beträgt die Ausgangsspannung an dieser Stelle bei

30 MHz . . . . .	3	mV
100 MHz . . . . .	2	mV
200 MHz . . . . .	0,8	mV
300 MHz . . . . .	0,2	mV
400 MHz . . . . .	0,1	mV

In der Stellung des Frequenzmarkenschalters auf 10 MHz beträgt die Ausgangsspannung bei

30 MHz . . . . .	30	mV
100 MHz . . . . .	3	mV
200 MHz . . . . .	2	mV
300 MHz . . . . .	1	mV
400 MHz . . . . .	0,5	mV

Diese Angaben stellen nur ungefähre Werte dar, sie können von Gerät zu Gerät unterschiedlich sein.

Die Genauigkeit der im POLYSKOP eingebauten Quarze ist ca.  $1 \cdot 10^{-4}$ , gemessen bei 20°C Umgebungstemperatur und einem  $T_k$  von  $1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , wodurch die erreichbare Meßgenauigkeit begrenzt ist.

R 6274  
459  
Bl. 30



### 3.09 Abgleich von Fernsehempfängerbaugruppen

Folgende Messungen können Sie beim Abgleich und bei der Überprüfung von Fernsehempfängern durchführen:

- a) Abgleich des Eingangstuners in allen Kanälen des Bandes I und III.
- b) Abgleich des ZF-Verstärkers (Bild-ZF-Verstärker)
- c) Abgleich des Intercarrier-Tonteiles (ZF-Teil, Begrenzer, Diskriminator)
- d) Abgleich des Videoverstärkers bis zum Bildröhrenanschluß
- e) Überalleskontrolle vom VHF-Eingang bis zum Bildröhrenanschluß bei gleichzeitiger Betrachtung von Videocharakteristik und Diskriminatorkennlinie.

### 3.10 Messung an Antennenverstärkern

Bei der Entwicklung und Fertigung von Antennenverstärkern ist die Möglichkeit, breiteste Frequenzbänder mit einem einzigen Gerät erfassen zu können, von besonderem Vorteil. Hierdurch werden die Messungen an kombinierten Verstärkeranlagen für Rundfunk-, Kurzwellen, Ultrakurzwellen- und Fernsehband in kürzester Zeit durchgeführt.

### 3.11 Aufspüren schlechter Erdstellen und Erdschleifen

Die zum POLYSKOP gehörigen HF-Tastköpfe eignen sich wegen ihrer hohen Empfindlichkeit sehr gut für Untersuchungen auf schlechte Erdverbindungen oder Erdschleifen.

#### 3.111 Meßaufbau

Das Meßobjekt wird wie zur Messung seines Amplitudenganges in gewöhnlicher Weise an das POLYSKOP angeschlossen. Mittelfrequenz und Frequenzhub werden so eingestellt, daß der gesamte Übertragungsbereich des Meßobjektes erfaßt wird.

R 6274  
459  
Bl. 31



Mit dem HF-Tastkopf kann nun z.B. durch Messung an verschiedenen Durchführungs- oder Verblockungselementen im Innern des Meßobjektes geprüft werden, ob diese Stellen tatsächlich „kalt“ sind, d.h. daß an ihnen keinerlei Hochfrequenzspannungen stehen, die unter Umständen zur Schwingneigung führen können. Mangelhafte Verblockung in mehrstufigen Hochfrequenz- oder Zwischenfrequenzverstärkern führt bekanntlich dazu, daß beim Abgleichvorgang die vorher errechnete Durchlaßcharakteristik nicht erreicht werden kann, daß die Verstärkung einzelner Stufen zu hoch ist oder daß im Grenzfall die Schaltung schwingt.

Die gleichen Erscheinungen können jedoch auch durch schlechte Wahl der Erdstellen verursacht sein. Auf einer nur wenige Zentimeter langen Erdleitung können sich unter Umständen bereits erhebliche HF-Spannungsabfälle in der Größenordnung von mehreren Millivolt ergeben. Sind Erdverbindungen verschiedener Schaltungselemente über die gleiche Erdleitung geführt, so kann durch Schleifenbildung ein fehlerhaftes Arbeiten der Schaltung auftreten. Durch Messung der HF-Spannungsabfälle zwischen den fraglichen Erdpunkten werden solche Fehler schnell erkannt.

### 3.112 Möglichkeiten der Fehlmessung

Bei allen Messungen mit den HF-Tastköpfen ist unbedingt auf eine gute Erdverbindung des Tastkopfgehäuses mit der Masse des Meßobjektes zu achten. Nur so kann mit Sicherheit die zwischen Tastkopfspitze und Tastkopfgehäuse auftretende HF-Spannung gemessen werden.

### 3.12 Messungen an Kabeln, Kabelkupplungen und Abschlußwiderständen

Zum besseren Verständnis der nachfolgend beschriebenen Meßverfahren wollen wir einige grundlegende Betrachtungen anstellen.

