

FUNK



DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

Einzelpreis 50 Pfennig

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG · BERLIN

1. Oktober 1937

Heft 19

INHALT

Dipl.-Ing. O. KÖHLER, Neue Schaltungen zur Krachbeseitigung	541
F. KUNZE, Entwurf und Bau eines wirklichen Universalmeßgerätes	547
P. BRÄUER, Die Feineinstellung des Rundfunkempfängers	552
Berichtigung	552
R. SCHADOW, Ein Batterie-Superhet für Reise, Haus und Kraftwagen. Einfacher Vierkreis-Vierröhren-Superhet billigen Aufbaus	553

Dr. phil. A. THOMA, Der internationale Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin	558
PATENTSCHAU	560

KURZWELLEN-BEILAGE

A. R. SCHLOSSHAUER, 7-Röhren-Super für Einzelzeichen-Empfang	561
W. MEYER, Für den Anfänger: Strom- und Spannungsmessung	566
Dr. R. BOCK, Erdmagnetischer Bericht	568
FUNKTECHNISCHE KARTEI (3. Umschlagseite)	

So einfach wird der Stabilisator angewendet



Der Stabilisator wandelt jede Gleichstromquelle mit beliebigen Spannungsschwankungen und Störpegel — Gleichrichter, Umformer, Dynamo — in eine Stromquelle konstanter Spannungen und kleinen inneren Widerstandes um.

Der Stabilisator ist leicht, klein, betriebssicher und billig.

Ausführliche Beschreibungen sendet auf Wunsch:

STABILOVOLT G M B H
Berlin SW 68 · Wilhelmstr. 130 · Fernruf A 9 Blücher 2784

Die Kathodenstrahl-Röhre ihre Verwendung zu Meßzwecken

Von Ing. Kurt Nentwig

176 Seiten mit 121 Abb., Tabellen und Nomogrammen. Kartoniert RM. 5,—, in Leinen geb. RM. 6,20.

Ein aus langjähriger Praxis heraus geschaffenes Werk, das viel Wichtiges und Neues bringt.

Ausführlicher Prospekt kostenlos.

Verlag:
Deutsch-Literarisches Institut
J. Schneider, Berlin-Tempelhof 3
Manfred-von-Richtofen-Str. 19 / 20

Drehbank

Universal-Kombination mit Band- und Dekupiersäge, Kreuz- und Frässpport, Zahnräderfrähsapparat ist eine komplette Werkstatt für Gewerbe und Bastler

Prospekt F durch:

H. Stodert, Breslau 18

Sonderangebote

preisverabgesetzte sowie neueste Geräte (Berlin über E 3), modernste, hochwertige, preiswürdige Einzelteile, Fundgrube für Bastler. Illustrierter Apparat-Katalog — 25

RADIO - HUPPERT

Berlin-Neukölln F, Berliner Str. 35-39
Listen gratis. Was interessiert Sie?

Biete Ihnen als Gelegenheitskauf in 110- und in 220 V Gleich- und Wechselstrom

ausgebaute Motoren

ca. 1/2 u. 1/4 PS (hochtourig) 110 Volt 4- u. 5- RM; 220 Volt 6- RM

Der Versand erfolgt durch Nachnahme unfrankiert. Verlangen Sie kostenlose Preisliste für abgebaute Telefonzellen.

Fr. Link, Stuttgart-W., Ludwigstr. 6



Kein anständiger Deutscher kann sich dem Ruf des WdW-Sammlers entziehen, denn er steht im Dienste des Volksgemeinschafts.

EMINENT

Hochohm- und Draht-Widerstände Potentiometer

Pappelallee 24
PAUL ZÖLLNER BERLIN 15



Elektro-Registrier-Papier

für elektro-chemischen Schreibempfang bei drahtloser Telegraphie und anderen elektrischen Registrierungen

ELREPA-VERTRIEB
Pulsnitz in Sachsen

FUNK Gutschein Nr. 19

gültig für eine schriftliche Auskunft durch das

Funk - Bastler - Laboratorium

In Berlin SW 68, Zimmerstraße 94

Schriftlichen Anfragen ist dieser Gutschein und ein Freiumschlag beizufügen. Berechnungen von Transformatoren, Drosseln usw. werden nicht ausgeführt, Schaltungen und Baupläne von Empfängern nicht entworfen.

Name: _____

Ort und Straße: _____

Ich bestelle den „Funk“ durch Post / Buchhandlung / Straßenhandel

Radiogeräte

preisgesenkte und preisfreie günstige Sonderangebote, sowie 1937/38 Modelle in großer Auswahl auf bequeme Teilzahlung

Alle Einzelteile

zu den im „FUNK“ beschriebenen Schaltungen bei uns komplett erhältlich

Tellen Sie uns Ihre Wünsche mit

Liste gratis

RADIO-PANISCH, Großversand
Berlin 57 Z, Potsdamer Straße 73

Zum Universalmeßinstrument

von Kuntz liefern wir alles benötigte Material zum Teil sofort ab Lager, da wir die Teile rechtzeitig disponiert haben, z. B.:

1 Spezial-Galvanometer, 10—0—50, 10000 Ω /Volt	36,—
1 Selengleichrichter 366	10,—
8 Meßwiderstände, 5 Watt, $\pm 1\%$, in den erforderlichen Größen	2,20
2 Meßwiderstände, 1 Watt, 1% genau, 5 M.O.	1,20
1 Frequenz-Schalter, 11 pol.	2,80
1 Frequenz-Schalter, 9 pol.	2,65
1 Frequenz-Schalter, 3x3	1,75
3 Zeigerknöpfe, Alle	0,40
14 Einheitsbuchsen	0,10
3 Frequenz-Leisten	0,20
Frequenz-Füße usw.	0,68
1 Heiztrafo	2,50
1 Pertinaxplatte, 18x22	0,45
1 Batterie, 1,5 Volt groß	0,25
Widerstandsdraht	Packung 0,60
Schalt draht und Buchsen	1,02

Wichtig!

Wir liefern auch bereits fertig abgegliche Nebenwiderstände, den Satz zu RM 3,95. — Ferner liefern wir alle Bauteile ohne Gehäuse für RM 80,—.

Fertige Universal-Meßinstrumente

werden von uns auf Wunsch angefertigt. Der Preis hierfür wird etwa RM 100,— betragen.

Arlt's Ientationeller Radio-Katalog!

Unsere Kunden wissen, daß unsere Preislisten und Kataloge immer etwas Besonderes darstellen; in diesem Jahre haben wir uns selbst übertroffen und einen Katalog gebracht in einer Vielseitigkeit und Reichhaltigkeit, wie er noch nie gebaut worden ist. Sie werden staunen, wenn Sie sehen, was er alles enthält!

1. Abteilung Moderne Radioapparate und Bauteile, fast 250 Seiten stark.
2. Schallerliste 58 mit etwa 2000 reich bebilderten Angeboten in besonders günstigen Gelegenheitskäufen, 56 Seiten stark, nur Beilage solange Vorrat.
3. Schaltungsliste 51 mit Radiobaubeschreibungen mit etwa 50 modernen und dabei besonders billigen Schaltungen, 76 Seiten stark.
4. Verschiedene wichtige Zusätze.

Alles in allem erhalten Sie für 50 Pfennige zuzüglich 30 Pfennige Porto ein ca. 385 Seiten starkes Radiobuch. Den Betrag bitten wir in Briefmarken einzusenden.

Sichern Sie sich sofort ein Exemplar und bestellen Sie noch heute! Ein Nachdruck kommt wegen der hohen Kosten nicht in Frage.

Walter Arlt & Co, Radio-Handel

Charlottenburg 1, Berliner Straße 48 / Postscheckkonto: Berlin 1522 67



REGEL- WIDERSTÄNDE

POTENTIOMETER
LAUTSTÄRKEREGLER
GITTERSPANNUNGS-
REGLER
ANODENREGLER
TONBLENDEN
KLANGREGLER
und andere

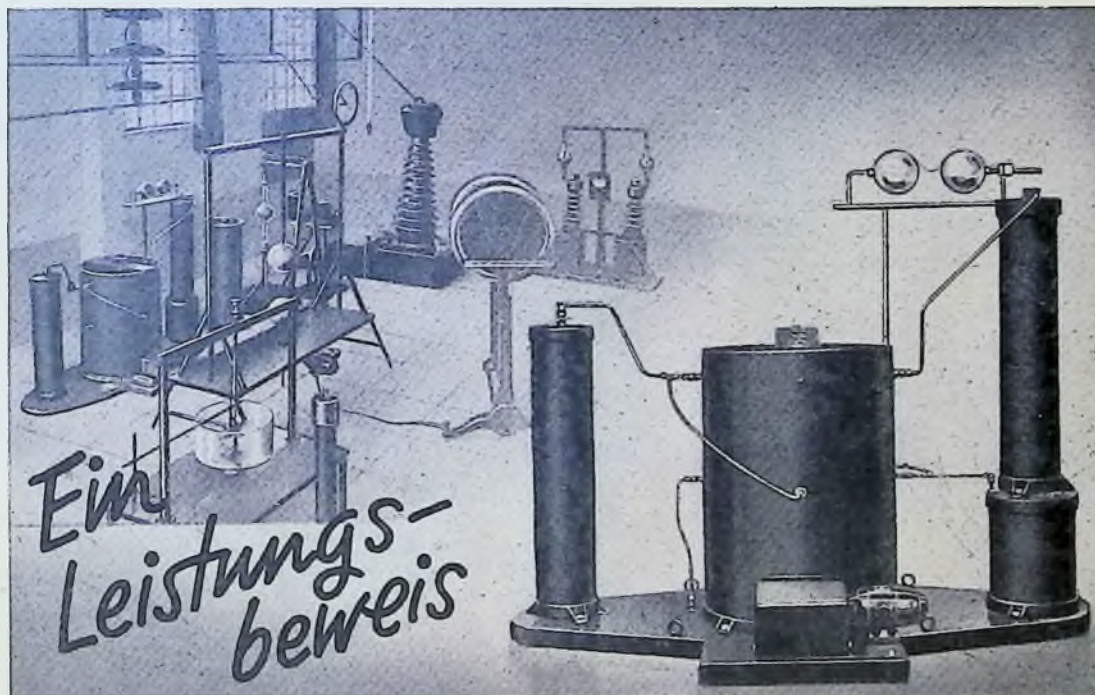
FEST-WIDERSTÄNDE

für alle
Zwecke



Fordern Sie Prospekt

DRALOWID-WERK TELTOW/BERLIN
STEATIT-MAGNESIA-AKTIENGESELLSCHAFT



Ein
Leistungs-
beweis

Hochspannungs-Kondensatoren

für die Stoßprüfanlage eines Universitäts-Laboratoriums.
Kapazität je 16000 cm, Betriebsgleichspannung 110000 Volt.



**HYDRA
WERK**

AKTIEN
GESELLSCHAFT

BERLIN N 20
Drontheimerstr. 32

Rundfunknachrichten aus aller Welt

Änderung der Abendsendezeiten in den Rundfunkprogrammen

Auf Veranlassung des Herrn Reichsministers Dr. Goebbels werden vom 1. Oktober 1937 ab in den Sendeplänen aller deutschen Reichssender die täglichen Durchgabezeiten der Abendnachrichten auf 19 und 22 Uhr festgesetzt.

Die Neuregelung ist auf Erfahrungen zurückzuführen, die die leitenden Männer des deutschen Rundfunks in allen Sendegebieten gemacht haben. Durch die bisherigen Abendnachrichtenzeiten — 20 Uhr und 22 Uhr — war es notwendig, die großen Abendsendungen zwischen diese Zeiten zu legen. Ein großer Teil der schaffenden Volksgenossen, vor allem Bauern und Arbeitern, die in den frühen Morgenstunden ihr schweres Tagewerk beginnen, war es unmöglich, die großen Abendsendungen in dieser Zeit noch zu hören. Der kulturpolitischen Auswirkung des deutschen Rundfunks ging damit ein wichtiger Widerhall verloren.

Da der deutsche Rundfunk stets bestrebt ist, so weit als möglich den berechtigten Wünschen seiner Hörerschaft zu entsprechen, ist mit Wirkung vom 1. Oktober eine Neufestsetzung der abendlichen Sendeplanzeiten in Aussicht genommen worden. Die großen Abendsendungen der einzelnen Reichssender werden in die Zeiten zwischen 19 und 21 Uhr gelegt, so daß allen Volksgenossen die Möglichkeit gegeben sein wird, diese Sendungen zu hören. Um eine Unterbrechung der Abendsendungen zu vermeiden, werden die ersten Abendnachrichten entsprechend vorverlegt. Der Rundfunkteilnehmer

hört also vom 1. Oktober ab die Abendnachrichten um 19 und 22 Uhr.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß vom 1. Oktober ab auch Sonntags zweimal Abendnachrichten durchgegeben werden, um 19 und 22 Uhr. Bisher gab der deutsche Rundfunk Sonntags nur einmal, um 22 Uhr, den Nachrichtendienst.

Die deutsche Funktechnik auf der 2. internationalen Luftfahrt-Ausstellung in Mailand

Am 2. Oktober wird in Mailand die 2. Internationale Luftfahrt-Ausstellung eröffnet. Sie soll einen Einblick in die Technik des Flugzeugbaues und der zum Flugverkehr gehörenden Einrichtungen geben. Zahlreiche Firmen aus neun Nationen haben in den Ausstellungshallen ihre Stände aufgeschlagen und zeigen die neuesten technischen Erzeugnisse ihrer Industrie. Sehr umfangreich ist die Beteiligung Deutschlands. An über 40 Ständen kann man neben 8 Flugzeug-Einheiten alles sehen, was die deutsche Industrie an Geräten, Einrichtungen und Hilfsmitteln für den Flugverkehr geschaffen hat.

An funktchnischen Einrichtungen sind vertreten: Sender, Empfänger, Peilgeräte für Flugzeuge und Flugplätze in den verschiedensten Ausführungen und für die verschiedensten Zwecke. Auf diesem Gebiet hat die deutsche Industrie beachtliche Erfolge zu verzeichnen. Die führende Stellung der deutschen Luftfahrt im europäischen Verkehrsnetz beruht nicht zum geringsten Teil auf den erfolgreichen Arbeiten der Funk-



Unverbindliche technische Beratung durch: Deutsche PHILIPS G.m.b.H. • Berlin W35 • Potsdamer Straße 39

FREIWALD

GÜRLER

Transformatoren
H.F.-Eisenkernspulen
Kurzwellenspulensysteme
Entstörungsfilter, Schalter
Radio-Kleinbauteile
Baupläne für Empfänger

Verlangen Sie unsere Listen

J.K. GÜRLER GMBH · BERLIN · CHARLOTTENBURG 1

KERAMISCHE KONDENSATOREN

K / AUSFÜHRUNG (VERSTÄRKTE AUSFÜHRUNG)

	TEMP S	CALIT	CONDENSA F
DIELEKTRIZITÄTS/ KONSTANTE	14	6,5	65
tg δ in 10 ⁻⁴ GARANTIEERTER WERT	<4	<8	<10
TK in 10 ⁻⁶ TEMP. Koeffizient	+40	+100	-720
GRÖßENVENHÄLTNIS f. gleiche KAPAZ./WERTE	1	2	0,2
GRÖßENVENHÄLTNIS f. gleiche BELASTUNG	1	2	2,5

HF/ISOLIERSTOFFE

HESCHO

HERMSDORF
THÜRINGEN

FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

SCHRIFTFÜHRUNG: LOTHAR BAND

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG / BERLIN SW 68

Bezugspreis monatlich RM 1,— / Beim Postbezug sind hierin die Zeitungsgebühr von 5 Pf. und die Verpackungskosten von 1 Pf. enthalten / Die Zustellungsgebühr beträgt im Monat 4 Pf.

II. OKTOBER 1937

HEFT 19

Neue Schaltungen zur Krachbeseitigung

Von Dipl.-Ing. O. KÖHLER

Wesen und Ziel der Krachbeseitigung sind in dieser Zeitschrift schon mehrfach behandelt worden¹⁾, so daß hier nur das zum Verständnis des Folgenden Notwendige gesagt zu werden braucht.

Ebenso wie durch die Schwundregelung wird durch die Krachbeseitigung die Lautstärke des Empfängers selbsttätig beeinflußt. Während aber bei der Schwundregelung die Verstärkung in dem Sinne geregelt wird, daß sie mit abnehmender Eingangsamplitude zunimmt, erfolgt die Beeinflussung der Verstärkung bei der Krachbeseitigung im umgekehrten Sinne: Mit abnehmender Eingangsamplitude nimmt die Verstärkung ab. Anordnungen zur Krachbeseitigung können also genau wie Schaltungen zur Schwundregelung aufgebaut werden, mit dem Unterschied, daß sich die Regelspannung in Abhängigkeit von der Eingangsamplitude umgekehrt ändern muß.

Ein mit Krachbeseitigung ausgerüsteter Empfänger arbeitet nun aber nicht etwa so, daß die durch die Anordnungen zur Krachbeseitigung und Schwundregelung bewirkten Lautstärkeänderungen einander aufheben. Entsprechend dem Ziel der beiden Regelschaltungen wirkt die Schwundregelung nur, wenn die Eingangsamplitude einen gewissen Wert überschreitet (verzögerte Schwundregelung), die Krachbeseitigung aber dann, wenn die Eingangsamplitude einen gewissen Wert unterschreitet.

Bei der Entwicklung von Schaltungen zur Krachbeseitigung ergibt sich aber die Schwierigkeit, daß in dem Bereich wenig ober- und unterhalb der Grenze, an der die Krachbeseitigung einsetzt, Verzerrungen entstehen. Nimmt die Eingangsamplitude nach Unterschreiten der Grenze für die Krachbeseitigung weiter ab, so wird beispielsweise die Verstärkung einer Niederfrequenzstufe und damit auch die Lautstärke zunächst nur vermindert, ehe der Empfang ganz verschwindet. In diesem Bereich ist also die Wiedergabe verzerrt.

Zur Vermeidung dieser Verzerrungen muß gefordert werden — und das ist ein weiterer wesentlicher Unter-

schied der Krachbeseitigung von der Schwundregelung —, daß die Verstärkung plötzlich zu Null gemacht wird, wenn die Eingangsamplitude einen gewissen Grenzwert unterschreitet. Während also bei der Schwundregelung eine wirkliche, stetige Regelung der Verstärkung abhängig von der Eingangsamplitude erzielt werden muß, ist bei der Krachbeseitigung eine unstetige, plötzliche Schaltungswirkung anzustreben.

Es ist nun das Ziel dieses Aufsatzes, die wichtigsten Schaltungen zusammenzustellen, mit deren Hilfe man eine solche Schaltungswirkung erhalten kann.

Das nächstliegende ist zweifellos, die Schaltungswirkung auch wirklich mit Hilfe eines Schalters zu erreichen. Der Schalter könnte den Lautsprecher oder den Niederfrequenzverstärker kurzschließen und von einem Relais betätigt werden, das vom Anodenstrom einer schwundgeregelten Röhre gesteuert wird, der sich ja bekanntlich abhängig von der Eingangsamplitude ändert. Eine andere, rein elektrische Lösung könnte darin bestehen, die mit zunehmender Spannung steigende Glimmlightsäule einer Glimmlampe mit stabförmiger Kathode als Schaltarm zu benutzen und als Gegenkontakt eine durch die Glaswand hindurch geführte Sonde. Wird die Sonde durch die Lichtsäule berührt, so wird eine leitende Verbindung zwischen der Kathode und der Sonde hergestellt. Wie dieser Schaltvorgang zur Krachbeseitigung ausgenutzt werden kann, ist ausführlich in den beiden letzten der oben genannten Aufsätze²⁾ behandelt, die sich auch mit Anordnungen mit mechanischen Relais und anderen Glimmlampenschaltungen beschäftigen, so daß auch darauf hier nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Als weiteres Beispiel für die Verwendung einer Glimmlampe zur Krachbeseitigung sei nun auf Abb. 1 verwiesen²⁾. Während bei den eben erwähnten Schaltungen mittels der Glimmlampe die Vorspannung einer Verstärkerröhre beeinflußt wurde, dient die Glimmlampe in der Schaltung der Abb. 1 zur Kopplung zwischen zwei Röhren, und sie gestattet eine Krachbeseitigung durch Änderung dieser Kopplung. 1 ist der

¹⁾ „Funkbastler“ 1932, Heft 39, S. 621 ff.; „Funk“ 1934, Heft 14, S. 261 ff.; „Funk“ 1936, Heft 15, S. 453 ff.

²⁾ Nach der amerikanischen Patentschrift 2 045 542.

verstärkende Gittergleichrichter, dessen Steuergitter über den Kondensator 2 Hochfrequenzenergie zugeführt wird. Im Anodenkreis des Audions liegen der Belastungswiderstand 3 und parallel zu ihm eine Reihenschaltung von einer Glühlampe 4 und einem weiteren Widerstand 5, und zwar so, daß die Glühlampe mit der Anode verbunden ist. Der Verbindungspunkt zwischen 4 und 5 ist über einen Niederfrequenz-Kopplungskondensator 9 an das Gitter der Niederfrequenzverstärkerröhre 6 angeschlossen.

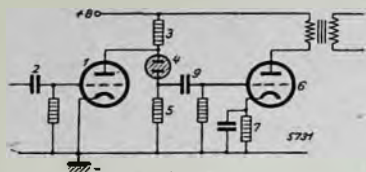


Abb. 1. Krachbeseitigung durch eine Glühlampe, die als Koppelungselement dient

Die Gittervorspannung der Röhre 6 ist durch den Kathodenwiderstand 7 festgelegt. Bei fehlender oder zu kleiner Eingangsspannung ist der Anodenstrom des Audions bekanntlich am größten; er nimmt mit zunehmender Spannung stetig ab. Die Daten der Widerstände und der Glühlampe sind nun so gewählt, daß bei fehlender oder zu kleiner Eingangsspannung ein so großer Teil der zwischen Punkt 8 und Erde liegenden Betriebsgleichspannung am Widerstand 3 abfällt, daß an der Glühlampe 4 ihre Zündspannung nicht vorhanden ist. Dann ist der Widerstand der Glühlampe 4 unendlich groß, und es wird keine Niederfrequenzenergie vom Ausgang des Audions auf die Röhre 6 übertragen. Ist aber am Eingang der Röhre 1 eine gewisse größere Hochfrequenz-Amplitude vorhanden, so ist der Spannungsabfall am Widerstand 3 kleiner, die Glühlampe 4 zündet, und es wird wegen ihres dann geringen Widerstandes nahezu die ganze am Widerstand 3 abfallende Niederfrequenzspannung dem Verstärker 6 zugeführt.

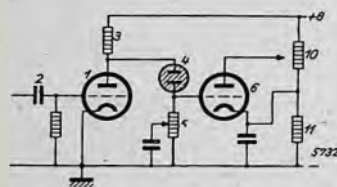


Abb. 2. Ähnliche Schaltung wie Abb. 1, bei der aber außerdem die Niederfrequenzröhre beeinflusst wird

Eine Schaltung, bei der die Glühlampe ebenfalls als veränderliches Koppellement dient, gleichzeitig aber die Niederfrequenzröhre in ihrer Verstärkung beeinflusst wird, zeigt Abb. 2³⁾; die Teile sind hier mit denselben Bezugszeichen versehen, wie in Abb. 1. Hier ist der Verbindungspunkt zwischen Glühlampe 4 und Widerstand 5 direkt mit dem Gitter der Niederfrequenzverstärkerröhre 6 verbunden. Die Kathode dieser Röhre ist mittels eines aus den Widerständen 10 und 11 bestehenden Spannungsteilers auf ein gegenüber Erde stark positives Potential gehoben. Für kleine Eingangsamplituden, bei denen ja die Glühlampe, wie an Hand von Abb. 1 beschrieben, noch nicht gezündet hat, ist das Gitter der Röhre 6 auf Erdpotential und somit stark negativ gegenüber der Kathode. Die Röhre 6 ist dann gesperrt. Für große Eingangsamplituden zündet die Glühlampe, und es wird sowohl die Kopplung zwischen Röhre 1 und 6 hergestellt, als auch die Sperrung von 6 aufgehoben, denn dann erhält das Gitter der Röhre 6 über den aus 3, 4 und 5 gebildeten Spannungsteiler eine Spannung, die etwa der der Kathode entspricht.

In beiden Abb. 1 und 2 ist die selbstverständlich vorhandene Vorrichtung zur selbsttätigen Schwundregelung

nicht mitgezeichnet, da die Schaltung solch einer Vorrichtung als bekannt vorausgesetzt werden kann.

Als letzte der Schaltungen, bei denen die für die Krachbeseitigung erforderliche Schaltwirkung mit Hilfe eines „Schalters“ erzielt wird, sei nun die in Abb. 3³⁾ dargestellte Schaltung beschrieben. In dieser Anordnung wird eine Schaltwirkung mittels des Elektronenstrahles einer Braunschen Röhre hervorgerufen.

Hochfrequenzverstärker 1 und Empfangsgleichrichter 2 sind schematisch als Rechtecke angedeutet. Der Hochfrequenzverstärker 1 enthält eine Anzahl von Röhren, die beispielsweise vom Gleichrichter her über die Leitung 3 schwundgeregelt sind, und zwar durch Beeinflussung ihrer Steuergitterspannung. Der Anodenkreis dieser schwundgeregelten Röhren schließt sich über die Spulen 4 nach der positiven Klemme des Betriebs-Spannungsteilers 5. Der Ausgang des Gleichrichters 2 ist über eine Anordnung 6 zur Lautstärkeregelung von Hand mit einer Niederfrequenzröhre 7 gekoppelt.

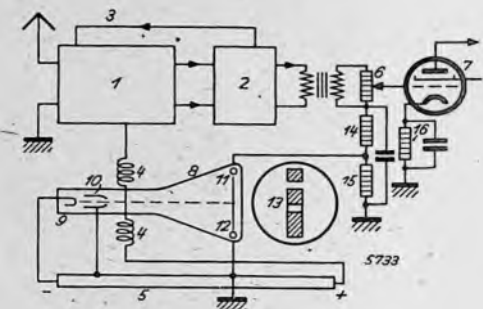


Abb. 3. Krachbeseitigung mit Hilfe einer Elektronenstrahlröhre, die als „Schalter“ wirkt

Zur Krachbeseitigung ist eine Elektronenstrahlröhre 8 mit Kathode 9 und den Elektroden 10, 11 und 12 vorgesehen. Die eine (12) der beiden Elektroden 11 und 12, die gleich breit, aber verschieden lang ausgebildet sind (s. die Aufsicht 13 auf die Röhre), ist geerdet, während die andere, 11, über Widerstände 14 und 15 mit Erde bzw. der Sekundärwicklung des Kopplungstransformators zwischen Gleichrichter 2 und Röhre 7 verbunden ist. Die Reihenschaltung 14 und 15 ist durch einen Blockkondensator überbrückt. Der indirekt geheizten Kathode 9 ist durch Abgriff an dem Spannungsteiler 5 eine negative Spannung gegenüber der Elektrode 10 erteilt. Die vom Anodenstrom der schwundgeregelten Röhren durchflossenen Spulen 4 dienen als Ablenkspulen.

Die Einrichtung ist nun so getroffen, daß beim Empfang von Sendern genügender Stärke der durch die Elektrode 10 gebündelte Elektronenstrahl auf die Elektrode 12 auftrifft und dort einen schmalen Lichtfleck erzeugt, dessen Lage je nach der Stärke der einfallenden Amplitude bzw. je nach dem Zustand der Abstimmung wechselt. Bei genauer Abstimmung des stärksten zu empfangenden Senders wird der Elektronenstrahl wegen des dann durch die Spulen 4 fließenden kleinen Stromes am wenigsten abgelenkt, und der Lichtfleck erscheint in der Nähe des Anschlußpunktes der Elektrode 12. Bei geringer Feldstärke des zu empfangenden Senders wird durch die Spulen 4 ein größerer Strom fließen, und der Elektronenstrahl wird stark abgelenkt, so daß der Lichtfleck am anderen Ende der Elektrode 12 erscheint. Werden wegen noch geringerer Feldstärke die Verstärkung und damit der Strom durch die Spulen 4 weiter erhöht, so verläßt der Elektronenstrahl schließlich die Elektrode 12 und trifft auf die Elektrode 11 auf. Der Elektronenstrom, der bis zu 0,1 mA groß sein kann, durchfließt dann den Widerstand 15 und erzeugt an dessen nicht geerdetem Ende eine gegenüber Erde

³⁾ Nach der amerikanischen Patentschrift 2 034 565.

negative Spannung. Der Spannungsabfall am Widerstand 15 kommt zu der durch den Kathodenwiderstand 16 gegebenen Arbeitsvorspannung der Röhre 7 hinzu, und die Gittervorspannung der Röhre 7 ist dann so groß, daß die Verstärkung Null ist. Daß die Anwendung solch einer Braunschen Röhre keinen unmöglichen Aufwand darstellt, lehrt die Funkausstellung 1937, auf der die Braunsche Röhre in zahlreichen Empfängern als Abstimmanzeiger vertreten ist.

