

Stichwortverzeichnis zur Funktionsbeschreibung des POLYSKOP

zu 5.1 S e n d e r t e i l

	Blatt
Wobbeloszillatoren	49
Mechanische Kupplung von Frequenzhub- und Mittel- frequenzregler	50
Hublinearisierung	51
Bereich 0,5...50 MHz	51
Ausgangsteiler	52
U _a -Anzeige	52
Regelung	52
Dynamische Regelverstärkung	54
EMK-Anzeige	54
Generatorinnenwiderstand	55
Frequenzablauf	55
Horizontalablenkung	55
Austastung	55
Erzeugung der Austastspannung	55
Amplitudenmodulation des NF-Signals	56

zu 5.2 A n z e i g e t e i l

HF-Eingang	56
NF-Eingänge	56
Y-Verstärker	57
Wählbare Polarität	57
Elektronische Umschaltung	57,60,61
Anklammerung	58,59
Verschiebestrom	58
Gleichstromverstärker	59
Erzeugung des Umschaltimpulses	60

zu 5.3 M a r k e n g e n e r a t o r

Erzeugung der Grundschnwingungen	61
Verzerrung der Grundschnwingungen	61
Markenmischung	62
Markenverstärkung	62

R 6274
459
Bl. 47



zu 5.4 S t r o m v e r s o r g u n g

Blatt

Heizung	62
Heizung HF-Generator	62
Geregelter Heizkreis	62
Anodenspannung	63
Oberspannung	63
Hochspannung	63
Minusspannung	63
Lüfter	63

R 6274
459
Bl. 48



5 Funktionsbeschreibung

Das POLYSKOP Type SWOB ist ein Breitbandwobbler mit eingebautem Anzeigeoszillografen. Frequenzmodulation des Wobbelsenders und Horizontalablenkung des Oszillografen erfolgen mit derselben Wechselspannung (Netzfrequenz) und sind deshalb phasenstarr synchron. Die von der Frequenz abhängige Meßgröße (meistens die Amplitude) wird zur Steuerung der Vertikalablenkung verwendet.

Das POLYSKOP besteht im wesentlichen aus vier Baugruppen:

Senderteil

Anzeigeverstärker mit Sichtrohre

Markengenerator

Stromversorgungsteil

5.1 Senderteil

Der Senderteil des POLYSKOP enthält fünf Frequenzbereiche:

0,5... 50 MHz
50 ...150 MHz
150 ...220 MHz
220 ...310 MHz
310 ...400 MHz

Die HF-Spannungen dieser Frequenzbereiche werden, abgesehen vom Bereich 0,5...50 MHz, in einstufigen HF-Generatoren erzeugt, Hierbei ist für jeden Frequenzbereich ein eigener Oszillator (Rö8 und Rö9) vorgesehen. Die Bereichumschaltung geschieht dadurch, daß dem jeweils eingeschalteten Oszillator Anodenspannung zugeführt, sowie seine HF-Spannung über ein Relais (RLS 1, 2, 3 und 8) auf den Ausgang des Gerätes geschaltet wird. Die Oszillatoren arbeiten in kapazitiver Dreipunktschaltung ohne zusätzliche Parallelkapazität. Die Schwingkreisinduktivität enthält einen Ferritkern, der zwischen den Polschuhen einer Magnetisierspule („Treiberspule“) angeordnet ist. Mit Hilfe dieser Spule läßt sich der Ferritkern vormagnetisieren; hierdurch ändert sich seine Permeabilität und damit die Frequenz des Oszillators. Je nach Frequenzbereich lassen sich auf diese Weise Frequenzänderungen bis zu etwa 100 MHz erzielen.

Wobbel-
oszillatoren

R 6274
459
Bl. 49



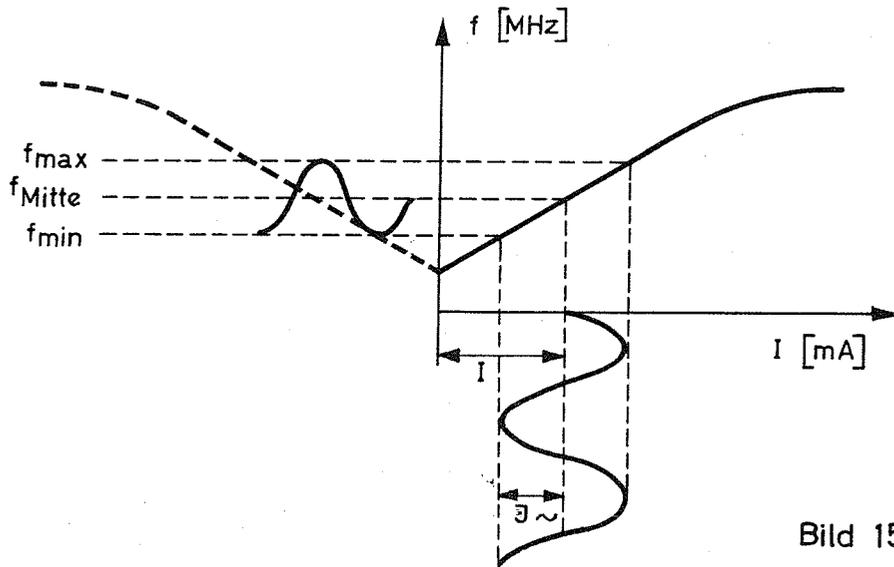


Bild 15.

Wie aus Bild 15 hervorgeht, ist der Zusammenhang zwischen Magnetisierungsstrom und Frequenz nicht linear. Während bei kleinen Strömen die Frequenzänderung ziemlich steil verläuft, verflacht sich die Kurve nach höheren Magnetisierungsströmen zunehmend. Durch Änderung des mittleren Gleichstromes kann die Mittelfrequenz beliebig innerhalb des Gesamtbereiches eingestellt werden. Wird diesem Gleichstrom ein Wechselstrom überlagert, so kommt ein Frequenzhub im Rhythmus des Wechselstromes zustande. Es leuchtet ein, daß der max. erreichbare Frequenzhub die Frequenzgrenzen, welche durch den Strom Null und den Max.Strom vorgegeben sind, nicht überschreiten kann (Bild 16), selbst wenn man versuchen wollte, bei vollem Hub die Mittelfrequenz aus ihrer Mittellage heraus nach höheren oder tieferen Frequenzen hin zu verschieben.

Mechanische
Kopplung von
Frequenzhub
und Mittel-
frequenzregler

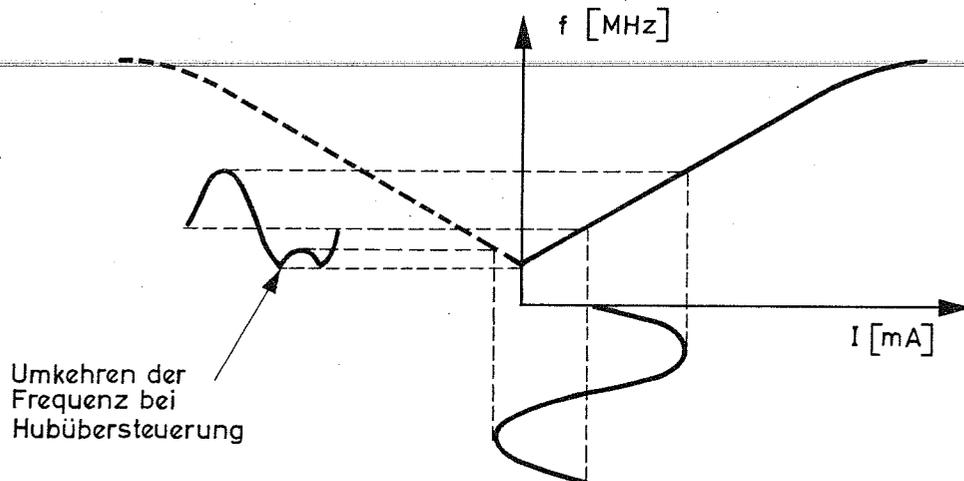


Bild 16.

z 6274
459
31. 50



Je geringer der Frequenzhub, desto weiter kann die Mittelfrequenz aus ihrer Mittellage heraus variiert werden. Bei extrem kleinem Frequenzhub wäre eine Änderung der Mittelfrequenz über den Gesamtbereich möglich. Um diesem gegebenen Zusammenhang Rechnung zu tragen, sind die beiden Regler für Mittelfrequenz und Frequenzhub in einer Weise miteinander verkoppelt, daß jeweils in Abhängigkeit von dem eingestellten Frequenzhub die Mittelfrequenz nur um den physikalisch sinnvollen Teilbereich verändert werden kann. Versucht man, den Mittelfrequenzregler über diesen eingeengten Bereich hinaus zu verändern, so dreht sich selbstständig der Regler Frequenzhub auf seinen richtigen Wert nach. Diese mechanische Verkopplung über einen einfachen Seilantrieb zwischen den durchgehenden Achsen der beiden Potentiometer verhindert damit sicher, daß die beiden Regler für Frequenzhub und Mittelfrequenz falsch eingestellt werden können.

Um einen weitgehend frequenzproportionalen Maßstab auf dem Bildschirm zu erhalten, wurde eine Linearisierungsschaltung eingebaut. Die Magnetisierungsspulen der einzelnen Bereiche liegen im Anodenkreis der Röhre R635. Die Steilheitskennlinie dieser Röhre ist durch Einschaltung einer spannungsabhängigen Gegenkopplung im Katodenkreis so verzerrt, daß bei Anlegen einer linearen Spannung am Gitter der Röhre eine weitgehend lineare Frequenzänderung erfolgt. Als nichtlineare Elemente werden 2 spannungsabhängige Widerstände (VDR) verwendet, deren Wirksamkeit durch Serienwiderstände entsprechend eingeregelt werden kann. Die sinusförmige Wobbelspannung wird an einem Widerstand gewonnen, der mit den Horizontalablenkspulen in

Reihe liegt, wodurch eine strenge Zuordnung zwischen Wobbelhub und Ablenkung des Bildrohres garantiert ist. Um ein Wandern der Mittelfrequenz bei kleinen Hüben zu unterbinden, ist die Röhre R635 aus der stabilisierten 6,3 V Gleichspannung geheizt.

Die HF-Spannung des ersten Bereiches 0,5...50 MHz wird nicht direkt, sondern durch Mischung erzeugt. Die HF-Spannung des Wobbeloszillators R68 L, der im Bereich 150...220 MHz seine

Hub-
linearisierung

Bereich
0,5...50 MHz

R 6274
459
Bl. 51



Spannung direkt an den Ausgang abgibt, wird mit der Spannung eines 150 MHz-Festoszillators gemischt. Dieser Festoszillator ist (zur Unterdrückung der zweiten Harmonischen) als Gegentaktoszillator ausgebildet (Rö1). Die an der Mischdiode entstehende Differenzfrequenz beträgt

$$\begin{array}{r} 150 \dots 220 \text{ MHz} \\ - 150 \quad 150 \text{ MHz} \\ \hline 0 \dots 70 \text{ MHz} \end{array}$$

und gelangt über einen dreistufigen Breitbandverstärker (Rö2 bis Rö7), dessen letzte Stufe als Kettenverstärker mit vier Röhren ausgebildet ist, an den HF-Ausgang.

Vor dem Ausgang liegen noch zwei ohm'sche Teiler. Einer davon ist von 0 bis -60 db in Stufen von 10 db, der andere von 0 bis -10 db in Stufen von 1 db veränderbar.

Direkt am Ausgang ist eine Gleichrichterschaltung (G18) angeordnet. Die gleichgerichtete HF-Ausgangsspannung kann im eingebauten Sichtgerät zur Anzeige gebracht werden. (Schalter Y₁ oder Y₂ auf „U_a“.)