Wenn wir den Eingangswiderstand eines nicht abgeschlossenen Hochfrequenzkabels in Abhängigkeit von der Frequenz messen, so stellen wir fest, daß dieser bei ganz bestimmten Frequenzen nahezu Null und bei anderen Frequenzen nahezu Unendlich wird. Über dem Frequenzmaßstab aufgetragen, erhalten wir folgendes Bild. (Bild 9)

R 6274  
459  
Bl. 32



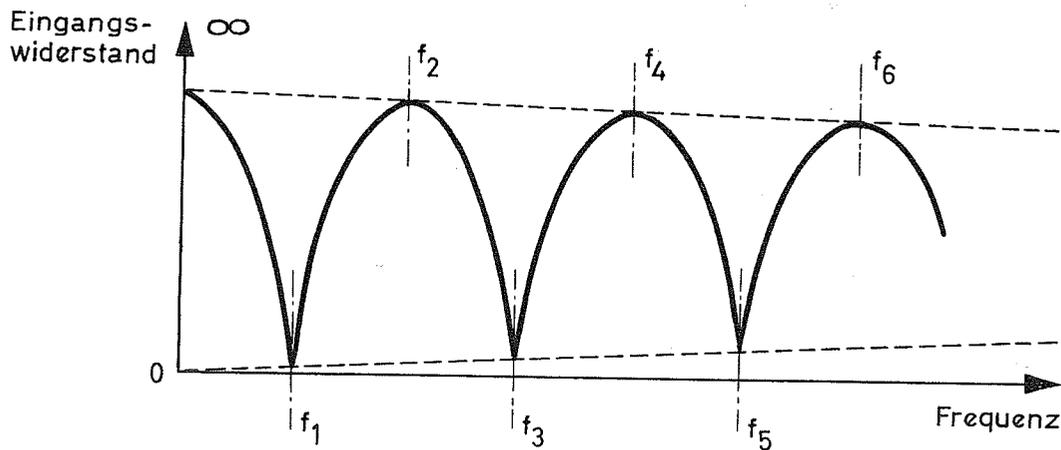


Bild 9.

Bei der Frequenz Null, d.h. bei Gleichstrom, ist der Eingangswiderstand nahezu Unendlich, er hat seinen endlichen Wert auf Grund der Isolations-Verluste zwischen Innenleiter und Kabelmantel. Mit steigender Frequenz nimmt der Eingangswiderstand ab und erreicht bei der Frequenz  $f_1$  ein Minimum. Auf Grund der dielektrischen Verluste messen wir einen Wert, der Null nicht erreicht. Mit steigender Frequenz erreichen wir ein zweites Maximum bei  $f_2$ , wobei die Frequenz  $f_2$  genau den zweifachen Wert von  $f_1$  hat. Bei allen ganzzahligen Vielfachen von  $f_1$  messen wir Maxima bzw. Minima des Eingangswiderstandes. Wir stellen dabei fest, daß mit höheren Frequenzen die Maxima und Minima nicht mehr die gleichen Werte wie bei tiefen Frequenzen erreichen. Dies liegt darin begründet, daß die Dielektrizitätsverluste frequenzabhängig sind und mit steigender Frequenz höher werden.

Wiederholen wir die gleiche Messung, jedoch mit kurzgeschlossenem Kabelende, so messen wir bei Frequenz Null einen endlich kleinen Widerstand, bedingt in erster Linie durch den ohm'schen Widerstand des Kabelinnenleiters. Bei der Frequenz  $f_1$ , bei welcher wir vorher einen minimalen Widerstand gefunden haben, erhalten wir jetzt ein Maximum. Minima und Maxima sind bei gleichem Frequenzabstand lediglich umgekehrt worden.

Bei welcher Frequenz  $f_1$  wir bei nichtabgeschlossenem Kabel das erste Minimum finden, hängt ab von der elektrischen Länge des Kabels, wobei die elektrische Länge des Kabels sich aus seiner mechanischen Länge unter Berücksichtigung der Dielektrizitätskonstante des Materials zwischen Innenleiter und Kabelmantel errechnen läßt. Durch Bestimmung der Fre-

R 6274  
459  
Bl. 33



quenz  $f_1$ , oder auch der Frequenzdifferenz z.B. zwischen  $f_8$  und  $f_9$ , können wir bei bekannter mechanischer Kabellänge die Dielektrizitätskonstante oder auch umgekehrt aus der bekannten Dielektrizitätskonstante die mechanische Kabellänge errechnen.

Schließen wir das Kabel mit seinem Wellenwiderstand  $Z$  ab, so messen wir in Abhängigkeit von der Frequenz stets den gleichen Eingangswiderstand  $Z$ . In der Praxis wird der Widerstandswert jedoch um kleine Beträge vom  $Z$ -Wert nach oben und nach unten abweichen. Der Grund hierfür ist die bei der Kabelherstellung nicht ganz zu vermeidende Toleranz des Abstandes zwischen Innen- und Außenleiter, sowie ebenfalls nicht ganz zu vermeidende, geringe Inhomogenitäten des Dielektrikums.

Die in Abhängigkeit von der Frequenz noch auftretende Restwelligkeit des Eingangswiderstandes ist daher ein Maß für die Güte des Kabels, das heißt für die Homogenität seiner mechanischen und elektrischen Eigenschaften.