Ein schon vielfach vorgeschlagenes Verfahren zur Krachbeseitigung mit Schaltwirkung sei an Hand der Abb. 4 erläutert⁴⁾. In dieser Schaltung ist 1 ein Hochfrequenzverstärker, 2 der Gleichrichter mit dem Belastungswiderstand 3. Die Abnahme der Niederfrequenz erfolgt an den Klemmen 4. Die Kathode der Röhre 2 ist durch die Spannungsquelle 5 gegenüber Erde auf positive Spannung gelegt. Das Steuergitter der Röhre 1 ist mit dem der Kathode abgewandten Ende des Belastungswiderstandes 3 verbunden. Die Kathode der Röhre 1 ist bei geschlossenem Schalter 6 geerdet. Ist keine Hochfrequenz-Eingangsspannung vorhanden, so führt auch der Schwingungskreis 7 keine Spannung und am Widerstand 3 entsteht von der Hochfrequenz her kein Gleichspannungsabfall. Das Gitter der Röhre 1 besitzt somit gegenüber Erde eine positive Ruhevorspannung, so daß ein kräftiger Gitterstrom fließt. Dieser Gitterstrom hat zur Folge, daß einmal der Schwingungskreis 8 stark gedämpft ist, so daß die Verstärkung der Stufe 1 nur gering ist, und daß weiter am Widerstand 3 ein Spannungsabfall auftritt, der die Anode der Zweipolröhre 2 negativ vorspannt.

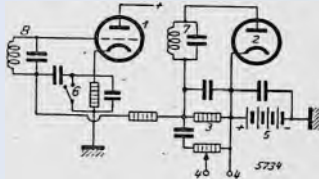


Abb. 4. Krachbeseitigungs-Schaltung mit Schalterwirkung (Gitterstromausnutzung)

Fällt jetzt ein schwaches Signal ein, so wird es wegen der geringen Verstärkung in der Stufe 1 nicht groß genug sein, um die Vorspannung der Röhre 2 zu überwinden: Das Zeichen wird also nicht gleichgerichtet. Ist die Eingangsamplitude aber so groß, daß trotz der geringen Verstärkung der Stufe 1 im Schwingungskreis 7 eine zur Überwindung der Vorspannung genügende Spannung erzeugt wird, so wird am Belastungswiderstand 3 eine zusätzliche negative Gittervorspannung für die Röhre 1 hervorgerufen. Das hat aber wegen der dadurch verminderten Gitterstromdämpfung zur Folge, daß die Verstärkung der Stufe 1 zunimmt. Die dadurch bedingte größere Spannung am Kreis 7 ergibt wiederum eine Vergrößerung der negativen Spannung am Widerstand 3. Der

Aufschaukelvorgang setzt sich so lange fort, bis die positive Vorspannung durch die Spannungsquelle 5 des Gitters der Röhre 1 durch den Spannungsabfall des Stromes der Röhre 2 am Widerstand 3 mindestens aufgehoben ist. Bei weiter anwachsender Eingangsspannung wird zur Schwundregelung die Gitterspannung der Röhre 1 dann ins Negative verschoben und ihre Verstärkung so weit vermindert, daß sich die an den Schwingungskreis 7 gelieferte Spannung nur wenig ändert.

Für kleine Eingangsamplituden ist also die Wiedergabe gesperrt. Hat die Eingangsspannung aber eine gewisse Größe überschritten, so schnell die Verstärkung der Röhre 1 plötzlich hoch und es ergibt sich also eine Schaltwirkung.

Wird der Schalter 6 geöffnet, so erzeugt der Anodenstrom der Röhre 1 in dem Kathodenwiderstand einen Spannungsabfall, der die positive Vorspannung der Spannungsquelle 5 aufhebt. Bei geöffnetem Schalter 6 tritt also keine Krachbeseitigung ein, und die Schaltung arbeitet nur mit selbsttätiger Schwundregelung und gestattet den Empfang von Sendern, die bei geschlossenem Schalter 6 unterdrückt würden.

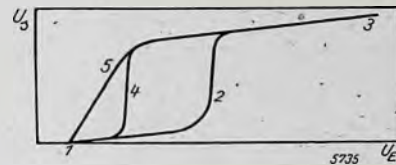


Abb. 5. Verlauf der Sperrung und Entsperrung bei Anordnungen mit Gitterstrom

Schaltungen, bei denen Gitterstrom zur Krachbeseitigung verwendet ist, haben den Nachteil, daß die Sperrung der Verstärkung nicht für genau dieselbe Eingangsspannung erfolgt, wie die Entsperrung, sondern erst für eine kleinere Spannung. Diese Erscheinung ist in Abb. 5 schematisch dargestellt⁵⁾. Hier ist die Ausgangsspannung U_s über der Eingangsspannung U_E aufgetragen. Die Entsperrung erfolgt nach der Kurve 1, 2, 3, während bei der Sperrung die Kurve 3, 4, 1 durchlaufen wird. Die Kurve 1, 5, 3 zeigt den Verlauf der Ausgangsspannung ohne Verwendung von Gitterstrom. Aus dieser Kurve ist der Unterschied zwischen der Regelwirkung und der Schaltwirkung deutlich zu erkennen.

Ein weiterer Nachteil der beschriebenen Schaltungsweise besteht darin, daß durch die Dämpfung des Schwingungskreises der geregelten Röhre auch die Bandbreite vergrößert wird. Dem schädlichen Einfluß dieser Erscheinung auf die Trennschärfe kann dadurch begegnet werden, daß nicht bei allen Hochfrequenzröhren Gitterstrom zugelassen wird, sondern nur etwa bei der letzten Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkerröhre.

⁴⁾ Nach der britischen Patentschrift 440 483.

⁵⁾ Nach der britischen Patentschrift 407 317.

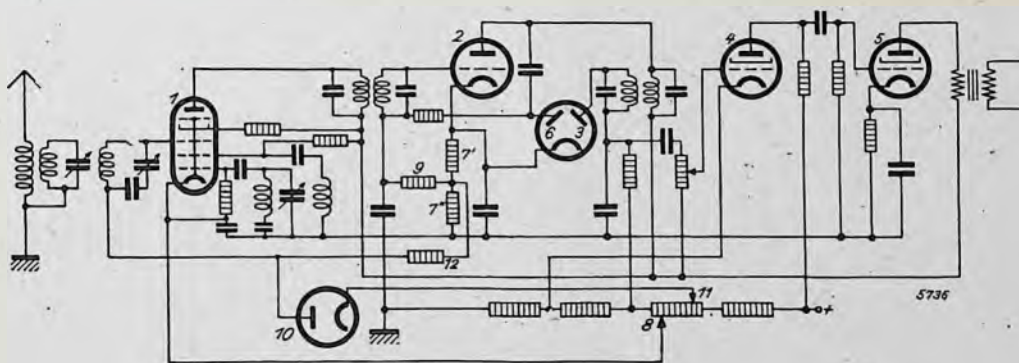


Abb. 6. Krachbeseitigung mittels Gitterstrom

Abb. 6⁹⁾ zeigt eine vollständige Schaltung, bei der das an Hand von Abb. 4 beschriebene Verfahren der Krachbeseitigung mittels Gitterstroms verwendet ist. 1 ist die selbstschwingende Mischröhre, 2 der Zwischenfrequenzverstärker, 3 die Zweipolstrecke zur Gleichrichtung, 4 eine Niederfrequenzverstärkerröhre und 5 die Endröhre. 6 ist die Zweipolstrecke zur selbsttätigen Schwundregelung und Krachbeseitigung, und zwar wird zu diesem Zweck das Eingangsgitter der Mischröhre 1 beeinflusst. Dem Regelgleichrichter 6 wird Wechselspannung vom Anodenkreis der Röhre 2 her über einen Kopplungskondensator zugeführt. Er erhält eine Verzögerungsspannung durch den Spannungsabfall des Anodenstromes der Röhre 2 im oberen Teil 7' des Kathoden-Widerstandes dieser Röhre. Die geregelte Röhre 1 erhält eine im Ruhezustand geringe positive Vorspannung, die bestimmt ist durch den festen Spannungsabgriff zwischen Erde und dem Punkt 8 des Betriebs-Spannungsteilers und durch den veränderlichen Spannungsabfall des Anodenstromes der Röhre 2 am Widerstand 7''. Zum Unterschied gegenüber der Schaltung nach Abb. 4 wird bei der Schaltung nach Abb. 6 die Regelspannung erst noch in der dafür als Gleichstromverstärker wirkenden Stufe 2 verstärkt. Die an den Widerständen 7' und 9 entstandene Regelspannung wirkt auf das Gitter der Röhre 2 und hat eine verstärkte Regelspannung an 7'' zur Folge.

Die Zweipolstrecke 10 hat den Zweck, zu verhindern, daß das Gitter der geregelten Röhre zu stark positiv wird. Wenn der durch den Unterschied zwischen den Punkten 8 und 11 am Betriebs-Spannungsteiler gegebene Spannungswert der Gittervorspannung von 1 erreicht ist, fließt Strom durch die Zweipolstrecke 10 und erzeugt am Widerstand 12 einen zusätzlichen Spannungsabfall, der einem weiteren Anwachsen der positiven Vorspannung des Gitters der Röhre 1 entgegenarbeitet.

Die Schaltung nach Abb. 6 ist noch in anderer Hinsicht bemerkenswert: Wie schon erwähnt, ist der Regelgleichrichterstrecke eine negative Vorspannung durch den Spannungsabfall am Widerstand 7' erteilt. Ist diese Vorspannung durch die an der Zweipolstrecke liegende Wechselspannung einmal überschritten, so wird ja der Spannungsabfall am Widerstand 7' kleiner. Das heißt aber nichts anderes, als daß die Verzögerungsspannung mit zunehmenden Amplituden verkleinert und schließlich ganz beseitigt wird. Das bedingt ein Steilerwerden der Regelung.

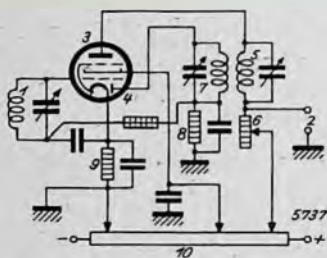


Abb. 7. Eine sich stetig ändernde Wechselspannung erzeugt in dieser Schaltung eine sich un stetig ändernde Gleichspannung

Der Vorteil der zuletzt beschriebenen Schaltungen zur Krachbeseitigung durch positive Vorspannung der geregelten Stufe liegt darin, daß ohne zusätzlichen Aufwand zu der Anordnung zur selbsttätigen Schwundregelung auch die Krachbeseitigung erzielt werden kann. Es wird die Verstärkung derselben geregelten Stufe mit zunehmender Eingangsamplitude zunächst vergrößert und dann, zur Schwundregelung, wieder verkleinert.

Dieselbe Wirkung und derselbe Vorteil werden auch bei der nun zu beschreibenden Schaltung erreicht. Wäh-

rend aber bei der Schaltung mit Gitterstrom die Verstärkungsänderung der Stufe zwecks Krachbeseitigung durch Änderung der Bedämpfung des Eingangskreises und die Verstärkungsänderung der Stufe zwecks Schwundregelung durch Steilheitsänderung der Röhre bewirkt werden, arbeitet die nun zu beschreibende Schaltung mit Steilheitsänderung sowohl zur Krachbeseitigung als auch zur Schwundregelung.

Abb. 7⁷⁾ stellt eine Schaltung dar, bei der mit sich stetig ändernder Wechselspannung am Eingangskreis 1 an den Ausgangsklemmen 2 eine sich un stetig ändernde Gleichspannung entsteht. 3 ist eine Verbundröhre mit Zweipolstrecke 4 und einem Fünfpolsystem. Im Anodenkreis liegt außer dem auf die Eingangswechselspannung abgestimmten Schwingungskreis 5 ein veränderlicher Widerstand 6, an dessen der Anode zugekehrtem Ende die Ausgangsgleichspannung abgenommen wird. Mit dem Schwingungskreis 5 ist ein weiterer Schwingungskreis 7 gekoppelt, der in Reihe mit dem Belastungswiderstand 8 und dem Kathodenwiderstand 9 im Außenkreis der Zweipolstrecke 4 angeordnet ist. Abb. 8 zeigt die Kennlinien

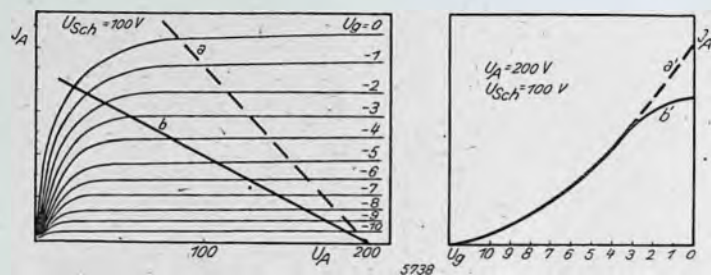


Abb. 8. Kennlinien des Fünfpolsystems in der Schaltung nach Abb. 7

des Fünfpolsystems, und zwar sind links die Anodenstrom-Anodenspannungs-Kennlinien für verschiedene Steuergitterspannungen U_g und rechts die dynamischen Anodenstrom-Gitterspannungs-Kennlinien für eine Anodenspannung von 200 Volt und zwei verschiedene Belastungswiderstände 6 dargestellt. Der im Kennlinienfeld gestrichelt gezeichneten, etwa eine normale Belastung darstellenden Widerstandsgeraden a entspricht die ebenfalls gestrichelt gezeichnete dynamische Kennlinie a' . Bei Einschaltung eines größeren Widerstandes mit der Kennlinie b ergibt sich die dynamische Kennlinie b' , die bei kleinen negativen Gittervorspannungen eine Sättigung zeigt.

Diese durch den großen Gleichstromwiderstand erzwungene Sättigung ist es nun, die die gewünschte Schaltwirkung hervorruft. Wird nämlich der Widerstand 6 so groß gemacht, wie es etwa der Widerstandsgeraden b entspricht, so ist die Verstärkung bei kleinen negativen Gittervorspannungen klein, wächst zunächst mit zunehmenden negativen Gittervorspannungen und nimmt mit weiter wachsenden Gittervorspannungen wieder ab. Nun ist die Steuergittervorspannung des Fünfpolsystems gegeben durch den Spannungsabfall an den Widerständen 8 und 9 und dem Betriebsspannungsteiler 10. Mit von kleinen Werten aus zunehmender Wechselspannung am Schwingungskreis 1 ergibt sich eine zunehmende Wechselspannung auch am Schwingungskreis 7 und infolge der Gleichrichtung durch die Strecke 4 eine größere negative Spannung am nicht geerdeten Ende des Widerstandes 8. Damit wird aber die Steuergittervorspannung des Fünfpolsystems der Verbundröhre 3 stärker negativ und, wie Abb. 8 rechts zeigt, die Verstärkung größer. Eine größere Verstärkung bedingt aber eine größere Spannung am Schwingungskreis 7 und das wiederum eine größere negative Vorspannung des Steuer-

⁹⁾ Nach der britischen Patentschrift 430 415.

⁷⁾ Nach der amerikanischen Patentschrift 2 010 253.

gitters und größere Verstärkung. Der Vorgang schaukelt sich auf, bis die Stelle größter Steilheit — etwa bei 4 Volt — erreicht ist. Steigt die Wechselspannung am Schwingungskreis 1 weiter, so ändert sich die Ausgangsspannung nun proportional.

Wie schon oben erwähnt, liegen im Gitterkreis des Fünfpolsystems die Widerstände 9 und 8 in Reihe, von denen der Widerstand 9 aber auch im Anodenkreis dieses Systems liegt. Bei Zunahme der Spannung an 8 wird sich wegen des abnehmenden Anodenstromes eine Abnahme des Spannungsabfalles am Widerstand 9 ergeben, die der Gittervorspannungszunahme durch Zunahme des Spannungsabfalles am Widerstand 8 entgegenwirkt. Das hat aber auf den Schaltvorgang keinen wesentlichen Einfluß, da die Änderung des Spannungsabfalles am Widerstand 8 die des Spannungsabfalles am Widerstand 9 weit überwiegt. Durch Wahl der Größe des Widerstandes 6 hat man es in der Hand, die Amplitude zu bestimmen, bei der der Aufschaukelvorgang einsetzt.

Die Verwendung einer solchen Schaltung mit un stetiger Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangswechselspannung zur Krachbeseitigung zeigt Abb. 9⁸⁾. In dieser Schaltung ist 1 ein Hoch- bzw. Zwi-

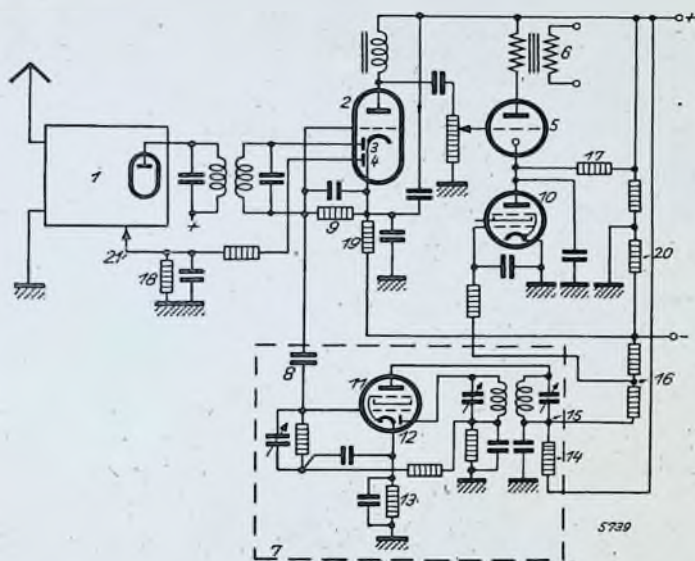


Abb. 9. Anwendung der Anordnung nach Abb. 7 |

schensfrequenzverstärker, 2 eine Zweipol-Dreipolröhre mit Empfangsleichrichter 3 und Regelgleichrichter 4, und 5 eine Niederfrequenzverstärkerröhre mit den Ausgangsklemmen 6. 7 entspricht etwa der in Abb. 7 dargestellten Schaltungsanordnung. Diese wird über den Kondensator 8 mit den am Belastungswiderstand 9 des Empfangsleichrichters noch vorhandenen Zwischenfrequenzspannungen gespeist. Zur Erzielung einer Krachbeseitigung ist in die Kathodenleitung der Niederfrequenzröhre 5 eine Röhre 10 mit ihrer Anoden-Kathodenstrecke eingeschaltet. Diese Zusatzröhre wird durch Beeinflussung ihres Steuergitterpotentials so gesteuert, daß ihr Innenwiderstand bei zu kleinen Amplituden groß und infolgedessen der die Vorspannung der Niederfrequenzröhre 5 bildende Spannungsabfall ebenfalls groß ist, so daß die Niederfrequenzröhre 5 dann gesperrt ist. Die Entsperrung erfolgt, wenn die im Fünfpolsystem der Röhre 11 verstärkte Zwischenfrequenz-Amplitude so groß ist, daß sie die durch den Spannungsabfall am Widerstand 13 gegebene negative Vorspannung der Zweipolstrecke 12 übersteigt. Dann wird nämlich Zwischenfrequenzenergie in der Strecke 12 gleichgerichtet, und es setzt der an Hand der Abb. 7 beschriebene Aufschaukelvorgang ein. Infolgedessen nimmt der Anodenstrom des Fünfpolsystems von 11 plötzlich ab und gleich-

zeitig damit auch der Spannungsabfall am Widerstand 14. Das heißt aber nichts anderes, als daß das Potential des Punktes 15 und damit auch das des Punktes 16 plötzlich hochschnellt. Es wird dann also schlagartig das Gitterpotential des Punktes 16 von stark negativen Werten gegenüber Erde nach Null zu verschoben, der Innenwiderstand von 10 wird also niedrig und die Röhre 5 dadurch entsperrt.

Von Bedeutung für ein stabiles Arbeiten ist der Widerstand 17. Er hat im wesentlichen den Zweck, daß die Röhre 10 eine genügend große Anodenspannung erhält, auch wenn die Röhre 5 gesperrt ist.

Die Schwundregelung ist bei der Schaltung in Abb. 9 ganz getrennt. Die Anode der Zweipolstrecke 4 ist gegenüber der Kathode negativ vorgespannt. Die Vorspannung setzt sich zusammen aus dem festen Spannungsabfall am Widerstand 20 des Betriebs-Spannungsteilers und dem veränderlichen Spannungsabfall des Anodenstromes der Röhre 2 am Widerstand 19, die einander entgegengesetzt sind. Entstehen jetzt große Spannungen am Eingangskreis des Empfangsleichrichters 3, so wird das Gitter der Röhre 2 stärker negativ, der Anodenstrom und damit der Spannungsabfall an 19 nehmen ab, und es ergibt sich an der Anode der Strecke 4 eine positive Vorspannung. Nun fließt Strom durch den Widerstand 18, und der erzeugte Spannungsabfall steuert über die Regelleitung 21 die Verstärkung des Hochfrequenzverstärkers 1. Der Regelgleichrichter wirkt also nicht als Gleichrichter, sondern vielmehr nur als Ventil.

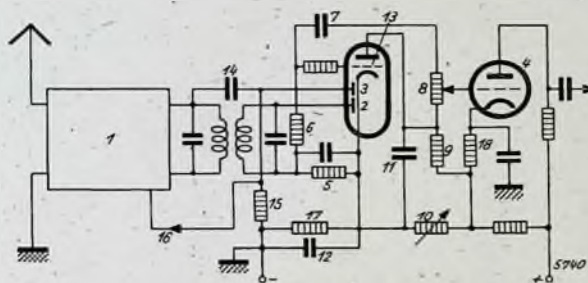


Abb. 10. Krachbeseitigung durch Gleichstrom-Rückkopplung

Bei der Schaltung nach Abb. 10⁹⁾ wird die Schaltungswirkung zur Krachbeseitigung ohne zusätzliche Röhre durch eine Art Gleichstromrückkopplung bewirkt. Hier ist 1 ein Hoch- bzw. Zwischenfrequenzverstärker, 2 der Empfangsleichrichter und 4 ein Niederfrequenzverstärker. Dem mit einem Kondensator überbrückten Belastungswiderstand 5 des Empfangsleichrichters liegt zur Kopplung mit dem Niederfrequenzverstärker 4 eine Reihenschaltung folgender Elemente parallel: Widerstand 6, Kondensator 7, Spannungsteiler 8 und Widerstände 9 und 10, die durch Kondensator 11 überbrückt sind. Der Empfangsleichrichter 2 liegt mit dem Regelgleichrichter 3 und einer Dreipolstrecke 13 in einer Verbundröhre.

Dem Regelgleichrichter 3 wird die Empfangsspannung über den Kondensator 14 zugeführt. Der am Belastungswiderstand 15 entstandene Spannungsabfall beeinflusst über die Leitung 16 den Hochfrequenzteil 1. Der Widerstand 17 liegt, überbrückt durch Kondensator 12, gleichzeitig im Regelgleichrichterkreis, im Anodenkreis des Systems 13 und im Anodenkreis der Röhre 4. Der Spannungsabfall im wesentlichen des Anodenstromes der Röhre 4 am Widerstand 17 stellt eine Verzögerungsspannung für den Regelgleichrichter 3 dar.

Im normalen Zustand, beim Empfang stärkerer Sender, ist das System 13 durch den Spannungsabfall am Widerstand 5 gesperrt, so daß kein Anodenstrom fließt. Am Widerstand 9 entsteht also kein Spannungsabfall, und

⁸⁾ Nach der amerikanischen Patentschrift 2 028 859.

⁹⁾ Nach der britischen Patentschrift 422 284.

der Arbeitspunkt der Niederfrequenzröhre 4 ist durch den Spannungsabfall an dem Kathodenwiderstand 18 bestimmt. Nimmt nun die Amplitude im Eingangskreis der Gleichrichter ab, sei es durch Empfangsschwund oder durch Verstimmen, so tritt die selbsttätige Schwundregelung in Tätigkeit, die die Verstärkung der Röhren 1 in der Weise regelt, daß die Lautstärke ungefähr konstant bleibt. Wird aber die Schwelle unterschritten, bei der die Wiedergabe gesperrt werden soll, so setzt Anodenstrom im System 13 ein. Dieser Strom ruft im Widerstand 9 einen Spannungsabfall hervor, der das Gitter der Röhre 4 stärker negativ macht. Infolgedessen nehmen der Anodenstrom und der Spannungsabfall dieses Stromes am Widerstand 17, also die Verzögerungsspannung des Regelgleichrichters 3, ab. Wegen der geringeren Verzögerungsspannung kann dann am Widerstand 15 eine größere Regelspannung aufgebaut werden, die eine Verringerung der Verstärkung des Verstärkers 1 und daher eine weitere Verminderung der Hochfrequenzspannung im Eingangskreis der Gleichrichter zur Folge hat. Der beschriebene Vorgang wiederholt sich nun so lange, bis der Anodenstrom der Röhre 4 zu Null geworden ist, so daß einmal die Wiedergabe unterbunden ist, aber auch eine weitere Verminderung der Verzögerungsspannung nicht eintritt. Die Verstärkung der Röhre 4 wird also bei einer gewissen Eingangsamplitude plötzlich zu Null gemacht.

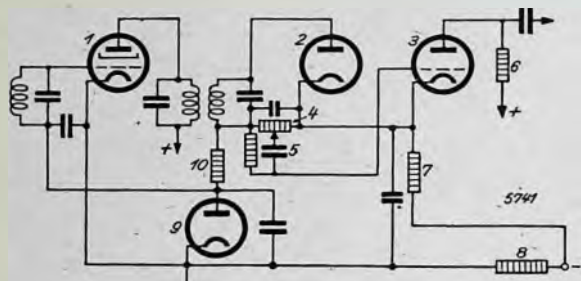


Abb. 11. Krachbeseitigung durch Sperrung des Gleichrichters mit Hilfe einer veränderlichen Vorspannung.

Überlegt man sich den Schaltvorgang vom gesperrten Zustand aus, so ergibt sich folgendes: Werden keine Signale empfangen, so ist das Steuergitter des Systems 13 auf Kathoden-Potential, und es fließt ein großer Anodenstrom, der die Röhre 4 bis weit über den Punkt mit Anodenstrom Null vorspannt. Dieser Zustand bleibt auch erhalten, wenn nur schwache Signale vorhanden sind. Dann arbeitet aber die selbsttätige Schwundregelung bereits, und die Verstärkung von 1 ist schon etwas heruntergeregelt. Erreichen jetzt die Amplituden die Größe, bei denen eine Entsperrung eintreten soll, so setzt infolge von geringer werdender Gittervorspannung Anodenstrom in Röhre 4 ein, und die Verzögerungsspannung am Widerstand 17 für den Regelgleichrichter nimmt zu. Dadurch ergibt sich eine geringere Regelspannung am Widerstand 15, und die Verstärkung von 1 nimmt zu. Das bedingt wiederum eine Verkleinerung des Anodenstromes des Systems 13 und eine weitere Verringerung der Gittervorspannung der Röhre 4 mit den oben beschriebenen Folgen. Der Aufschaukelvorgang ist erst beendet, wenn der Anodenstrom des Systems 13 zu Null geworden ist. Man hat also auch bei der Schaltung nach Abb. 10 eine Schaltwirkung zur Krachbeseitigung.

Bei der Schaltung nach Abb. 11¹⁰⁾ wird die Krachbeseitigung durch Sperrung des zur Demodulation und Regelspannungserzeugung dienenden Gleichrichters mittels Vorspannung erzielt. Die Schaltwirkung wird, wie auch bei der Schaltung nach Abb. 10, durch Änderung der Gleichrichtervorspannung unter dem Einfluß einer in ihrem Anodenstrom ge-

regelten Niederfrequenzstufe erreicht. 1 ist eine Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkerröhre, deren Steuergitterspannung zur Schwundregelung beeinflusst wird. 2 ist eine Zweipolstrecke, die gleichzeitig zur Empfangsgleichrichtung und zur Regelspannungserzeugung dient, 3 eine Niederfrequenzverstärkerröhre. Die im Gleichrichter 2 erzeugte niederfrequente Wechselspannung wird vom Belastungswiderstand 4 mittels Schleifer abgegriffen und über Kondensator 5 dem Steuergitter von 3 zugeführt; sie wird verstärkt am Widerstand 6 abgenommen. Auch für die am Widerstand 4 abfallende Gleichspannung dient die Röhre 3 als Verstärker. Die Regelspannung steht verstärkt am Kathoden-Widerstand 7 zur Verfügung. Der Spannungsabfall an dem vom Anodenstrom der Vorröhren (1 und weitere, nicht dargestellte) durchflossenen Widerstand 8 dient als Gegenspannung. Zwischen der Kathoden- und der Gitterleitung der Röhre 1 liegt eine Zweipolstrecke 9, deren Anode über einen Widerstand 10 mit dem anodenseitigen Ende des Belastungswiderstandes 4 des Gleichrichters 2 verbunden ist.