Da beim Wobbeln der Oszillatoren ein ziemlich starker (bis zu 30 %) Frequenzgang auftritt, wird die HF-Spannung durch eine Regelschaltung konstant gehalten. Diese Regelschaltung arbeitet folgendermaßen: Die HF-Spannung (siehe Bild 17) wird vor dem Ausgangsspannungsteiler gleichgerichtet (G12), die Gleichspannung gelangt über R53 an das Gitter 1 von Röhre Rö12 (EF 804 S), das außerdem über R85, R86 mit einer Minusspannung von 85 V verbunden ist. Die Widerstände R53, R85 und R86 bilden einen Spannungsteiler, der so eingestellt ist, daß die Röhre Rö12 gesperrt ist, wenn der Gleichrichter G12 keine Spannung abgibt. Die Anode der Röhre Rö12 ist mit dem Gitter einer Triode (Rö11, ECC 81 mit parallelen Systemen) verbunden, diese Triode liegt in der Anodenspeiseleitung des jeweils eingeschalteten Wobbeloszillators. Bei gesperrter Röhre Rö12 fällt an R83 keine Spannung ab, das Gitter von Rö11 wird stark positiv und Rö11 niederohmig. Der Wobbeloszillator erhält also eine hohe Anodenspannung und schwingt sehr kräftig, G12 gibt

Ausgangsteiler

U_a-Anzeige

Regelung

R 6274
459
Bl. 52



eine positive Spannung ab und R612 zieht Anodenstrom. Die Anodenspannung von R612 sinkt und damit auch die Gitterspannung von R611. Röhre R611 wird hochohmiger und die Anodenspannung des Wobbeloszillators sinkt. Anodenspannung und HF-Spannung stellen sich so ein, daß ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Jede Änderung der HF-Spannung (z.B. durch Frequenzgang beim Wobbeln) bewirkt über den Regelverstärker eine Änderung der Speisespannung des Wobbeloszillators, die der ursprünglichen HF-Spannungsänderung entgegenwirkt (Rückwärtsregelung). Zur Funktion des Regelverstärkers ist also eine geringe Reständerung der HF-Spannung nötig, die den Regelverstärker ansteuert. Diese Reständerung kann um so kleiner sein, je größer die Regelverstärkung ist. Die Regelverstärkung ist durch die Spannungsverstärkung von R612 gegeben, während R611 als Katodenverstärker eine Verstärkung unter 1 hat und somit nicht zur Gesamtverstärkung beiträgt.

Um R611 dynamisch (wechselstrommäßig) als Anodenverstärker zu schalten, wird das kalte Ende des Anodenwiderstandes von R612 (R83) über C71 (16 μ F) auf die Katode von R611 bezogen, („mitlaufende Speisespannung“) die nunmehr als Anodenverstärker mit etwa 10-facher Verstärkung arbeitet. Voraussetzung für die einwandfreie Funktion dieser Schaltung ist, daß der Innenwiderstand von R612 sehr hoch ist, damit der Anodenstrom durch R83 nicht von der Anodenspannung von R612 abhängt. Diese Bedingung ist mit R_1 ca. 2 M Ω einigermaßen erfüllt. Der Regelverstärker regelt also langsame Änderungen der HF-Spannung, wie sie beispielsweise beim Umschalten der

einzelnen Frequenzbereiche auftreten, mit einer kleineren Genauigkeit aus, als schnelle Schwankungen, die beim Wobbeln auftreten, und die mit sehr hoher Genauigkeit ausgeregelt werden.

Zur Kontrolle des Regelverstärkers kann die von Gleichrichter G12 abgegebene Spannung in der Stellung „EMK“ des Y_2 -Schalters zur Anzeige gebracht werden.

Dynamische
Regelverstär-
kung

EMK-Anzeige

R 6274
459
Bl. 54



Der Regelverstärker regelt nicht nur HF-Spannungsänderungen aus, die durch Frequenzgang, Netzspannungsänderung, Bereichsumschaltung usw. entstehen („innere Ursachen“), sondern auch solche, die durch Laständerung auftreten. Das heißt, daß der Innenwiderstand durch die Regelung sehr gering (nahe Null) wird. Um aber vom Verbraucher einen dem Wellenwiderstand entsprechenden Quellwiderstand von 60Ω zu bekommen, ist hinter G12 ein $60\text{-}\Omega$ -Widerstand in die Ausgangsleitung eingeschaltet (R52).

Generator-
innen-
widerstand

Frequenzablauf, Horizontalablenkung und Austastung erfolgen synchron und in gleicher Phase, und zwar so, daß einem Ansteigen der Frequenz des Wobbeloszillators eine Ablenkung des Strahles auf dem Bildschirm nach rechts entspricht. Jeder Momentanfrequenz entspricht also eine bestimmte Lage des Bildpunktes in horizontaler Richtung. Während des Rücklaufes der Frequenz und des Strahles wird der Oszillator ausgetastet, um im Oszillogramm eine Nulllinie zu erhalten. Die Austastung muß also im Punkt maximaler Frequenz einsetzen, der Strahl ist dann am weitesten rechts auf dem Bildschirm. Die Wiedereinschaltung des Wobbeloszillators erfolgt im Punkt tiefster Frequenz des Strahles. Zur Austastung wird also eine Rechteckwellenspannung benötigt, deren Flanken mit dem Maximal- bzw. Minimalwert der Sinusspannung zusammenfällt.

Frequenz-
ablauf

Horizontal-
ablenkung

Austastung

Die Austastspannung wird im POLYSKOP durch Begrenzung einer vom Transformator Tr2 gelieferten Sinusspannung gewonnen. Weil bei der Begrenzung die Flanken der Rechteckspannung den Nulldurchgängen der Sinusspannung entsprechen, muß diese Sinusspannung vor der Begrenzung um 90° gedreht werden, um die gewünschte Phasenlage zu erreichen. Die 90° -Phasendrehung wird mit dem Phasenschieber R73, R74, C69 erreicht, mit R73 ist die Phasendrehung einstellbar. Rechteckförmig begrenzt wird die Sinusspannung im linken System von R610, deren Katode auf -85 V liegt und deren Anode mit dem Gitter der Regelröhre R611 verbunden ist. Während des Hinlaufes ist R610 L gesperrt, R611 kann normal arbeiten. Während des Rücklaufes ist R610 L geöffnet und zieht Anodenstrom, die Anodenrestspannung ist infolge des hohen Außenwider-

Erzeugung
der Austast-
spannung

R 6274
459
Bl. 55



standes ($R_{83} = 500 \text{ k}\Omega$) klein (ca. 30...40 V), und da die Katode von R610 L auf -85 V liegt, hat die Anode von R610 L und damit das Gitter von R611 etwa 40...50 V Minusspannung gegen Masse. R611 ist also völlig gesperrt und der Wobbeloszillator schwingt nicht mehr.

Für spezielle Meßaufgaben ist es unter Umständen zweckmäßig, das HF-Signal amplitudenmodulieren zu können. Für diesen Zweck ist ein Modulationseingang vorgesehen; die Modulation erfolgt über den Regelverstärker, durch dessen gegenkoppelnde Wirkung eine sehr verzerrungsarme Modulation bis zu etwa 30 % möglich ist.

Amplitudenmodulation des HF-Sign.

5.2 Anzeigeteil

Der Anzeigeteil hat die Aufgabe, eine von der Frequenz des Wobblers abhängige Meßgröße des Meßobjektes zur Anzeige zu bringen. Jede dieser Meßgrößen muß zum Zwecke dieser Anzeige in eine ihr proportionale Gleichspannung verwandelt werden. Hierzu sind bei der Anzeige der Gruppenlaufzeit, des Reflexionsfaktors usw. Zusatzgeräte nötig, die Anzeige der Amplitude erfordert dagegen nur eine einfache Gleichrichtung.

Hierzu dient der eingebaute HF-Meßkopf. Das HF-Signal, das das Meßobjekt durchlaufen hat, wird diesem Meßkopf zugeführt und kann in der Stellung „HF“ des Umschalters vom Kanal Y₁ zur Anzeige gebracht werden. Für Signale, die bereits im Meßobjekt gleichgerichtet werden, z.B. im Demodulator eines Empfängers oder aber in einem Tastkopf, sind gesonderte NF-Eingänge vorgesehen. Da das bereits im Meßobjekt demodulierte Signal je nach Polung des eingebauten Demodulators positive oder negative Polarität haben kann, ist die Polarität für die beiden NF-Eingänge wählbar, um in jedem Falle ein aufrecht stehendes Bild einstellen zu können. Um die Möglichkeit zu haben, zwei Vorgänge gleichzeitig zu beobachten, ist der Y-Verstärker als Zweikanalverstärker mit elektronischer Umschaltung ausgebildet.

HF-Eingang

NF-Eingänge

R 6274
459
Bl. 56



Der Y-Verstärker muß im Vergleich zu einem normalen Oszillografenverstärker einige besondere Eigenschaften haben. Bei der Übertragung eines linearen Frequenzganges ist die Meßspannung während des Hinlaufes konstant, während des Rücklaufes Null. Hin- und Rücklauf dauern dann je 10 ms. Der Y-Verstärker muß also ein 50-Hz-Rechteckwellensignal übertragen, ohne daß eine erkennbare Dachschräge auftritt. Die Grenzfrequenz muß daher extrem niedrig liegen (ca. 0,2 Hz), die Koppelzeitkonstanten liegen bei 1 sec. und höher. Zur Erzeugung der Gittervorspannung der ersten Röhre wird eine Neumannzelle als Katodenwiderstand verwendet, die einer Kapazität von 40 000 μ F entspricht. Die Schirmgitterspannung wird durch einen verhältnismäßig niederohmigen Spannungsteiler erzeugt, der nicht kapazitiv überbrückt ist.

Y-Verstärker

Die nächste Stufe (Rö21, Rö15 = ECC 81) arbeitet in Paraphasenschaltung und erzeugt zwei gegenphasige Signale, die über Relais (RLS 6 bzw. 7) wahlweise eingeschaltet werden können. Die folgende Stufe ist wieder eine Doppeltriode mit gemeinsamen Katodenwiderstand. Im linken System wird das Signal verstärkt, das rechte dient als Katodenverstärker für einen Schaltimpuls bei Zweistrahlbetrieb. Bis einschließlich zu dieser Stufe sind die beiden Kanäle Y_1 und Y_2 völlig gleich aufgebaut. Die elektronische Umschaltung bei Zweistrahlbetrieb erfolgt in Rö22/Rö16. Die Anoden der linken Systeme dieser Röhren sind verbunden und haben einen gemeinsamen Arbeitswiderstand, während die Gitter der rechten Systeme mit von einem bistabilen Multivibrator gelieferten (Rö23) Umschaltimpuls gesteuert werden. Bei Oszillografen ist der Y-Verstärker normalerweise als Wechsel-

Wählbare
Polarität

Elektron.
Umschaltung

spannungsverstärker ausgebildet, was zur Darstellung symmetrischer Wechselspannungen völlig ausreichend ist. Bei einem Wobbeloszillografen liegen die Verhältnisse dagegen anders. Von Ausnahmen abgesehen (Diskriminator Kennlinie), baut sich das Oszillogramm nach einer Seite von der Nulllinie auf, d.h. das Signal enthält eine Gleichspannungskomponente. Wird diese nicht übertragen, so hat die Nulllinie auf dem Bildschirm eine Lage, die vom Inhalt des Oszillogrammes abhängt. Ändert sich

R 6274
459
Bl. 57



also z.B. während eines Abgleichvorganges die Höhe oder (und) Breite einer dargestellten Durchlaßkurve, so hat dies zur Folge, daß die Nulllinie sich vertikal verschiebt, was zur Auswertung des Oszillogrammes nach einem Transparentschema sehr störend ist.