Schließen wir nun ein solches Kabel mit dem Wellenwiderstand  $Z_1$  ab, der in irgendeiner Weise frequenzabhängig ist und von dem  $Z$ -Wert des Kabels abweicht, so messen wir am Eingang des Kabels eine durch Fehlabschluß verursachte Welligkeit des Eingangswiderstandes. Durch Auswertung einer solchen Messung können wir auf die Art des Fehlabschlusses schließen oder den erkannten Fehlabschluß dadurch auf ein Minimum reduzieren, daß wir ihn so lange verbessern, bis die gemessene Welligkeit ein Minimum erreicht hat.

### 3.121 Meßverfahren und Meßaufbau

Zur bequemen Durchführung von Kabelmessungen ist in den HF-Ausgangsanschluß des POLYSKOP eine Meßdiode eingebaut, deren Spannung als Verlauf der Ausgangsspannung  $U_a$  direkt auf dem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden kann. Der große Frequenzumfang von 500 kHz bis 400 MHz gestattet es, eine Reihe von Messungen bereits bei geringer Kabellänge (länger als 1 m) durchzuführen. Für die Messung wird das zu unter-



suchende Kabel an den HF-Ausgang des POLYSKOP geschaltet. Die Dämpfung des Eichteilers ist auf -10 db zu stellen, um bei starkem Fehlabschluß (größer als 30 % vom Z-Wert des POLYSKOP) eine Rückwirkung auf die Ausregelung der EMK zu unterbinden. Angezeigt wird der Spannungsverlauf der Ausgangsspannung  $U_a$ .

### 3.122 Bestimmung des Z-Wertes

Einige Meter des unbekanntes Kabels werden bei maximalem Frequenzhub in dem für die Verwendung des Kabels interessierenden Frequenzbereich an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Solange das Kabel an seinem Ende nicht abgeschlossen ist, erkennen wir die obenerwähnten Maxima und Minima seines Eingangswiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz. Wir schließen nun das Kabel an seinem Ende mit verschiedenen vorher gemessenen Widerständen ab und finden einen Widerstandswert, bei dem die am Eingang des Kabels gemessene Welligkeit ein Minimum wird. Es muß darauf geachtet werden, daß die Abschlußwiderstände möglichst kurz an das Ende des Kabels zwischen Innenleiter und Kabelmantel angelegt werden. Dies ist vor allem wichtig, wenn die Messung bei sehr hohen Frequenzen erfolgt. Der so ermittelte Widerstandswert ist gleich dem Z-Wert des Kabels. Unter der Voraussetzung, daß ein in bestimmten Grenzen regelbarer wellenwiderstandskompensierter Abschlußwiderstand verwendet wird, läßt sich der Z-Wert eines Kabels auf ca. 1 % genau ermitteln. (Ein derart veränderbarer Präzisionsabschlußwiderstand befindet sich in der Entwicklung und kann zu gegebener Zeit als Zubehör zum POLYSKOP geliefert werden).

~~Der Innenwiderstand (Z-Wert) des POLYSKOP ist bei diesem Meßverfahren von untergeordneter Bedeutung. Die erreichbare Meßgenauigkeit steigt, je niedriger der Z-Wert des zu messenden Kabels ist, bzw. je größer der Innenwiderstand des Generators (Z-Wert des POLYSKOP) ist. Im Grenzfalle müßte das zu messende Kabel mit einem konstanten Strom und nicht mit einer konstanten HF-Leerlaufspannung bei endlichem Innenwiderstand des Generators eingespeist werden, um die höchste Meßgenauigkeit zu erreichen.~~

R 6274  
459  
Bl. 35



### 3.123 Bestimmung der Dielektrizitätskonstante

Zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante werden einige Meter des zu messenden Kabels an das POLYSKOP angeschlossen und das Kabel an seinem Ende nicht abgeschlossen. Beginnend mit dem untersten Frequenzbereich des POLYSKOP von 0,5...50 MHz ermitteln wir das erste Minimum der Spannungsanzeige  $U_a$ . Für genaue Messungen der Frequenz  $f_1$  empfiehlt es sich, über den Fremdmarkeneingang die Frequenz eines gut geeichten Meßsenders als Vergleichsmarke zu nehmen und den Frequenzhub so weit zu erniedrigen, daß das Minimum in der Spannungsanzeige sicher ausgemessen werden kann.

Aus der so ermittelten Frequenz  $f_1$  und aus der mechanischen Länge des Kabels errechnet sich die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$

$$\epsilon = \left( \frac{c}{4 \cdot f_1 \cdot l} \right)^2$$

$c$  = Lichtgeschwindigkeit in m/s ( $3 \cdot 10^8$ )