Die Anode der Röhre 9 ist bei fehlender Eingangsspannung positiv gegenüber der Kathode, denn in diesem Falle ist das Steuergitter der Röhre 3 auf Kathodenpotential, und es fließt infolgedessen ein großer Anodenstrom, der am Widerstand 7 einen so großen Spannungsabfall hervorruft, daß der entgegengesetzt gerichtete Spannungsabfall am Widerstand 8 weit übertroffen wird. Der Spannungsüberschuß am Widerstand 7 gegenüber dem am Widerstand 8 liegt an der Reihenschaltung der Widerstände 4 und 10, und er teilt sich zwischen diesen beiden Widerständen, da der Widerstand der Strecke 9 dann zu vernachlässigen ist.

Der Gleichrichter 2 ist also bei fehlenden Signalen negativ vorgespannt, und das ergibt eine Krachbeseitigung.

Wenn jetzt die im Eingangskreis des Gleichrichters erzeugten Wechselspannungen die Größe der Vorspannung übertreffen, entsteht am Widerstand 4 ein zusätzlicher Gleichspannungsabfall, der dem Gitter der Röhre 3 aufgedrückt wird. Dadurch sinkt der Anodenstrom, und der Spannungsabfall am Widerstand 7 und damit die Vorspannung des Gleichrichters 2 nehmen ab. Das ergibt aber wiederum eine größere Regelspannung, so daß sich der eben beschriebene Vorgang wiederholt, und zwar bis die Anode der Röhre 9 auf Kathoden-Potential gefallen ist. Dann wird ihr Innenwiderstand unendlich, und die weiteren Spannungsänderungen am Widerstand 7 erscheinen in voller Größe an der Röhre 9 und damit zwischen Gitter und Kathode der Röhre 1. Das Gitter dieser Röhre wird dann mit zunehmender Eingangsspannung stärker negativ, so daß sich eine Schwundregelung ergibt.

Für kleine Amplituden waren Gitter und Kathode der Röhre 1 gleichstrommäßig etwa kurzgeschlossen, denn die Röhre 9 war leitend und der Innenwiderstand zu vernachlässigen. Die Röhre 1 befand sich also in ihrem Zustand größter Verstärkung. Die Wiedergabe irgendwelcher Geräusche war aber unterbunden, da ja der Gleichrichter 2 gesperrt war. Wenn aber die Eingangsamplituden die Größe der Vorspannung übertreffen, so wird die Vorspannung plötzlich selbsttätig beseitigt, und man hat sofort unverzerrten Empfang.

Wie die vorstehenden Ausführungen erkennen lassen, sind schon eine ganze Reihe von Schaltungen bekannt, die, wenn man den notwendigen zusätzlichen Aufwand berücksichtigt, der idealen Schaltung zur Krachbeseitigung mehr oder weniger nahe kommen. Nach Überzeugung des Verfassers sind aber die Möglichkeiten keineswegs erschöpft, und es ist zu erwarten, daß die Zukunft noch manche Verbesserungen bringen wird. Wenn dieser Aufsatz zur weiteren Arbeit auch auf diesem Gebiet anregt, so ist seine Aufgabe erfüllt.

Zeichnungen nach Patentschriften

¹⁰⁾ Nach der britischen Patentschrift 407 317.

Entwurf und Bau eines wirklichen Universalmeßgerätes

Von FRITZ KUNZE

Verfasser setzte sich zum Ziel, ein Gerät zu entwerfen, mit dem der Bastler, der Funkhändler und der Techniker die meisten praktisch vorkommenden Messungen ausführen kann und das auch für kompliziertere Meßschaltungen den Grundstock bildet. Ein Gerät von universeller Verwendbarkeit also, das aber trotzdem von höchster Genauigkeit ist. Es darf nicht mehr kosten, als die billigsten im Handel befindlichen sogenannten „Universal-Meßinstrumente“, muß aber bedeutend mehr leisten und vielseitiger sein. Dabei müssen Herstellung und Eichung so einfach sein, daß sie jeder vornehmen kann, und auch die Bedienung des Gerätes muß einfach und unkompliziert sein.

Das Gerät, das entstand, gestattet Gleichströme von 10^{-6} bis 1,5 Amp., Gleichspannungen von 3 mV bis 1500 V, Wechselströme von $7 \cdot 10^{-6}$ bis 0,5 Amp., Wechselspannungen von 0,05 V bis 2300 V zu messen. Da eine Batterie eingebaut ist, kann es als Ohmmeter benutzt werden, mit dem man Widerstände von 100 Ω bis 0,5 M Ω messen kann. Durch Einfügen einer weiteren Batterie kann der Bereich nach unten bis 1 Ω , nach oben bis 100 M Ω erweitert werden, so daß auch Isolationswiderstände gemessen werden können. Die eingebaute Batterie gestattet, das Instrument als Fehler- und Schlußsucher sowie als Prüfgerät zu verwenden. Die Kapazität von Kondensatoren kann von 70 000 pF bis zu 500 μ F gemessen werden; an Elektrolytkondensatoren kann man Kapazität, Reststrom und Wiederformierungszeit feststellen. Ferner kann man die Selbstinduktion von Drosseln und Transformatoren von 0,02 Hy bis 200 Hy messen und daraus deren Wechselstromwiderstand berechnen. Man kann Frequenzen bis zu 2000 Hz messen. Mittels einfacher Zusätze kann man ein empfindliches Röhrenvoltmeter aufbauen, kann man die Ausgangsleistung eines Empfängers feststellen, vergleichende Hochfrequenzmessungen machen und Resonanzkurven und Dämpfungsdekrementen von Schwingkreisen aufnehmen. Das gesetzte Ziel ist also erreicht.

Das Meßinstrument

Die Seele des Gerätes ist das Instrument. Die üblichen Bastlerinstrumente mit einer Genauigkeit von $\pm 3\%$ und einem inneren Widerstande von 500 Ω/V sind nicht zu gebrauchen; hier mußten an die Genauigkeit des Instrumentes höhere Ansprüche gestellt werden. Die Genauigkeit eines Instrumentes ist nicht prozentual der Spannung oder dem Strom zu verstehen, wie viele glauben, sondern ist immer auf den Skalen-Endwert bezogen, d. h. auf die Skaleneinteilung. $\pm 3\%$ Genauigkeit heißt nicht, daß eine Ungenauigkeit von $\pm 3\%$ vom jeweiligen Strom zugelassen ist, sondern daß bei einer 50gradigen Skala die Ungenauigkeit nach jeder Seite $1\frac{1}{2}^\circ$ betragen darf. Beim Skalen-Endwert von 2 mA sind das $\pm 0,06 \text{ mA} = \pm 3\%$. Bei 20° aber sind das bereits $\pm 7,5\%$, bei 3° aber $\pm 50\%$! Hier kann man von Genauigkeit überhaupt nicht mehr reden. Instrumente mit einer Genauigkeit von $\pm 3\%$ gehören zur Güteklasse H, der letzten Klasse. Zur Klasse G gehören Instrumente mit einer Genauigkeit von $\pm 1,5\%$. Darüber hinaus gibt es noch zwei Güteklassen für reine Laboratoriumsinstrumente: Klasse F mit Abweichungen von $\pm 0,3\%$ und Klasse E mit Abweichungen von höchstens $\pm 0,2\%$.

Der innere Widerstand des Instrumentes ist entscheidend bei Spannungsmessungen. Viele Bastler werden schon beobachtet haben, daß sie die Anodenspannung einer Stufe, in deren Anodenleitung ein größerer Ohmscher Widerstand lag, nicht genau messen konnten. Je nachdem, ob sie ein Instrument mit hohem oder niedrigem inneren Widerstand nahmen, erhielten sie eine höhere oder niedrigere Anodenspannung. Woher

kommt das? Das Instrument mit seinem Vorwiderstand liegt bei einer Spannungsmessung dem Anodenwiderstand parallel und setzt dessen wirksamen Widerstand herab. Ist $R_{instr.} + R_{vorwid.}$ erheblich größer als R_a , so spielt das keine Rolle. Ist dagegen $R_{instr.} + R_{vorwid.} \ll R_a$, so muß das Meßergebnis verfälscht werden. Ein Beispiel: $R_a = 0,5 \text{ M}\Omega$, $I_a = 0,2 \text{ mA}$. Der Spannungsabfall an R_a ist nach dem Ohmschen Gesetz = 100 Volt. Will man ihn mit einem Instrument mit $R_i = 500 \Omega/V$ und einem Bereich von 500 Volt messen, so sinkt der wirksame Widerstand auf 167 000 Ω herab; man mißt jetzt 33,5 V. Das erwähnte Instrument ist also für diesen Fall völlig unbrauchbar. Nimmt man dagegen ein Instrument mit $R_i = 10 000 \Omega/V$, so wird der wirksame Widerstand nur auf 454 500 Ω herabgesetzt, man mißt jetzt 91 Volt. Dieses Instrument ist also in diesem Fall noch gut brauchbar (die Abweichung vom wirklichen Wert beträgt rund 10%), während bei den üblichen Instrumenten des Handels und des Bastlers die Spannung völlig zusammenbricht.

Zwei Voraussetzungen mußte also das Instrument erfüllen, das als Grundlage des Meßgerätes dienen sollte: Seine Genauigkeit mußte mindestens der der besten Klasse der Betriebsinstrumente entsprechen, sein innerer Widerstand pro Volt mußte so hoch wie möglich sein. Messerschneide und Spiegelskala sind selbstverständliche Voraussetzungen. Trotzdem aber mußte der Preis des Instrumentes für den Bastler erschwinglich sein.

Die üblichen Instrumente kamen nicht in Frage. Drehspulinstrumente mit hohem inneren Widerstand und kleinster Stromkonstante (= Strom bei einem Skalengrad) sind bei den Nullpunktgalvanometern zu finden. Es kam kein Instrument mit in der Mitte liegendem Nullpunkt in Frage, da dann der Meßbereich auf die Hälfte verkleinert wäre, sondern nur ein solches mit links liegendem Nullpunkt. Galvanometer haben aber im allgemeinen keine große Genauigkeit, da diese für Brückenschaltungen usw. nicht erforderlich ist. Auf meinen Wunsch stellte nun eine bekannte Meßinstrumentenfabrik eine Sonderanfertigung ihres Galvanometers her, mit einem Strombereich von 0,1 mA und einer Stromkonstante von $2 \cdot 10^{-6}$ Amp., einem inneren Widerstand von 1500 $\Omega = 10 000 \Omega \text{ pro Volt}$ und einem Spannungsbereich von 0,150 Volt. Die Genauigkeit ist $\pm 1\%$, also noch größer als bei der

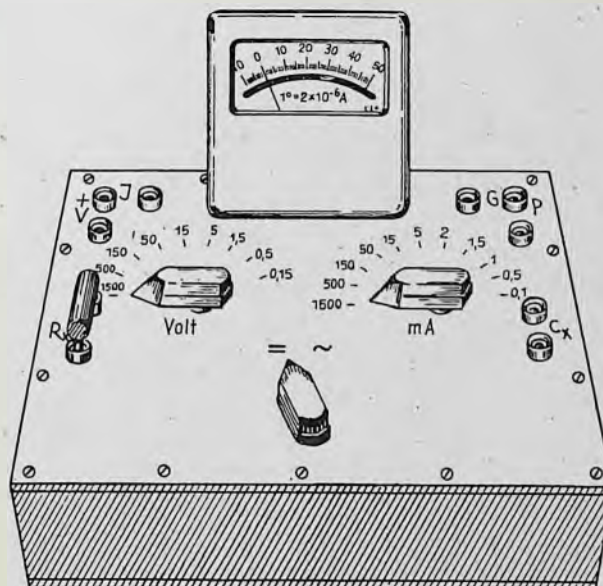


Abb. 1. Das Äußere des Gerätes, schräg von oben gesehen. Das Meßinstrument ist um 45° gegen das Gerät geneigt

besten Betriebsklasse, der Güteklasse G. Die Spiegelskala ist 60 mm lang, ein Skalengrad = 1 mm. Links vom Nullpunkt sind 10° , rechts vom Nullpunkt 50° . Durch den Nullpunkt kann man das Instrument in Brückenschaltungen benutzen, auch kann man bei der Aufnahme von Kennlinien die Gitterspannung nach beiden Seiten hin messen, ohne besonders umzuschalten. Das Instrument hat unten zwei starke Stecker, wodurch man es auf das Gerät aufstecken kann. Es steht dann in einem Winkel von 45° geneigt. Hierdurch ist die Ablesbarkeit sehr erleichtert, und Gerät und Instrument bilden ein harmonisches Ganze, wie Abb. 1 erkennen läßt.

Bei einer Spiegelskala kann man $\frac{1}{2}$ Skalengrad noch gut ablesen, also noch $4 \cdot 10^{-7}$ Amp. feststellen. Zum Ablesen schließt man ein Auge und liest mit dem andern Auge den Wert ab, der sich ergibt, wenn sich die Messerschneide mit ihrem Spiegelbild deckt.

Wo soll man zweckmäßigerweise messen: am Anfang, in der Mitte oder am Ende der Skala? Bei Spannungsmessungen ist die Genauigkeit am größten, wenn der Vorwiderstand möglichst groß ist. Das ist besonders wichtig bei den normalen Instrumenten, deren innerer Widerstand nicht so hoch ist. Also muß man möglichst am Anfang der Skala messen. Bei unserm Gerät braucht man hierauf keine so große Rücksicht nehmen, da der innere Widerstand seines Instrumentes groß ist. Andererseits darf man aber auch nicht ganz am Anfang der Skala messen, da bei den ersten Skalengraden die Ungenauigkeit am größten ist, wie bereits auseinandergesetzt wurde. Bei Instrumenten der Klasse H sollte man die ersten 10° möglichst nicht zur Messung heranziehen. Bei Instrumenten der Klasse G kann man bis 5° heruntergehen. Bei normalen Gebrauchsinstrumenten ergibt sich also ein gut ausnutzbarer Meßbereich von 10° bis 30° , bei dem hier verwendeten Instrument von $3 \dots 4^\circ$ bis 50° .

Der Gleichrichter

Um Wechselströme und Wechselspannungen zu messen, muß der Wechselstrom gleichgerichtet werden. Hierfür stehen Kupferoxydul-Gleichrichter und Selen-Gleichrichter zur Verfügung. Die meisten der im Handel befindlichen Drehspulinstrumente mit Trockengleichrichter verwenden den Kupferoxydul-Gleichrichter. Dieser Gleichrichter wird aber nur an Meßinstrumentenfabriken abgegeben und steht dem Bastler nicht zur Verfügung. Der Bastler muß infolgedessen zum Selen-Gleichrichter greifen.

Auf eine vernickelte Eisenplatte ist eine Selenschicht aufgebracht. Liegt der Pluspol einer Batterie an Eisen, der Minuspol an Selen, so fließt der Strom ungehindert hindurch. Liegt dagegen Plus an Selen, Minus an Eisen, so wird dem Strom ein mehr oder weniger großer Widerstand entgegengesetzt, so daß in dieser Richtung ein viel kleinerer Strom fließt als in der ersten Richtung. Man unterscheidet demzufolge Durchgangsrichtung und Sperrrichtung. Entsprechend wird auch bei Anlegen eines Wechselstromes der Strom in der einen Richtung stark geschwächt, also gleichgerichtet. Das Verhältnis Durchgangsstrom zu Rückstrom, das Gleichrichterverhältnis, ist beim Selen-Gleichrichter für verschiedene Spannungen verschieden groß und abhängig von der Stromstärke. In dem für uns in Frage kommenden Bereich beträgt das Gleichrichterverhältnis zwischen 2:1 und 1200:1. Da die Stärke der Selenschicht nie gleichmäßig ausfallen kann, können die einzelnen Gleichrichterelemente bis zu $\pm 20\%$ voneinander abweichen. Mit einer Änderung der angelegten Spannung ändert sich nicht nur der Strom, sondern auch der innere Widerstand des Elementes in weiten Grenzen, und zwar von mehreren Megohm bis zu Bruchteilen eines Ohm. Je kleiner der durchfließende Strom, desto größer ist R_i . Je kleiner der Vorwiderstand bei Spannungsmessungen ist, desto größer ist der Einfluß von R_i . Vom 15-Volt-

Bereich ab ist der Einfluß von R_i nicht mehr zu vernachlässigen.

Für Meßzwecke werden vier Gleichrichterelemente in Graetzschaltung verwendet. Vielfach wird die Graetzschaltung mit einer Brückenschaltung verwechselt; beide sind aber grundverschieden. Bei einer Brückenschaltung (Abb. 2a) fließt der Strom durch die beiden Brückenarme; durch das Instrument fließt nur ein Querstrom, wenn die Punkte C und D verschiedene Potentiale haben. Bei der Graetzschaltung dagegen fließt der Strom im gegebenen Augenblick stets nur durch einen Arm (wenn man vom kleinen Rückstrom absieht). In diesem Arm liegt aber stets das Instrument. Durch das Instrument fließt abwechselnd der Strom beider Arme, und zwar stets in derselben Richtung. Die Ströme summieren sich also (Abb. 2b). Bei der Brückenschaltung zeigt das Instrument also nur den durch eine Potentialdifferenz zwischen den Punkten C und D hervorgerufenen Strom an, seine Richtung kann verschieden sein und hängt davon ab, welcher Punkt das höhere Potential hat (deshalb muß man hier auch ein Nullpunkt-Galvanometer verwenden). Bei der Graetzschaltung dagegen zeigt das Instrument den gesamten durch den Gleichrichter fließenden Strom an.

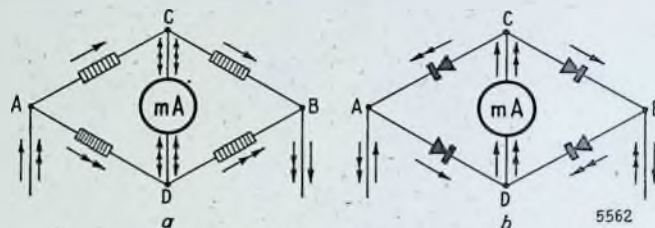


Abb. 2. Eine Graetzschaltung ist keine Brückenschaltung!
a) Prinzip der Brückenschaltung
b) Prinzip der Graetzschaltung

Bei der praktischen Ausführung des Selen-Gleichrichters wird gegen die Selenschicht eine Gegenelektrode aus einer Sonderlegierung gedrückt, um hier den Strom abnehmen zu können. Die Sperrspannung für die normalen Gleichrichter für Meßzwecke beträgt 18 Volt maximal. Bis zu Frequenzen von 1000 Hz sind die Gleichrichter frequenzunabhängig, darüber hinaus tritt jedoch eine Frequenzabhängigkeit auf, die dadurch hervorgerufen wird, daß die Gleichrichterelemente auch einen kapazitiven Widerstand haben. Je größer dieser gegenüber dem Belastungswiderstand ist, um so größer ist die Frequenzabhängigkeit. Um auch Tonfrequenzen messen zu können, werden besondere kapazitätsarme Typen bereitgestellt, bei denen zur Verminderung der Kapazität Bleiplatten eingefügt sind. Hiermit ist der Frequenzgang bis 1500 Hz geradlinig; auch bei 2000 Hz ist die Abweichung noch gering. Selbst für höhere Frequenzen, bis zu 10 000 Hz, ist der kapazitätsarme Gleichrichter noch zu verwenden, man muß aber im Bedarfsfalle für die betreffende Frequenz besondere Eichkurven aufnehmen. Bei 7000 Hz z. B. liegt der tatsächliche Strom etwa 50 % über der Anzeige.

Bei der vorgeschriebenen Belastung nehmen die Gleichrichter eine Übertemperatur von etwa 40° an; 15 bis 20 % der aufgenommenen Leistung werden in Wärme umgewandelt. Zwischen den Platten des Elementes ist eine Temperatur bis zu 75° zulässig.

Interessant ist die R_i -J-Charakteristik des Gleichrichters. Abb. 3 zeigt eine solche, wie sie Verfasser an dem für uns in Betracht kommenden Gleichrichtertyp 366 aufgenommen hat. Kurve a zeigt das Verhältnis $R_i:J$ in Durchgangsrichtung, Kurve b in Sperrrichtung. In doppelt-logarithmischem Maßstab sind beides gerade Linien. Es entspricht nicht etwa ein Punkt in der Durchgangsrichtung dem darüberliegenden Punkt in Sperrrichtung, sondern die nummerierten Punkte entsprechen einander.

Kurve a und b sind mit Gleichstrom aufgenommen. Man kann aus diesen Kurven ferner sehen, daß der Spannungsabfall am Element je nach der Belastung zwischen 0,2 und 5 Volt schwankt. Die Spannungsangaben beziehen sich auf die Kurve a. Zur Aufnahme der Kurven wurden zwei Zellen gleichstromseitig verbunden; die Messung entspricht also den tatsächlichen

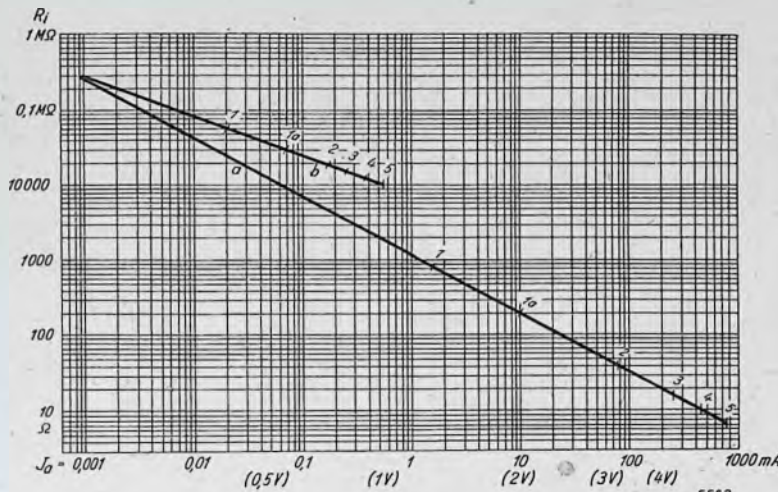


Abb. 3. R_f - J -Charakteristik des Selen-Gleichrichters Typ 366.

- a) Strom in Durchgangsrichtung
b) Strom in Sperrichtung

Verhältnissen in einem gegebenen Augenblick; nur kommt noch der Widerstand des Instrumentes hinzu. Abb. 4 zeigt die J - U -Charakteristik im linear-logarithmischen Maßstab; Kurve a bedeutet das Strom-Spannungs-Verhältnis in Durchgangsrichtung, Kurve b in Sperrichtung. Die gestrichelte Kurve c gibt das Gleichrichterverhältnis in bezug auf die angelegte Spannung an.

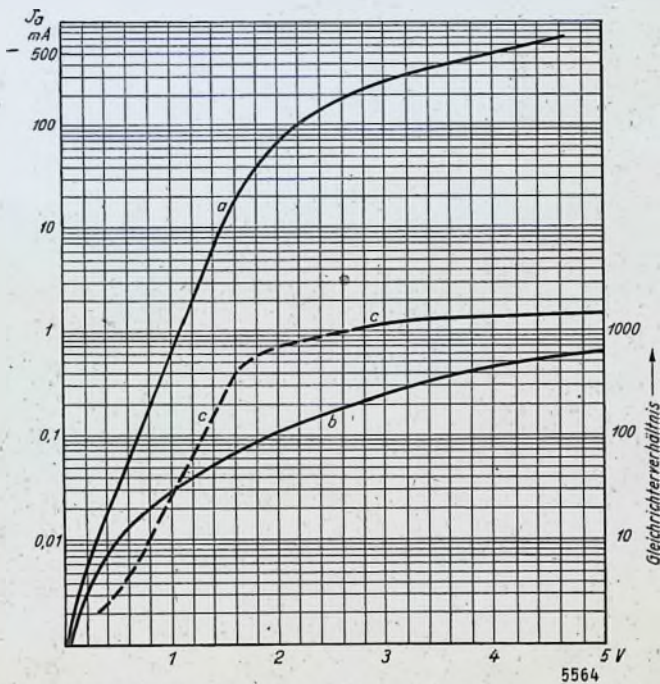


Abb. 4. J - U -Charakteristik des Selen-Gleichrichters Typ 366.

- a) Strom-Spannungs-Verhältnis in Durchgangsrichtung
b) Strom-Spannungs-Verhältnis in Sperrichtung
c) Gleichrichterverhältnis (Maßstab rechts)

Die Kurven der Abb. 3 und 4 sind in ihrer Art und ihrem Verlauf nach allgemeingültig, aber nicht in ihren Werten. Da die Gleichrichterzellen eine sehr große Toleranz haben, müssen auch die Kurven voneinander abweichen.

Die Schalter

An die Schalter werden große Anforderungen gestellt. Die Kontaktgabe muß absolut zuverlässig sein; bei großen Strommessungen würde bei Versagen des Schalters der Stromweg des Nebenwiderstandes unterbrochen werden, der ganze Strom durch das Instrument fließen und dasselbe evtl. zerstören. In den Kontakten darf sich selbst bei Strömen von 1,5 Amp. kein merklicher Übergangswiderstand zeigen. Der Oberflächenwiderstand und der Isolationswiderstand zwischen zwei Kontakten müssen außerordentlich hoch sein, mindestens 100mal so groß, als der höchste Widerstand zwischen zwei Kontakten, also $100 \cdot 10 \text{ M}\Omega = 10^9 \Omega/\text{mm}$. Deshalb wurden die besten auf dem Markt befindlichen Schalter genommen: Frequenzschalter mit Neusilberkontakten. Auch für die obere Grundplatte (18·22 cm) ist aus diesem Grunde der beste Isolierstoff gerade gut genug.

Messungen von Gleichstrom und Gleichspannung

Bevor wir an den Bau des Gerätes gehen, müssen wir noch einige grundsätzliche Erwägungen anstellen, wie wir die Strom- und Spannungsbereiche aufteilen wollen.

Die Bereiche im Verhältnis 1:10 fortschreiten zu lassen, liegt auf der Hand. Es ist dann der folgende Bereich immer eine Größenordnung größer als der vorhergehende; jede Umrechnung ist vermieden. Der Schritt 1:10 ist aber zu groß. Infolgedessen ist er noch einmal unterteilt, und zwar bei 1:3, so daß die Bereiche immer im Verhältnis 1:3 bzw. 1:3½ fortschreiten. Um den Wert des Stromes bzw. der Spannung zu erhalten, multipliziert man bei Gleichstrom bzw. Gleichspannung den angezeigten Skalengrad mit folgendem Faktor:

Tafel 1

Strombereich	Faktor	Spannungsbereich	Faktor
0,1 mA	0,002	0,150 V	0,003
0,5 mA	0,01	0,5 V	0,01
1,5 mA	0,03	1,5 V	0,03
5 mA	0,1	5 V	0,1
15 mA	0,3	15 V	0,3
50 mA	1	50 V	1
150 mA	3	150 V	3
500 mA	10	500 V	10
1500 mA	30	1500 V	30

Außer diesen Bereichen gibt es noch zwei weitere Strombereiche: 1 und 2 mA. Sie dienen nicht zu Strommessungen, sondern dazu, in Sonderfällen die Empfindlichkeit des Gerätes herabzusetzen. Viele Firmen geben Strom-Spannung-Schemen für ihre Geräte heraus, in denen die Spannung für Geräte mit 500 Ω/V oder 1000 Ω/V oder 2000 Ω/V angegeben wird. Will man diese Werte nachmessen, so stellt man den mA-Zeiger für 500 Ω/V auf 2, für 1000 Ω/V auf 1, für 2000 Ω/V auf 0,5 und bedient das Gerät wie bei jeder Spannungsmessung. Es ist aber zu bedenken, daß der innere Widerstand des Instrumentes durch die Nebenwiderstände nicht mehr 1500 Ω groß ist, sondern nur noch 75 Ω bzw. 150 Ω bzw. 300 Ω . Die Differenz muß man durch einen weiteren Vorwiderstand ersetzen; er muß für Messungen 500 $\Omega/V = 1425 \Omega$, für 1000 $\Omega/V = 1350 \Omega$ und für 2000 $\Omega/V = 1200 \Omega$ groß sein. Hierfür fertigt man sich am besten ein kleines Kästchen an, das oben einen Dreifachschalter hat (hierzu genügt irgendein passender Schalter aus der Bastelkiste) und das unten zwei Steckerstifte in 19 mm Abstand bekommt. Für 1200 Ω nimmt man einen Widerstand von der Art, wie man ihn als Vorwiderstand bei Spannungsmessungen verwendet; dann wickelt man sich aus Widerstandsdraht (Konstantandraht 0,1 mm $\varnothing$) bifilar zwei Widerstände von 150 Ω und 75 Ω , wozu man etwa 3,7 m Draht gebraucht. Diese

Widerstände werden mit dem 1200- Ω -Widerstand in Reihe geschaltet. Jetzt hat man einen Widerstand von 1425 Ω mit Anzapfungen bei 1350 Ω und bei 1200 Ω . Das Widerstandskästchen steckt man in R_x an Stelle des Kurzschlußbügels, wenn man Spannungen mit 500 Ω/V , mit 1000 Ω/V oder mit 2000 Ω/V messen will. Sonst aber muß in R_x bei Spannungsmessungen stets der Kurzschlußbügel sitzen.