Zur Vermeidung dieses Nachteiles wird im POLYSKOP eine symmetrische, frequenzablaufsynchon getastete Nulllinienanklammerung angewendet, die während des Rücklaufes das der Nulllinie entsprechende Potential sehr genau auf einem bestimmten Pegel hält. Als Klammerdiode dient RÖ17 (EAA 91). Nach dieser Klammerschaltung darf das Signal keine C-Kopplung mehr durchlaufen, die beiden letzten Stufen sind daher als Gleichstromverstärker ausgebildet (RÖ18 R/RÖ19). Im Anodenkreis von RÖ19 (EL 84) liegen die Vertikalablenkspulen L 32.

Da der Anodenstrom einer Röhre nur in einer Richtung fließt, kann man mit ihm den Elektronenstrahl von der Bildschirmmitte aus nur in einer Richtung ablenken. Um den ganzen Bildschirm ausschreiben zu können, wird über R 164 und L 42 ein dem Anodenstrom der Endröhre entgegengesetzter Strom („Verschiebestrom“) durch die Ablenkspulen geleitet, der beim Anodenstrom Null der Endröhre den Strahl bis etwas über den unteren Rand der Bildröhre ablenkt. Auf diese Weise kann mit dem Anodenstrom von RÖ19 der Strahl über die ganze Bildschirmhöhe abgelenkt werden. Der „Verschiebestrom“ über R164 wird von der Oberspannung des elektronisch stabilisierten Netzgerätes (ca. 400 V) geliefert. Diese Oberspannung ist natürlich netzspannungsabhängig und damit auch der Verschiebestrom. Das Oszillogramm würde sich also bei Netzspannungsschwankungen in vertikaler Richtung verschieben. Um diesen unerwünschten Effekt zu beseitigen, wird von der Oberspannung über R188 ein kleiner zusätzlicher Strom in den Anodenkreis von RÖ18 eingespeist. Er bewirkt bei einer Änderung der Oberspannung eine Verschiebung des Arbeitspunktes und damit des Anodenstromes von RÖ19, der die Veränderung des Verschiebestromes gerade aufhebt.

Anklammerung

Verschiebestrom

R 6274
459
Bl. 58



Anklammerung und elektronische Umschaltung.

Wie schon erwähnt, dient die Klammerschaltung zur Festhaltung des Nulllinienpegels; sie erfolgt synchron mit dem Frequenzablauf und wird durch den Austastimpuls gesteuert. Dieser Impuls wird vom Gitter der Austaströhre (Rö10 L) abgenommen und dem Gitter von Rö25 R zugeführt, deren Katode wie die von Rö10 L auf -85 V liegt. Die Anode von Rö25 R ist mit dem Gitter von Rö25 L verbunden, deren Außenwiderstand je zur Hälfte in Anoden- und Katodenleitung liegt. Der Austastimpuls öffnet Rö25 R. Wegen des hohen Außenwiderstandes ist die Anodenrestspannung klein (etwa 30 V) und da die Katode auf -85 V liegt, etwa -50 V gegen Masse. Das Gitter von Rö25 L wird ebenfalls 50 V negativ gegen Masse. Rö25 L wird also gesperrt, die Katode wird negativer, die Anode positiver. Bei fehlendem Austastimpuls (während des Hinlaufes) ist Rö25 R gesperrt. Das Gitter von Rö25 L liegt über Anodenwiderstand R194 an Anodenspannung. Rö25 L ist geöffnet. An Rö25 L stehen also zwei gegenphasige Rechteckwellenspannungen zur Verfügung, die mit der Austastspannung in Phase sind. Diese Rechteckwellenspannungen werden über C83 und C84 auf die Reihenschaltung der Dioden in Rö17 gegeben. Die Dioden richten die Klammerimpulse gleich, die Gleichspannung steht am Potentiometer R168, der aber noch die Impulsspannung überlagert ist. Die Phasenlage ist so gewählt, daß immer während der Austastung die Dioden leitend werden. Da der Durchlaßwiderstand sehr gering ist, haben alle Elektroden der Duodiode dann praktisch gleiche Spannung, nämlich die, die vom Potentiometer R167 dem Schleifer vom Potentiometer R168 zugeführt wird. Unsymmetrien der Dioden können mit R168 ausgeglichen werden. Die Mittelverbindung der beiden Dioden liegt am Gitter des Gleichstromverstärkers Rö18 L, dem außerdem über R144 und C82 das Signal von Rö16/Rö22 zugeführt wird. Während des Klammervorganges ist dieses Gitter also über die leitenden Dioden niederohmig mit der von R167 abgegebenen Spannung verbunden, das Gitter hat also während des Rücklaufes ein bestimmtes, festes Potential und damit hat die Nulllinie eine feste Lage auf dem Bildschirm. Während des Hinlaufes sind die Dioden gesperrt, die Mittelverbindung der Dioden hat mit den anderen Elektroden keine leitende Verbindung mehr, so daß das Gitter von Rö18

Anklammerung

Gleichstrom-
verstärker

R 6274
459
Bl. 59



ungehindert vom Signal angesteuert werden kann. Da kein Gitterableitwiderstand vorhanden ist, genügen zur Übertragung des Signals trotz der extrem niedrigen Grenzfrequenz 1000 pF. Ein Gitterableitwiderstand ist hier nicht erforderlich, da ein Weglaufen der Gitterspannung infolge der Klammerschaltung nicht möglich ist.

Bei Zweistrahlbetrieb werden die beiden vom Verstärker gelieferten Signale abwechselnd eingeschaltet, so daß jedes Signal nur bei jedem zweiten Durchlauf zur Anzeige kommt. Am Bild macht sich dies durch eine geringere Helligkeit und Flimmern bemerkbar. Die Umschaltung von einem Kanal auf den anderen erfolgt immer am Ende des Hinlaufes, die Klammerschaltung hat dann genügend Zeit (10 ms), um den Koppelkondensator C82 auf den dem anderen Signal entsprechenden Nulllinienpegel umzuladen. Der Umschaltimpuls hat eine Folgefrequenz von 25 Hz.

Er wird folgendermaßen erzeugt: Von der Katode R025 L wird der Klammerimpuls über C94 der Röhre R024 R zugeführt und in R024 begrenzt und verstärkt. Mit dem RC-Glied C99/R207 wird der Rechteckimpuls differenziert und R024 L zugeführt. Dem Gitter dieser Röhre wird über den Spannungsteiler R207/R206 eine so hohe Minusspannung zugeführt, daß sie normalerweise gesperrt ist. Nur die positive Spitze des differenzierten Rechtecksignals reicht in den Aussteuerbereich der Röhre und ruft an deren Anodenwiderstand R208 negative Nadelimpulse hervor. Da die Anodenspannung des bistabilen Multivibrators R023 von der Anode von R024 L abgenommen wird, wird dieser durch den Nadelimpuls getriggert. Der bistabile Multivibrator („Flip-Flop-Schaltung“)

hat zwei stabile Ruhelagen, d.h. es ist immer ein System geöffnet, während das andere gesperrt ist. Bei jedem Trigger kippt das System in die andere Gleichgewichtslage um. Die Schaltung ist so dimensioniert, daß der Punkt R165/R199 entweder etwa -15 V oder aber ca. +50 V gegen Masse hat. An Punkt R204/R205 stehen gleiche Spannungen, jedoch in G e g e n p h a s e. Mit diesen Spannungen werden die Röhren R016 R bzw. R022 R gesteuert. Liegt z.B. an R022 R die -15 V-Spannung an, so ist dieses System gesperrt und System R022 L kann als normaler NF-Verstär-

Elektron.
Umschaltung

Erzeugung
des Umschalt-
impulses

Elektron.
Umschaltung

R 6274
459
Bl. 60



ker arbeiten; liegen jedoch die +50 V an, so zieht R622 R starken Anodenstrom und das Katodenpotential stellt sich auf etwa +55 V ein. Die Katoden von R622 R und R622 L sind verbunden, deshalb hat jetzt R622 L eine Gitterspannung von ca. -50 V (Gitterspannung gegen Masse etwa +8 V) und ist damit auch für große Signalamplituden gesperrt. Das gleiche gilt sinngemäß auch für R616. Die NF-Signale werden also immer abwechselnd auf den gemeinsamen Anodenwiderstand R138 gegeben. Ist einer der beiden Kanäle abgeschaltet, ist eine elektronische Umschaltung überflüssig. Es wird dann eine Katode von R623 abgeschaltet, das betreffende System ist dann gesperrt und der bistabile Multivibrator spricht nicht mehr auf die Trigger an, der nichtbenutzte NF-Kanal bleibt dauernd gesperrt. Die Katoden von R623 und R624 sind paarweise verbunden, so daß bei Abschaltung einer Katode von R623 auch immer eine Katode von R624 abgeschaltet ist. Damit wird erreicht, daß der Trigger selbst, der sich bei Einkanalbetrieb störend bemerkbar macht, auch mit abgeschaltet ist.

Elektron.
Umschaltung

5.3 Markengenerator

Der Markengenerator dient zur frequenzmäßigen Orientierung bei Auswertung des Oszillogrammes. Es können 1-, 10- und 50-MHz-Marken geschrieben werden.

R626 L ist als Quarzoszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung geschaltet und erzeugt die 1-MHz- und 10-MHz-Grundschiwingung. Die Quarze sind durch Relais RLS 4 umschaltbar. Die Quarzschwingung wird in R626 R verstärkt, ihr Anodenkreis wird mit RLS 4 auf einen 1-MHz- bzw. 10-MHz-Kreis umgeschaltet. Der 10-MHz-Kreis enthält keinen besonderen Kondensator, die Abstimmung erfolgt mit den Röhren- und Schaltkapazitäten.

Erzeugung
der Grund-
schwingun-
gen

Zur Erzeugung der 50-MHz-Grundschiwingung wird R626 R als kapazitiver Dreipunktoszillator mit RLS 5 umgeschaltet. (C113-L36-C114). Die 10-MHz-Kreissspule L35 wird dann als Anodendrossel, während R626 L nicht in Betrieb ist, verwendet. Die Grundschiwin-

Verzerrung
der Grund-
schwingun-
gen

R 6274
459
Bl. 61



gung wird R627 zugeführt, die als Verzerrer arbeitet. Die Diode (G110) parallel zur Impulsdrossel dient zur Unterstützung der Oberwellenbildung. In R628 wird das Signal nochmals verzerrt. Das Oberwellenspektrum reicht nun bis 400 MHz hinauf und wird der Mischdiode (G112) zugeführt. Hier wird es mit einem kleinen Teil der Senderausgangsspannung, der über R51 angekoppelt wird, gemischt. Bei jedem Durchgang der Senderfrequenz durch eine Oberwellenfrequenz des Spektrums entsteht eine Schwebung. Diese Schwebungsfrequenz wird in Röhre R629 zweistufig verstärkt und durch die RC-Glieder C133-R248, C134-R247 sowie C132-R251 zur Erzielung einer günstigen Markenform beeinflusst, in R618 R nochmals verstärkt und über C85 in den NF-Kanal eingekoppelt.

Marken-
mischung

Marken-
verstärkung

5.4 Stromversorgung

Die Heizung der Röhren erfolgt (ausgenommen R608, R609 und R635) mit ungesteuerter Wechselspannung von 6,3 V. Es werden drei Heizstromkreise verwendet. Die Heizung der Senderseite liegt einpolig am Chassis, die Heizleitungen sind nur einpolig geführt (Wicklung 5-6). Die Heizleitungen auf der NF-Seite sind zweipolig geführt, der Heizstromkreis liegt an einem Punkt einpolig an Masse (Wicklung 3-4). Die Katoden der Röhren 11, 30, 31 haben hohe Gleichspannung gegen Masse. Diese Röhren werden aus einer besonderen Wicklung (1-2) geheizt, die nicht auf ein bestimmtes Potential gelegt ist. Durch Isolationsströme K/f in den Röhren stellt sich das Potential automatisch auf f/K-Spannung ein.