$l$  = mechanische Länge des Kabels in m

### 3.124 Ermittlung der Kabeldämpfung

Die Dämpfung eines Kabels ist frequenzabhängig und wächst nach höheren Frequenzen an. Mit dem POLYSKOP läßt sie sich für eine bestimmte Frequenz oder auch für Frequenzen von 0,5...400 MHz als Kurvenzug leicht ermitteln. Hierzu ist es zweckmäßig, eine größere Kabellänge (> als ca. 10 m) zwischen HF-Ausgang und HF-Eingang des POLYSKOP anzuschließen. ~~Vor Beginn der Messung werden HF-Ausgang und HF-Eingang des POLYSKOP mit dem mitgelieferten Präzisionskabel von 1 m Länge überbrückt und bei Eichteilerstellung auf -20 db und Messung auf „HF“ die angezeigte Linie auf die Linie 10 des Transparentschemas eingeregelt.~~ Nun wird das kurze Präzisionskabel durch das zu prüfende Kabel ersetzt und durch Zurückschalten des Eichteilers wieder die gleiche Anzeige hergestellt. Der ermittelte Unterschied in der Stellung des Eichteilers ist gleich der Kabeldämpfung bei der eingestellten Frequenz bzw. im eingestellten Frequenzbereich. Da mit den Eichteilern die Dämpfung in Stufen zu 1 db eingestellt werden kann, läßt sich eine sehr hohe Meßgenauigkeit erreichen.

R 6274  
459  
Bl. 36



Der Verkürzungsfaktor  $k$  errechnet sich bei modernen Kabeln mit Voll-dielektrikum aus der Dielektrizitätskonstante (siehe dort) als

$$k = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$$

$\epsilon$  = Dielektrizitätskonstante

### 3.125 Beurteilung der Homogenität

Soll z.B. zur Überwachung der Kabelfertigung die Homogenität des Kabels untersucht werden, so wird ein möglichst langes Kabelstück an den HF-Ausgang des POLYSKOP angeschlossen. Der Kabelabschluß erfolgt mit einem Präzisionswiderstand des Kabel-Z-Wertes. Bei inhomogenen Kabeln kann in gewissen Frequenzabständen eine stärkere Welligkeit festgestellt werden. Aus der untersten Frequenz  $f_1$ , bei welcher die Stoßstelle zu erkennen ist, kann wiederum auf die Lage der Stoßstelle auf dem Kabel geschlossen werden.

### 3.126 Messung mit fehlabgeschlossenem Kabel (Anpassung, Reflexionsfaktor)

Das POLYSKOP in Verbindung mit einem hochwertigen Meßkabel größerer Länge (für  $Z = 50, 60, 75 \Omega$  als Zubehör lieferbar) eignet sich zur Durchführung folgender Messungen:

- a) Messung des Eingangswiderstandes von Filtern, Verstärkern, Empfängern usw. und Abgleich auf geringste Eingangsreflexion
- ~~b) Messung des Reflexionsfaktors~~
- c) Prüfung von Kabelkupplungen
- d) Antennenanpassungsmessungen

(Der Z-Wert des Meßkabels (Vergleichsnorm) muß dabei nicht unbedingt gleich dem Z-Wert des POLYSKOP sein. Hierzu siehe unter 3.122).

R 6274  
459  
Bl. 37



Wird ein hochwertiges Kabel mit der Ausgangsspannung des POLYSKOP beaufschlagt und mit seinem Z-Wert abgeschlossen, so stellt der Spannungsverlauf der Eingangsspannung am Kabel (Messung der  $U_a$ ) einen Kurvenzug mit sehr geringer Welligkeit dar. Wird das Kabel an seinem Ende mit einem Meßobjekt abgeschlossen, so bewirkt der durch dessen Eingangswiderstand verursachte Fehlabschluß eine bestimmte Welligkeit am Eingang des Kabels. Im Frequenzbereich bester Anpassung ist diese Welligkeit am geringsten, außerhalb des Abgleichbereiches steigt sie an. (Bild 10)

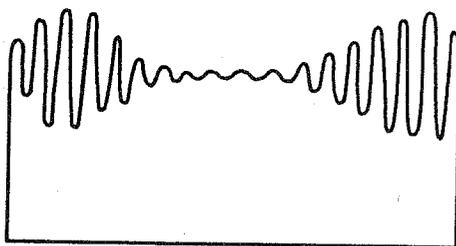


Bild 10.

Die Größe der Welligkeit ist ein direktes Maß für die Art des Fehlabschlusses und den dadurch verursachten Reflexionsfaktor.

Die einfachste Methode der Berechnung des Reflexionsfaktors besteht in der Bestimmung der Amplitude der Welligkeit am Eingang des Kabels bei unabgeschlossenem Kabel und beim Abschluß durch das Meßobjekt.

Die Amplitude der Welligkeit bei Kabelleerlauf sei  $A_1$ , diejenige bei abgeschlossenem Kabel  $A_2$ . Daraus errechnet sich der Reflexionsfaktor zu

$$P = \frac{A_2}{A_1}$$

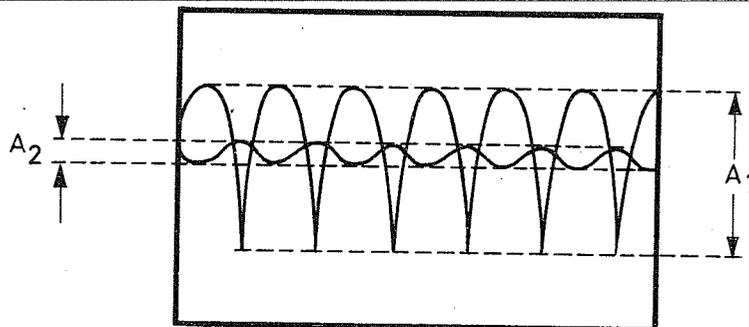


Bild 11.