Mißt man mit 500, 1000 oder 2000 Ω/V , so ergeben sich aber andere Spannungsbereiche als bei 10 000 Ω/V . Es ergeben sich dann folgende Faktoren, mit denen der angezeigte Skalengrad jeweils zu multiplizieren ist:

Tafel 2

Instrument-Bereich (Volt-Zeiger)	500 Ω/V		1000 Ω/V		2000 Ω/V	
	Neuer Spannungsbereich	Faktor	Neuer Spannungsbereich	Faktor	Neuer Spannungsbereich	Faktor
0,15	0,150V	0,003	0,150V	0,003	0,150V	0,003
0,5	10 V	0,2	5 V	0,1	2,5 V	0,05
1,5	30 V	0,6	15 V	0,3	7,5 V	0,15
5	100 V	2	50 V	1	25 V	0,5
15	300 V	6	150 V	3	75 V	1,5
50	1000 V	20	500 V	10	250 V	5
150	—	—	1500 V	30	750 V	15
500	—	—	—	—	2500 V	50

Normalerweise aber verwende man nur die Originalbereiche und messe mit 10 000 Ω/V nach Tafel 1. Der mA-Zeiger muß dabei auf 0,1 stehen.

Die Vorwiderstände

Als Vorwiderstand kann man nicht jedes beliebige Fabrikat verwenden, da die Widerstände im allgemeinen zu ungenau sind. Es kommen hier nur besondere Meßwiderstände mit $\pm 1\%$ Genauigkeit in Frage. An sich würde der kleinste Typ genügen, wenn man nur mit 10 000 Ω/V messen will. Da wir aber auch mit 500 Ω/V messen wollen, müssen wir die Belastbarkeit hierauf beziehen. Es kommt deshalb, mit Ausnahme des 1500-V-Bereichs, nur der 5-Watt-Typ in Frage. Die Vorwiderstände sind alle hintereinander geschaltet.

Die Spannungsbereiche braucht man nicht besonders abzugleichen, da die Vorwiderstände bereits abgeglichen sind. Vorwiderstände können höchstens auf $\pm 1\%$ ungenau sein, auch beim Instrument ist die Ungeauigkeit nicht größer. Da beide hintereinander geschaltet sind, kann auch die Gesamtungenauigkeit nie größer als $\pm 1\%$ werden. In den meisten Fällen wird sie aber bedeutend kleiner sein.

Die Nebenwiderstände

Zur Erhöhung des Strombereichs müssen dem Instrument entsprechende Widerstände parallel geschaltet werden. Diese Nebenwiderstände werden aus Widerstandsdraht (Konstantandraht) selbst gewickelt und sind nicht wie die Vorwiderstände hintereinander, sondern sie sind einander parallel geschaltet. Das ist beim Abgleichen bequemer. Die Widerstände müssen aber selbstinduktionsfrei sein, da sie sonst bei Wechselstrommessungen das Ergebnis verfälschen würden. Man muß sie deshalb bifilar aufwickeln. Zu diesem Zweck kniff

man den Draht in der Mitte und wickelt von hier an auf, so daß am Schluß die beiden Enden übrig bleiben. Es genügt völlig, sie über einen Bleistift zu wickeln und die freitragende Wicklung dann mit Zwirn zusammenzubinden.

In Tafel 3 sind die notwendigen Angaben für die Vorwiderstände und für die Nebenwiderstände zusammengestellt:

Tafel 3

Vorwiderstände		Nebenwiderstände			
Meßbereich Volt	Widerstand Ω	Meßbereich mA	Widerstand Ω	Draht- $\varnothing$ mm	Länge etwa cm
0,5	3 500	0,5	375	0,07	290
		1	166,7	0,07	130
1,5	10 000	1,5	107,1	0,07	85
		2	79	0,1	125
5	35 000	5	30,6	0,2	200
15	100 000	15	10,7	0,2	70
50	350 000	50	3	0,5	120
150	1 M Ω	150	1	1,0	160
500	2 M Ω + 1,5 M Ω	500	0,3	1,0	50
1 500	2 $\times$ 5 M Ω	1 500	0,1	1,0	16

Der Zusammenbau des Gerätes

Nachdem die wichtigsten Grundlagen des Gerätes besprochen sind, kann nunmehr sein Bau behandelt werden. Der Bau des Meßgerätes macht keine Schwierigkeiten und ist selbst dem weniger Geübten möglich.

Für das Grundgerät wurde eine rechteckige Kastenform gewählt. Das Instrument wird mit seinen Steckern auf das Gerät aufgesteckt und ist um 45° geneigt. Die obere Grundplatte ist 18 mal 22 cm groß und soll aus dem besten erhältlichen Isolierstoff bestehen. Zu einer bestimmten Art kann man schlecht raten. Es gibt Hartgummi, das vorzüglich ist, und es gibt Hartgummi, das

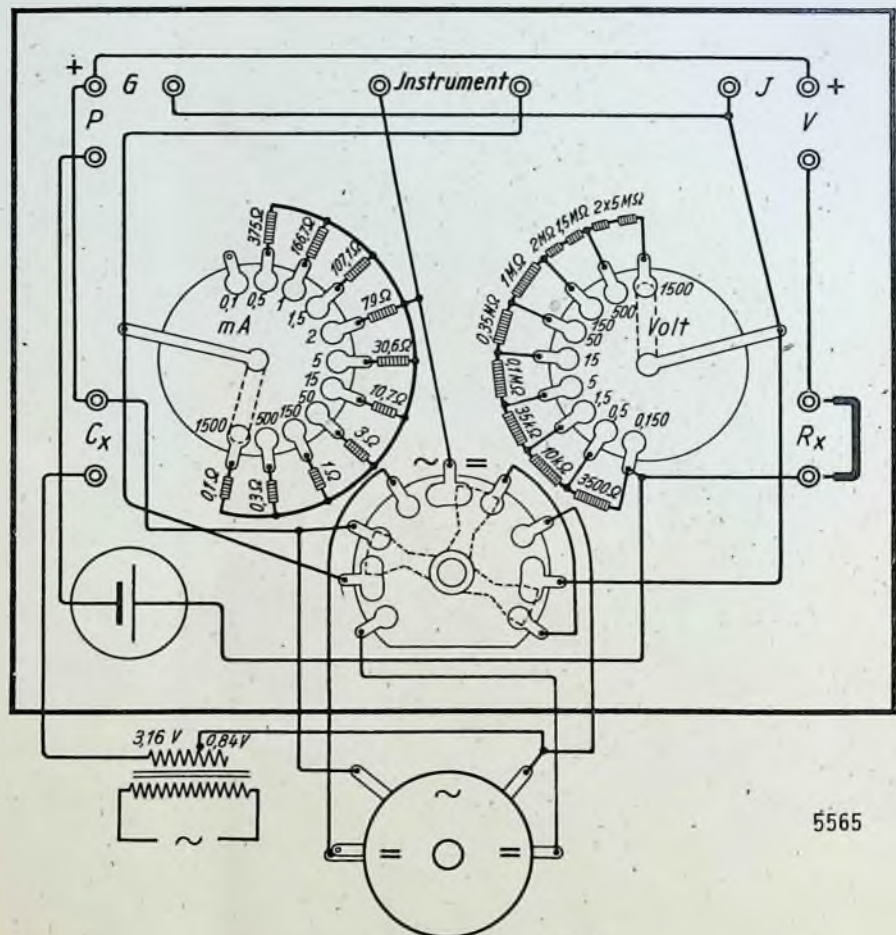


Abb. 5. Schaltplan des Gerätes

einen kleinen Oberflächenwiderstand hat. Es gibt bakelisiertes Hartpapier, das man nur als Pappe ansprechen kann, und es gibt solches, das von keinem anderen Isolierstoff übertroffen wird. Pertinax, das beim Bohren und Sägen nicht auf Fasern, sondern einen glatten, bakelitartigen Schnitt zeigt, ist im allgemeinen gut. Trolitul ist zu wenig wärmebeständig.

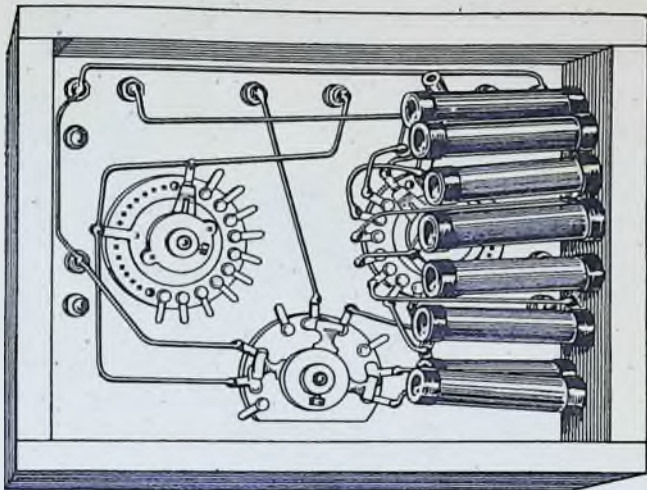


Abb. 6. Das Innere des Gerätes, halbfertig

Auf die obere Grundplatte werden zunächst die Schalter und Buchsen nach dem Schaltbild Abb. 5 aufgesetzt. In diesem Schaltbild ist die obere Grundplatte, von der Unterseite betrachtet, schematisch dargestellt. Die Teile, die direkt auf der Grundplatte befestigt sind, sind maßstäblich eingezeichnet, während die Teile, die an den Seitenwänden befestigt sind, nur angedeutet sind, wie die Vorwiderstände und die Nebenwiderstände, oder sie sind außerhalb der Grundplatte gezeichnet, wie Transformator und Gleichrichter. Man kann farbige Buchsen wählen, um ihre Bedeutung besser auseinanderzuhalten. Der Abstand zweier benachbarter Buchsen beträgt immer 19 mm. Nur die Buchsen für das Instrument müssen 35 mm auseinander sein.

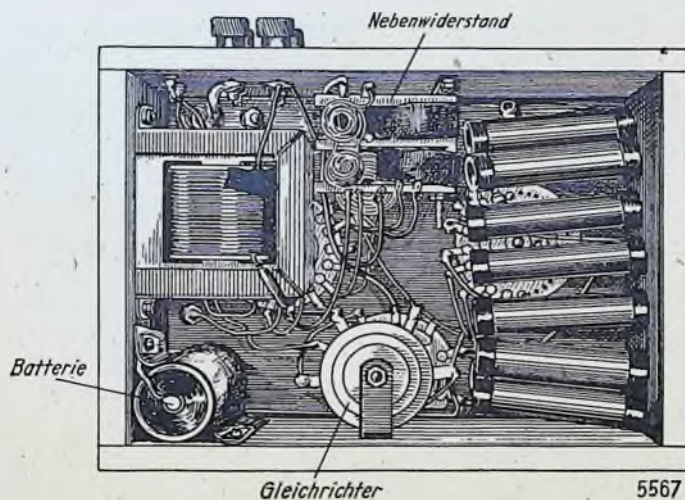


Abb. 7. Das Innere des fertigen Gerätes

Sind die drei Schalter und die Buchsen befestigt, so schraubt man an die Grundplatte die Seitenwände (8 cm hoch, 2 Bretter je 22 cm lang, 2 Bretter je 16 cm lang) aus 10 mm starkem Sperrholz an. Dann werden die Vorwiderstände freitragend befestigt und die notwendigen Verbindungen geschaffen. In diesem Stadium ist das Gerät aus Abb. 6 ersichtlich. Jetzt ist man bereits in der Lage, die Nebenwiderstände zu eichen.

Den Draht nimmt man zunächst etwa 20 % länger, als in Tafel 3 angegeben, und kürzt ihn nach Erfordernis. Man kann ihn zum Eichen mit Steckern in die Buchsen G stecken. Erst wenn er genau abgeglichen ist, wird er bifilar aufgerollt und befestigt. Verfasser hat drei Frequenz-Leisten mit Lötösen genommen und hieran die Nebenwiderstände angebracht. Die Widerstände aus dünnem Draht wurden mit Isolierband befestigt, die aus stärkerem Draht freitragend. Die Lötösen der mittleren Frequenz-Leiste wurden als gemeinsame Minusleitung miteinander verbunden. Die Befestigung der Widerstände geht aus Abb. 7 deutlich hervor.

Das Abgleichen selbst geschieht nach Abb. 8 mit einem Vergleichsinstrument, das aber möglichst genau sein muß, denn die abgeglichenen Widerstände und die Strombereiche können nicht genauer werden, als es das Vergleichsinstrument ist. Steht ein solches nicht zur Verfügung, so kann man auch jeden Bereich nach den Angaben des vorhergehenden eichen (also beim kleinsten mA-Bereich anfangen). Die kleinste Ungenauigkeit vervielfacht sich aber dabei.

Als nächstes baut man die Batterie ein. Man nimmt eine große 1,5-V-Zelle (sie paßt in der Größe gerade), lötet die Verbindungen an und befestigt sie in der Ecke. Man kann das auf verschiedene Art tun; Verfasser hat einfach ein Stückchen Pappe genommen, um die Zelle gelegt und es dann an die Seitenwände angeschraubt.

Dann wird der Gleichrichter mit einem Winkel an der Seitenwand befestigt. Die mittelste Lötöse und die beiden äußersten, miteinander verbundenen Lötösen sind die Gleichstromanschlüsse; an die beiden andern, dazwischen liegenden Lötösen kommen die Wechselstromanschlüsse.

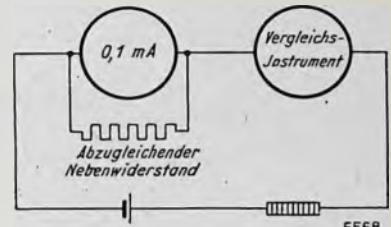


Abb. 8. Schaltung zum Abgleichen der Nebenwiderstände

Als letztes wird der Transformator eingebaut. Verfasser benutzte einen Heiztransformator. Es werden einmal 3,16 Volt gebraucht und dann 4 Volt (bei 0,65 Amp.). Die Heizwicklung ist für eine Belastung von 5 bis 6 Amp. berechnet; bei einer schwachen Belastung zeigt sie beträchtliche Überspannung (z. B. 5,1 Volt statt 4 Volt). Man wickelt die Heizwicklung deshalb soweit ab, bis bei 0,5 bis 1 Amp. genau 4 Volt angezeigt werden. Zur Belastung während dieser Messung schließt man den Heizfaden einer indirekt geheizten Röhre an die Heizwicklung des Netztransformators an, legt die Netzspannung an die Primärwicklung und verbindet die Heizwicklung mit den Buchsen V des Gerätes. Man mißt nun die dann angezeigte Wechselspannung, wie später angegeben, und wickelt soweit ab, bis 4 Volt angezeigt werden. Darauf zapft man die Heizwicklung bei 3,16 Volt an (ebenso messen). Erst dann wird der Netztransformator eingebaut, wie Abb. 7 zeigt. Die Anschlüsse werden an Buchsen geführt, die in der hinteren Längswand befestigt sind. Damit keine Verwechslung eintreten kann, wurden für die 4-Volt-Wicklung und für die 3,16-Volt-Wicklung hohe Buchsen benutzt. Die 220-Volt-Wicklung wird dagegen an 4-mm-Stecker in 19 mm Abstand gelegt.

Die Verbindung mit dem Netz erfolgt durch eine Netzschnur, die an dem einen Ende einen Doppelstecker, am anderen eine Gerätesteckdose besitzt, deren Buchsen auf die erwähnten Stecker im Gerät passen.

Zum Schluß wird die untere Grundplatte (aus Sperrholz, 10 mm stark, 18 x 22 cm groß) angeschraubt.

Nachdem die wichtigsten Grundlagen und der Bau des Gerätes behandelt wurden, wollen wir uns im zweiten Teil der Arbeit mit den Anwendungsmöglichkeiten beschäftigen.

Zweiter Teil folgt!

Zeichnungen nach Vorlagen des Verfassers

Die Feineinstellung des Rundfunkempfängers

Von P. BRÄUER

Die Fernbedienung von Empfängern steht neben der selbsttätigen Scharfabstimmung im Vordergrund des Interesses. Die nachstehende kurze Arbeit will an einem Schaltungsvorschlag zeigen, wie sich die Feineinstellung verhältnismäßig einfach durchführen läßt.

Die nachstehende Beschreibung soll zeigen, wie die Feineinstellung eines beispielsweise im Kellergeschoß aufgestellten Fernempfängers vom Schreibtisch oder von beliebigen anderen Punkten der Wohnung aus mit einfachen Mitteln erreicht werden kann. Es ist wohl anzunehmen, daß geschickte Funkbastler und auch die Industrie dieses Gebiet demnächst weiterentwickeln und den „Feineinsteller“ volkstümlich machen werden.

Die Wirkungsweise des Feineinstellers gemäß Abb. 1 beruht auf der durch ein Relais R überwachten, stets gleichen Einstellung zweier im Widerstandswert und in der Abstufung genau gleichen arithmetisch gebauten Dreh-Spannungsteiler P_1 und P_2 , die an der gleichen Stromquelle liegen. P_1 ist als Geber ausgebildet; P_2 , als Empfänger, ist mit dem Drehkondensator des Rundfunkgerätes starr gekuppelt. Wird beispielsweise der Schleifer von P_1 in Abb. 1 nach + hin verstellt, so erhält die Klemme 8 des Relais R ein höheres Potential als Klemme 7. Es fließt ein Strom in Richtung von 8 nach 7, der den polarisierten Relaisanker beispielsweise nach links dreht. Dadurch entblockt er zunächst den Anker des Motors M und läßt ihn im nächsten Augenblick anlaufen, bis der Schleifer von P_2 eine Stellung erreicht hat, in der das gleiche Potential herrscht, wie bei P_1 . Der Relaisanker schwingt darauf unter dem Einfluß der Rückzugfeder F in die Nullage zurück und bremst den Motor M ab.

Wird ferner der Schleifer von P_1 nach — hin verstellt, so wird die gegen das erste Beispiel entgegengesetzte Drehung des Relaisankers und des Motorankers bewirkt. Durch einen unter Federspannung stehenden doppelseitigen Schleppkontakt an der Drehachse des Gebers wird erzielt, daß P_1 und P_2 nur so lange an Spannung liegen, wie die mechanische Kraft der Hand den Geberdrehknopf in die eine oder andere Richtung zu verdrehen sucht. Bei Vorhandensein mehrerer Geber wird also stets nur ein einziger unter Spannung gesetzt.

Ein weiteres Schaltungsbeispiel mit einem hochempfindlichen entlasteten Steuerrelais und zwei Arbeitsrelais zeigt Abb. 2. Nach dem bereits Gesagten erübrigt sich dafür eine besondere Erläuterung.

Nun noch einige Worte über den Genauigkeitsgrad der Feineinstellung: Der Genauigkeitsgrad der Einstellung des Empfängers hängt natürlich in erster Linie von der Empfindlichkeit des Relais R ab. Zweitens sollte man danach trachten, die Potentialdifferenz zwischen den Schleifern von P_1 und P_2 je Grad des Verdrehungswinkels so groß wie möglich zu machen. Man

wird aber hier, da wohl in den allermeisten Fällen die Anodengleichspannung des Empfängers benutzt werden dürfte, nicht viel über 250 Volt hinausgehen können. Das ergibt je Grad der 100teiligen Skala am Geber (der natür-

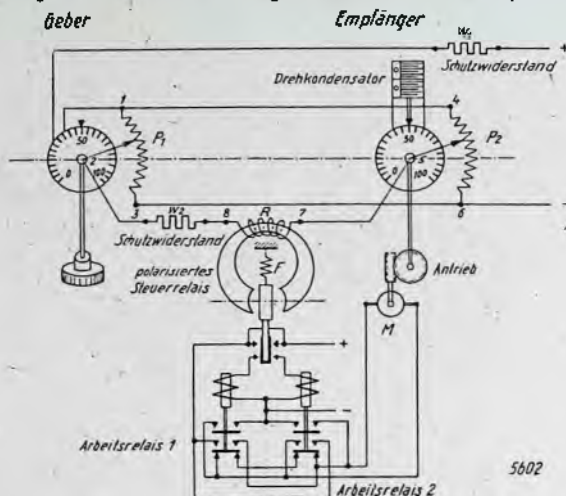


Abb. 2. Fernbedienungseinrichtung wie in Abb. 1, jedoch mit einem entlasteten Steuerrelais und zwei Arbeitsrelais

lich nach Sendernamen geeicht sein kann) = 2,5 Volt, also für $1/10$ Grad 0,25 Volt. Das würde mehr als genügend sein, denn wenn man einen Relaiswiderstand von rund 500 Ohm zugrunde legt, dann fließen darin für $1/10$ Grad

Skalendifferenz noch $\frac{0,25 \times 1000}{500} = 0,5$ mA. Da man wohl aber in der Praxis aus Sicherheitsgründen nicht ohne Strombegrenzungswiderstände (W_1, W_2 in den Abbildungen) wird arbeiten wollen, so dürfte diese Empfindlichkeit nicht ganz erreicht werden. Wer sehr hohe Ansprüche an Scharfabstimmung stellt, wird ohnehin von der selbsttätigen Scharfabstimmung im Gerät Gebrauch machen.

Als Motor M genügt für die Mehrzahl der Fälle der kleinste im Handel erhältliche Typ, wenn man ihm ein kleines Schrauben- oder Schneckenvorgelege anbaut oder ihm noch eine weitere Übersetzung ins Langsame gibt. Der Versuchsmotor hatte die Abmessungen 30 mm Ø, 40 mm Länge; Stromverbrauch bei 4 Volt Klemmenspannung etwa 0,12 Amp.

Zeichnungen vom Verfasser

Berichtigung

In Heft 13 in der Abhandlung „Das Neper“ auf S. 370 am Schlusse heißt es:

„demzufolge wird die Verstärkung

$$b_{\text{Verst}} = \ln \frac{E_2}{0,775} = \ln \frac{3,1}{0,775} = \ln 4;$$

$$N \ln 4 = 1,4 \text{ Neper.}$$

Nun können wir zum Verstärkungsausgang in „B“ 4,65 Volt.“

Es muß richtig heißen:

demzufolge wird der Ausgangspegel

$$b_{\text{Verst. Ausg.}} = \ln \frac{E_2}{0,775} = \ln \frac{3,1}{0,775} = \ln 4 \neq 1,4 \text{ Neper.}$$

Nun können wir die Gesamtdämpfung von „A“ bis zum Ausgang in „B“ feststellen zu

$$b_{\text{Ges}} = \ln \frac{E_1}{E_2} = \ln \frac{1,55}{3,1} = \ln 0,5 \neq -0,7 \text{ Neper.}$$

Das Minuszeichen sagt uns, daß wir es hier mit einer Verstärkung zu tun haben.

Ferner ist die Teilung der Abszisse in Abb. 4 insofern richtig zu stellen, als die Exponenten nicht $10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}$ und 10^{+1} , sondern $10^{-2}, 10^{-1}, 10^0$ und 10^{+1} heißen müssen.

M. Fuchs

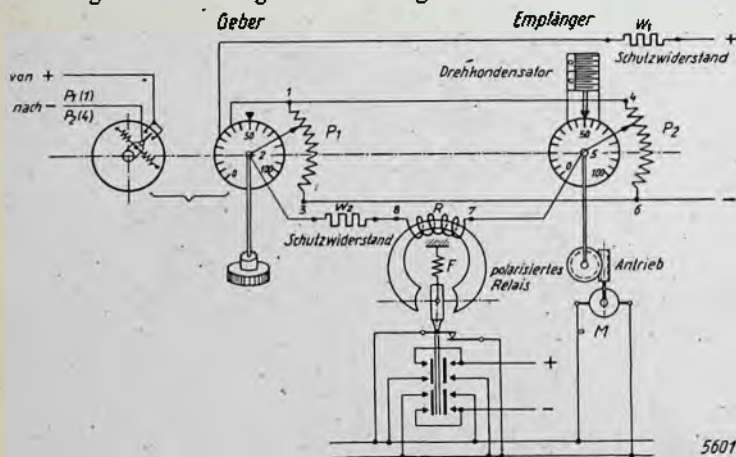


Abb. 1. Grundsätzliche Fernbedienungseinrichtung mit einem polarisierten Relais

Ein Batterie-Superhet für Reise, Haus und Kraftwagen

Einfacher Vierkreis-Vierröhren-Superhet billigen Aufbaus

Von RUDOLF SCHADOW

An Reise-, Heim- und Kraftwagenempfänger muß man Forderungen stellen, die die Entwicklung von Spezialgeräten für jedes dieser drei Gebiete zur Folge haben. Nachstehend wird das Problem einmal von der anderen Seite angepackt: es wird das Gemeinsame der drei Gerätearten gesucht und ein Gerät entwickelt, das im Heim, auf der Reise und im Wagen mit gleichem Erfolg angewendet werden kann.

Der hier beschriebene Empfänger entstand aus dem Bedürfnis, eine Anlage zu schaffen, deren vielseitige Verwendungsmöglichkeit ihr eine wirtschaftliche Ausnutzung sichert: er wurde deshalb so durchgebildet, daß er außer als Koffergerät auch als Heim- und als Kraftwagenempfänger verwendet werden kann. Für die Verwendung im Kraftwagen und gegebenenfalls auch als Heimempfänger muß das Gerät jedoch über eine größere Leistung verfügen, als wir sie vom Kofferempfänger gewöhnlich fordern. Das soll heißen, daß wir beim Reiseempfänger meist mit der Empfangsmöglichkeit der nächsten Sender zufrieden sind; für den Kraftwagen genügt zwar grundsätzlich das gleiche Empfangsergebnis, doch liegt hier ein größerer Leistungsbedarf wegen der ungünstigen Antennenverhältnisse vor. Als Heimempfänger ist schließlich auf Fernempfangsmöglichkeit und Trennschärfe besonderer Wert zu legen.

Bei einem tragbaren Gerät bzw. bei reinem Batteriebetrieb ist weiterhin auf geringen Stromverbrauch zu achten. Bei der Planung eines ausgesprochenen Kraftwagenempfängers ist dieser Gesichtspunkt weit weniger wichtig, da hier die Stromversorgung aus der Anlaßbatterie erfolgt. Dagegen muß hier die Anodenstromversorgung mit größter Sorgfalt durchgebildet werden, und zwar im Gerät hinsichtlich der Siebung der Betriebsspannungen. Trotz der eingangs aufgezeigten Schwierigkeiten ließ sich dieses Gerät so entwerfen, daß ein völlig befriedigendes Ergebnis entsteht. Die hierfür wichtigen Schaltungsmaßnahmen sollen nachstehend besonders geschildert werden.

Um der Forderung geringsten Stromverbrauchs gerecht zu werden, konnte nur die Verwendung von 2-Volt-Batterie-Röhren in Betracht kommen. Die Heizleistung beträgt dann beim Betrieb aus einer 2-Volt-Heizbatterie rund 1,3 Watt. Der Anschluß an die 6-Volt-

Stromverbrauch der Röhren muß dann allerdings annähernd gleich sein; gegebenenfalls sind für Röhren mit kleinerem Stromverbrauch Nebenwiderstände anzuwenden. Bei der im Gerät vorgesehenen Röhrenbestückung KK 2 — KF 4 — KC 3 — KDD 1 lassen sich durch die Summierung der Heizströme für die KK 2 und KF 4 diese zwei parallel geschalteten Heizfäden mit denen

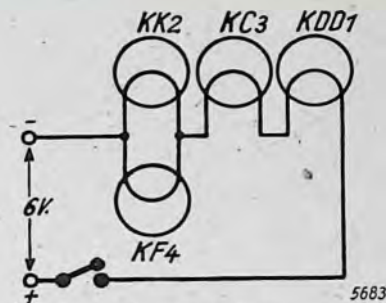


Abb. 2. Serienheizung

der KC 3 und KDD 1 in Reihe schalten. Es sei aber auf die Schwierigkeiten der besonderen Umschaltung, die Absicherung bei Verwechslungen und die Abweichung der tatsächlichen Heizstromdaten von den Nennwerten hingewiesen.

Die Schaltung

Die Gewährleistung guten Empfangs unter schlechtesten Bedingungen führte zum Superhet. Der Zwischenfrequenzteil umfaßt nur eine Stufe, nämlich ein Audion, das aber mit Rückkopplung versehen wurde. Diese Rückkopplung erscheint nach Ansicht des Verfassers für einen tragbaren Empfänger wertvoller, als eine zweite Zwischenfrequenzstufe. Es gibt nämlich erfahrungsgemäß Empfangsorte, wo nur die Überlagerung der Trägerwelle eine Abstimmung und Einstellung ermöglicht. Von einer selbsttätigen Lautstärkeregelung wurde wegen der meist geringen Aufnahmeenergie Abstand genommen. Für die Verwendung im fahrenden Kraftwagen ist das zwar ein Nachteil, jedoch hätte der Einbau einer selbsttätigen Lautstärkeregelung einen viel größeren Aufwand bedingt.