Heizung

Die HF-Generatorröhren R608, R609 und R635 werden aus Gründen der Lebensdauer und Stabilität mit einer elektronisch stabilisierten Gleichspannung geheizt. Aus der Heizwicklung (15-16) des Transformators Tr1 wird in dem Graetz-Gleichrichter G113 eine Gleichspannung von ca. 12 V gewonnen und einem Transistorregelgerät T1, T2 und T3 zugeführt. Die zur Stabilisierung erforderliche Vergleichsspannung wird an einer Zener-Diode (G114) gebildet. An dem Potentiometer R258 kann die Einstellung der geregelten Heizspannung auf 6,3 V erfolgen.

Heizung
HF-Generator

Geregelter
Heizkreis

R 6274
459
Bl. 62



Die Anodenspannung der Röhren der Senderseite und des Marken-
generators (ca. 205 V) ist unstabilisiert und wird von
G15-C61-L30-C62 geliefert. Eine Stabilisation ist hier über-
flüssig, da durch die Regelschaltung die HF-Ausgangsspannung
ohnehin konstant gehalten wird.

Anoden-
spannung

Die Anodenspannung des Anzeigeteiles (250 V) ist elektronisch
stabilisiert (Rö30, Rö31, Rö32 und Rö33). Das Regelgerät ar-
beitet nur in Rückwärtsregelung, es braucht also nur die Aus-
gangsspannung von 250 V eingestellt zu werden.

Die Oberspannung (ca. 400 V) zur Speisung des Regelgerätes
wird von G14 geliefert. Die Minuspole von Lade- und Sieb-
kondensator liegen nicht auf Masse, sondern an den entspre-
chenden Pluspolen von Lade- und Siebkondensator der Gleich-
richterschaltung für 205 V. Auf diese Weise können trotz der
Spannung von 400 V normale Elektrolytkondensatoren mit 250 V
Betriebsspannung verwendet werden.

Ober-
spannung

Die Hochspannung für die Bildröhre (ca. 4 kV) wird durch Span-
nungsverdopplung aus einer 1,7-kV-Wechselspannung mit zwei
Stabgleichrichtern gewonnen, denen ein Schutzwiderstand von
50 k Ω vorgeschaltet ist. Die Siebung erfolgt mit C57-C58, die
Widerstände R65-R66 dienen zum Entladen der Hochspannungskon-
densatoren nach Abschalten des Gerätes.

Hoch-
spannung

Die an einigen Stellen des Gerätes benötigte negative Span-
nung (-85 V) wird von der Anordnung G16-C67-R72-C68 geliefert
und von Rö34 (85 A 2) konstant gehalten.

Minus -
spannung

An der Rückseite des Gerätes ist ein Lüfter eingebaut, der es
auch im Dauerbetrieb vor unzulässiger Erwärmung schützt.

Lüfter

z 6274
159
31. 63



6.2 Eigenschaften des Empfangsteiles

Empfangsteil	zwei gleichartige unabhängige Kanäle, mit halber Wobelfrequenz umgetastet; Verstärkungen stetig regelbar
Eingänge	1) konzentrischer HF-Eingang mit eingebautem Abschlußwiderstand und Gleichrichter 2) zwei HF-Tastköpfe mit eingebautem Gleichrichter 3) zwei NF-Eingänge
HF-Eingang	$Z = 50, 60$ oder 75Ω ⁺); Meßdiode gleichspannungsfrei angeschlossen
Frequenzbereich	0,5...400 MHz (verwendbar bis 1000 MHz)
Empfindlichkeit	≤ 50 mV für volle Bildhöhe
Reflexion	$< 3 \%$ (bis 400 MHz)
Belastbarkeit	max. 1 Watt (Summe aus HF- und Gleichstrombelastung)
Anschluß	Kurzhubstecker Dezifix B ⁺⁺)
HF-Tastkopf-Eingänge	
Frequenzbereich	0,5...400 MHz
Empfindlichkeit	≤ 30 mV für volle Bildhöhe
Belastbarkeit	max. 10 V
Eingangswiderstand bei 300 MHz	20 k Ω parallel 3 pF; gleichspannungssicher bis 500 V =
Anschluß	über NF-Eingangsbuchsen
Tastkopf ohne Farbkennzeichnung	neg. Ausgangsspannung, Gleichrichterschaltung geerdet
Tastkopf mit roter Farbkennzeichnung	pos. Ausgangsspannung, Gleichrichterschaltung erdfrei
NF-Eingänge für Meßobjekte mit eigenem Gleichrichter	
Frequenzbereich	3 Hz...7 kHz (gleichzeitig Frequenzbereich der NF-Verstärkung für HF-Eingang und Meßköpfe)
Empfindlichkeit	≤ 2 mV für volle Bildhöhe
Polarität	wahlweise positiv oder negativ
Eingangswiderstand	500 k Ω , gleichspannungssicher bis 500 V =
Anschlüsse	konzentrische 13-mm-Buchsen FD 413/21 (auch für Bananenstecker 4 mm \varnothing geeignet)

R 6274
459
Bl. 67



6.3 Eigenschaften des Anzeigeteiles

Anzeigeeinrichtung	Katodenstrahloszillograf für gleichzeitige Darstellung zweier Meßgrößen (durch Umtastung des Empfangsteiles)
Bildformat	280 x 210 mm (36 cm-Fernsehbildröhre mit magnetischer Ablenkung)
Meßgrößen (je Kanal getrennt umschaltbar)	Spannung am Ausgang des Senderteiles Spannungen am Meßobjekt (HF-Eingang, HF-Tastköpfe, NF-Eingänge) EMK des Senderteiles (Funktionskontrolle)
Frequenzachse	horizontal
volle Bildbreite	gleich dem am Senderteil eingestellten Hub
Eichung	durch eingeblendete Frequenzmarken
Frequenzmarken	eigen und / oder fremd; Amplitude stetig veränderbar; Erzeugung unter Umgehung des Meßobjektes
eigen	quarzugesteuert; wahlweise alle 1 MHz und 10 MHz; 50 MHz zur Orientierung freischwingend
fremd	Frequenz eines außen angeschlossenen Generators; Spannungsbedarf ca. 1 V _{eff} Eingang Kurzhubstecker Dezifix B (rückseitig) R _a ≈ 60 Ω, verwendbar für Generatoren mit Innenwiderstand 50, 60 oder 75 Ω.
Spannungsachse	vertikal; Nulllinie verschiebbar
Spannungscharakteristik	annähernd quadratisch (HF-Eingänge) bzw. abhängig von der Gleichrichtung im Meßobjekt (NF-Eingänge)
Spannungsmaßstab	linear geteilte, auswechselbare Plexiglasscheibe mit regelbarer Flutlichtbeleuchtung
Eichung	durch Herabsetzen der Senderspannung mit Hilfe der eingebauten Eichteiler
Dämpfungsmeßbereich	45 db für Dämpfung, 60 db für Verstärkung, durch Vorschalt-Dämpfungsglieder vergrößerbar
Fehlergrenzen der Dämpfungsmessung	±0,1 db

R 6274
459
Bl. 68



Auflösungsvermögen für Dämpfungs-
änderungen des Meßobjektes 20 kHz im gesamten Frequenzbereich
(10 % \longleftrightarrow 100 %)

6.4 Gemeinsame Daten

Netzanschluß 115/125/220/235 V $\begin{matrix} +10 \\ -10 \end{matrix}$ %
47...63 Hz (150 VA)

Bestückung 2 Röhren E 88 CC
8 Röhren E 180 F
1 Röhre EAA 91
14 Röhren ECC 81
2 Röhren EF 86
2 Röhren EF 804 S
1 Röhre EL 84
2 Röhren EL 86
1 Röhre EL 95
1 Röhre MW 36 - 44
2 Stabilisator 85 A 2
2 Transistoren OC 604 spez.
1 Transistor CTP 1109
2 Skalenlampen RL 165 S
(Osram 6425; 6 V/0,5 A)
1 Skalenlampe RL 163
(Osram 3341; 7 V/0,3 A)
2 Schmelzeinsätze 2 D DIN 41571
für 115/125 V
1 Schmelzeinsatz 1 C DIN 41571
für 220/235 V

Abmessungen (B x H x T) 540 x 370 x 575 mm (Stahlblech-
kasten mit abnehmbarem Deckel)

Gewicht ca. 55 kg
(einschließlich Zubehör)

6.5 Mitgeliefertes Zubehör (im Preise eingeschlossen)

1 Plexiglasscheibe R&S-Sachnummer E 415/1 - 13.11
1 Netzkabel (Länge = 2 m) R&S-Sachnummer LK 333
2 HF-Tastköpfe mit
2 Ersatzspitzen R&S-Sachnummer E 415/1 - 18
1 Kabel (50, 60 oder 75 Ω) mit
2 Kurzhubsteckern Dezifix B BN 900556/100 ++)

2 6274
159
31. 69



6.6 Empfohlene Ergänzungen (gesondert zu bestellen)

Dezifix-Präzisionskabel

50 Ω (Länge ca. 35 m)	BN 356812/50 ++)
60 Ω (Länge ca. 40 m)	BN 356812/60 ++)
75 Ω	auf Anfrage

Konzentrische 13-mm-Stecker, Kurzhubstecker Dezifix B, Übergänge von Dezifix B auf Buchsen und Stecker fremder Fabrikate, 13-mm-Steckerkabel, Dezifix-Kabel, feste Dämpfungsglieder, Anpassungsglieder für verschiedene Wellenwiderstände, Symmetrieübertrager.

6.7 Bestellnummern der verschiedenen POLYSKOP-Ausführungen

POLYSKOP in 50- Ω -Ausführung	BN 4244/50
POLYSKOP in 60- Ω -Ausführung	BN 4244/60
POLYSKOP in 75- Ω -Ausführung	BN 4244/75

Bestellungen über Geräte mit anderen Anschlüssen erfordern genaue Angaben über die gewünschte Type.

R 6274
459
Bl. 70



7. Wartung des POLYSKOP

7.01 Bildröhre

Als Anzeigeröhre wird im POLYSKOP eine normale Fernsehbildröhre verwendet. Während des Betriebes ist der Gerätestahlkasten und die an der Frontplatte befestigte 5 mm starke Plexiglasschutzscheibe ein weitgehender Schutz bei eventueller Beschädigung der Bildröhre.

Auf dem Glaskolben der Fernsehbildröhre lastet ein Druck von mehreren Tonnen. Bei einer Beschädigung des Glaskolbens durch Stoß, Schlag oder Kratzer kann es zu einer Implosion kommen, durch welche in der Nähe befindliche Personen erhebliche Verletzungen erleiden können. Es muß daher eindringlich davor gewarnt werden, das POLYSKOP ohne Gerätestahlkasten oder mit entfernter Plexiglasscheibe zu betreiben oder irgendwo aufzustellen. Wird zum Reinigen der Plexiglasscheibe oder zur Durchführung von Reparaturarbeiten das POLYSKOP aus dem Gerätestahlkasten genommen, so sind Gesicht und Hände durch Schutzscheibe und Handschuhe zu schützen. Diese Vorsichtsmaßnahmen sind besonders wichtig, wenn eine neue Bildröhre eingesetzt werden soll. Muß das Gerät ohne Kasten längere Zeit belassen werden, so empfiehlt sich, ein starkes Leinentuch darüberzudecken.