(bei dieser Messung ist der Eichteiler unbedingt auf -10 db zu schalten)

Diese Messung hat den Vorteil, daß die Dämpfung des Meßkabels auf die Messung ohne Einfluß ist. Sie hat den Nachteil, daß auf Grund der Nichtlinearität der im POLYSKOP eingebauten Diodengleichrichter das gemessene Amplitudenverhältnis zu groß, d.h. der ermittelte Reflexionsfaktor zu klein ist.

Bei folgender Methode werden höhere Meßgenauigkeiten erzielt. (Bild 12)

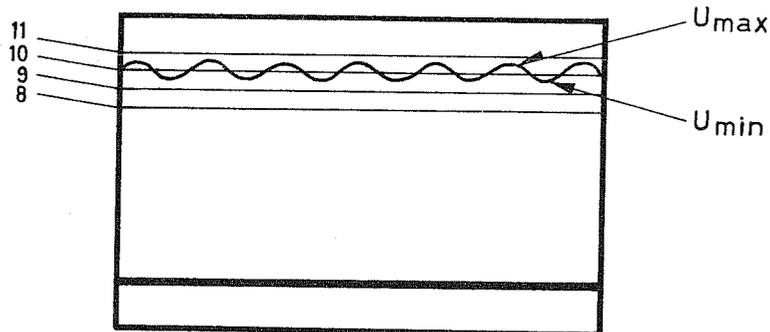


Bild 12.

Die Maxima und Minima der am POLYSKOP angezeigten Kurve stellen die Transformation des Abschlußwiderstandes auf den Eingang des Kabels dar. Einer oder beide Werte können zur Berechnung des Fehlabschlusses bzw. des Reflexionsfaktors verwendet werden. Aus dem durch den Innenwiderstand des POLYSKOP (Z-Wert) und dem Z-Wert des Meßkabels durch einfache Spannungsteilung sich ergebenden Wert  $U_{max}$  oder  $U_{min}$  können wir  $R_{max}$  und  $R_{min}$  bestimmen.

$$R_{max} = R_i \frac{U_{max}}{U_0 - U_{max}} \quad \text{oder} \quad R_{min} = R_i \frac{U_{min}}{U_0 - U_{min}} \quad (\Omega)$$

$R_i$  = Innenwiderstand (Z-Wert) des POLYSKOP

$U_0$  = EMK des POLYSKOP

Hieraus errechnen wir den Reflexionsfaktor  $P_2$

$$P_2 = \left| \frac{R - R_i}{R + R_i} \right| \quad R = R_{max} \text{ oder } R_{min}$$

Die oben angegebenen Formeln wollen wir nun zur schnellen Messung mit dem POLYSKOP in folgender Weise umwandeln:

R 6274  
459  
Bl. 39



Wir stellen die Anzeige am POLYSKOP so ein, daß die wellige Kurve symmetrisch zur Linie 10 des POLYSKOP-Rasters liegt. Aus dem Maximalwert der angezeigten Spannung  $U_{\max}$  oder dem Minimalwert  $U_{\min}$  können wir  $R_{\max}$  oder  $R_{\min}$  berechnen. Für die Rechnung ist der Wert der EMK wichtig. Dieser Wert kann für den Fall mit 20 angenommen werden, wenn der Z-Wert (Innenwiderstand) des POLYSKOP gleich dem Z-Wert des Kabels ist. Da wir jedoch nicht immer diesen Fall haben, sondern auch mit im Z-Wert abweichenden Kabeln messen wollen, sei hier eine Zusammenstellung gegeben, welche die für den EMK-Wert einzusetzende Zahl in Abhängigkeit vom Z-Wert des POLYSKOP und dem Z-Wert des Kabels bringt.

		Z-Wert des POLYSKOP ( $\Omega$ )		
		50	60	75
Kabel-Z-Wert ( $\Omega$ )	50	20	22	25
	60	18,3	20	22,5
	75	16,7	18	20
	150	13,3	14	15
		Einzusetzender EMK-Wert		

Für andere Kabel-Z-Werte wird folgende Formel den einzusetzenden EMK-Wert (mV) ergeben:

$$\text{EMK-Wert} = \frac{10 \cdot (Z_{\text{POLYSKOP}} + Z_{\text{Kabel}})}{Z_{\text{Kabel}}}$$

Aus dem ermittelten Wert  $U_{\max}$  am Raster des POLYSKOP (z.B. 10,7) errechnen wir  $R_{\max}$

$$R_{\max} = \frac{U_{\max}}{\text{EMK-Wert} - U_{\max}} \cdot Z_{\text{POLYSKOP}} \quad \text{z.B. } R_{\max} = \frac{10,7}{20 - 10,7} \cdot 60 = 69 \Omega$$

Sinngemäß verfahren wir bei der Berechnung von  $R_{\min}$ . Aus dem Wert  $R_{\max}$  errechnet sich der Reflexionsfaktor P

$$P = \frac{R_{\max} - Z_{\text{Kabel}}}{R_{\max} + Z_{\text{Kabel}}} \quad \text{z.B. } P = \frac{69 - 60}{69 + 60} = 0,07 = 7 \%$$

R 6274  
459  
Bl. 40



Die auf Blatt 40 angegebene Berechnung liefert recht genaue Ergebnisse, solange der Reflexionsfaktor unter etwa 20 % liegt und die Dämpfung des Meßkabels bei der Meßfrequenz noch vernachlässigt werden kann.