Dem Schaltbild der Abb. 3 können wir die Anordnung der Abstimmkreise sowie deren Abgleichsmöglichkeit am besten entnehmen. Die Schaltung ist in ihrer späteren Verdrahtung sehr einfach, vor allem, weil sich die Wellenschalter bereits in den Spulentöpfen befinden. Im Antenneneingang ist evtl. eine Drossel vorzusehen, die durch einen zweiten Antennenanschluß umgangen werden kann. Für kurze und behelfsmäßige Antennen würde die Drossel eine unnötige Dämpfung verursachen, während beim Betrieb als Heimempfänger die übliche lange und aufnahmefähige Empfangsantenne Überlagerungspfeiftöne zur Folge haben kann, wenn ihre Resonanz nicht durch künstliche Verlängerung aus dem Störbereich herausgelegt wird. Bei der Antenne im Kraftwagen wäre hingegen zu erwägen, ob durch eine besondere Antennenabstimmung deren Aufnahmefähigkeit nicht ganz erheblich zu steigern ist. Es bleibt nur zu überlegen, ob die Mehrbedienung eines weiteren Abstimmknopfes in Kauf genommen werden kann; wenn ja, sei diese Maßnahme wärmstens empfohlen.

Die Lautstärkeregelung ist im Hochfrequenzteil vorzunehmen, damit die Mischstufe vor Übersteuerungen bewahrt bleibt. Die Lautstärke läßt sich am einfachsten

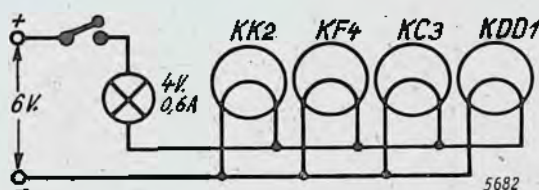


Abb. 1. Heizung der Röhren aus der Anlaßbatterie bei Parallelschaltung

Batterie im Kraftwagen ist ohne Schaltungsänderung der Heizfäden unter Zwischenschaltung eines Vorwiderstandes ausführbar. Die Heizleistung steigt hierbei auf 3,8 Watt, ein außerordentlich niedriger Wert, der dem Verbrauch des üblichen Stadtlichtes im Scheinwerfer entspricht. Die Schaltung der Heizfäden ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Es ist möglich, auch im Kraftwagen mit einer Heizleistung von 1,3 Watt auszukommen, wenn wir eine Umschaltung der Heizfäden nach Abb. 2 vornehmen. Eine Serienschaltung der Röhren erlaubt den Fortfall des als größten Verbraucher anzusehenden Vorwiderstandes; der

und, betriebsmäßig gesehen, leistungslos in der Antenne durch einen Drehspannteiler beeinflussen. Es ist hierbei wichtig, den Schleifer an die Antenne und die beiden Enden parallel zur Antennenspule zu legen, damit sich die Dämpfung des Eingangskreises nicht durch die Lautstärkeregelung verändert. Von der sicher verlustfreien Regelung durch Anlegen einer veränderlichen Gitterspannung an das Steuergitter der Mischröhre wurde aus betrieblichen Gründen abgesehen. Eine Spannungsteilerschaltung hätte unnötig Energie vernichtet, und die Erhöhung des Kathoden-Potentials zwecks Erzeugung eines Spannungsabfalls für die Gitterspannung erfordert beim Batteriebetrieb höhere Anodenspannungen. Der Antennenregler ist in der Größenordnung von 10 bis 15 k Ω zu wählen; die Dämpfung des Vorkreises bleibt dann vernachlässigbar gering.

Die Gitterspannung für die Mischröhre liefert die Anodenbatterie oder am besten eine im Gerät leicht zugänglich eingebaute Stabbatterie von 3 Volt. Ein hoch-ohmiger Spannungsteiler W_2/W_3 dosiert die Gitter-

großen Einstellweg besitzen; zweckmäßig wählt man hierfür einen Trimmer. — In der Zwischenfrequenzstufe arbeiten wir mit einer Schirmgitterröhre KF 4, die an einem Anodenwiderstand von 100 000 Ohm (W_7) schon erhebliche Wechselspannungen für die folgende B-Verstärkung abgibt. Grundsätzlich muß aber auf die Schirmgitterspannung geachtet werden; sie ist stets erheblich niedriger, als die wirksame Anodenspannung zu bemessen. Da auch hier jede Spannungsteilerschaltung zu umgehen ist, genügt ein vorgeschalteter Widerstand von etwa 500 000 Ohm (W_6). Eine noch größere Verstärkung läßt sich erzielen, wenn in den Anodenkreis der Röhre KF 4 an Stelle des Widerstandes W_7 eine Drossel eingeschaltet wird. In Betracht kommt hierfür eine sogen. Schirmgitterdrossel mit hoher Selbstinduktion (etwa 200 Henry).

Eine besonders gute und volle Wiedergabe des Batterie-Superhets wurde durch die B-Verstärkung unter Anwendung der Gegentakt-Endröhre KDD 1 erzielt. Die einwandfreie Arbeitsweise dieses Verstärkers setzt aber

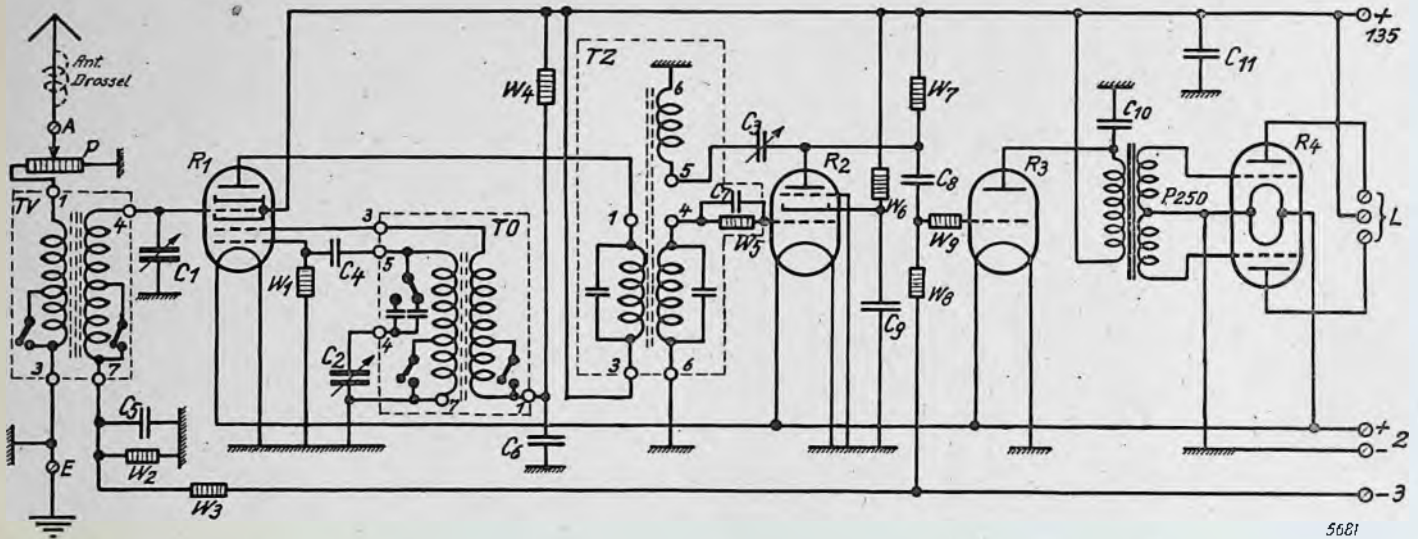


Abb. 3. Schaltbild des Batterie-Superhets

spannung auf etwa 1 Volt, wobei die Batterie mit einem Verbraucher von 3 M Ω belastet ist. Bei einer Spannung von 3 Volt ist die Stromentnahme gänzlich unbedeutend. Allerdings wird bei der Außerbetriebsetzung des Gerätes auch auf die Abschaltung der Gitterbatterie zu achten sein, so daß man sich gegebenenfalls eines doppelten Auschalters bedienen muß.

Der Überlagerer bietet dem Bekannten gegenüber nichts Abweichendes, nur sei auf die Nachprüfung des richtigen Gitterableitwiderstandes hingewiesen, da bei zu hohen Werten Heultöne durch Überrückkopplung auftreten. Diese Erscheinung tritt oftmals nur im unteren Teil der Wellenbereiche auf, weil hier die Dämpfung des Schwingungskreises an sich geringer ist. — Die Schirmgitterspannung der Achtpol-Mischröhre wird bei einer Anodenspannung von 135 Volt auf den gleichen Wert gelegt, dagegen muß die Spannung für das Schwinggitter durch einen Widerstand W_4 von 40 000 Ohm herabgesetzt werden. Spannungsteilerschaltungen sind mit Rücksicht auf den Anodenstromverbrauch auf alle Fälle zu vermeiden.

Da das Gerät nur eine Zwischenfrequenzstufe erhält, muß in dieser auch die Gleichrichtung erfolgen. Um größte Empfindlichkeit zu erreichen, ist Gittergleichrichtung angewendet worden; andererseits läßt sich bei dieser Schaltung auch am einfachsten eine Rückkopplung durchführen. Der Rückkopplungskondensator benötigt eine Kapazität von etwa 60 bis 80 cm, muß aber einen

wenigstens voraus, daß man den Einfluß der Gitterspannung erkennen lernt. Die Verstärkung und noch mehr die Tonfülle, unter Umständen auch Verzerrungen, sind abhängig von der richtigen Bemessung der Gitterspannung in der Treiberstufe. Die erste Stufe des B-Verstärkers bezeichnen wir ja bekanntlich als Treiber, und darin liegt schon der Sinn dieser Verstärkerschaltung voll und ganz enthalten. Die Treiberstufe muß eine angemessene Kraft im Anodenkreis entwickeln, deshalb verwenden wir auch eine der kräftigsten Batterieröhren, den Typ KC 3. Die Stromschwankungen im Anodenkreis werden durch den Treibertransformator untersezt und hierdurch vergrößert, während die Spannung verkleinert wird. Das Wesen der B-Verstärkung sind aber gerade kräftige Wechselströme, die den Gitterstrom der Gegentakt-Endröhre zu steuern vermögen. Als Batterieröhre benötigt die Röhre KDD 1 keine Gitterspannung, sondern sie erhält das Potential des negativen Heizfadensendes.

Aus welchen Gründen die Gitterspannung der Röhre KC 3 genau zu beachten ist, wird jetzt leicht einzusehen sein: Von der Spannung am Gitter hängt ja der Anodenstrom in erster Linie ab. Wenn wir im Interesse der Batterie-Stromversorgung auch gern zu möglichst hohen Gitterspannungen geneigt sind, so darf hier nicht gespart werden. Eine höhere Spannung als — 3,5 Volt am Gitter verursacht infolge zu kleinen Anodenstroms bereits starke Verzerrungen. Bei einer Anodenspannung von 135 Volt sind — 3 Volt Gitterspannung richtig; sinkt im Laufe des

Betriebes aber die Anodenspannung erheblich, so treten bald Verzerrungen auf, die eine weitere Herabsetzung der Gitterspannung auf etwa $-1,5$ Volt erforderlich machen. Man kann beobachten, daß Tonfülle und Güte der Wiedergabe bei niedriger Vorspannung erheblich zunehmen, weshalb beim Bau darauf zu achten ist, daß man diese Einstellung außerhalb des Gerätes jederzeit berichtigen kann.

Der B-Verstärker benötigt naturgemäß einen Gegentakt-Ausgangstransformator, der in zwei Ausführungen, einmal für hochohmige, andererseits für niederohmige Lautsprecher geliefert wird. Der Transformator wurde in das Schaltbild nicht eingezeichnet, um damit anzudeuten, daß der Lautsprecher direkt mit dem Ausgangsübertrager verbunden wird, was hier in mechanischer Hinsicht zu verstehen ist. Der Lautsprecheranschluß besitzt daher drei Abgriffe. Die außerhalb des Gerätes getroffene Anordnung des Übertragers verhindert induktive Rückwirkungen, die sich bei dem gedrängten Aufbau leicht bemerkbar machen könnten.

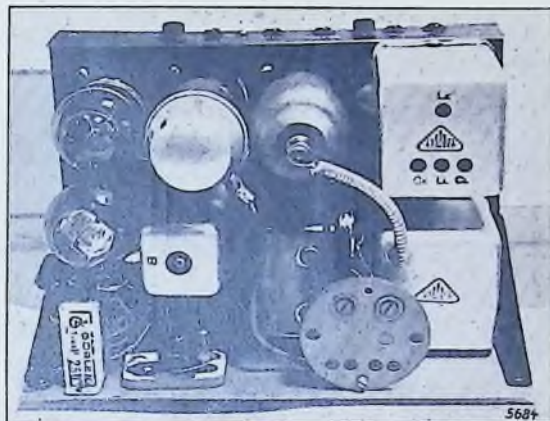


Abb. 4. Ansicht des Empfängers von oben

Der praktische Aufbau

Wenn voraussetzungsgemäß auch ein gedrängter Aufbau erforderlich war, so lassen die Abbildungen 4, 5 und 6 erkennen, daß die Übersichtlichkeit und elektrisch sinnngemäße Anordnung nicht zu leiden brauchen. Die Vorteile in der Verwendung kleiner und kleinster Bauteile sind dem Gerät in jeder Hinsicht zugute gekommen. Besonders hervorzuheben sind die Hochfrequenzspulensätze sowie der Zwischenfrequenztransformator und die beiden Niederfrequenztransformatoren für die B-Verstärkung. Der Empfänger findet seinen Platz auf einem Gestell in den Ausmaßen 140×230 mm; die Höhe mißt 22 mm. Die Frontplatte besitzt die Größe von 140×235 mm.

Abb. 6 veranschaulicht die Verteilung der Einzelteile unterhalb des Gestells und ihre Schaltung, die man sich kaum einfacher vorstellen kann. Sämtliche Betriebsspannungen und Anschlüsse für den Lautsprecher, Antenne und Erde sind an eine rückseitig gelegene Buchsenleiste geführt. Der Empfänger soll in erster Linie keinerlei hinderliche Schnüre be-

sitzen, ferner sollen alle nach außen führenden Leitungen an einer Stelle zusammengefaßt sein; das ermöglicht die Anwendung von Steckerleisten, die an den in Betracht kommenden Empfangsorten fest eingebaut sind und ein rasches Auswechseln des Gerätes erlauben. Hierauf werden wir am Schluß noch kurz zu sprechen kommen.

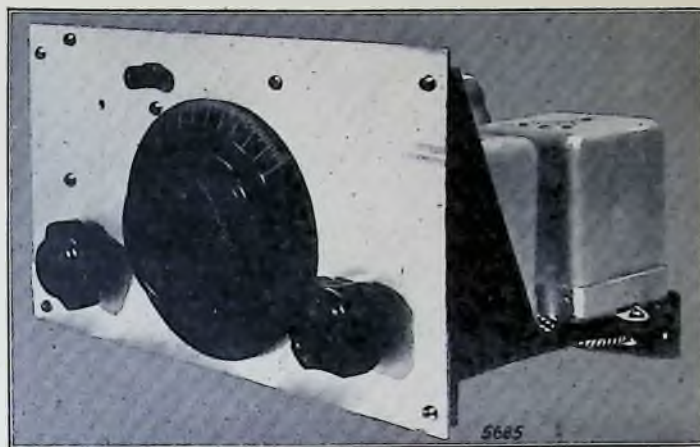


Abb. 5. Anordnung der Schaltknöpfe. Links oben ist die Rückkopplungs-Einstellung sichtbar

Die Arbeit des Aufbaues kann erheblich vereinfacht werden, wenn die in Abb. 6 gezeigten Ausschnitte für die Spulensätze TO, TV und TZ aus der Bodenplatte des eigentlichen Gestells gesägt werden. Auch für den Regler P ist eine Aussparung vorzusehen, weil die Höhe unterhalb der Bodenplatte nur 22 mm beträgt. Der Drehkondensator findet seinen Platz in dem eng bemessenen Zwischenraum neben dem Zwischenfrequenztransformator und dem Überlagerer TO. Allerdings kann unter diesen Verhältnissen nicht auf die Symmetrie der Bedienungsplatte geachtet werden, da die Skala für die Abstimmung nach rechts verschoben ist. — Da ein zulänglich kleiner Drehkondensator nur ohne Trimmer zu erhalten war, muß in das Gerät eine zusätzliche Trimmerplatte mit zwei Trimmern eingebaut werden. In Abb. 4 ist diese Platte

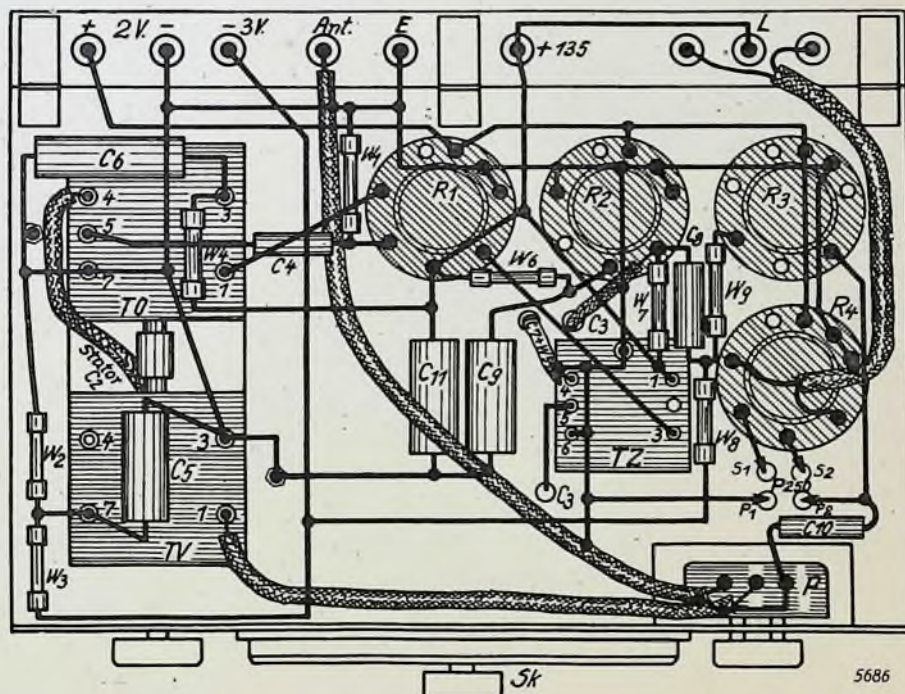


Abb. 6. Aufbau- und Verdrahtungsplan

oben an der Vorderfront befestigt zu erkennen. Die Rotorfedern sind mit dem Gestell zu verbinden, damit die Einstellschrauben Erdpotential besitzen. Die beiden Statoren führen zu denen des Zweigangkondensators.

Der Rückkopplungskondensator, der ebenfalls aus einem Trimmer herzustellen ist, findet an der Bedienungsplatte neben dem Treibertransformator Platz; die übliche Trimmerschraube ist durch eine weit längere zu ersetzen, die — von innen (entgegengesetzt wie vorher) eingeschraubt — durch eine große Bohrung der Frontplatte hindurchreicht. Die Schraube muß von der metallischen Bedienungsplatte durch einen Isoliererring (Isolierbuchse) elektrisch getrennt werden. Sie wird bedienungsseitig mit einer Kordelschraube aus Isolierstoff (Röhrenschraubkappe) bis zum Anschlag des Gewindes gesichert. Nunmehr wird sich bei Betätigung der Kordel auch die Schraube mitdrehen und eine äußerst feinstufige Rückkopplung ermöglichen. Die Verbindungsleitungen sind im Plan der Abb. 6 mit C_3 bezeichnet; ihr Anschluß kann in beliebiger Polung erfolgen.

Die Befestigung des Treibertransformators an der Vorderplatte geht ebenfalls aus Abb. 4 hervor; die Verbindungen zu den Enden P_1 , P_2 , S_1 , S_2 sind in Abb. 6 angedeutet. Nicht gezeichnet ist aber die Erdverbindung, die oberhalb des Gestells an die mit dem Erdungszeichen versehenen Anschlüsse des Transformators unbedingt zu erfolgen hat.

Unter Rücksichtnahme auf die bei tragbaren Anlagen auftretenden Erschütterungen müssen die in der Schaltung hängenden Wickelkondensatoren und Widerstände mit Isolierband festgelegt werden. Die abgeschirmten Kabel sind zur Isolation nochmals mit Rüschröhr zu überziehen. Schaltendraht wird zweckmäßig durch haltbare einadrige Litze (Seidenlitze) ersetzt.

Die Abgleichung

Denkbar einfach gestaltet sich auch die Abgleichung des Batterie-Superhets. Wir unterscheiden die zweiseitige Zwischenfrequenz-Abgleichung, die induktiv mittels Abgleichscheiben erfolgt, die Berichtigung der Drehkondensator-Anfangskapazitäten des Zweigangkondensators und die besondere Einstellung des Überlagerers auf besten Gleichlauf. Erfahrungsgemäß hat es sich als vorteil-

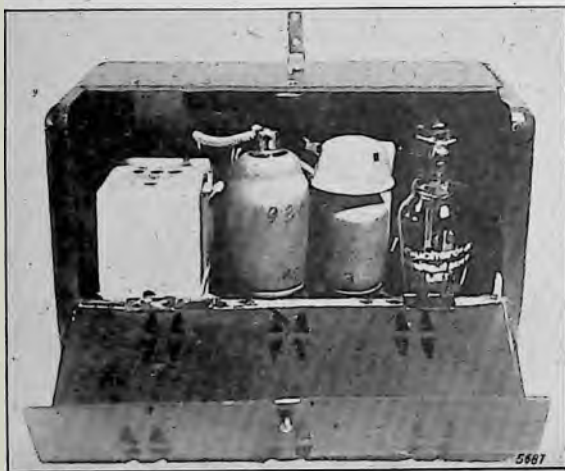
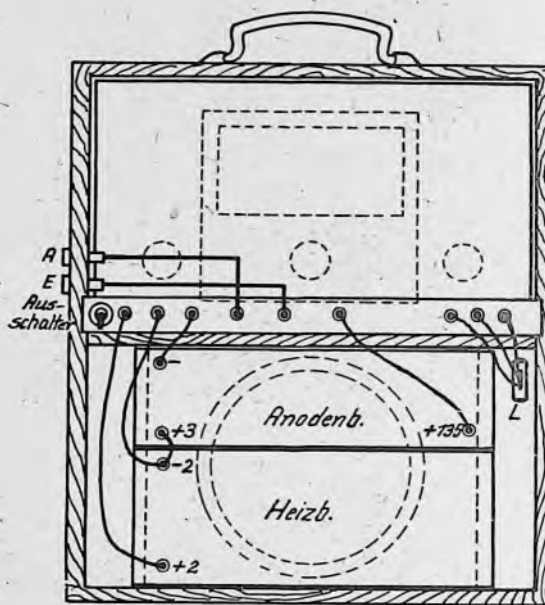


Abb. 7. Das eingebaute Gerät nach dem Öffnen der Rückwand

haft bewiesen, die Einstellung der Zwischenfrequenzkreise zunächst als richtig anzusehen und unverändert zu lassen. Da fabrikationsmäßig ja eine Prüfabgleichung vorgenommen ist, sind die Abweichungen auch meist nur gering, und es ist vorteilhaft, diese erst zuletzt zu berichtigen. Als Vorprüfung im Zwischenfrequenzteil ist lediglich die Feststellung einer Rückkopplung angebracht, indem man den Einstellknopf für den Kondensator C_3

einfach nach vorn zieht; das bekannte Knackgeräusch bezeugt den richtigen Schwingungseinsatz.

Mit einer mittleren Antenne ist das Gerät zunächst auf den Orts- oder Bezirkssender im Mittelwellenbereich einzustellen. Die anfänglich auf niedrigste Kapazität herausgedrehten Trimmer parallel zu C_1 und C_2 sind jetzt auf größte Lautstärke einzustellen; ohne gleichzeitige Verstimmung des Senders ist das natürlich nur bei C_1 möglich. Ergibt sich aber durch Veränderung von C_1 eine Empfangsverschlechterung, so muß auch C_2 verändert werden und zur gleichen Zeit die Hauptabstimmung an der Skala, bis sich der Punkt größter Lautstärke findet. Eine Kontrolle hierüber ist aber nur dann möglich, wenn der Lautstärkeregler jeweils soweit zurückgedreht wird, daß nur ein schwacher Empfang besteht; jede Verminderung der Leistung während der Abgleichung ist sodann äußerst auffällig, weil mit ihr eine Drehung des Reglers nach größerer Verstärkung hin verbunden ist. Die geschilderte Einstellung auf Ortsempfang ist deshalb angebracht, damit das Gerät überhaupt erst eine gewisse Empfangsempfindlichkeit besitzt, um die richtige Abgleichung vornehmen zu können.



5688

Abb. 8. Aufbau als tragbares Gerät

Verlegen wir die weitere Abgleichung auf die Abendstunden, so wird es nicht schwer fallen, die hierfür geeigneten Sender festzustellen. Die Einstellung beginnt in der Nähe von 250 m, zweckmäßig auf beste Empfangsmöglichkeit der Sender Frankfurt oder Kopenhagen. Abgeglichen werden C_1 und C_2 , und zwar gleichzeitig unter Beachtung der Skala. Auf dem Mittelwellenbereich wählen wir einen der Sender Prag, Köln oder Wien und berichtigen die Abgleichung von C_k und L_k . Aus Abb. 4 geht die Lage dieser Abgleichspunkte anschaulich hervor. Beide zuletzt genannten Einstellungen dienen in erster Linie der Gleichlaufkontrolle im oberen Wellenbereich, so daß es eigentlich gleichgültig ist, wie weit beide Einstellpunkte zur Abgleichung herangezogen werden. Bemerkbar macht sich das erst im mittleren Teil des Wellenbereichs.

Es würde sicher zu weit führen, die hiermit verbundene Kurvenangleichung ausführlich zu behandeln. Dem geübten Funkfreund sei empfohlen, die Abgleichung der Selbstinduktion durch L_k in der Mitte des Mittelwellenbereichs, oben die Berichtigung durch C_k und unten wiederum mit C_1 , bei groben Verstimmungen auch mit C_2 , vorzunehmen. Alle Abgleichungen des Überlagerers haben naturgemäß die Schwierigkeit, daß mit ihrer Veränderung auch eine Nachstellung der Abstimmungsskala ver-

bunden ist. Auf alle Fälle ist es aber erforderlich, zwischen den äußersten Einstellungen C_1 (C_2) und C_k (L_k) mehrfach zu pendeln, um eine brauchbare Mindestleistung zu erreichen.

Im Langwellenteil ist die Einstellung nur von L_t und C_t abhängig. Wir gleichen Kalundborg mit L_t und Huizen mit dem Verkürzungskondensator C_t ab, und zwar wechselnd solange, bis auf keiner Seite eine Veränderung mehr erforderlich ist.

Die Höchstleistung erzielen wir schließlich durch die genaue Abgleichung der Zwischenfrequenz unter Zuhilfenahme eines zuverlässigen Senders. Wenn nicht gerade eine Doppelwelligkeit bei den vorangegangenen Einstellungen festgestellt worden war, kann die Zwischenfrequenz-Berichtigung unbedenklich zuletzt erfolgen, anderenfalls ist sie nach der ungefähren Einstellung von C_1 und C_2 bereits vorzunehmen.

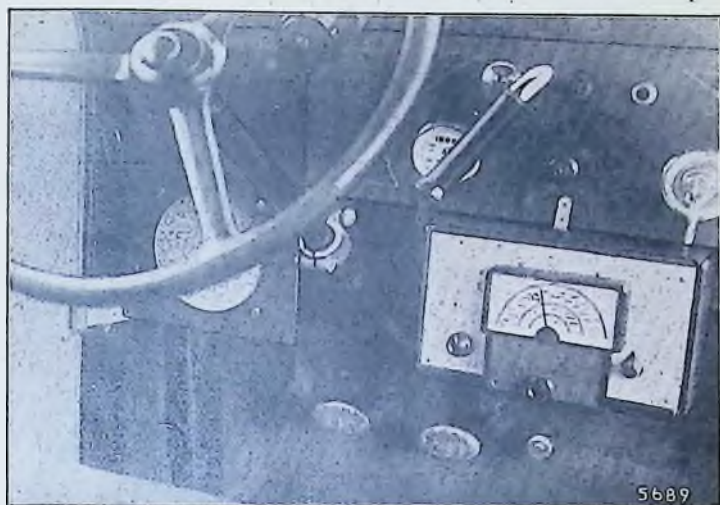


Abb. 9. Einbau des Empfängers in den Kraftwagen

Alle Abgleichschrauben müssen nach ihrer endgültigen Einstellung mit Perlkitt oder einem geeigneten Klebelack gesichert werden! Im Kraftwagen würde die unter großer Mühe festgelegte Abgleichung in ganz kurzer Zeit verstellt sein, wenn diese Mahnung unbeachtet bleibt.

Zum Einbau des Batterie-Superhets empfiehlt sich ein Metallgehäuse, wenn eine Benutzung des Gerätes auch im Kraftwagen in Betracht kommt. Verfasser konnte ein geeignetes Industriegehäuse finden, das sich für diese Zwecke ausgezeichnet bewährt. Abb. 7 gestattet einen rückseitigen Einblick in das fertige Gerät nach Öffnen der Rückwand.