7.02 Bildröhrenwechsel (hierzu Bild 21)

Das Gerät muß vor Beginn der Arbeit mindestens 10 Minuten abgeschaltet sein, damit die Hochspannung von 4 kV mit Sicherheit abgeklungen ist. ~~Trotzdem empfehlen wir, nach Abnahme des Hochspannungskabels dieses~~ gegen Masse kurzzuschließen und ebenfalls den Anodenanschluß der Bildröhre mit einem Draht gegen Erde zu verbinden, um jegliche Restladung auszugleichen.

Beim Auswechseln der Bildröhre sind die obengenannten Vorsichtsmaßnahmen in besonderem Maße zu beachten. Ohne Gewalt anzuwenden, wird der Röhrensockel vom Bildröhrenhals entfernt und der Ionenfallenmagnet, der sich zwischen Röhrensockel und Fokusspule befindet, nach hinten abgezogen. Nunmehr sind die vier Befestigungsschrauben zu lösen,

welche die gesamte Ablenkeinheit auf dem Lagerbock festhalten. Nach Entfernen der Tuchelsteckverbindung kann die Ablenkeinheit nach hinten aus dem Gerät entnommen werden. Der Bildröhrenhals wird sodann durch einen weichen Lappen abgestützt. Schließlich wird das nahe der Frontplatte befindliche Spannband gelöst und die Bildröhre vorsichtig nach oben aus dem Gerät entnommen.

Die Bildröhre soll niemals am Röhrenhals allein gehalten oder gar umgedreht werden. Man trage die Bildröhre auf der flachen Hand mit dem Kolben nach unten unter leichtem Festhalten des Röhrenhalses mit der rechten Hand. Die Röhre soll auf einer weichen Unterlage abgesetzt werden und gegen Umfallen sicher sein.

Die n e u e Bildröhre wird in umgekehrter Reihenfolge eingebaut.

7.03 Justieren des Ionenfallenmagneten

Der Ionenfallenmagnet soll so aufgeschoben werden, daß der Pfeil in Richtung auf den Röhrensockel (Stift 9) weist.

Das Gerät wird eingeschaltet und der Helligkeitsregler voll aufgedreht. Durch Vor- und Zurückschieben und seitliches Drehen des Ionenfallenmagneten wird eine Anzeige erreicht. Nunmehr wird die Helligkeitsregelung immer weiter zurückgedreht und der Ionenfallenmagnet stets auf größte Bildhelligkeit nachgestellt.

7.04 Justieren der Bildlage

Eine seitliche Neigung des angezeigten Oszillogrammes kann mit dem Ablenksystem korrigiert werden. Hierzu ist die Schraube auf dem Halteband des Ablenksystemes zu lockern und dieses zuerst fest gegen den Röhrenkonus anzuschieben. Durch seitliches Verdrehen wird die richtige Horizontallage eingestellt. Eine getrennte Einstellung der Vertikal- und Horizontalablenkspulen ist nicht möglich und auch nicht erforderlich.



7.05 Justierung der Fokusspule

Die Fokusspule befindet sich in der Mitte zwischen Ablenkensystem und Ionenfallenmagnet. Sie kann in ihrer Aufhängung nach allen Richtungen hin geschwenkt werden. Nach Lösen der beiden Bodenschrauben und der großen Seitenmutter wird sie so lange verstellt, bis die angezeigte Nulllinie vollkommen gerade ist und auch bei voller Bildhöhe keine Ausblendungen auf dem Bildschirm auftreten. Es ist darauf zu achten, daß keine Stelle des Innenloches der Fokusspule dichter als 1 mm an den Röhrenhals kommt, auf keinen Fall darf die Fokusspule am Röhrenhals aufliegen.

Da die Einstellung der Fokusspule und des Ionenfallenmagneten nicht rückwirkungsfrei getrennt durchgeführt werden kann, muß zum Abschluß nochmals der Ionenfallenmagnet auf größte Bildhelligkeit nachgestellt werden. Nach Anziehen *a l l e r* gelösten Schrauben (!) wird das Gerät in den Stahlkasten eingeschoben.

7.06 Auswechseln der übrigen Röhren im POLYSKOP

Alle Röhren im POLYSKOP können ohne Beeinträchtigung der Geräteeigenschaften gegen gleiche oder gleichwertige Ersatzröhren ausgetauscht werden.

7.07 Auswechseln der Transistoren

Der Leistungstransistor T3 befindet sich auf einem Kühlblech montiert, auf dem Bodenblech hinter dem HF-Ausgang. Es ist darauf zu achten, daß das Kühlblech isoliert vom übrigen Gerätechassis montiert ist und ca. 12 V Gleichspannung gegen Masse führt. Durch Metallspäne oder Schrauben kann hier ein Kurzschluß verursacht werden, der unter Umständen zur Zerstörung des Niedervoltgleichrichters führt.

Die beiden Steuertransistoren T1 und T2 und die Zenerdiode G14 werden nach Abnehmen des Haltebügels für den Heizspannungsregler R258 unter dem Bildröhrenbock zugänglich. Entsprechende Typen müssen eingelötet werden.

R 6274
459
Bl. 74



Nach dem Auswechseln der Transistoren oder der Zenerdiode ist eine Neueinstellung der stabilisierten Heizung erforderlich (siehe Absatz 8.02)

7.08 Auswechseln der Beleuchtungslämpchen

Zum Auswechseln der beiden Soffittenlämpchen der Transparentscheibenbeleuchtung muß die Plexiglasscheibe nach oben herausgezogen werden. Die beiden Preßstoffkeile an der rechten und linken Seite des Führungsschachtes werden nach innen gedrückt und die Lämpchen von der Seite her ausgewechselt. Auf der rechten Geräteseite muß hierzu das Abschirmblech entfernt werden, welches die beiden NF-Eingangsbuchsen überdeckt. Die Netzkontrollampe kann wie eine normale Taschenlampenbirne herausgeschraubt werden.

7.09 Auswechseln und Reinigen der Transparentscheibe

Die Transparentscheibe wird nach Herausziehen des Gerätes aus dem Stahlkasten nach oben aus dem Führungsschacht gezogen. Die Bildröhrenoberfläche darf nur mit einem weichen feuchten Lappen von anhaftendem Staub gereinigt werden. Das gleiche gilt auch für die Plexiglasscheibe, die gegen Verschrämmen sehr empfindlich ist.

7.10 Hinweise für den Betrieb

7.101 Betrieb bei Netzunterspannung

Das POLYSKOP arbeitet mit Netzspannungen, die um $\pm 10\%$ vom Nennwert abweichen, noch einwandfrei. Es sollte jedoch vermieden werden, das Gerät im Dauerbetrieb bei Unterspannungen von -10% zu betreiben, da durch Überlastung einzelne Röhren frühzeitiger ausfallen können.

R 6274
459
Bl. 75



7.102 Überlastung der Oszillatorröhre

Wird im ersten Bereich von 0,5...50 MHz bei zurückgedrehtem Hubregler der Mittelfrequenzregler ganz nach rechts gedreht, so entsteht eine Ausgangsfrequenz über 50 MHz, die oberhalb der Grenzfrequenz des eingebauten Breitbandverstärkers liegt und deshalb von diesem nicht mehr durchgelassen wird. Die eingebaute Regelschaltung versucht, die Ausgangsspannung konstant zu halten und speist hierzu die Oszillatorröhren dieses Bereiches mit maximaler Anodenspannung. Vor allem Röhre R08 wird hierbei überlastet und kann unter Umständen Schaden erleiden.

8 Reparatur des POLYSKOP

(hierzu Stromlauf und Schaltteilliste am Schluß dieses Absatzes)

Bei allen Fehlern am POLYSKOP bitten wir Sie, sich an unsere nächste Vertretung zu wenden. Reparaturen sollten nur im Notfalle selbst durchgeführt werden. Die wichtigsten Vorschriften sind im folgenden zusammengestellt.

Die Lage der unter Umständen nachzustellenden Trimmstellen geht aus den Skizzen von Bild 23 hervor.

8.01 Einstellen der geregelten Anodenspannung

~~Die geregelte Anodenspannung wird mit R218 auf +250 V eingestellt.~~
Gemessen wird mit einem Instrument an der Katode von Röhre R030 oder Röhre R031.

8.02 Einstellung der geregelten Heizspannung

Die geregelte Heizspannung soll 6,3 V betragen und ist mit dem Potentiometer R258 auf diesen Wert einzustellen. Gemessen wird mit einem Gleichspannungsmesser an einer der beiden Oszillatorröhren R08 oder R09 nach Öffnen des linken Seitenchassis.

R 6274
459
Bl. 76



8.03 Prüfung der Spannungswerte

Im Stromlauf des POLYSKOP sind an den wichtigsten Stellen die mit einem hochohmigen Meßinstrument gemessenen Normalspannungswerte eingetragen. Als Meßinstrument empfehlen wir ein Röhrenvoltmeter Type URI oder URU der Fa. ROHDE & SCHWARZ oder ein gleichwertiges Fabrikat.

8.04 HF-Generatoren

Die vier HF-Generatoren im linken Seitenchassis des POLYSKOP sind im Werk abgeglichen und sicher verlackt. Wir raten unbedingt davon ab, an den winzigen, auf Spezialferrite aufgewickelten Oszillatordspulen irgendwelche Veränderungen vorzunehmen. Bei Wechsel der Oszillatorröhren können Frequenzbereichverschiebungen **n i c h t** auftreten.

Bei nicht einwandfreiem Arbeiten des untersten Bereiches von 0,5...50 MHz kann die Frequenz des Festoszillators an dem Trimmer C12 nachgestellt werden. Sie soll bei etwa 150 MHz liegen. Die auf der Kreisspule dieses Oszillators (Rö1) aufgebrachte Auskoppelschleife wird bei einer notwendigen Korrektur nur so dicht an die Kreisspule herangeschoben, daß die EMK-Anzeige (hierbei Eichteiler auf -20 db) bis über 50 MHz gerade verläuft. Eine zu starke Auskopplung führt zu einem unzulässig hohen Klirrfaktor, verursacht durch Übersteuerung der Mischdiode G11.

8.05 Einstellung der HF-Ausgangsspannung

Die HF-Ausgangsspannung des POLYSKOP wird im Werk an dem Regler R86 so eingestellt, daß sie bei ausgeschalteten Teilern $0,5 V_{\text{eff}}$ an einem Außenwiderstand vom jeweiligen Z-Wert des Gerätes beträgt. Die Einstellung wird mit Hilfe eines Breitbandoszillografen durchgeführt bei Einstellung eines geringen Frequenzhubes im untersten Bereich zwischen 1 und 3 MHz, bei Frequenzen also, die vom Oszillografen noch ohne Abfall angezeigt werden. Die angezeigte HF-Amplitude muß $1,4 V_{\text{ss}}$ betragen. Wegen der Ausstattung des Oszillografen ist diese Meßmethode zu bevorzugen.