Messen wir mit einem ca. 40 m langen Präzisionskabel z.B. bei 200 MHz, so müssen wir in Betracht ziehen, daß die am Kabelende reflektierte Welle auf Grund der Kabeldämpfung am Eingang des Kabels zu niedrig gemessen wird. Die HF-Spannung ist vom HF-Ausgang des POLYSKOP bis zum Kabelende und von dort wieder zurück bis zum POLYSKOP gelaufen, sie wurde also um den doppelten Wert der Kabeldämpfung geschwächt. Nehmen wir an, wir haben bei Ermittlung der Kabeldämpfung (Absatz 3.124) bei 200 MHz eine Dämpfung von 3 db ermittelt, so ist bei der Anzeige der durch den Reflexionsfaktor bedingten Welligkeit eine um  $2 \cdot 3 = 6$  db zu geringe Anzeige erfolgt. Hätte das Kabel eine Eigendämpfung von 0 db, so würde nach obigem Beispiel die  $U_{\max}$ -Anzeige nicht bei 10,7 sondern bei etwa 11,4 liegen.

$$R_{\max} \text{ wäre demnach } \frac{11,4}{20 - 11,4} \cdot 60 = 80 \Omega$$

$$R_2 \text{ würde somit } \frac{80 - 60}{80 + 60} = 0,14 = 14 \%$$

Wir sehen also, daß der wahre Reflexionsfaktor bei einer Dämpfung des Kabels von  $2 \cdot 3 = 6$  db um den Faktor 2 höher liegt.

### 3.127 Ermittlung des Phasenwinkels des Reflexionsfaktors

~~Auch der Phasenwinkel  $\varphi$  des Reflexionsfaktors kann mit einiger Genauigkeit mit dem POLYSKOP ermittelt werden. Hierzu wird das Meßkabel zuerst im Leerlauf betrieben und die Frequenzdifferenz zweier Minima  $f_1$  ausgemessen. Wird nun das Kabel mit dem Meßobjekt abgeschlossen, so ergibt sich eine Verschiebung des Minimums in der Anzeige und wir erhalten einen Wert  $f_2$ . Aus diesen beiden Werten errechnen wir den Phasenwinkel des~~

R 6274  
459  
Bl. 41



## Reflexionsfaktors

$$\varphi = 2 \pi \cdot \frac{f_2}{f_1}$$

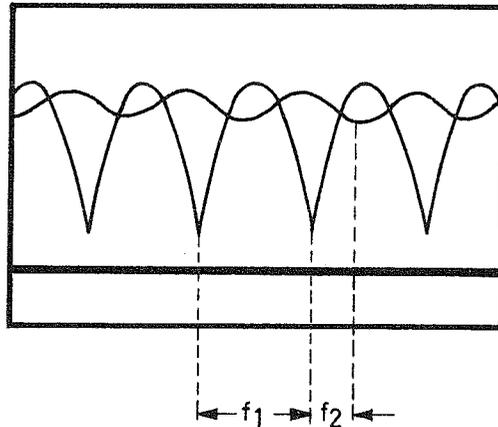


Bild 13.

Zur genauen Frequenzbestimmung verwenden wir wieder eine Fremdmarke aus einem sehr gut geeichten Meßsender und dehnen den Frequenzhub so weit, daß eine gute Bestimmung der Minima erfolgen kann. Mit Hilfe der oben beschriebenen Meßverfahren können Fehlabschlüsse mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

### 3.128 Möglichkeiten der Fehlmessung

Eine Beurteilung des Eingangswiderstandes des Meßobjektes ist nur dann möglich, wenn dieses über ein Kabel genügender Länge angeschlossen wird. Auf dem Bildschirm müssen mindestens zwei Maxima oder Minima erscheinen. Ist dies nicht der Fall, dann leuchtet es ein, daß beliebige Werte des Meßobjekteingangswiderstandes gemessen werden können, die keinerlei Beziehung zum tatsächlich vorhandenen Wert haben.

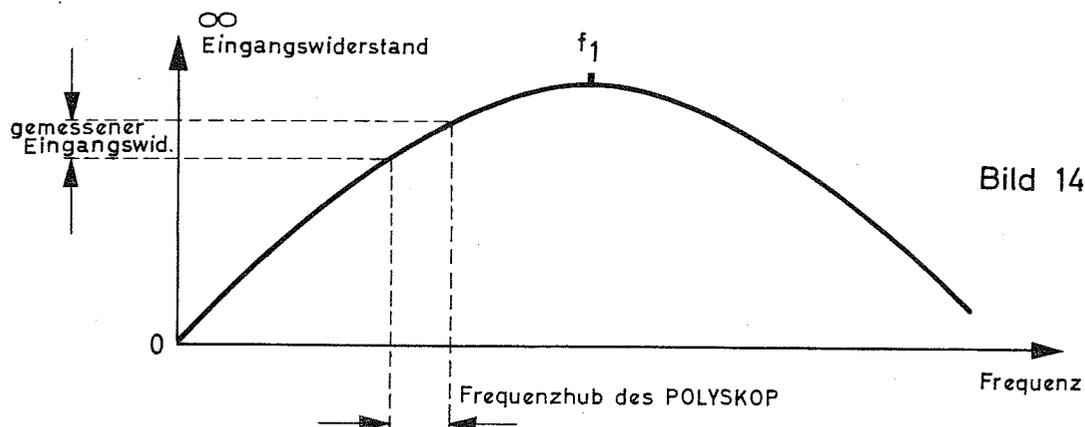


Bild 14.