Der Zusammenbau einer tragbaren Anlage mit Lautsprecher und Batterien ist in Abb. 8 skizziert worden. Der von der Rückseite aus dargestellte Holzrahmen ist durch eine Zwischenwand in einen oberen und unteren Teil zu trennen. Im oberen Teil bringen wir eine Steckerleiste an, in die der Empfänger einzuschieben ist, wodurch alle Verbindungen selbsttätig und unverwechselbar hergestellt sind. Unterhalb des Gerätes finden die beiden Batterien übereinander Platz und davor der Lautsprecher mit der Schallwand. Ein Ausschalter ist auch vorzusehen.

Der Einbau in den Kraftwagen muß unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse erfolgen, ohne daß hierfür mehr als allgemeine Angaben zu machen sind. Abb. 9 zeigt die günstige und symmetrische Anordnung in der Mitte des Schaltbrettes. Die Befestigung ist höchst einfach: Unterhalb der Schaltplatte ist wiederum eine Steckerleiste für die rückwärtigen Anschlüsse des Empfängers vorzusehen, die gleichzeitig das Haupt-

gewicht abzufangen hat, so daß nur noch ein vorn am Gerät befindlicher Winkel an die Bedienungsplatte des Wagens anzuschrauben ist. Die Unterbringung des Lautsprechers dürfte kaum Schwierigkeiten bereiten, wenn dieser in der Form genügend klein gewählt wird. In Abb. 9 befindet er sich leicht abnehmbar an der linken Seite der Schaltplatte. Die Anodenbatterie läßt sich vorn an einer Seitenwand oder unterhalb der Schalttafel unterbringen. Wenn die spätere Benutzung eines Anodenspannungs-Erzeugers aus der Anlaßbatterie beabsichtigt ist, empfiehlt sich die Verlegung der Anodenbatterie in den Kofferraum oder hinter die Rückenlehne der hinteren Sitzge. Über eine einfache Einrichtung zur Erzeugung der Anodenspannung wird in einem späteren Artikel noch berichtet werden.

Wichtig ist beim Einbau des Empfängers in den Kraftwagen noch die Heizstromversorgung. Bei der Parallelschaltung sämtlicher Röhren müssen wir von den 6 Volt der Anlaßbatterie 4 Volt vernichten. Wir haben aber auch noch den Batterieschalter für die Empfangsanlage vergessen. Damit wir zugleich eine Kontrolle über die Inbetriebsetzung des Empfängers haben, bilden wir den Widerstand für die Vernichtung der 4 Volt als Glühlämpchen aus. Da wir einen Stromverbrauch von 620 mA errechneten, nehmen wir eine 4-Volt-Soffitte von 0,6 A und schalten sie hinter einen normalen Netzschalter in den Heizstromkreis ein. Entweder wird diese Ausschaltvorrichtung auf einem besonderen Brettchen angeordnet und an einer leicht zugänglichen Stelle festgeschraubt oder die Schaltplatte nimmt sämtliche Teile hierfür auf.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 3	Größe
1	1	Vorkreis-Spulensatz mit eingebautem Wellenschalter	TV	
2	1	Überlagerer-Spulensatz mit eingebautem Wellenschalter	TO	
3	1	ZF-Bandfilter mit Rückkopplungswicklung	TZ	
4	1	Zweifach-Drehkondensator	C_1, C_2	$2 \times 500 \text{ cm}$
5	1	Zweifach-Trimmer		$2 \times 80 \text{ cm}$
6	1	Rückkopplungs-Trimmer	C_3	80 cm
7	1	Treibertransformator	P_{250}	
8	1	Ausgangs-Gegentakttransformator	P_{251}	
9	1	permanentdyn. Lautsprecher, kleiner Typ		
10	1	Drehspannungsteiler	P	$10\,000 \Omega$
11	1	Calitkondensator 1500 Volt =	C_4	100 cm
12	3	Wickelkondensatoren 1000 Volt	C_5, C_9, C_{11}	$0,5 \mu F$
13	1	desgl. 1500 Volt =	C_6	$0,1 \mu F$
14	1	desgl. 1500 Volt =	C_8	$15\,000 \text{ cm}$
15	1	desgl. 1500 Volt =	C_{10}	1000 cm
16	1	Calitkondensator 1500 Volt =	C_7	300 cm
17	2	Widerstände 0,5 Watt	W_1, W_9	$0,1 \text{ M}\Omega$
18	3	desgl. 0,5 Watt	W_2, W_5, W_8	$1 \text{ M}\Omega$
19	1	desgl. 0,5 Watt	W_3	$2 \text{ M}\Omega$
20	1	desgl. 1 Watt	W_4	$40 \text{ k}\Omega$
21	1	desgl. 1 Watt	W_6	$0,5 \text{ M}\Omega$
22	1	desgl. 1 Watt	W_7	$0,1 \text{ M}\Omega$
23	1	aufsetzbare Skala mit Sendernamen, Kleinformat		
24	4	Röhrenfassungen für Außenkontaktröhren		
25	1	Gestellaufbau (Aluminiumblech)		
26	1	Metallgehäuse (Eisenblech)		
Röhren:				
27	1	Achtpol-Mischröhre	R_1	KK 2
28	1	Fündpolröhre	R_2	KF 4
29	1	Dreipol-Treiberröhre	R_3	KC 3
30	1	Gegentakt-Endröhre	R_4	KDD 1

Der internationale Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin

Bericht von Dr. phil. ALFRED THOMA

Wegen der Fülle des vorgetragenen Stoffes kann nur über die wichtigsten Vorträge des Wiener Kongresses berichtet werden. Vor allen Dingen sollen diejenigen eingehender besprochen werden, die für das von der Zeitschrift vertretene Sachgebiet und damit für ihre Leser von Interesse sind. Viele Vorträge, besonders solche von Ausländern, fielen wegen des Fernbleibens der Vortragenden vom Kongreß aus.

Den einleitenden Vortrag hielt Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Zenneck, München, über die Erforschung der Ionosphäre. Von den Methoden der Ionosphärenforschung ist die Echomethode von Breit und Tuve die wichtigste. Dieses Verfahren gestattet, nicht die wirkliche, sondern eine fiktive Schichthöhe festzustellen, die man häufig „wirksame“ oder „effektive“ Höhe nennt. Die Beziehung zwischen wirksamer und wirklicher Höhe in Abhängigkeit von den verschiedenen Verhältnissen zu ermitteln, ist eine bisher noch nicht allgemein gelöste Aufgabe der Ionosphärenforschung. Die Theorie gibt aber etwas anderes genau, wenn die Höhe der Schicht bestimmt ist, nämlich die in der Schicht herrschende Elektronenkonzentration. Als wichtigste Ursache für die Ionisierung der höchsten Schichten ist die ultraviolette Sonnenbestrahlung anzusehen; aber sehr viele Erscheinungen sprechen dafür, daß noch andere Einflüsse vorhanden sind. In der Aufklärung dieser Verhältnisse sieht Zenneck noch eine lohnende wissenschaftliche Aufgabe der Ionosphärenforschung, die auch vom praktischen Gesichtspunkt aus hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen dem Zustand der Ionosphäre und der drahtlosen Übertragung viel verspricht.

Dr. Ing. H. E. Hollmann, Berlin, hielt zwei Vorträge über „Methoden der Erzeugung von Ultrakurzwellen“ und „Der Kathodenstrahl als Anfachungsorgan“. Hier soll aber auf die schon vorliegende Literatur¹⁾ verwiesen werden.

Als besondere Neuigkeiten, von denen auf dem Kongreß zum erstenmal berichtet wurde, sind zu erwähnen das Magnetron mit Außenkathode und das Elektronenstrahlmagnetron von K. Okabe, Osaka. Okabe gelang es mit einer neuartigen Anordnung der Elektroden, ultra-hochfrequente Schwingungen von größerer Intensität als mit Hilfe des Schlitanodenmagnetrons zu erzeugen. Die Anode dieser neuen Röhre kann von außen wassergekühlt werden. Die Schwingungen der besprochenen Röhre sind von derselben Art wie bei dem von Okabe entdeckten Schlitanodenmagnetron. Als Diskussionsbemerkung teilte Prof. Esau, Jena, mit, daß es ihm gelungen sei, als kürzeste Magnetronwelle eine Welle von 0,56 cm Länge zu erreichen.

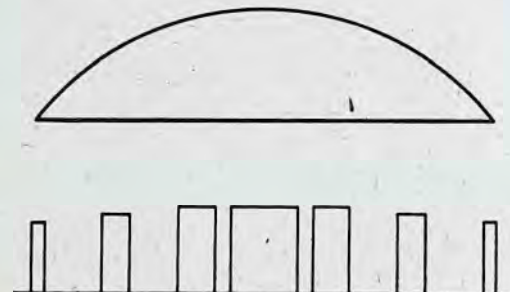
Der Vortrag von Prof. H. G. Möller, Hamburg, über das Magnetron als Schwingungsgenerator geht nach kurzem historischem Rückblick auf die Grundanschauungen über den Schwingungsmechanismus im Magnetron ein. Betrachtungen über Elektronenbahnen, Kennlinien und Ringstrom im ungeschlitzten Magnetron, über die Berücksichtigung der Raumladung folgen. Daran schließen sich Überlegungen, die die Überlegenheit des Vierschlitzmagnetrons gegenüber dem Zweischlitzmagnetron zu erklären suchen. Über Einzelheiten geben die Arbeiten von H. G. Möller in der Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektro-Akustik, Jahrgang 1936, Auskunft.

¹⁾ H. E. Hollmann und A. Thoma, Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 49, 109—123, 145—162, 1937. — H. E. Hollmann, Physik und Technik der ultrakurzen Wellen, Berlin 1936.

Im Vortrage von F. Fischer und F. Lüdi, Zürich, über die Posthumus-Schwingungen im Magnetron wird darauf hingewiesen, daß zur Erzeugung von sehr kurzen elektromagnetischen Schwingungen mittels des Magnetrons bisher nur zwei Schwingungsarten bekannt sind, die die Elektronenlaufzeit ausnützen. 1. die von Okabe entdeckten Schwingungen, deren Frequenz $\omega = \frac{eH}{mc}$ in erster Näherung nur vom Magnetfeld ab-

hängt, 2. die von Posthumus entdeckten Schwingungen, die nur in Magnetrons mit geschlitzter Anode auftreten, während die Schwingungen erster Art auch bei Magnetrons mit ungeschlitzter Anode zu finden sind. Die Schwingungen erster Art sind auf die im Magnetfeld mit der Larmorfrequenz kreisenden Elektronen zurückzuführen. Die Frequenz der Schwingungen zweiter Art ist nach Posthumus proportional dem elektrischen Feld und auch abhängig vom magnetischen Feld $\omega = p \frac{2V_a}{r^2 H}$ (V_a

ist die Anodenspannung, p die Zahl der Anodensegmentpaare.) Die Bewegung, die dieser Periode zugrunde liegt, ist eine Zykloidenbahn längs der Anode, die durch das weitgehend homogene elektrische Radialfeld in Nähe der Anode und das achsiale Magnetfeld hervorgerufen wird. Die Zykloidenhöhe wird als klein gegen den Anodenradius angesetzt. Die Periode des äußeren Wechselfeldes kommt dadurch zustande, daß aus der Forderung der Energieabgabe heraus das Wechselfeld immer eine entgegengesetzte Richtung zur fortschreitenden Bewegung des Elektrons auf der Zykloidenbahn hat. Unter Zurückführung des Problems auf den ebenen Fall gelingt es, durch Lösung der Bewegungsgleichungen eine Reihe von offenstehenden Fragen zu beantworten, so die bekannten von Posthumus gefundenen Zieherscheinungen; ferner wird eine Erklärung dafür gefunden, daß der Wirkungsgrad bei den Schwingungen zweiter Art relativ groß ist.



5809

Von dem Vortrage von K. Posthumus, Eindhoven, über Kurzwellenröhren interessiert besonders der Abschnitt über die Modulation der durch ein Magnetron erzeugten Schwingungen. Wenn man mit Hilfe einer niederfrequenten Änderung der Anodenspannung die Schwingungen moduliert, so erhält man wirklich eine Amplitudenmodulation der Schwingungen, zugleich aber eine unerwünschte Frequenzmodulation, die man bedeutend dadurch vermindern kann, daß man mit dem Magnetron einen sehr schwach gedämpften Kreis koppelt. Trotzdem bleibt z. B. bei einer Welle von 20 cm die Frequenzänderung von der Größenordnung von einer Million Perioden pro Sekunde. Dadurch ist es unmöglich, einen selektiven Empfänger zu benutzen. Außerdem treten oft in der Modulationskennlinie des Magnetrons Sprungpunkte auf, und die Kennlinie selbst ist nicht in sich umkehrbar; denn die Sprünge treten beim Durchlaufen der

Kennlinie im umgekehrten Sinne nicht an denselben Stellen auf. Um allen diesen Schwierigkeiten zu entgehen, wird folgende Methode von Posthumus angewandt: Falls keine Modulation vorhanden ist, wird das Magnetron in einem ultraakustischen Rhythmus an- und abgeschaltet, so daß es in jeder ultraakustischen Periode während der Hälfte der Gesamtzeit oszilliert und während der anderen Hälfte der Gesamtzeit nicht oszilliert mit vollkommen konstanter Anodenspannung. Der Übergang zwischen diesen beiden Gebieten wird sehr scharf gestaltet. Die Modulation erfolgt nun, indem man den Bruchteil der Zeit, in der die Schwingungen ausgesandt werden, in jeder ultraakustischen Periode beeinflusst. Das Modulationsschema, nach dem das erreicht werden kann, ist sehr einfach. (Das Bild zeigt das Modulationsschema einer Sinusschwingung.) Das Magnetron arbeitet hierbei immer unter den gleichen Verhältnissen, es gibt keine Frequenzänderung und auch keine Springpunkte.

W. Dällenbach, Alderling und Kleinstenber, Berlin, berichten in ihrem Vortrag über Bremsfeldgeneratoren mit Hohlraumresonator für dm-Wellen davon, daß sie einen geschlossenen Hohlraum als frequenzbestimmenden Resonator benutzt haben, in den die in einem Bremsfeld verlaufende Elektronenströmung eingebaut ist, um geringe Eigendämpfung und hohe Stabilität zu erzielen. Der Generator läßt sich durch Ankoppeln eines Hohlraumes, den man verändern kann, abstimmen. Schwingleistung und Frequenz werden in ihrer Abhängigkeit von Belastung und Emission betrachtet. Der Generator kann auch als Empfänger benutzt werden.

Um auf die Anwendungen der Ultrakurzwellen zu kommen, so ist hier zuerst der Vortrag von H. Falkenhagen, Dresden, zu nennen: Die Untersuchung von Dipolflüssigkeiten und flüssigen starken Elektrolyten mittels Kurzwellen. Der Vortrag befaßte sich mit der Frage, inwieweit Untersuchungen mittels Kurzwellen die Struktur der polaren Flüssigkeiten sowie der starken Elektrolyte aufhellen können. Der Verfasser würdigt eingehend die Debyesche Dipoltheorie, ferner die Ausdehnung dieser Theorie auf die verdünnten Lösungen polarer Flüssigkeiten in unpolaren Lösungsmitteln, wobei es gelang, die Hochfrequenzverluste, d. h. die pro Kubikzentimeter und Sekunde in Wärme umgewandelte Energie in Zusammenhang mit den molekularen Eigenschaften der Dipoltheorie zu bringen. Es muß jedoch gesagt werden, daß das Problem der Struktur der polaren Flüssigkeiten mittels der Untersuchungen durch Ultrakurzwellen noch keineswegs eine Lösung erfahren hat. Zum Schluß des interessanten Vortrages folgen Ausblicke auf die mittels Kurzwellen auf dem Gebiete bisher sichergestellten Ergebnisse.

Auf dem Gebiete der Hochfrequenzmeßtechnik sind zu nennen die Vorträge von H. Straubel, Jena, und L. Rohde, München. H. Straubel berichtete über einen neuen Hochfrequenzstrommesser. Die Stromstärke läßt sich bekanntlich bei sehr hohen Frequenzen sehr schwer direkt messen, da durch jeden Eingriff in den Schwingungskreis dessen Daten erheblich gestört werden. Bei größeren Stromstärken wirkt sich eine Widerstandserhöhung durch Einschalten eines Thermoelements oder einer Glühlampe nachteilig aus. Daher zieht Straubel das Hochfrequenz-Magnetfeld zur Messung der Stromstärke heran. In den Schwingungskreis hängt ein kleines dünnes Glasplättchen, das einseitig mit einem dünnen, durchsichtigen Metallüberzug versehen ist. Die durch das hochfrequente Magnetfeld in der Metallhaut erzeugten Wirbelströme erwärmen die Haut und mit ihr einseitig das Glasplättchen; in dem Plättchen treten infolge der Erwärmung mechanische Spannungen auf, die sich leicht durch die mit ihnen entstehende optische Doppelbrechung nachweisen lassen. Man durchleuchtet

das Plättchen mit polarisiertem Licht und beobachtet durch einen Analysator, wobei die stromlose Anordnung auf Dunkelheit eingestellt war. Mit steigender Stromstärke tritt zunehmende Aufhellung des Gesichtsfeldes ein, die man in bekannter Weise mit einer Photozelle registrieren kann. Der Vorteil der Anordnung liegt darin, daß nur das Glasplättchen mit dem Metallüberzug in den Schwingungskreis gebracht zu werden braucht.

L. Rohde sprach über Neue Hilfsmittel in der Kurzwellen-Meßtechnik. Zur Spannungsmessung wurde ein neues mittels Trockenbatterie gespeistes Röhrenvoltmeter mit einem Meßbereich von 1 bis 250 Volt entwickelt, das von zirka 50 Hz bis 50 MHz richtig zeigt. Eine Erweiterung des Meßbereiches ist durch einen ansteckbaren Spannungsteiler auf 250 bis 2500 Volt möglich. Das betriebsbereite Voltmeter ist etwa handgroß und die Kapazität des Gehäuses gegen die Umgebung ist nur 15 pF. Für die Strommessung ergibt die Anwendung von Trockengleichrichtern in Verbindung mit Hochfrequenzwandlern neue Möglichkeiten. Die ungeheure Überlastbarkeit dieser Instrumente ist ein Vorteil gegenüber den bisher üblichen Hydraz- und Thermoinstrumenten. Für die Frequenzmessung besonders sehr kurzer Wellen wurden Geräte entwickelt, die eine schnelle und genaue Bestimmung einer Wellenlänge gestatten. Zur Feldstärkemessung wurde ein Generator geschaffen, der Spannungen in Abstufung von zirka 0,1 bis 0,000001 in bekannter Größe erzeugt. Die kürzeste Welle des Gerätes ist 2 m. Ein für alle Verlustmessungen im Wellenbereich von 2 bis 10 m geeignetes Dämpfungsmeßgerät wurde ebenfalls entwickelt.

Über die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen über die Erde sprach B. van der Pol, Eindhoven. Die von ihm entwickelte Theorie geht von einer strengen Lösung der Maxwell'schen Gleichungen mit geeigneten Randbedingungen aus. Die Lösung, die sich als eine unendliche Reihe von harmonischen Funktionen darstellt, verhilft zu schönen numerischen Ergebnissen. Sie zeigt unter der Annahme unendlicher Leitfähigkeit für die Erde, daß Wellen von 7 m Länge gerade noch den optischen Horizont erreichen, während man, um eine scharfe Spitze zu erreichen, bis zu einer Wellenlänge herabgehen muß, die in der Größenordnung eines Millimeters liegt.

Zum Schluß noch ein kurzer Bericht über den Vortrag von H. Ludloff, Breslau, über Neuere Probleme des Ultraschalls. Unter Ultraschall versteht man den ganzen Bereich der elastischen Schwingungen, deren Wellenlängen zwischen 1 cm und 0,001 mm liegen. Der Ultraschall eignet sich nicht nur zur Untersuchung von Gasen und flüssigen Stoffen. Dem Breslauer Institut ist es gelungen, durch praktische und theoretische Untersuchungen des Ultraschalls in festen Körpern eine elegante Methode zur Erforschung der Elastizitätsverhältnisse von isotropen und anisotropen Körpern zu gewinnen. Erregt man mit Ultraschall, z. B. einen Glaswürfel zu hochfrequenten Eigenschwingungen, indem man einen Piezo-Quarz auf eine Würfel Fläche aufkittet, so tritt in dem Würfel nicht nur in der einen Richtung senkrecht zur Quarzoberfläche eine stehende Schallwelle auf, sondern der Würfel schwingt auch infolge der elastischen Querkontraktion in den übrigen Richtungen mit, so daß sich regelrechte Raumgitter stehender elastischer Wellen ausbilden. Bei der Durchstrahlung mit sichtbarem Licht erhält man hier ähnliche Bilder wie die bei Bestrahlung der Kristalle mit Röntgenstrahlen auftretenden Laue-Diagramme. Die Gestalt dieser Beugungsbilder ist nur bedingt durch die elastischen Konstanten des durchstrahlten Körpers, die sich daher mit großer Genauigkeit aus den Messungen bestimmen lassen. Über weitere Einzelheiten sei auf die Arbeit von Prof. Dr. L. Bergmann im „Funk“ verwiesen²⁾.

Zeichnung vom Verfasser

²⁾ Siehe „Funk“ 1937, Heft 13, Seite 376.

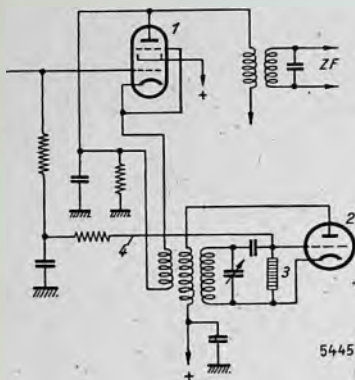
PATENTSCHAU

Überlagerungsempfänger

Nach der amerikanischen Patentschrift 2 045 569 —

N. P. Case (Hazeltine Corp.)

Es ist bekannt, daß bei Röhrensendern veränderlicher Frequenz die Amplitude bei den höheren Frequenzen stark abnimmt. Bei Überlagerungsempfängern hat dies auch eine starke Abnahme des Verstärkungsgrades zur Folge. Es wird deshalb vorgeschlagen, eine von den örtlich erzeugten Schwingungen abgeleitete Gleichspannung zur Regelung des Verstärkungsgrades der Mischröhre in der Weise zu benutzen, daß mit Abnahme der Amplitude der örtlich erzeugten Schwingungen der Verstärkungsgrad der Mischröhre erhöht wird.



In der in der Abbildung dargestellten Schaltung stellt 1 die Mischröhre und 2 den örtlichen Hilfssender dar. Die an dem Gitterableitungswiderstand 3 der Röhre 2 auftretende Gleichspannung wird über die Leitung 4 dem Gitter der Mischröhre zugeführt. In entsprechender Abänderung kann die Anordnung auch bei solchen Mischröhrenschaltungen Anwendung finden, bei denen die Überlagerungsschwingungen in der Mischröhre selbst erzeugt werden.

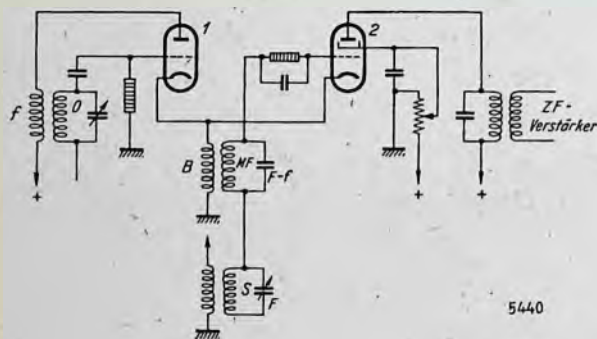
Schr.

Rückkopplungsschaltung für Mischröhren

Nach der französischen Patentschrift 793 353 —

Sonora Radio S. A.

In der in der Abbildung dargestellten Schaltung stellen 1 den örtlichen Oszillator und 2 die Mischröhre eines Überlagerungsempfängers dar. In der gemeinsamen Kathodenzuführung der beiden Röhren liegt die Spule B, an der ein Spannungsabfall in der örtlich erzeugten Frequenz f hervorgerufen wird, der einen Gitterstrom in der gleichen Frequenz in der Röhre 2 bedingt. Im Gitterkreis dieser Röhre sind ferner ein auf die Empfangsfrequenz F und ein auf die Differenzfrequenz $F - f$ abgestimmter Kreis vorgesehen.



Infolge der Gleichrichtung im Gitterkreis der Röhre 2 entsteht zunächst die Differenzfrequenz, in welcher ein Spannungsabfall sowohl in dem Kreise MF als auch in der Spule B entsteht. Die von der Spule B auf den Kreis MF übertragenen Schwingungen in der Differenz-

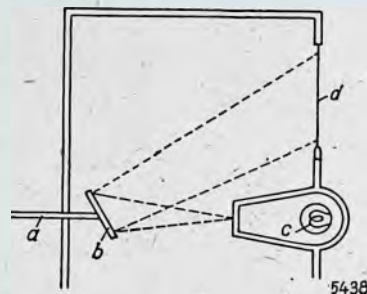
frequenz kommen nun zusammen mit den Empfangsschwingungen zur Wirkung, und durch ihre Gleichrichtung entsteht wieder die Empfangsfrequenz F , die an dem Kreis S einen zusätzlichen Spannungsabfall hervorruft, der diesen Kreis entdämpft. Bildet man nun die Kreise O und S so aus, daß sie gemeinsam abgestimmt werden und eine konstante Zwischenfrequenz ergeben, so erkennt man, daß die in der Anordnung erzielte Rückkopplung, obgleich sie zu einer Entdämpfung des Eingangskreises führt, von der Empfangsfrequenz unabhängig ist, vielmehr lediglich von den Amplituden der örtlich erzeugten und der Empfangsschwingung abhängt. Man erzielt also eine frequenzunabhängige Rückkopplung.

Schr.

Lichtzeiger für Abstimmvorrichtungen

Nach der französischen Patentschrift 794 105 — M. André

Die Abbildung zeigt eine äußerst einfache Ausbildung einer Lichtzeigervorrichtung für Abstimmvorrichtungen. Auf der Achse a des Abstimmittels ist in schräger Lage ein Spiegel b befestigt. In der Vorderwand des Gehäuses liegt eine Lampe c , die nach außen verdeckt und von der



Skala d halbkreisförmig umgeben ist. Die Lampe wirft einen schmalen Lichtstreifen auf den Spiegel, der ihn auf die Skala reflektiert. Der Antrieb des Kondensators muß dabei von einer besonderen Achse aus mittels einer Übersetzung erfolgen.

Schr.

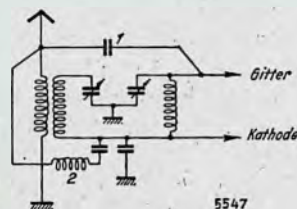
Anordnung zur

Unterdrückung der Spiegelbildfrequenz

Nach der französischen Patentschrift 799 776 —

La Matériel Téléphonique

Bekanntlich tritt bei Überlagerungsempfängern als besonders störender Effekt der durch die Spiegelbildfrequenz verursachte auf. Um ihn zu beseitigen, wird bei der in der Abbildung dargestellten Anordnung ein



solcher Betrag der Störenergie und in solcher Phase zusätzlich auf das Gitter der Empfangsröhre übertragen, daß die Spiegelbildfrequenz kompensiert wird. Dies geschieht mittels des Kondensators 1. Da jedoch dieser Kondensator einen frequenzabhängigen Widerstand darstellt, kann der gewünschte Ausgleich nur für eine Frequenz des Empfangsbereiches erzielt werden, die man gewöhnlich in die Mitte dieses Bereiches legt. Noch vorteilhafter ist die Einführung einer zusätzlichen induktiven Ausgleichsleitung 2; in diesem Falle kann man nämlich für eine zweite Frequenz genauen Abgleich erzielen. Der Kondensator 1 und die Spule 2 bemißt man dann so, daß der Kondensator einen Ausgleich am unteren Ende und die Spule einen Ausgleich am oberen Ende des Frequenzbereiches bewirken.

Schr.



MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES^e.

JAHR 1937

(DASD e.V.)

JAHR 1937



HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e.V.

ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, CECILIENALLEE 4, FERNRUF 891166

DIE BEILAGE „CQ“ ERSCHEINT MONATLICH / GESONDERT DURCH DEN DASD e.V. BEZOGEN VIERTELJÄHRLICH 3,— RM

Sieben-Röhren-Super für Einzeichen-Empfang

Von A. R. SCHLOSSHAUER

Wenn man die in den Amateur-Zeitschriften oder auf QSL-Karten stehenden Berichte von den verschiedenen Amateurstationen in der ganzen Welt — besonders außerhalb Europas — betrachtet, so fällt auf, daß die Superheterodyne-Empfänger die bekannten Geradeausempfänger immer mehr verdrängen. Besonders bei den nordamerikanischen Radioamateuren findet man in fast jeder Station einen, manchmal auch mehrere, der aus der „QST“ bekannten „Super-Pro“, „HRO“, „Skyriders“, „RME“ und sonstigen Single-Signal-Supers. Den guten alten I-V-I oder O-V-I findet man fast nur noch als „Eiserne Reserve“.