R 6274
459
Bl. 77



8.06 Ersatz der Meßdioden

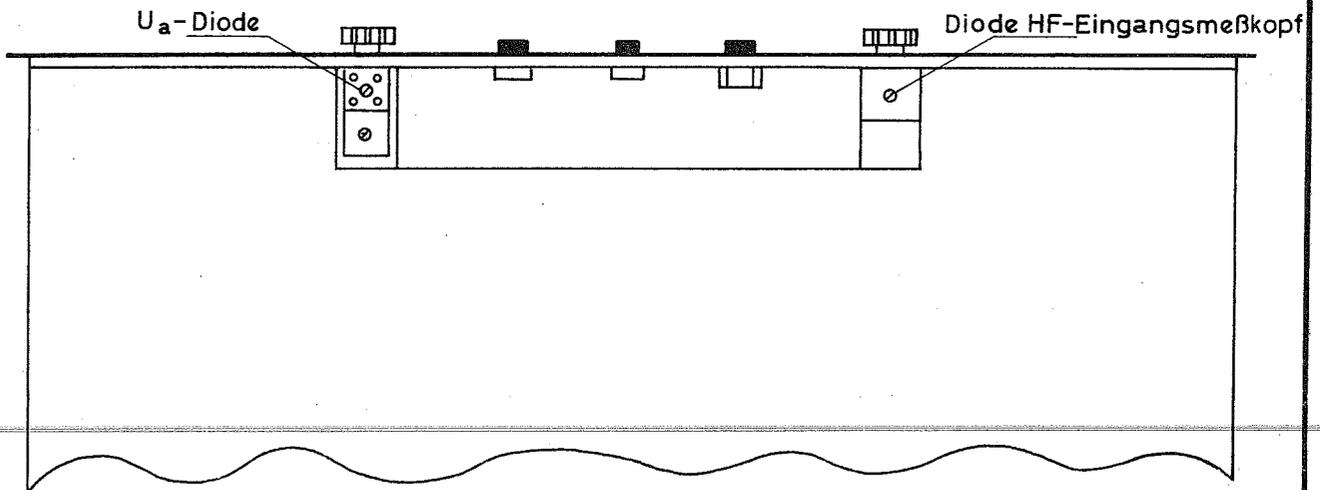
8.061 Regeldiode

Die Lage der Regeldiode G12 geht aus Bild 23 hervor. Sie kann gegen eine gleichwertige Type ersetzt werden, wobei die Polung unbedingt beachtet werden muß. (Es gibt im Handel Patronendioden, die umgekehrt gepolt sind.)

8.062 U_a -Diode und HF-Eingangsmesskopf

Die U_a -Diode befindet sich im vorderen Teil des Ausgangskopfes. Nach Ausbau des Gerätes aus dem Kasten sind der Ausgangs- und Eingangskopf durch eine Öffnung der Bodenplatte zugänglich. Mit einem Schraubenzieher können die näher bei der Frontplatte liegenden Kappen (Bild 22) abgeschraubt und die darin befindlichen Dioden gegen gleichwertige Typen ausgetauscht werden.

Bild 22.



8.07 Nulllinienkorrektur

Bei einer Schrägstellung der Nulllinie oder bei Durchbiegen muß eine Neueinstellung der Fokusspule erfolgen (siehe dort, Absatz 7.05). Wird die Nulllinie doppelt geschrieben, so kann dieser Fehler an dem Potentiometer R168 (Bild 23) korrigiert werden. Der Abgleichvorgang ist folgender: Die Röhre R019 (EL 84) wird entfernt und mit Regler R164 die Nulllinie bis etwas unter die untere Bildschirmkante geschoben. Nun wird die Röhre R019 wieder eingesetzt und mit den Reglern Nulllinie (Frontplatte) und Regler R167 die Nulllinie etwa in Bildmitte eingestellt. Mit R168 wird so eingeregelt, daß die Nulllinie nicht gespalten erscheint (Anklammersymmetrie). Zum Abschluß wird an Potentiometer R167 der Regelbereich der Nulllinienverschiebung so eingeschränkt, daß diese sich vom unteren Bildrand bis etwas über die Bildmitte verschieben läßt. Eine dauernde Einstellung der Nulllinie auf den oberen Bildrand ist wegen der Überlastung der Röhre R019 **n i c h t** zulässig.

8.08 Gleichheit der positiven und negativen Anzeige

R150 (für Y_2 -Verstärker) und R152 (für Y_1 -Verstärker) dienen zur Einstellung der Verstärkungsgleichheit bei negativer oder positiver Anzeige. Die beiden Regler sind erst nach Abnehmen der rechten Seitenchassisdeckplatte zugänglich. Bei Ungleichheiten der beiden Verstärkungen liegt jedoch im allgemeinen ein Röhrendefekt vor. (R015 bzw. R021 ersetzen.)

8.09 Markengenerator

Bei ungenügender Markenamplitude, vor allem in den oberen Frequenzbereichen, kann ein Auswechseln der Markenmischdiode G112 erforderlich sein. Hierzu wird die rechte Seitenchassisdeckplatte entfernt und die nahe der Röhre R020 in Federn gehaltene Diode zugänglich.

Bei Ausfall des 1-MHz- oder 10-MHz-Markenspektrums muß der entsprechende Steuerquarz überprüft und gegebenenfalls gegen eine gleichwertige Type ersetzt werden. Die beiden Steuerquarze sind auf der Innenseite des Gerätes dicht unter der Röhre R026 in Steckfassungen eingesetzt.

R 6274
459
Bl. 79



Die 50-MHz-Marken werden durch den Schwingkreis L36 erzeugt. Bei Ersatz der Röhre R626 kann es möglich sein, daß die 50-MHz-Marke nicht genau mit der entsprechenden 10-MHz-Marke übereinstimmt.

Durch Drehen am Schraubkern der Spule L36 (nach Abnehmen der rechten Seitenchassisplatte) kann eine Übereinstimmung wieder hergestellt werden. Die Messung erfolgt am besten im oberen Frequenzbereich bei 350 MHz.

8.10 Einstellen der Bildbreite

Die Bildbreite kann mit dem Regler R68 eingestellt werden. Es ist zweckmäßig, diese Einstellung bei der vorgeschriebenen Netzspannung vorzunehmen. Hierbei soll die Bildbreite zu beiden Seiten etwa 1 cm über den Bildausschnitt ragen. Es ist dann gewährleistet, daß auch bei Unterspannung das Bild voll ausgeschrieben wird.

8.11 Einstellen der Austastphase

Die Austastung der Wobbeloszillatoren muß phasenrichtig derart erfolgen, daß während des Oszillografenrücklaufes eine Nulllinie geschrieben wird. Die Phasenlage des Austastimpulses läßt sich am Regler R73 einstellen. Nimmt man diese Einstellung bei herabgesetzter Bildbreite vor, so wird das richtige Einsetzen des Austastimpulses besonders gut sichtbar.

Eine Korrektur der Austastphase kann unter Umständen erforderlich sein, wenn das POLYSKOP an einer von 50 Hz abweichenden Netzfrequenz betrieben wird.

8.12 Einstellung der Hublinearisierung

Zur Beobachtung der Linearität des Frequenzhubes blendet man zweckmäßigerweise das 10 MHz-Markenspektrum ein.

Falls sich einmal eine Nachstellung der Linearität als notwendig erweist, so kann sie mit den regelbaren Widerständen R261, R262 und R263 durchge-

führt werden. Man verändert hierzu die drei genannten Widerstände so, daß die Abstände der Frequenzmarken möglichst gleich, keinesfalls aber mehr als 1 : 2 verschieden sind. Diese Einstellung soll in allen Frequenzbereichen kontrolliert und gegebenenfalls so korrigiert werden, daß die Linearität des Hubes in allen Frequenzbereichen möglichst gleich gut ist.

R261 beeinflusst den Markenabstand auf der linken Bildseite.

R262 beeinflusst den Markenabstand von der Mitte ab auf der rechten Seite.

R263 beeinflusst den Markenabstand ganz rechts und steht gewöhnlich am rechten Anschlag.

R264 ist nicht in Betrieb.

Durch die Einstellung der Hublinearität können sich die Regelbereiche der Mittelfrequenz und des Frequenzhubes verändern. Man sollte sie deshalb im Anschluß an die Hublinearisierung kontrollieren und gegebenenfalls nachstellen. R69 ist dabei für den maximalen Frequenzhub maßgebend. Da jedoch der Bildbreitenregler R68 ebenfalls den Frequenzhub beeinflusst, ist dieser gegebenenfalls vorher einzustellen. Der Regelbereich der Mittelfrequenz wird mit R113 am unteren und mit R79 am oberen Ende nachgestellt.

Abschließend sollte noch die Anodenstrombegrenzung der Röhre R635 kontrolliert und wenn erforderlich, nachgestellt werden. Dazu werden die beiden von außen bedienbaren Regler für Frequenzhub (grob und fein) an den linken und die Regler für die Mittelfrequenz (grob und fein) an den rechten Anschlag gestellt. Mit einem hochohmigen Spannungsmesser ($R_1 \approx 10 \text{ M}\Omega$, z.B. unsere Type URI) mißt man die Spannung am Steuergitter von R635 und am Schleifer von R259. An diesem soll die Spannung etwa 1,5 V höher sein, als am Steuergitter. Bei abweichendem Spannungswert wird R259 nachgestellt.

9. Grundlagen und Grenzen der Wobbel-Meßtechnik

9.1 Einleitung

Wird der Frequenzgang eines beliebigen Vierpols nicht mit stationären Schwingungen, sondern mit einer sich stetig ändernden Meßfrequenz aufgenommen, so müssen einige wichtige Gesichtspunkte beachtet werden, die durch das Einschwingverhalten des Vierpols gegeben sind.

Am einfachsten können die Verhältnisse an einem Resonanzkreis erklärt werden, der z.B. in die Anodenleitung einer Pentode geschaltet ist. Wird dieser Resonanzkreis auf seiner Resonanzfrequenz f_0 erregt, so steigt die Spannung an ihm exponentiell an und erreicht in einer bestimmten Zeit nahezu den Endwert 1. Die Zeitspanne bis zum Erreichen des Endwertes 1 ist abhängig von der Güte des Schwingkreises, mithin von seiner Bandbreite. Je höher die Kreisgüte, desto langsamer vollzieht sich der Spannungsanstieg. Bild 20 zeigt schematisch den Verlauf der HF-Spannung an einem solchen Resonanzkreis.

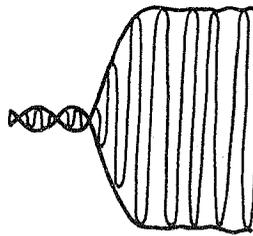


Bild 24.

Die Einschwingdauer τ eines Schwingkreises errechnet sich als

$$\tau = \frac{1}{B} \quad (\text{sec}) \quad [1]$$

wobei B die 3-db-Bandbreite des Schwingkreises ist. In der Zeit τ ist die Amplitude am Schwingkreis auf über 95 % der Endamplitude eingeschwungen. (Bild 25)

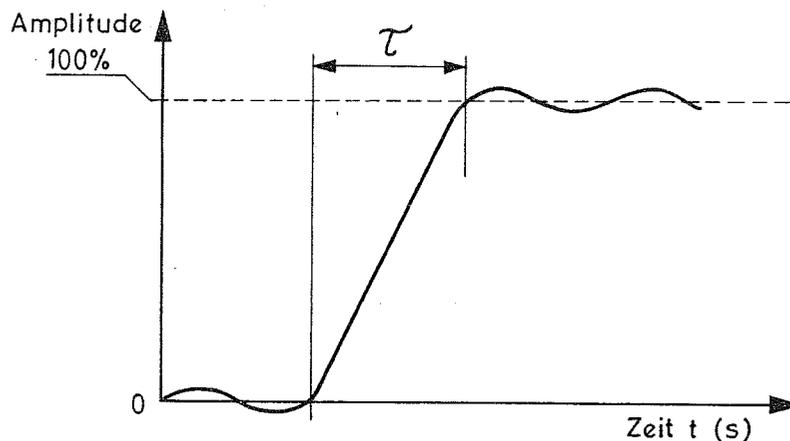


Bild 25.

Wenn wir also ohne wesentliche Fehler die Amplitude am Schwingkreis messen sollen, müssen wir mindestens diese Zeitspanne τ vergehen lassen, damit der Kreis bis zur vollen Amplitude einschwingen kann.