R 6274  
459  
Bl. 42



Nehmen wir an, das Meßobjekt sei über ein Kabel von 1 m Länge angeschlossen. Bei Kurzschluß am Kabelende werden wir das erste Maximum bei ca. 50 MHz haben. Je nachdem, bei welcher Frequenz wir messen, können wir Eingangswiderstände zwischen Null und Unendlich ermitteln (Bild 14). Erst wenn wir mindestens zwei Maxima auf dem Bildschirm sehen, kann eine Auswertung erfolgen, wobei die Meßgenauigkeit um so höher ist, je dichter die Maxima und Minima in dem uns interessierenden Frequenzbereich liegen.

Wird durch das Meßobjekt ein Fehlabschluß von größer als ca. 30 % hervorgerufen, so kann eine Rückwirkung auf die Ausregelung der EMK im POLYSKOP eine Fehlmessung verursachen. Man überzeuge sich stets durch Messung der EMK, daß diese durch die Anschlußweise des Meßobjektes nicht beeinflusst wird. Dies ist auch bei 100 % Fehlabschluß sichergestellt, wenn der Eichteiler auf mindestens -10 db geschaltet wird.

Eingangsröhren von Empfänger- und Verstärkerschaltungen können bei zu großer Eingangsspannung leicht übersteuert werden und einen großen Fehlabschluß vortäuschen. Für derartige Messungen ist es zweckmäßig, eine Grunddämpfung von -20 db einzuschalten. In diesem Falle wird das Meßobjekt mit  $50 \text{ mV}_{\text{eff}}$  beaufschlagt, wobei eine Übersteuerung nicht zu befürchten ist.

#### 4 Wie werden Fehlmessungen vermieden

Bei der Besprechung der verschiedenen Anwendungen wurde bereits weitgehend auf die Möglichkeiten von Fehlmessungen eingegangen. Hier seien nochmals alle wichtigen Punkte zusammengestellt, die gewissermaßen als Grundregeln bei der Benützung des POLYSKOP beachtet werden sollten.

R 6274  
459  
Bl. 43



#### 4.1 Fehlmessung durch Einstellung eines zu großen Frequenzhubes

Der automatische Frequenzablauf des POLYSKOP bringt es mit sich, daß die Meßfrequenz nur eine verhältnismäßig kurze Zeitspanne im Bandbreitenbereich des Meßobjektes verweilt. Bei sehr kleiner Bandbreite des Meßobjektes oder bei einem zu großen Frequenzhub wird diese Verweilzeit so kurz, daß das Meßobjekt nicht zur vollen Amplitude einschwingen kann. Bandbreite und auch Resonanzfrequenz des Meßobjektes werden in diesem Falle nicht richtig gemessen. Die einfachste Prüfung, ob das Meßobjekt voll einschwingt, besteht darin, daß Sie den Frequenzhub erniedrigen. Wenn hierbei keine Erhöhung der Amplitudenanzeige oder Verschiebung der Resonanzfrequenz auf dem Frequenzmaßstab beobachtet werden kann, dann sind Sie sicher, keine Fehlmessung zu erhalten. Genaueres über die Probleme der Auflösung steiler Resonanzkreise und Filterflanken lesen Sie unter Absatz 9 bzw. 9.5.

#### 4.2 Übersteuerung des Meßobjektes

Passen Sie die Ausgangsspannung des POLYSKOP stets auf die maximal zulässige Eingangsspannung Ihres Meßobjektes an! Durch Übersteuerung werden Frequenzgänge verfälscht und Fehlmessungen vorgetäuscht.

#### 4.3 Fehlmessungen durch Klirrfaktor

Videoverstärker und Tiefpaßfilter sowie breite Bandpaßfilter können mit einer Genauigkeit gemessen werden, deren obere Grenze durch den Eigenklirrfaktor des POLYSKOP begrenzt ist. Sie können den Meßfehler klein halten, wenn Sie möglichst hohe Meßspannungen auf die Meßdiode (HF-Tastkopf bzw. HF-Eingang) geben, wobei eine Spitzengleichrichtung noch sichergestellt ist. Stufen im Frequenzgang bei der halben Grenzfrequenz des Meßobjektes können durch den Klirrfaktor ( $< 5\%$ ) bis zu  $10\%$  Frequenzgang vortäuschen. Der Klirrfaktor kann jedoch auch in noch stärkerem Maße durch das Meßobjekt selbst verursacht sein, wenn es sich um **a k t i v e** Vierpole handelt.