Die Vorteile des Einzeichen-Empfanges¹⁾ sind allgemein bekannt. Wer einmal einen solchen „Single-Signal-Super“ während eines DX-Wettbewerbes zur Verfügung hatte, wird diese Vorzüge, die nur ein „SSS“ besitzt und besitzen kann, nicht mehr vermissen wollen.

Die drei Hauptvorzüge des „SSS“ sind: große Empfindlichkeit, außerordentlich hohe Trennschärfe, die so weit gehen muß, daß das eine Seitenband fast vollständig zum Verschwinden gebracht werden kann, und die große Stabilität und Unempfindlichkeit gegen Brummen, „Zugedrücktwerden“ und andere Störungen, die den Wert des so empfindlichen Audions oft stark herabsetzen. Ferner ist die Leichtigkeit der Abstimmung, bei der praktisch nur ein einziger Knopf bedient werden muß, zu erwähnen.

Um einen solchen Empfänger in Deutschland zu besitzen, muß man ihn, da die Industrie solche Geräte nicht herstellt, selbst bauen. Die amerikanischen Amateure haben das Selbstbauen dieser umfangreichen und ziemlich komplizierten Geräte im allgemeinen eingestellt, da ihre Industrie die verschiedensten sich gegenseitig an Qualität übertreffenden Ausführungen zu verhältnismäßig geringen Preisen anbietet.

Um bei dem verhältnismäßig komplizierten und gedrängten Aufbau keine Rückschläge durch Fehler im Aufbau des Gerätes zu erleiden, wurde zunächst ein Versuchsgerät hergestellt, das mit der üblichen Schaltung, Mischröhre, Oszillator, Zwischenfrequenzstufe, zweitem Audion, zweitem Oszillator arbeitete. Nach längeren Versuchen mit diesem Versuchsgerät wurde dann zum Bau des endgültigen Empfängers geschritten.

Die bei den längeren Versuchen mit diesem Gerät gemachten Erfahrungen wurden bei dem endgültigen Gerät mit Erfolg in Anwendung gebracht. Es zeigte sich z. B. bei dem Versuchsgerät, daß die Empfindlichkeit gegenüber der eines normalen Audions zu wünschen übrig ließ und zwar besonders bei den höheren Frequenzen, also 14 und 28 MHz. Bei 7 und 3,5 MHz arbeitete auch das

Versuchsgerät zufriedenstellend. Besonders die Möglichkeit, mit dem Empfänger den eigenen Sender während des Betriebes abzuhören und somit die Sendefrequenz auf eine im Empfangsbereich gefundene günstige Stelle zu bringen, glich bereits die bei den höheren Frequenzen mangelnde Empfindlichkeit aus. Um nun mit dem neuen Gerät auch bei 28 und 14 MHz günstigere Resultate zu erzielen, wurde in der Mischstufe eine Rückkopplung vorgesehen. Die etwas geringe Verstärkung des Versuchsgerätes mit einer Stufe Zwischenfrequenzverstärkung, die zwar für Rundfunkempfang auch auf kurzer Welle vollkommen ausreichend war, jedoch bei schwachen Amateurzeichen nicht immer genügte, gab Anlaß zur Verwendung von zwei Stufen Zwischenfrequenz in dem vorliegenden Empfänger. In folgendem sei die Schaltung des Gerätes kurz beschrieben:

Die mit der Rückkopplung erzielten Gewinne an Empfindlichkeit und auch an Trennschärfe im Eingangskreis gestatten es, auch bei einer Zwischenfrequenz von 465 kHz ohne Vorverstärkung auszukommen. Die Trennschärfe genügt vollkommen, um die bei dem mit 1600 kHz in der Zwischenfrequenz arbeitenden Versuchsgerät noch auftretenden Spiegelfrequenzen vollkommen zu beseitigen.

Die Mischung erfolgt mit einer Sechspol-Mischröhre AH 1 in der bekannten Schaltung, bei der dem Gitter 3 die Hilfsfrequenz durch einen getrennten Oszillator aufgedrückt wird. Zur Erzeugung der Entdämpfung ist in der Mischröhre die elektronengekoppelte Schaltung angewendet, damit eine möglichst gute Abschirmung des Eingangsteiles vom Anodenkreis, der nur noch die Zwischenfrequenz enthalten soll, gewährleistet ist.

Die Regelung der Rückkopplung erfolgt durch einen Masseregulwiderstand von 2000 Ohm, der der Rückkopplungswindung parallel liegt. Beim Verkleinern des Widerstandes wird also auch die Rückkopplung verkleinert. Die Kathode der Röhre AH 1 liegt durch diese Schaltung hoch, was aber durch die außerordentlich kleine Rückkopplungswindung, die bei der Spule für 14 MHz z. B. nur eine halbe Windung beträgt, für die zwischenfrequenzmäßige Erdung nicht viel ausmacht. Die Gittervorspannung für die Gitter 1 und 3 wird durch den Spannungsabfall an dem zwischen der Kathode und dem Ende der Rückkopplungswindung liegenden, durch 5000 pF überbrückten Widerstand von 600 Ohm erzeugt. Die Spannung an den beiden Schirmgittern 2 und 4 wird durch eine Potentiometerschaltung festgelegt.

Zur Erzeugung der Hilfsfrequenz dient der erste Oszillator, der, mit einer Röhre AF 7 versehen, in elektronengekoppelter Schaltung ausgeführt ist. Hierbei ist zu beachten, daß durch den bei den höheren Frequenzen niedrigen Scheinwiderstand des Gitters 3 der Mischröhre

¹⁾ CQ 1935, Heft 5, Seite 69.

die Anpassung zur Übertragung von Hochfrequenzspannung von der Anode des Oszillators aus ungünstig ist; infolgedessen wird die hochfrequente Hilfsspannung von der Kathode der Oszillorröhre durch einen 100 pF-Kondensator auf das Gitter 3 der Mischröhre übertragen.

Ein Nachlassen der Stabilität des Oszillatorkreises ergibt sich dadurch nicht. Eine Mitnahme tritt nur dann in geringem Maße ein, wenn der Eingangskreis auf die Oszillatorfrequenz abgestimmt wird, was jedoch im Betrieb nie vorkommt. Beim Abstand von 450 kHz der Eingangsfrequenz zur Hilfsfrequenz kann keinerlei Beeinflussung durch den Eingangskreis wahrgenommen werden.

Die im Anodenkreis der Mischröhre entstehende Zwischenfrequenz wird durch ein Bandfilter auf den Zwischenfrequenzverstärker übertragen. Der Zwischenfrequenzverstärker arbeitet in zwei Stufen mit drei zweikreisigen Bandfiltern. Diese sind so dimensioniert, daß sie eine möglichst geringe Bandbreite besitzen. Als Spulenträger dienen Görler Topf-Kerne, die induktiv miteinander gekoppelt sind. Der Abstand der beiden Bandfilter ist festgelegt durch eine Trolitulscheibe von 10 mm Dicke. Bei diesem Abstand besitzen die Bandfilter eine spitze Resonanzkurve. Die Anordnung der Bandfilter ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Abschirmung der Bandfilter erfolgt durch Kupferrohr in der Abmessung 46 × 40.

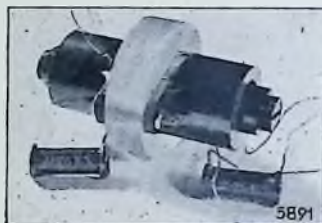


Abb. 1. Ansicht eines Bandfilters. Die beiden Topfspulen sind auf die Trolitulscheibe aufgeschraubt. Im Vordergrund liegen die beiden kleinen Abstimmkondensatoren mit je 200 cm

Die dicke Wandstärke ist aus mechanischen Gründen gewählt worden. In diese Kupferrohre werden die Bandfilter einfach eingeschoben. Die passend vorgedrehten Trolitulscheiben besitzen genügend Haftung, um ein Verschieben der Spule zu verhindern.

Für einen Abstimmkondensator von 200 cm muß die Induktivität der Spule 0,52 mH betragen. Hierzu sind 120 Windungen mit Hochfrequenzlitze 20 × 0,05 LSS erforderlich. Fünf der Bandfilterspulen haben diese

Größe. Die Spule im Diodenkreis ist, dem Anpassungsverhältnis 1:0,6 entsprechend, kleiner und hat eine Induktivität von 0,28 mH (90 Windungen), der dazu gehörige Abstimmkondensator 400 cm. Die Abstimmung der Bandfilter erfolgt durch Verändern des Luftspaltes, wodurch sich ein veränderbarer Bereich von 10 % einstellen läßt; demnach sind die Bandfilter im Bereich 495—450 kHz veränderlich.

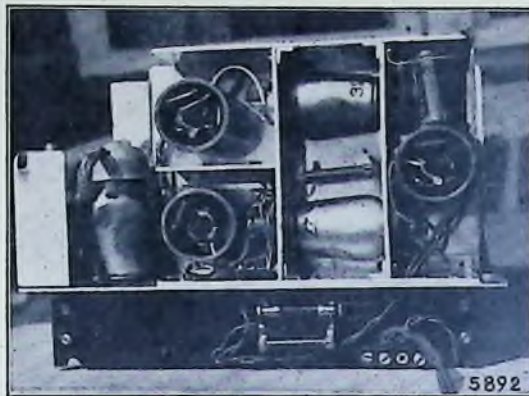


Abb. 2 zeigt den Empfänger in der Ansicht von hinten mit geöffnetem Zwischenfrequenzverstärker. Hier ist die kurze Leitungsführung, durch die liegende Anordnung der Röhren bedingt, erkennbar

Der Aufbau des Zwischenfrequenzverstärkers ist sehr gedrängt, konnte jedoch in der hochfrequenzmäßig günstigsten Form durch liegende Anordnung der Röhren erfolgen, wodurch der Abstand Anode der ersten zum Gitter der zweiten Röhre und die dazu gehörigen Leitungen zu den Bandfiltern außerordentlich kurz gehalten werden (siehe Abb. 2). Der ganze Zwischenfrequenzverstärker besteht aus vier voneinander abgeschirmten Teilen mit festen Aluminiumzwischenwänden und drei festen Aluminiumseitenwänden. Ein dünneres Aluminiumblech ist so gebogen, daß es drei Seitenwände darstellt und einfach um die festen Abschirmwände aufgeschoben werden kann. Zur Abstimmung der Bandfilter sind in den beiden größten Seitenwänden je drei Löcher von 8 mm $\varnothing$ vorgesehen, durch die ein Schraubenzieher zur Betätigung der Schrauben zum Verändern des Luftspaltes gesteckt werden kann.

Tabelle der Spulen und Bandkondensatoren

Band	L_{12}	Anzapfg. bei	L_{13}	Draht $L_{12}-L_{13}$	L_{14} gegenläufig	L_{15}	Draht $L_{14}-L_{15}$	C_1	C_2	C_7	C_8	Bemerkungen
MHz	Wdg.	Wdg.	Wdg.			Wdg.		pF	pF	pF	pF	
0,6 ÷ 1,3	5 × 16 2 × 11	22	5 × 29	20 · 0,05 Litze	1 × 15	1 × 20 7 × 38	0 · 2 LSS	—	—	—	—	Dralperm-Würfelspulen. In Reihe mit L_{15} Antennenverlängerungsspule 7 × 38 auf besonderem Körper
3,5 ÷ 4	5 × 4 1 × 5	5	3 × 5 2 × 6	25 · 0,05 Litze	1 × 1	1 × 8	25 · 0,05 Litze	50	50	30	—	Dralperm-Würfelspulen
7	7½	1½	8	0 · 8 L	½	3	0 · 8 L	50	80	50	50	Frequenta-Körper Windungs-Abstand 0
14	4½	1	4½	0 · 8 L	¼	1¼	0 · 8 L	50	80	50	50	Frequenta-Körper Windungs-Abstand 2 mm
28	2½	¾	2½	0 · 8 L	¼	1	0 · 8 L	50	30	50	—	Frequenta-Körper Windungs-Abstand 3 ÷ 4 mm
8 ÷ 16	7	1	7	0 · 5 SS	¼	3	0 · 5 SS	—	—	—	—	Frequenta-Körper Windungs-Abstand 0

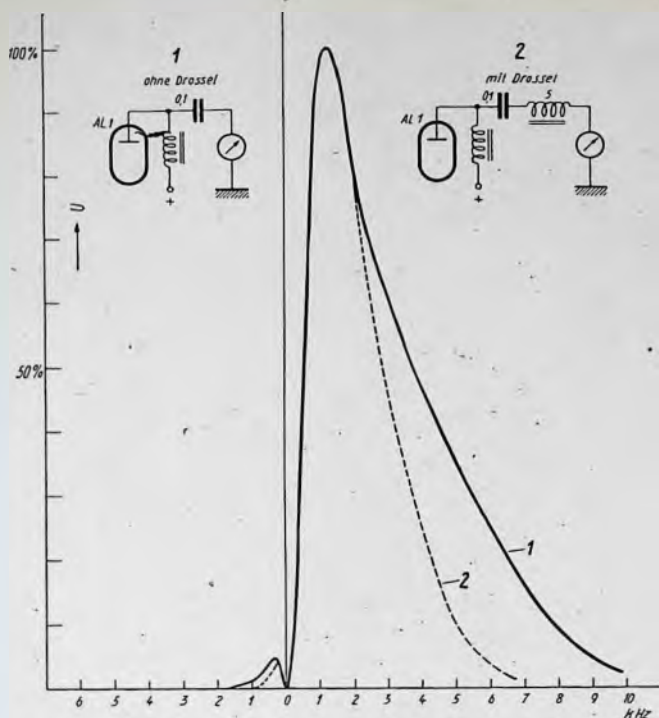


Abb. 3. Die Wirkung des Einzelnoten-Empfangs. Die Kurve 1 veranschaulicht die Spannung am Lautsprecher, die Kurve 2 die Spannung am Kopfhörer bei Telegrafie-Empfang

Der Zwischenfrequenzverstärker kann als einheitliches Ganzes aus dem Empfangsgerät herausgenommen werden und ist so durch Entfernung weniger Schrauben zur Röhrenaustauschung zugänglich. Um ein Übersteuern der zweiten Stufe durch die erste zu vermeiden, erhält

die zweite Stufe eine höhere Anodenspannung als die erste. Zur Vermeidung von Kopplungen sind zwischen den Anoden- und Schirmgitter-Spannungszuführungen Entkopplungswiderstände von etwa 10 000 Ohm eingeschaltet.

Auf eine sorgfältige Verblockung muß ganz besonderer Wert gelegt werden, da bei der hohen erzielten Verstärkung des zweistufigen Verstärkers eine besonders starke Neigung zur Selbsterregung vorhanden ist. An den Zwischenfrequenzverstärker schließt sich der Niederfrequenzteil an, bestehend aus einer Doppelzweipol-Dreipolröhre mit nachfolgender Fünfpolendröhre. Die Gleichrichtung erfolgt mit den beiden parallel geschalteten Diodenhälften. Die Ankopplung des Gitters der eingebauten Dreipolröhre geschieht über den herkömmlichen Spannungsteiler mit nachfolgendem Regelwiderstand.



Abb. 4. Eingangs- und Oszillatorspulen. Vorn liegt die 3,5-MHz-Oszillatorspule, dahinter die 3,5-MHz-Eingangsspule. Dahinter ganz links die Oszillator-Spule und daneben die Eingangsspule mit aufgeklebter Antennenverlängerungsspule. Ganz hinten die beiden 14-MHz-Spulen

Durch Verwendung der Doppelzweipol-Dreipolröhre mit gemeinsamer Kathode läßt sich die Gleichrichterstrecke nicht direkt erden, da ja der Niederfrequenzteil eine feste Gittervorspannung benötigt; infolgedessen müssen alle Leitungen zwischen der Diodenstrecke und dem Gitter der Dreipolröhre gut abgeschirmt sein, da sonst sämtliche Brummgeräusche der Umgebung aufgenommen werden. Um Eindringen von Zwischen-

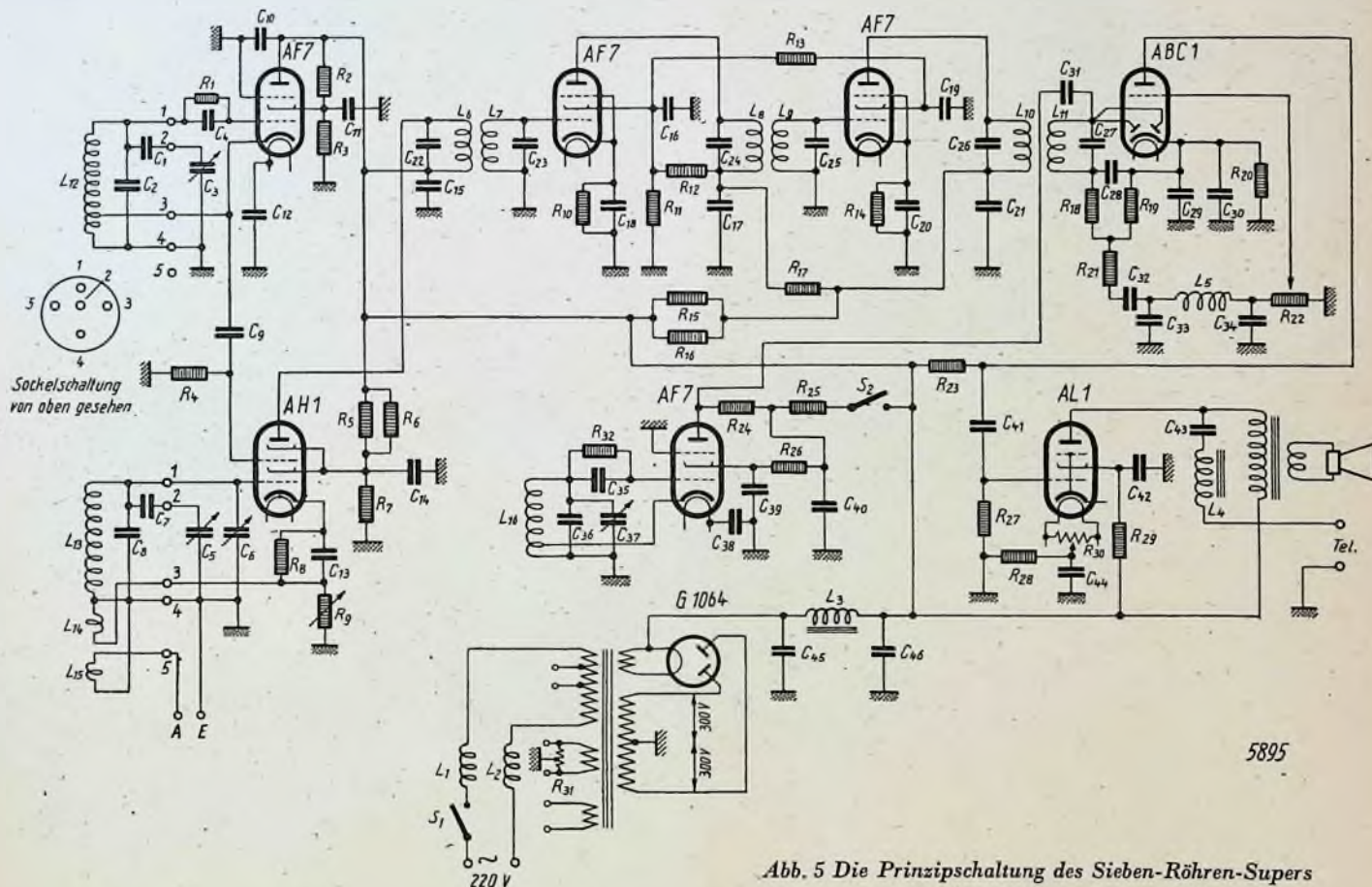


Abb. 5 Die Prinzipschaltung des Sieben-Röhren-Supers

frequenz in den Niederfrequenzteil zu verhindern (erhöhte Selbsterregungsneigung!), ist zwischen Gitter und Regelwiderstand ein Filterglied, bestehend aus zwei Kondensatoren von je 200 pF und einer Hochfrequenzdrossel von etwa 20 mH, eingeschaltet. Die nachfolgende Endstufe ist widerstandsgekoppelt.

Normalerweise wird mit dem eingebauten permanent-dynamischen Lautsprecher gehört, der bei Telegraphie-Einzeichenempfang eine Niederfrequenzspannung nach Kurve 1, Abb. 3, erhält. Für Kopfhörerempfang ist eine Ankopplung durch einen Kondensator von 0,1 μ F in Reihe mit einer Drossel von etwa 5 H vorgesehen; hierdurch erhält der Kopfhörer eine niederfrequente Spannung nach Kurve 2.

Zur Erzielung des Einzeichenempfanges ist eine Überlagerung im zweiten Gleichrichter durch einen getrennten Oszillator, dessen Frequenz 1000 bis 2000 Hz von der Zwischenfrequenz abweicht, erforderlich. In diesem Falle wird die Überlagerungsfrequenz durch einen mit einer AF7 bestückten Zwischenfrequenz-Oszillator in elektronengekoppelter Schaltung erzeugt. Hierzu ist im Gitterkreis eine Induktivität von etwa 0,2 mH erforderlich. Die in diesem Falle verwendete Spule besteht aus 80 Windungen Hochfrequenzlitze $20 \times 0,07$ mit Abgriff bei der 20. Windung auf einem Rollkern. Parallel hierzu ist ein fester Kondensator von 500 pF und ein veränderlicher Glimmerkondensator (Trimmer) von maximal 50 pF geschaltet. Die Zuführung der Hilfsfrequenz erfolgt von der Anode der zweiten Oszillatorröhre über einen Kondensator von 10 pF direkt an die Diode. Hierbei ist ganz besonders auf eine wirkungsvolle Abschirmung zu achten, da bei der geringsten Strahlung zum Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers ein Zustopfen und Blockieren erfolgen kann. Der ganze Gitterkomplex mit Spule, Kondensatoren, Gitterkondensator und Gitterwiderstand ist deshalb in einem Aluminium-Relaisgehäuse untergebracht. Auch ist die Röhre des Zwischenfrequenzoszillators die einzige, die eine Gitterkappe trägt. Zur Ermöglichung des Telefonieempfanges ist dieser Oszillator durch S_2 abschaltbar.

Die Speisung der sieben Röhren erfolgt durch das mit-gebaute Netzgerät, das bei voller Belastung 300 Volt abgibt. In der Primärleitung des Netztransformators befinden sich zwei Störschutzdrosseln als wirkungsvoller Schutz gegen hochfrequente Störungen, die aus dem Netz herrühren.

Das Abgleichen des Zwischenfrequenzverstärkers erfolgt vor seinem Einbau in das Gerät. Zur Erzeugung einer hochfrequenten Spannung von 465 kHz kann der zweite Überlagerer benutzt werden. Ein Röhrenvoltmeter, das an den Ausgang des dritten Bandfilters geschaltet wird, dient als Anzeigegerät.

Nach dem Abgleich ist der Zwischenfrequenzverstärker auf seine höchste Trennschärfe gebracht. Die Halbwertsbreite der Resonanzkurve beträgt etwa 3,5 kHz. Diese Bandbreite ist für einen Rundfunkempfang etwas gering, daher kann bei Übergang zu Musikempfang der eine Kreis des mittleren Bandfilters verstimmt werden, wodurch sich die Bandbreite des gesamten Verstärkers etwas vergrößert.

Zum Empfang in den einzelnen Frequenzbereichen sind auswechselbare Spulen vorgesehen (Abb. 4). Für die höheren Frequenzen sind diese Spulen auf Frequenzkörper mit fünfpoligem Stiftsockel gewickelt. Für die einzelnen Amateurbänder sind die Bandkondensatoren in den Spulenkörper fest eingebaut, so daß sich durch Auswechseln der verschiedenen Spulen stets die entsprechende Bandbreite ergibt. Zum Empfang von Kurzwellenrundfunk, wobei eine Bandabstimmung nicht notwendig ist, wer-

den Spulen ohne zusätzliche Bandkondensatoren verwendet, die dann mit den vorhandenen Abstimmkondensatoren einen großen Empfangsbereich ergeben.

Im Schaltbild (Abb. 5) ist die Spulenschaltung für Bandempfang angegeben. Die Steckerstifte des fünfpoligen Röhrensockels sind mit 1—5 bezeichnet. Bei

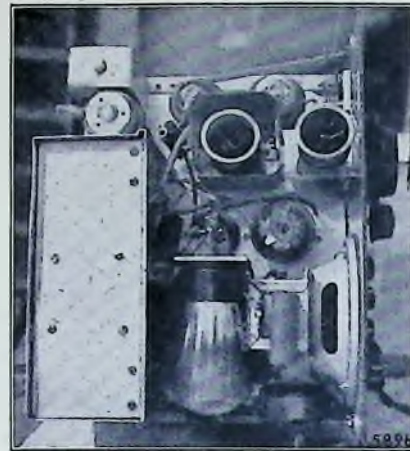


Abb. 6. Ansicht des Empfängers von oben. Links Zwischenfrequenzverstärker, darüber ZF-Oszillatorröhre, darüber ZF-Oszillatorkreis. Rechts vom ZF-Oszillator der erste Oszillator mit der abgeschirmten Spule mit Bandkondensatoren. Rechts davon Mischstufe, oben C6, unten der Lautsprecher, links davon die Gleichrichterröhre, die den Netztransformator verdeckt; Doppelzweipol-Dreipolröhre und Fünfpolendröhre in der Mitte

Empfang von Rundfunksendern wird innerhalb der Spule 1 und 2 verbunden, d. h. C_1 bzw. C_7 ist nicht vorhanden, desgleichen fehlt dann C_2 bzw. C_8 , der bei Bandempfang parallel zum Abstimmkondensator liegt. Parallel zur Gesamtspule L_{13} liegt im Eingangskreis der Mischröhre der 50-pF-Kondensator C_6 , der vorwiegend als Bandkondensator benutzt wird, dabei auf größte Empfindlichkeit einreguliert wird und dann bei Abstimmung im ganzen Bandbereich stehen gelassen werden kann, vorausgesetzt, daß die Spulen und Serienkondensatoren die richtige Größe zur Erzielung eines einwandfreien Gleichlaufs haben. Für den Empfang im Rundfunkfrequenzbereich von 600 bis 1300 kHz wurde bewußt auf einen Gleichlauf verzichtet, um mit Hilfe des Kondensators C_6 eine Kapazitätsänderung im Bereich von 10 bis 100 pF zu erzielen. Es zeigte sich, daß bei Rundfunkempfang die Abstimmung im Eingangskreis durchaus unkritisch ist, da der Empfänger, der ja für die geringen Feldstärken der Amateur-Kurzwellensender gebaut ist, bei Empfang von Rundfunksendern im allgemeinen schon mit einer Antenne von 20 cm Länge sehr leicht übersteuert wird.

Beim Ausprobieren und Trimmen des Geräts wurde ein bewährter Audionempfänger auf die gleichen



Abb. 7. Gerät von der rechten Seite mit Spulen für 14-MHz-Band. Links Mischröhre, in der Mitte die erste Oszillatorröhre, rechts daneben der ZF-Oszillator mit dem dazugehörigen Abschirmkasten

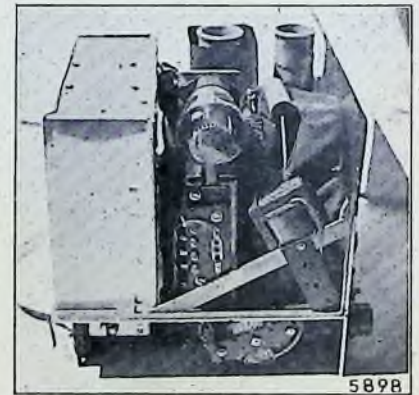


Abb. 8. Linke Seite des Gerätes mit Gleichrichterröhre, Netztransformator, Telefon-Drossel und den unter Deck befindlichen Störschutzdrosseln

Stationen eingestellt, und es zeigte sich bei Versuchen im 14-MHz-Band, daß der Überlagerungsempfänger zunächst nur die Stationen brachte, die im Audion (0—V—1) mit einer Lautstärke von mindestens R 4 vorhanden waren. Diese Stationen konnten dann je nach Belieben verstärkt und im Lautsprecher abgehört werden. Auch die Zuhilfenahme eines Kopfhörers brachte nur einen ungenügenden Empfang der im Audion unter R 4 gehörten, also dort teilweise noch recht gut hörbaren Zeichen. Hier wurde dann die Rückkopplung in der Mischstufe, die die Entdämpfung des Eingangskreises ermöglicht, mit vollem Erfolg eingesetzt. Nach einiger Übung im Einstellen, wobei dann auch die Abstimmung des Kondensators C_6 sehr kritisch wurde, stiegen plötzlich die Lautstärken aller Stationen stark an, und es wurde die gleiche Empfindlichkeit erreicht, wie sie beim Audion vorhanden war, d. h. etwa $\frac{1}{2}$ Mikrovolt. Die erzielbare Lautstärke

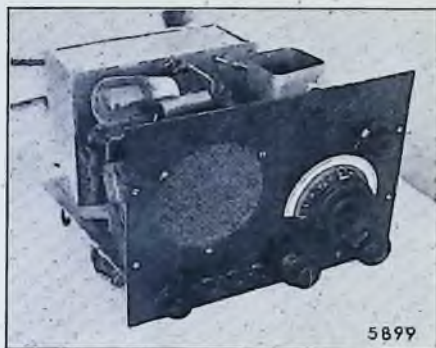


Abb. 9. Vorderansicht des Empfängers

war immer abhängig von den Störgeräuschen, und zwar konnten bei geringem Störpegel auch die Stationen, die im Audion über R 3 hörbar waren, noch mit R 6 bis R 7 empfangen werden. Bei Kopfhörerempfang wird man bei der Bedienung des Lautstärkereglers eine günstige Stelle finden, bei der das ankommende Zeichen sich am besten von dem Geräuschhintergrund abhebt. Als dann auch die abgestimmte Empfangsantenne, die dem Audion von vornherein einen Vorteil gab, gegen die bei den bisherigen Versuchen verwandte normale Antenne ausgetauscht wurde, ergab sich auch in bezug auf Empfindlichkeit die Überlegenheit des Superhets.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist ein weiterer Vorzug dieses Gerätes seine geringe Empfindlichkeit gegenüber örtlichen Störungen sowie die Möglichkeit, den eigenen Sender ohne Blockierung des Empfängers abhören zu können. Hieraus ergeben sich noch weitere Erleichterungen im Funkverkehr.