Messen wir nun den gleichen Schwingkreis mit einer sich stetig ändernden Frequenz, so wird die Meßfrequenz je nach Frequenzablaufzeit und Frequenzhub nur eine kurze Zeitspanne im Bandbreitebereich des Schwingkreises verweilen. Diese Verweilzeit T_v muß logischerweise mindestens gleich der Zeitkonstante τ des Schwingkreises gewählt werden, damit dieser voll einschwingen kann.

$$T_v \cong \tau \quad (\text{sec}) \quad [2]$$

Bei einem periodischen Frequenzablauf ist das Verhältnis zwischen Frequenzhub F und der Bandbreite des Meßobjektes B gleich dem Verhältnis von Frequenzablaufzeit T zur Verweilzeit T_v . Wir schreiben demnach

$$\frac{F}{B} = \frac{T}{T_v} \quad [3]$$

Setzen wir für $T = \tau$ und für T_v nach Formel [1] $1/B$, so erhalten wir die wichtige Beziehung

$$B = \sqrt{\frac{F}{T}} \quad (\text{Hz}) \quad [4]$$

B = 3-db-Bandbreite des Schwingkreises

F = Frequenzhub

T = Frequenzablaufzeit

Halten wir uns an diese Beziehung, so ist der auftretende Meßfehler < 5 %, vorausgesetzt, daß unser Meßobjekt aus einem einfachen Resonanzkreis besteht.

Ist unser Meßobjekt ein Bandpaß mit der Bandbreite B , so ist die Einschwingdauer τ ebenso wie die eines Einzelschwingkreises.

$$\tau = \frac{1}{B} \quad ([1])$$

Wenn wir die gleiche Beziehung [4] bei der Messung zu Grunde legen, so wird zwar ein Einschwingen auf über 95 % gewährleistet, jedoch verläuft die Einhüllende des Schwingvorganges so, als ob wir etwa einen Einzelkreis gleicher Bandbreite messen würden. (Bild 26)

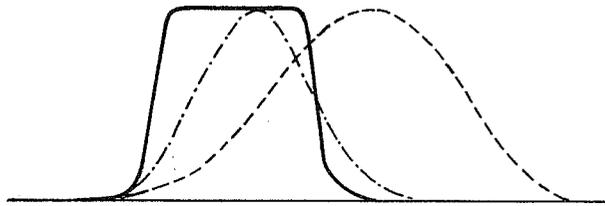


Bild 26.

Die steilen Flanken des Bandpasses werden nicht aufgelöst. Da wir jedoch die Durchlaßkurve eines Meßobjektes möglichst genau auflösen möchten, müssen wir die Verweilzeit T_v weit länger wählen. Diese Verweilzeit muß so bemessen sein, daß sie für die steilste Amplitudenänderung des Meßobjektes noch lange genug ist. (Bild 27)

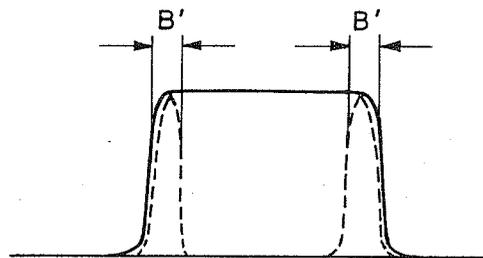


Bild 27.

Denken wir uns die steilste Flanke des Bandpasses zu einer Resonanzkurve ergänzt, so muß die Frequenzablaufgeschwindigkeit F/T dieser Bandbreite B' angepaßt sein. Wir erhalten daher:

$$B' = \sqrt{\frac{F}{T}} \quad (\text{Hz}) \quad [5]$$

9.2 Sinusförmiger Frequenzablauf

Die oben gemachten Angaben setzen voraus, daß der Frequenzablauf streng zeit-proportional ist. Bei vielen Wobbel-Meßgeräten wird jedoch der Frequenzablauf mit einer Sinusspannung z.B. der Netzfrequenz durchgeführt. Der Frequenzablauf vollzieht sich in diesem Fall mit unterschiedlicher Schnelligkeit (Bild 28).

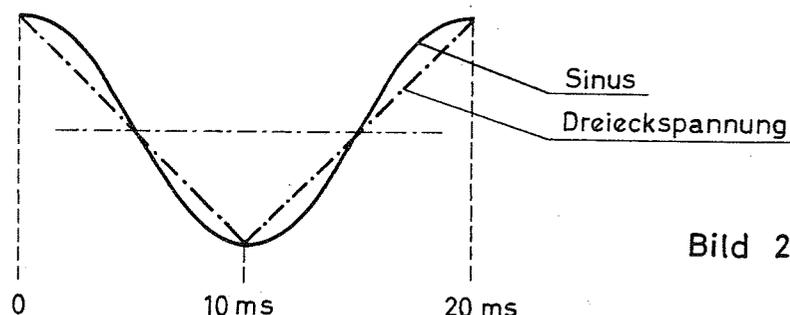


Bild 28.

Uns interessiert die schnellste vorkommende Frequenzänderung bei Sinussteuerung. Die Steilheit einer sinusförmigen Halbwelle ist $\pi/2 = 1,57$ mal größer als diejenige einer linearen Funktion gleicher Zeitdauer. Für sinusförmigen Frequenzablauf ist an Stelle der Formel [4] demnach zu setzen:

$$B = \sqrt{\frac{1,57 \cdot F}{T}} \quad [6]$$

Wir müssen uns jedoch immer vor Augen halten, daß bei einer Anzeige der Meßwerte auf dem Schirm einer Braun'schen Röhre die Auflösung nur in der Bildschirmmitte dieser Formel entspricht. Zu den Rändern des Bildschirmes hin ist sie höher, z.B. in den Punkten A und A₁ wäre sie genau so hoch wie bei einer linearen Frequenzänderung. (Bild 29)

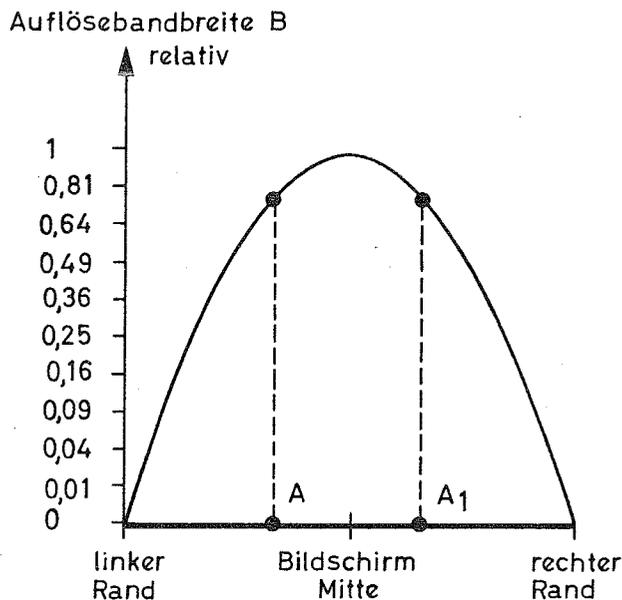


Bild 29.

Abhängigkeit der Auflösungsbandbreite B
von der Lage auf dem Bildschirm

Wenn wir also durch Änderung der Mittenfrequenz die angezeigte Kurve über dem Bildschirm von links nach rechts verschieben und dabei eine Änderung in der Auflösung beobachten, so können wir diese Erscheinung zur Prüfung auf Einhaltung der notwendigen Verweilzeit heranziehen.

An Hand der übersichtlichen Darstellung auf Bild 30 können wir für alle praktisch vorkommenden Frequenzhübe und Frequenzablaufzeiten die Auflösung nach Formel [4] direkt entnehmen. Wir sehen sofort, daß bei kleinen Frequenzhüben die Auflösung bei gleicher Frequenzablaufgeschwindigkeit

R 6274
459
Bl. 86



immer schlechter wird. So können wir bei $T = 10 \text{ ms}$ und $F = 100 \text{ MHz}$ eine Resonanzkurve der Bandbreite $B = 100 \text{ kHz}$, d.h. $0,1 \%$ des Frequenzhubes auflösen, jedoch bei $F = 100 \text{ kHz}$ nur eine Bandbreite von $3,16 \text{ kHz} = 3 \%$ des Frequenzhubes. Bei einem Frequenzhub von 1000 Hz beträgt die Auflösung nur 316 Hz , also ca. $1/3$ des Frequenzhubes, so daß die Frequenzablaufzeit T von 10^{-2} sec auf 10 sec erhöht werden müßte, um eine Auflösung von 1% des Frequenzhubes zu erhalten.

Wir stellen somit fest:

W o b b e l m e ß g e r ä t e sind in besonderem Maße für die B r e i t b a n d m e ß t e c h n i k vorteilhaft einzusetzen. Durch hohe Frequenzablaufgeschwindigkeiten (ca. 10^{-2} sec) wird die flackerfreie Darstellung auf dem Schirm einer Oszillografenröhre möglich, bei Frequenzhuben über 300 kHz erhalten wir in allen Fällen eine Auflösung, die besser als 1% des Gesamthubes ist.

Da die optische Auswertbarkeit einer auf dem Schirm einer Braun'schen Röhre angezeigten Kurve beschränkt ist, dürfte eine Auflösung von 1% bereits an der oberen Grenze des Sinnvollen liegen.

9.3 Gleichrichtung und Anzeige der Meßwerte

Nachdem wir bisher nur die Vorgänge beobachtet haben, welche durch den automatischen Frequenzablauf im Meßobjekt selbst ausgelöst werden, müssen wir uns den Anordnungen zuwenden, die zur Auswertung der Meßwerte auf dem Schirm einer Braun'schen Röhre gehören. Dies sind der Gleichrichter für die am Meßobjekt auftretende HF-Spannung und der Videoverstärker mit Bildröhre. Beide zusammen müssen in der Lage sein, auch die schnellsten Amplitudenänderungen am Meßobjekt unverzerrt verarbeiten zu können. Welche obere Grenzfrequenz f_g für die Bemessung der Gleichrichterzeitkonstante und des gesamten Anzeigeverstärkers angesetzt werden muß, läßt sich für den Grenzfall des größten vorkommenden Frequenzhubes aus der gleichen Formel [4] ermitteln:

$$f_g \approx \sqrt{\frac{F}{T}} \quad [7]$$

Wir halten fest:

Die Zeitkonstante des Gleichrichters und die Bandbreite des Anzeigeverstärkers müssen einer Grenzfrequenz angepaßt sein, die gleich ist der bei größten Frequenzhub gegebenen Auflösebandbreite.

Beispiel:

Der Frequenzhub F sei 10 MHz, die Frequenzablaufzeit 10 ms. Wir arbeiten mit einer linearen (Sägezahn) Zeitablenkung. Die Auflösebandbreite ermitteln wir aus der Formel [4]

$$B = \sqrt{\frac{107}{10^{-2}}} = 3,16 \cdot 10^4 = 31,6 \text{ (kHz)}$$

Ein Schwingkreis mit der Bandbreite $B = 31,6$ kHz schwingt zu voller Amplitude ein. Um die an ihm gemessene Spannung unverzerrt auf einer Bildröhre anzeigen zu können, muß die Gleichrichterzeitkonstante und der Anzeigeverstärker eine obere Grenzfrequenz von ebenfalls 31,6 kHz ohne Abfall verarbeiten können.