R 6274  
459  
Bl. 44



#### 4.4 Brummschleifen, HF-Schleifen

Achten Sie stets auf eine einwandfreie Masseverbindung der Tastkopfgehäuse mit der Masse des Meßobjektes. Bei höheren Frequenzen darf keinesfalls ein dünner längerer Draht zur Erdung verwendet werden. Beim Berühren oder Verlagern des Tastkopfkabels dürfen keine Änderungen in der Anzeige auftreten. Auch bei allen anderen Meßaufbauten darf ein Berühren der Kabel oder der Geräte selbst keine Anzeigeveränderung zur Folge haben. Oftmals ist es erforderlich, alle an dem Meßaufbau beteiligten Geräte erdfrei, d.h. an ungeerdeten Netzanschlüssen zu betreiben und nur das POLYSKOP geerdet zu belassen. Besonders empfindlich in dieser Hinsicht sind Meßobjekte mit hoher Verstärkung bei undefinierten HF-Erdverhältnissen.

Enthält das Meßobjekt bereits eine Gleichrichteranordnung, deren Ausgangsspannung am POLYSKOP zur Anzeige gebracht werden soll, so kann das Meßergebnis durch eine Brummstörung verfälscht werden. Dieser netzsynchrone Brumm wird erkannt, wenn die angezeigte Resonanzkurve durch Änderung der Mittelfrequenz über den Bildschirm verschoben wird. Eine Formveränderung in der angezeigten Kurve ist ein sicheres Zeichen für Netzbrummstörungen.

#### 4.5 Fehler durch Übersteuerung der Anzeigeverstärker

Es ist darauf zu achten, daß die am POLYSKOP angezeigte Kurve an keiner Stelle über den oberen Bildschirmrand ragt, da sonst durch Übersteuerung des Y-Verstärkers die Anzeige verfälscht wird. Verschiebt sich beim Aufdrehen der Y-Verstärkung (20) oder (21) (Bild 5) zur Vergrößerung der Bildhöhe der rechte Teil des Oszillogrammes unter die Nulllinie, so ist dies ein sicheres Zeichen für Übersteuerung. Bei Zweistrahlbetrieb wird durch Übersteuerung des einen Verstärkers auch die Anzeige des anderen Verstärkers gestört.

Beim Umschalten von einer Betriebsart auf die andere, z.B. vom Tastkopf auf „EMK“, wobei möglicherweise ein großer Amplitudensprung auftritt, kann der Y-Verstärker so weit übersteuert werden, daß es einige Sekunden dauert, bis die Verstärkerröhren ihren normalen Arbeitspunkt wieder erreichen. In einem solchen Falle ist es am zweckmäßigsten, den betreffenden Y-Regler auf Null zu drehen, einige Sekunden zu warten und dann wieder langsam aufzudrehen.

R 6274  
459  
Bl. 45



#### 4.6 Fehler durch Fremdoszillatoreinstreuung

Wird ein Empfänger direkt an seiner Mischstufe eingespeist, so kann die der Mischstufe zugeführte Oszillatorspannung über den Anschlußweg zum POLYSKOP auf die Ausregelung der EMK oder auf die Anzeige der  $U_a$  zurückwirken. Die Rückwirkung auf die EMK-Regelschaltung wird durch Einschalten einer höheren Dämpfung herabgesetzt, die Auswirkung auf die  $U_a$ -Anzeige kann in solchen Fällen nur schwer vermieden werden, eine Auswertung der  $U_a$ -Anzeige kann nicht erfolgen, jedoch werden die übrigen Eigenschaften des POLYSKOP nicht beeinträchtigt.

#### 4.7 Für folgende Messungen ist das POLYSKOP auf Grund seiner gesamten Konzeption ungeeignet:

- a) Messungen an Objekten mit einem Flankenanstieg  $< 50$  kHz, wie zum Beispiel Quarzfilter und vielstufige, schmalbandige ZF-Verstärker.
- b) Messung mit Frequenzhuben kleiner als 400 kHz, hierzu müßte gleichzeitig der Frequenzablauf verlangsamt werden.
- c) Das POLYSKOP ist kein Spektralanalysator, es kann ohne Zusatzgeräte nicht zur selektiven Anzeige der spektralen Energieverteilung in bestimmten Frequenzbändern verwendet werden.
- d) Das POLYSKOP ist kein Frequenzmeßgerät höchster Genauigkeit. Über die mit ihm erreichbare Genauigkeit in der Frequenzbestimmung lesen Sie bitte unter Absatz 3.08.
- e) Das POLYSKOP ist kein Impedanzmeßgerät im eigentlichen Sinne des Wortes. Zur Messung von Impedanzen nach Betrag und Phase empfehlen wir den Zg-Diagrammen Type ZDU der Fa. ROHDE & SCHWARZ. Über Anpassungsmessungen geringerer Genauigkeit mit dem POLYSKOP lesen Sie bitte unter Absatz 3.12.
- f) Dem POLYSKOP kann keine konstante Frequenz entnommen werden. Selbst bei völlig zurückgedrehtem Frequenzhub verbleibt ein Resthub von ca. 50 kHz und eine durch Unstabilitäten der Stromversorgung verursachte langsame Frequenzwanderung.

R 6274  
459  
Bl. 46