9.4 Gleichrichter und Anzeigeverstärker mit zu geringer Bandbreite

Aus dem obigen Beispiel ist zu entnehmen, daß bei großen Frequenzhuben die Auflösung bei richtiger Dimensionierung des Meßplatzes so hoch ist, daß sie auf dem Bildschirm optisch kaum mehr genau ausgewertet werden kann. (Die Auflösung ist im angeführten Beispiel 0,316 %). Es genügt daher also, die Bandbreite des Anzeigeteiles so zu dimensionieren, daß z.B. wie beim POLYSKOP eine Auflösung von 1 % des Gesamthubes gegeben ist. Bei einer Einschränkung der videofrequenten Anzeigebandbreite erhalten wir für große Frequenzhübe eine Auflösung, die sich direkt in Prozent des Hubes ausdrücken läßt, bei kleinen Hüben geht sie über in die Beziehung

$$B = \sqrt{\frac{F}{T}}$$

Bild 31 zeigt die Auflösung in Abhängigkeit vom Frequenzhub für einen sinusförmigen Frequenzablauf bei einer durch die obere Grenzfrequenz

R 6274
459
Bl. 88



des Anzeigeverstärkers bedingten optimalen Auflösung von 1 % des Gesamthubes. Bei Frequenzhuben von > 300 kHz ist die Auflösung auf Grund der geringen Anzeigebandbreite unabhängig vom Frequenzhub stets 1 % der Bildbreite, bei Hübren < 300 kHz (ein solcher Hub ist mit dem POLYSKOP jedoch nicht einstellbar) würde sie gleich dem errechneten Auflösungsvermögen sein.

9.5 Auswirkung eines zu schnellen Frequenzablaufes auf die Messung

Haben wir uns bisher Klarheit über die Möglichkeiten und die zu erfüllenden Bedingungen einer Messung mit automatischem Frequenzablauf verschafft, so wollen wir noch betrachten, welche Fehler bei Nichteinhalten dieser Bedingungen auftreten können.

Wird ein Resonanzkreis mit der Bandbreite B so schnell von der Meßfrequenz durchlaufen, daß die Verweilzeit kürzer als die Zeitkonstante ist, so läßt sich errechnen (Literaturstelle 1), daß außer einer zu geringen Amplitude zwei weitere schwerwiegende Effekte auftreten.

- 1) Das Maximum der Amplitude wird bei einer anderen Frequenz als bei einer Messung Punkt für Punkt ermittelt. Diese Frequenz liegt höher, wenn der Frequenzablauf nach höheren Frequenzen zu, oder tiefer, wenn dieser in umgekehrter Richtung verläuft. Bei gleichzeitiger Anzeige des Frequenzvor- und rücklaufes erscheinen z w e i Resonanzkurven nebeneinander (Bild 32).

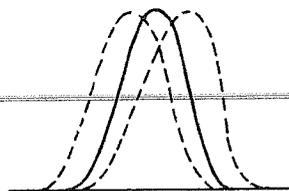


Bild 32.

- 2) Die ermittelte Bandbreite B ist größer als die tatsächliche. Diese beiden Effekte ergeben sich auch, wenn zwar das Meßobjekt entsprechend seiner Zeitkonstante genügend langsam abgetastet wird, jedoch die obere Grenzfrequenz des Anzeigeverstärkers oder die Zeitkonstante der Gleichrichteranordnung nicht ausreichen, um die Kurve verzerrungsfrei anzuzeigen.

Bei der Messung s t e i l e r Bandpässe erscheinen Anstieg und Abfall der Frequenz verschoben und flacher als sie tatsächlich sind. (Bild 33)

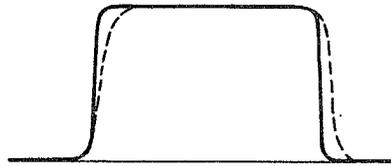


Bild 33.

9.6 Auswirkung eines Klirrfaktors der Meßfrequenz auf die Messung

Die für die Messung mit automatischem Frequenzablauf verwendeten Meßsender haben, ebenso wie gute Meßsender üblicher Bauart, Eigenklirrfaktoren, die in der Größenordnung von einigen Prozent liegen. Wir wollen betrachten, wie sich ein vorhandener Klirrfaktor auf die Meßgenauigkeit auswirkt.

Die Konstanthaltung der EMK des Meßsenders von Hand oder bei automatischem Frequenzablauf durch eine Regelschaltung richtet sich im allgemeinen nach dem Spitzenwert der HF-Spannung. Ist die HF-Spannung klirrfaktorbehaftet, so weicht dieser Wert von dem tatsächlichen Wert der Grundwellenspannung ab. Man kann meist voraussetzen, daß der Anteil an Oberwellen im Durchstimmbereich des Senders nicht sprunghaften Änderungen unterliegt, sondern weitgehend konstant bleibt bzw. sich nur langsam ändert. Solange die Bandbreite des Meßobjektes relativ schmal ist, wird durch einen Klirrfaktor der Meßspannung kaum ein nennenswerter Fehler in der Messung verursacht.

Anders liegen die Verhältnisse bei einer Messung über sehr breite Bänder, in besonderem Maße bei Messungen im Videofrequenzgebiet. Hier kann durch den Klirrfaktor der Meßspannung ein Anzeigefehler entstehen, der im Grenzfalle den doppelten Wert des Klirrfaktors annimmt.

Am einfachsten können die Verhältnisse bei der Messung eines Tiefpasses erklärt werden. Der Tiefpaß habe eine obere Grenzfrequenz von 10 MHz. Am Ausgang des Tiefpasses können demnach über 5 MHz keine Oberwellen der

R 6274
459
Bl. 91



Meßspannung mehr auftreten. Durch das Verschwinden der Oberwelle bei der halben Grenzfrequenz k_2 macht sich in der Anzeige eine Treppe bemerkbar, die im tatsächlichen Frequenzgang des Meßobjektes nicht vorhanden ist. Das gleiche geschieht mit k_3 , wodurch bei 3,3 MHz eine weitere Treppe auftreten kann. (Bild 34)

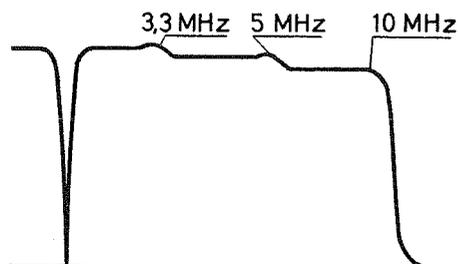


Bild 34

Der Klirrfaktor, welcher durch das Meßobjekt selbst verursacht wird (durch Übersteuerung oder nichtlineare Kennlinien) wirkt sich in gleicher Weise aus.

Wir halten fest:

Der Klirrfaktor der Meßspannung oder durch das Meßobjekt verursacht, wirkt sich vor allem bei Breitbandmessungen als Fehler aus.

Eine weitere Auswirkung des Klirrfaktors der Meßspannung muß erwähnt werden, weil sie zu erheblichen Meßfehlern in der Anzeige führen kann.

Bei der Messung eines Saugkreises wird wohl die Grundwelle der Meßfrequenz unterdrückt, jedoch nicht deren Oberwellen. Bei der Beurteilung der Saugwirkung von Sperrkreisen muß immer bedacht werden, daß der Klirrfaktor der Meßspannung eine bestimmte Mindestanzeige verursacht, obwohl die tatsächliche Saugwirkung wesentlich höher liegen kann. (Bild 35)

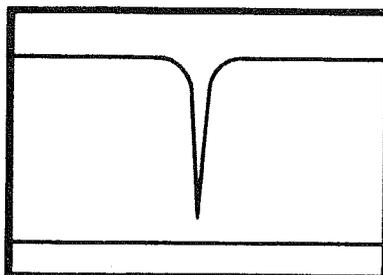


Bild 35

Ein solcher Meßfehler kann nur vermieden werden, wenn die Anzeige der Spannung nach dem Meßobjekt selektiv ist und daher die Amplitude der Oberwellen nicht mitgemessen wird.

9.7 Verhalten von Dioden bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung

Wird eine Diodengleichrichteranordnung mit einer HF-Spannung von einigen Volt beaufschlagt, so erfolgt die Gleichrichtung nahezu als Spitzenwertanzeige. Bei sehr kleinen HF-Spannungen (einige Millivolt) ist dies jedoch keineswegs mehr der Fall. Die Diode wird auf dem gekrümmten Teil ihrer Kennlinie angesteuert, ihr Wirkungsgrad wird schlechter und ihre Ausgangsspannung entspricht mehr dem Effektivwert der HF-Spannung als dem Spitzenwert. Effektivwert- und Spitzenwertanzeige einer HF-Spannung weichen jedoch bei klirrfaktorbehafteter Meßspannung und Messung eines Tiefpasses voneinander ab.

Bei Messung eines T i e f p a s s e s mit k l i r r f a k t o r -
b e h a f t e t e r Meßspannung liefern Gleichrichteranordnungen
v e r s c h i e d e n e Meßergebnisse, wenn sie mit u n t e r -
s c h i e d l i c h e n Pegeln betrieben werden.

10 Schirmbildaufnahmen mit dem POLYSKOP

Sollen die auf dem Bildschirm des POLYSKOP angezeigten Meßwerte fotografisch festgehalten werden, so eignet sich hierfür jede gute Kamera. Bei einer Filmempfindlichkeit von 23° DIN, einer Blendeneinstellung von 3,5 und einer Belichtungszeit von 1/25 sec können Aufnahmen ohne Verwendung eines Statives durchgeführt werden. Besonders gut für diesen Zweck sind Spiegelreflexkameras geeignet, weil bei ihnen keine Fehlaufnahmen durch Parallaxenfehler zu befürchten sind.

Bei der Aufstellung des POLYSKOP ist darauf zu achten, daß auf dem Bildschirm keine direkten Spiegelungen von im Raum befindlichen Beleuchtungskörpern zu sehen sind. Eine Verdunkelung des Raumes während der Aufnahme ist zu empfehlen, jedoch nicht unbedingt notwendig. Der Aufnehmende sollte möglichst keine weiße Bekleidung (Labormantel) tragen, da das Spiegelbild seiner Person zwangsweise mit aufgenommen wird.

R 6274
459
Bl. 93



Die Helligkeit am POLYSKOP ist nur so weit aufzudrehen, daß eine scharfe Abbildung noch gewährleistet ist. Bei voller Bildhelligkeit, unter Einbuße an Bildschärfe, kann die Belichtungszeit auf $1/50$ sec herabgesetzt werden.

Wenn häufig Schirmbildaufnahmen angefertigt werden sollen, so empfehlen wir die Beschaffung einer Vorsatzlinse, um aus ca. 60 cm Entfernung das Schirmbild in voller Größe erfassen zu können.

Ein Photovorsatz ist als Zubehör lieferbar!

R 6274
459
Bl. 94



11 Literaturverzeichnis

- 1 R. Feldtkeller und H. Wilde,
„Gleitfrequenzen in Schwingungskreisen“
TFT Band 30, Heft 12, 1941
Seite 347-352
- 2 J. Marique,
"The Response of RLC Resonant Circuits
to EMF of Sawtooth Varying Frequency",
Proc. I.R.E.
August 1952, Seite 945-950
- 3 A. G. Clavier,
"Fundamental principles of Fourier
transforms to variable frequency
circuit analysis",
Proc. I.R.E.
November 1949, Seite 1287-1290
- 4 H. Salinger,
„Zur Theorie der Frequenzanalyse mittels
Suchtons“,
Elek. Nach. Tech.,
August 1929, Seite 293-302
- 5 G. Hok,
"Response of linear resonant systems
to excitation of a frequency varying
linearly with time",
Jour. Appl. Phys.,
März 1948, Seite 240-250
- 6 N.F. Barber and F. Ursell,
"The response of a resonant system
to a gliding tone",
Phil. Mag.,
Mai 1948
- 7 J. Marique,
"Note sur la reponse d'un circuit soumis
à un balayage linéaire de fréquence"
L'onde Elect.,
Juli 1951, Seite 313-315
- 8 N.F. Barber,
"The optimum performance of a wave
analyzer",
Elec. Eng.,
Mai 1949, Seite 175-179

R 6274
459
Bl. 95