Die folgenden Abbildungen (6—9) geben einen Überblick über den Aufbau des gesamten Empfängers.

Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Symbol in Abb. 5	Größe	Einzelteil
C_1	50 pF	Calitrohr
C_2	80 pF	desgl.
C_3	50 pF	Luftdrehkondensator
C_4	200 pF	Rollblock, induktionsfrei
C_5	50 pF	Luftdrehkondensator
C_6	50 pF	desgl.
C_7	50 pF	Calitrohr
C_8	50 pF	desgl.
C_9	100 pF	desgl.
C_{10}	5000 pF	Glimmer
C_{11}	5000 pF	desgl.
C_{12}	5000 pF	desgl.
C_{13}	5000 pF	desgl.

Symbol in Abb. 5	Größe	Einzelteil
C_{14}	0,1 μ F	induktionsfrei
C_{15}	0,04 μ F	desgl.
C_{16}	0,1 μ F	desgl.
C_{17}	0,1 μ F	desgl.
C_{18}	0,1 μ F	desgl.
C_{19}	0,1 μ F	desgl.
C_{20}	0,1 μ F	desgl.
C_{21}	0,1 μ F	desgl.
C_{22}	200 cm	Calitrohr
C_{23}	200 cm	desgl.
C_{24}	200 cm	desgl.
C_{25}	200 cm	desgl.
C_{26}	200 cm	desgl.
C_{27}	2×200 cm	desgl.
C_{28}	100 pF	Glimmer
C_{29}	2000 pF	desgl.
C_{30}	10 μ F	Elektrolyt
C_{31}	10 pF	Calitscheibe
C_{32}	0,1 μ F	induktionsfrei
C_{33}	250 pF	Glimmer
C_{34}	250 pF	desgl.
C_{35}	250 pF	induktionsfrei, Rollblock
C_{36}	500 pF	Calitrohr
C_{37}	50 pF	Trimmer
C_{38}	0,01 μ F	induktionsfrei
C_{39}	0,01 μ F	desgl.
C_{40}	0,01 μ F	desgl.
C_{41}	0,1 μ F	desgl.
C_{42}	0,1 μ F	desgl.
C_{43}	0,1 μ F	desgl.
C_{44}	25 μ F	Elektrolyt
C_{45}	4,8 μ F	Papier
C_{46}	4,8 μ F	desgl.
R_1	50 k Ω	Massewiderstand
R_2	30 k Ω	desgl.
R_3	30 k Ω	desgl.
R_4	100 k Ω	desgl.
R_5	100 k Ω	desgl.
R_6	30 k Ω	desgl.
R_7	30 k Ω	desgl.
R_8	0,6 k Ω	desgl.
R_9	2 k Ω	Drehwiderstand (Masse)
R_{10}	1 k Ω	Massewiderstand
R_{11}	30 k Ω	desgl.
R_{12}	30 k Ω	desgl.
R_{13}	19 k Ω	desgl.
R_{14}	1 k Ω	desgl.
R_{15}	10 k Ω	desgl.
R_{16}	40 k Ω	desgl.
R_{17}	10 k Ω	desgl.
R_{18}	50 k Ω	desgl.
R_{19}	500 k Ω	desgl.
R_{20}	3 k Ω	desgl.
R_{21}	100 k Ω	desgl.
R_{22}	1000 k Ω	Dreh-Spannungsteiler, Masse
R_{23}	100 k Ω	Massewiderstand
R_{24}	10 k Ω	desgl.
R_{25}	50 k Ω	desgl.
R_{26}	100 k Ω	desgl.
R_{27}	1000 k Ω	desgl.
R_{28}	0,5 k Ω	desgl.
R_{29}	10 k Ω	desgl.
R_{30}	20 Ω	Draht-Spannungsteiler
R_{31}	20 Ω	desgl.
R_{32}	50 k Ω	Massewiderstand
L_1		Störschutzdrossel
L_2		desgl.
L_3	20 H	Netzdrossel
L_4	5 H	Telefondrossel
L_5	20 mH	Hochfrequenzdrossel
L_6-L_{11}		Bandfilter, siehe Text
L_{12}		Oszillatorspule
L_{13}		Eingangsspule
L_{14}		Rückkopplungswindung zur Eingangsspule
L_{15}		Antennenspule
L_{16}		Zwischenfrequenz-Oszillatorspule, siehe Text

Für den Anfänger

Strom- und Spannungsmessung

Von W. MEYER

Es sollen die für den Amateur hauptsächlich in Frage kommenden elektrischen Meßinstrumente und Meßmethoden beschrieben werden. Dabei werden nachstehende Symbole verwandt:

Bei Gleichstrom:

- I Stromstärke,
 U Spannung.

Bei Wechselstrom:

- i Augenblickswert der Stromstärke,
 u Augenblickswert der Spannung,
 I_0 Maximalwert der Stromstärke,
 U_0 Maximalwert der Spannung,
 I_{eff} Effektivwert der Stromstärke,
 U_{eff} Effektivwert der Spannung,
 $\bar{I}$ Elektrolytischer Mittelwert der Stromstärke,
 $\bar{U}$ Elektrolytischer Mittelwert der Spannung.

A. Strommessung

Mit den dem Amateur zugänglichen direkt anzeigenden Instrumenten lassen sich im allgemeinen nur Stromstärken messen; der Strom wird dabei in mechanische Arbeit umgewandelt, deren Wirkung man etwa durch einen Zeiger sichtbar macht. Wenn man also einen Strom messen will, muß man ihn ganz oder zu einem bekannten Bruchteil durch das Instrument hindurchfließen lassen; das Amperemeter gehört in den Meßkreis.

Damit die Veränderungen, die der Kreis durch das Hineinbringen des Instruments erleidet, gering bleiben, muß der Eigenwiderstand des Instruments klein sein im Verhältnis zu dem Gesamtwiderstand des Kreises; ein praktisch vorkommender Fall möge das erläutern.

Es soll beispielsweise der Heizstrom einer Batterieröhre gemessen werden (Abb. 1). Beträgt er bei einer Heizspannung von 4 Volt rund 0,5 Amp., dann hat der Heizfaden einen Widerstand von

$$\frac{4}{0,5} = 8 \text{ Ohm.}$$

Der Strom von 0,5 Amp. soll nun mit einem Drehspulinstrument gemessen werden; dessen Innenwiderstand hat üblicherweise die Größe von etwa 50 Ohm. Bei Vollausschlag beträgt der hindurchfließende Strom 0,002 A = 2 mA, so daß in diesem Fall an den Klemmen des Instruments eine Spannung von

$$50 \cdot 0,002 = 0,1 \text{ Volt}$$

liegt. Das Instrument besitzt mit 50 Ohm einen fast neunmal so großen Widerstand wie der Meßkreis; würde man es an der in Abb. 1 angegebenen Stelle in den Heizkreis einschalten, dann könnte in diesem nur noch ein Strom von

$$\frac{4}{50 + 8} = 0,07 \text{ A}$$

fließen. Infolgedessen würde erstens der Heizfaden überhaupt nicht zum Glühen kommen und zweitens das Instrument das Zeitliche segnen. So kann man's also nicht machen. Um nun den Widerstand des Instruments zu verringern und außerdem den hindurchfließenden Strom auf das zulässige Höchstmaß zu begrenzen, schaltet man dem Instrument parallel einen Nebenwiderstand oder „Shunt“ (spr. Schönt). Dieser Nebenwiderstand muß so groß sein, daß er allen Strom aufnimmt, der den Wert 2 mA übersteigt. Bezeichnet man allgemein die zu messende Stromstärke mit I und die im Instrument maximal zulässige Stromstärke mit I_{max} , dann muß durch den Nebenwiderstand ein Strom

$$I - I_{max}$$

fließen (s. Abb. 2).

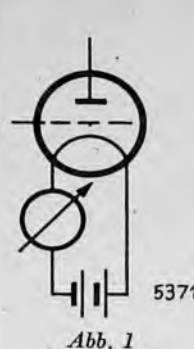


Abb. 1

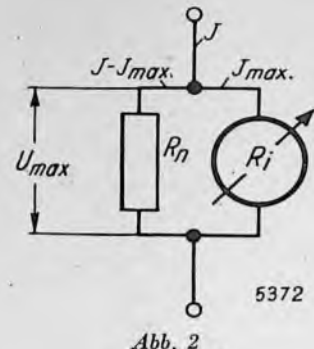


Abb. 2

Die maximal an das Instrument anzulegende Spannung U_{max} ergibt sich aus dessen Innenwiderstand R_i zu

$$U_{max} = R_i I_{max}.$$

Diese Spannung liegt auch an dem Nebenwiderstand R_n , dessen Wert sich somit ergibt zu

$$R_n = \frac{U_{max}}{I - I_{max}} = \frac{R_i I_{max}}{I - I_{max}}.$$

Im obigen Beispiel hätte man also, um einen Strom I von 0,5 mA messen zu können, einen Nebenwiderstand R_n von der Größe

$$\frac{50 \cdot 0,002}{0,5 - 0,002} = 0,24 \text{ Ohm}$$

parallel zu schalten.

Merkregel für Strommessungen:

Der Widerstand des Instruments muß klein gegen den Widerstand des Meßkreises sein.

B. Spannungsmessung

Bei fast allen gebräuchlichen Meßinstrumenten wird die Messung einer Spannung auf eine Strommessung zurückgeführt (Ausnahmen: Elektrometer, Kathodenstrahloszillograph). Man mißt den Strom, der bei Anlegen der Spannung an einen bekannten Widerstand fließt. Das Voltmeter wird also an den Meßkreis gelegt. Es soll zunächst untersucht werden, wie die gemessene Spannung sich zu der im Betrieb wirklich vorhandenen verhält. Es werde beispielsweise durch ein Instrument mit dem Innenwiderstand R_i die Spannung an R_v gemessen werden (Abb. 3). Ohne Meßinstrument liegt an R_v eine Spannung

$$U_v = I \cdot R_v.$$

Nun ist aber

$$I = \frac{U}{R + R_v}$$

und mithin

$$U_v = U \frac{R_v}{R + R_v}.$$

Schaltet man parallel zu R_v das Meßinstrument, dann ist

$$U_v = I \cdot Z,$$

wenn Z den Gesamtwiderstand von Instrument und R_v angibt.

$$\left(Z = \frac{R_i R_v}{R_i + R_v} \right).$$

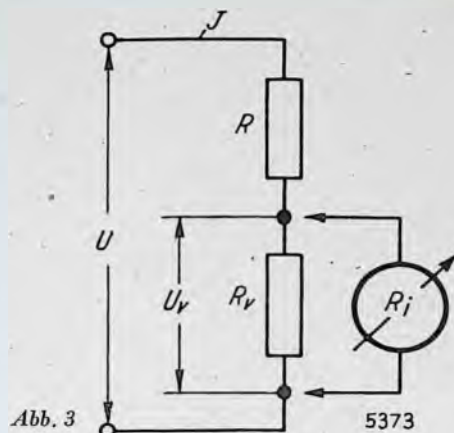
Z ist auf jeden Fall kleiner als R_v . Nun ist

$$I = \frac{U}{R + Z}$$

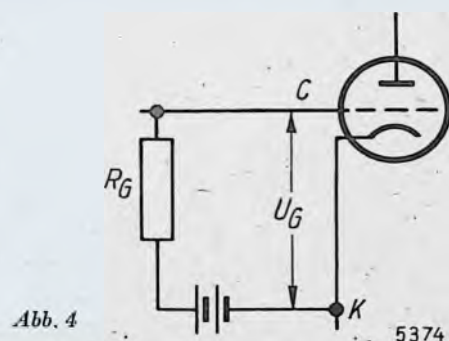
und mithin

$$U_v = U \frac{Z}{R + Z}.$$

Da Z kleiner als R ist, wird auch U_v kleiner als ohne Instrument. Die gemessene Spannung entspricht um so weniger der im Betrieb wirklich vorhandenen, je kleiner Z und damit R_i gegen R_v wird. Es gibt nun Fälle, in denen man den Innenwiderstand des Instruments auch nicht annähernd auf die Größenordnung des Widerstandes R_v bringen kann; eine direkte Spannungsmessung ist dann mit einem stromverbrauchenden Instrument nicht möglich. Ein häufig vorkommender Fall soll das erläutern.



Es soll gemessen werden, wie hoch die Gittervorspannung, d. i. die Spannung zwischen Gitter G und Kathode K ist (Abb. 4). Normalerweise, d. h. bei negativer Gittervorspannung fließt kein merklicher Gitterstrom, da der Isolationswiderstand zwischen G und K außerordentlich hoch ist (etwa 10^{12} Ohm). Sobald man das Instrument aber an G und K legt, ist nur noch ein Widerstand von der Größenordnung des Innenwiderstandes des Instruments vorhanden, der in R_G einen Strom und damit einen



Spannungsabfall hervorruft. Man muß die Größe dieses Widerstandes kennen, wenn man die „Leerlaufspannung“ an $G-K$ bestimmen will. Die wirklich vorhandene Gittervorspannung U_G hängt von der gemessenen Spannung U derart ab, daß

$$U_G = U + U \cdot \frac{R_G}{R_i}$$

wird, wenn R_i der Innenwiderstand des Instruments ist¹⁾.

Entsprechend den Nebenwiderständen bei der Strommessung verwendet man bei der Spannungsmessung Vorwiderstände, die die Meßspannung auf die zulässige Spannung herabsetzen und außerdem den Widerstand des Instruments erhöhen (Abb. 5). Der Wert dieses Vorwiderstandes ergibt sich bei einer zu messenden Spannung U zu

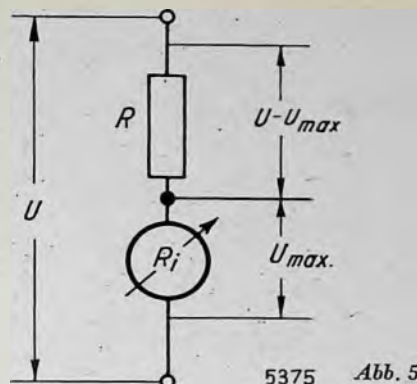
$$R = \frac{U - U_{\max}}{I_{\max}}$$

¹⁾ Anm. der Schriftlgt. In der Praxis sollte man keinesfalls — besonders nicht bei größeren Röhren — derartige Gitterspannungsmessungen versuchen, da dadurch die Gitterspannung erheblich unter den erforderlichen Wert sinkt und die Röhre beschädigt wird.

Um das schon mehrfach erwähnte Instrument von 50 Ohm Innenwiderstand mit Vollausschlag bei 0,1 Volt für 4 Volt brauchbar zu machen, ist ein Vorwiderstand von

$$\frac{4 - 0,1}{0,002} = 1950 \text{ Ohm}$$

erforderlich.



Merkregel für Spannungsmessungen:

Der Widerstand des Instruments muß groß gegen den Widerstand des Meßkreises sein.

Es mag noch erwähnt werden, daß in Wechselstromkreisen die Vor- und Nebenwiderstände auch kapazitiver oder induktiver Art sein können (Kondensatoren, Drosseln, Transformatoren), wodurch allerdings eine oftmals unerwünschte Frequenzabhängigkeit eintritt.

Im folgenden Abschnitt soll nun eine Reihe der gebräuchlichsten Strom- und Spannungsmesser beschrieben werden; dabei wird angegeben

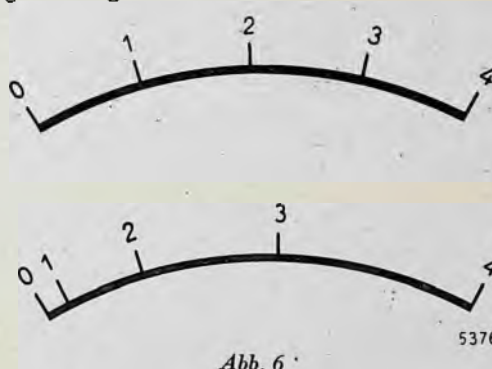
- a) die Art der meßbaren Werte (Gleichstrom, Wechselstrom, Maximalwert, Effektivwert),
- b) die Art der Skala,
- c) das Anwendungsgebiet und
- d) die Nachteile des Instruments.

Zuvor müssen aber noch zwei Begriffe erläutert werden, der Begriff „Empfindlichkeit“ und der Begriff „Mittelwert“.

C. Empfindlichkeit

Es ist offensichtlich, daß ein Instrument, welches seinen Vollausschlag bereits bei 0,1 Volt (bzw. 0,002 Amp.) zeigt, „empfindlicher“ ist als eines, welches diesen Wert erst bei 1 Volt bzw. 0,02 Amp. aufweist.

Allgemein definiert man die Empfindlichkeit als die Ausschlagsänderung, die von einer Strom- (Spannungs-)änderung hervorgerufen wird.



Diese kann nun auf der ganzen Skala gleichmäßig sein; dann spricht man von einer „linearen Skala“, oder sie kann dem Ausschlag direkt proportional sein; dann nennt man die Skala „quadratisch“. Schließlich kann sie sich auch in beliebiger Weise auf die Skala verteilen; dann hat man keinen besonderen Namen für sie.

Abb. 6 zeigt eine lineare und eine quadratische Skala. Man sieht sofort, daß die Meßgenauigkeit bei einer quadratischen Skala in der Nähe des Nullpunktes gering wird; man wird ein quadratisches Instrument also vorteilhaft so schalten, daß der Ausschlag möglichst groß wird, um eine große Ablesegenauigkeit zu erhalten.

D. Mittelwerte

Bekanntlich ändert ein periodischer Wechselstrom dauernd seine Stärke zwischen Null und einem Höchstwert in der einen oder anderen Richtung. Ein Meßinstrument zeigt nun im allgemeinen nicht diesen Höchstwert I_0 (bzw. U_0) an, sondern einen Mittelwert. Je nach der Wirkungsweise des Meßinstruments unterscheidet man zwei Arten von Mittelwerten:

1. den quadratischen oder effektiven Mittelwert I_{eff} (bzw. U_{eff}). Für diesen gilt der Zusammenhang

$$I_{eff} = I_0 / \sqrt{2} = 0,71 I_0$$

oder

$$I_0 = I_{eff} \sqrt{2} = 1,41 I_{eff}$$

Der quadratische Mittelwert gibt diejenige Stromstärke an, die ein Gleichstrom haben müßte, um dieselbe Warmwirkung hervorzurufen wie der betrachtete Wechselstrom.

2. den elektrolytischen Mittelwert $\bar{I}$ (bzw. $\bar{U}$). Für diesen gilt

$$\bar{I} = I_0 \cdot 2 / \pi = 0,64 I_0$$

oder

$$I_0 = \bar{I} \cdot \pi / 2 = 1,57 \bar{I}$$

Zwischen dem elektrolytischen und dem quadratischen Mittelwert besteht dann der Zusammenhang

$$I_{eff} = 1,11 \bar{I}$$

$$\bar{I} = 0,9 I_{eff}$$

Der elektrolytische Mittelwert tritt immer auf, wenn der Wechselstrom zur Messung gleichgerichtet wird.

Es ist noch zu beachten, daß die angegebenen Mittelwerte nur für rein sinusförmige Ströme (beispielsweise Netzwechselstrom) gelten, nicht dagegen für andersartige Ströme (etwa Sprach- und Musikströme). Das Instrument mißt bei solchen Strömen selbstverständlich auch einen Mittelwert, jedoch kann man aus diesem im allgemeinen nicht auf den Scheitelwert schließen.

Grundsätzlich kann jedes Gleichstrom-Meßinstrument durch Vorschalten eines Gleichrichters (Detektor, Kupferoxydul- oder Selengleichrichter o. ä.) oder eines Thermoelementes (Thermokreuz) für Wechselstrommessungen brauchbar gemacht werden.

Zeichnungen vom Verfasser

E. Zusammenstellung der gebräuchlichsten Meßinstrumente

Instrument	Stromart? (G = Gleichstrom, W = Wechselstrom)	Welcher Wert wird angezeigt?	Lineare Skala?	Anwendungsgebiet	Nachteile
Galvanometer (Drehspulinstrument)	G, I, U	ja	ja	Anodenströme u. Spannungen, Heizströme u.ä.	—
Weicheiseninstrument	G, W, I, U, I_{eff} , U_{eff}	nein	nein	Niederfrequenter Wechselstrom	Frequenzabhängig
Hitzdrahtinstrument	G, W, I, U, I_{eff} , U_{eff}	nein	nein	Besonders hochfrequenter Wechselstrom	Nicht überlastbar
Röhrenvoltmeter	G, W, I, U, I_0 , U_0	—	—	Hochohmige Kreise	—
Kathodenstrahl-Oszillograph	G, W, I, U, I_0 , U_0	ja	ja	Universell verwendbar	Relativ teure Anlage

Erdmagnetischer Bericht

für die Zeit vom 23. Juli bis 31. August 1937

(Zeiten in mittlerer Greenwicher Zeit)

23. Juli 1 0.00—4.00 ruhig; bis 14.00 leicht gestört; der Rest des Tages gestört. 15.00—17.00 H sin-förmig, Ampl. 66 γ; 17.35—19.30 H, ∪, 61 γ.
24. Juli 0 unruhig. 0.00—3.00 D sin-förmig, Ampl. 27½'; H desgl. Ampl. 66 γ. Der Rest des Tages leicht gestört. 19.00 bis 21.00 D und H sin-förmig, Ampl. bei D 11', bei H 70 γ.
25. Juli 0 Unruhe während des ganzen Tages.
26. Juli 0 Unruhe noch bis 17.00, der Rest ruhig.
27. Juli 0 leicht bewegt während des ganzen Tages.
28. Juli 0 ruhig.
29. Juli 0 abgesehen von kleineren Schwankungen ruhig.
30. Juli 0 Ruhe bis 11.00, bis 19.00 gestört; der Rest des Tages ohne Bewegung.
31. Juli 0 abgesehen von geringerer Bewegung zwischen 14.00 und 21.00 ruhig.
1. Aug. (0) Unruhe während des ganzen Tages. 7.00—9.00 Elementarwellen. 21.50 Störungseinsatz (W. Z.) Ausschlag bei H 26 γ.
2. Aug. (2) stark gestört. 3.50—6.30 H fällt um 157 γ, 3.25—3.54 Z um 38 γ. 3.12—3.55, D, ∪, 10½'. Schnelle Variationen zwischen 4.00 und 9.00. 13.00—18.00 erneut stark bewegt mit den Amplituden: D 16½', H 85 γ, Z 34 γ; dann etwas ruhiger.
3. Aug. (1) noch unruhig, besonders 20.00—24.00. Elementarwellen 4.00—9.00.
4. Aug. (1) 23.50 (Vortag)—2.10, H, ∪, 89 γ; 0.56—1.58, D, ∪, 28½'. Z, 1.00—3.00 sin-förmiger Verlauf, Amplitude 63 γ. Von 4.00 ab Beruhigung; von 11.00 ab wurde leicht bewegt.
5. Aug. (0) etwas unruhig.
6. Aug. (0) etwas unruhig.
7. Aug. (0) 0.00—8.00 etwas bewegt, dann ruhig.
8. Aug. (0) ruhig.
9. Aug. (0) 4.00—18.00 etwas bewegt, dann ruhig.
10. Aug. (0) 0.00—18.00 etwas bewegt, dann ruhig.
11. Aug. (0) 19.00—24.00 etwas unruhig.
12. Aug. (0) etwas bewegt; 21.00—24.00 Elementarwellen.
13. Aug. (0) 0.00—16.00 etwas bewegt.
14. Aug. (0) 6.00—14.00 Elementarwellen; nach 20.00 unruhig.
15. Aug. (0) 10.00—13.00 etwas unruhig.
16. Aug. (0) ruhig; 21.30—23.30 Elementarwellen.
17. Aug. (0) etwas unruhig.
18. Aug. (0) 10.00—20.00 leicht bewegt.
19. Aug. (0) nach 16.00 etwas unruhig.
20. Aug. (0) leicht bewegt.
21. Aug. (0) ruhig; 21.12 plötzlicher Störungseinsatz (W. Z.).
22. Aug. (2) Störung. 3.06 Störungsausbruch (W. Z.). Größte Variationen 4.00—14.00, Amplituden: D 29', H 305 γ. 20.00—20.45, D, ∪, 16½'; 20.05—20.45, H, ∪, 47 γ.
23. Aug. (0) nur noch etwas unruhig.
24. Aug. (0) ruhig.
25. Aug. (0) leicht bewegt.
26. Aug. (0) 6.00—12.00 und 16.00—18.00 Elementarwellen.
27. Aug. (1) größere Unruhe, besonders 14.00—24.00. 15.10 bis 17.40, H, ∪, 64 γ.
28. Aug. (0) leicht bewegt.
29. Aug. (0) bis 11.00 etwas unruhig.
30. Aug. (0) ruhig.
31. Aug. (0) zeitweilig Elementarwellen.

Prof. Dr. R. Bock.

Anmerkung: Die Zahlen (0), (1) und (2) hinter dem Datum geben den magnetischen Charakter an; „0“ bedeutet ruhig, „2“ gestört und „1“ die Zwischenstufe zwischen ruhig und gestört.

Rundfunknachrichten aus aller Welt (Fortsetzung)

industrie. Wenn ein Verkehrsflugzeug den Flughafen verläßt, so ist es trotzdem in dauernder Verbindung mit seinem Heimatflughafen, denn drahtlos wird es bis zum nächsten Landeplatz hingesteuert. Der Flugzeugführer erhält von der Bodenstation aus nicht nur Weitermeldungen und Hinweise, welche Höhe er einhalten soll, sondern unter Umständen auch genaue Angaben über den Ort, über dem sich das Flugzeug gerade befindet. Mit Hilfe des Funkpeilers kann sich das Flugzeug selbst seinen Weg suchen, ja, es gibt bekanntlich sogar Funkpeiler, die dem Piloten genau anzeigen, ob er auch den richtigen Kurs hält. Und ist das Flugzeug schließlich an seinem Bestimmungsort angelangt, kann aber den Flugplatz wegen Nebels nicht finden, so hilft auch in dem Falle die drahtlose Welle. Durch drahtlose Signale erfährt der Flugzeugführer, von welcher Richtung aus der Flugplatz anzusteuern

ist und in welchem Augenblick er die Maschine auf den Boden setzen soll.

Alle diese technischen Hilfsmittel der Flugsicherung werden auf der Internationalen Luftfahrt-Ausstellung gezeigt.

Neue Sender in Europa

Der isländische Rundfunk will nun seinen Plan zur Errichtung eines neuen 100-kW-Senders verwirklichen und hat diesen Sender bei einem englischen Unternehmen in Auftrag gegeben. Der neue Sender soll bereits im nächsten Jahr in Betrieb kommen.

Aus Polen wird gemeldet, daß der neue Sender von Baranowicz seiner Vollendung entgegengeht, und man hofft, daß der neue Sender im November in Betrieb kommen kann.

Haarscharfe Abstimmung des Senders auf seine Trägerwelle — diese wichtige Voraussetzung für verzerrungsfreie und klangvolle Wiedergabe erzielen Sie kinderleicht, wenn Sie in Ihr Gerät das „Magische Auge“, die neue Telefunken-Abstimmanzeigeröhre, einbauen. Type AM2 für Wechselstrom-, C/EM 2 für Allstromempfänger.

Fordern Sie kostenlose Zusendung der ausführlichen Sonderdruckschrift über Abstimmanzeigeröhren.



Klangvollen, verzerrungsfreien Empfang können Sie aber nur erreichen, wenn Sie gleichzeitig eine entsprechend leistungsfähige Endröhre verwenden. Wählen Sie eine der Telefunken-Hochleistungs-Endröhren, entweder die Triode AD 1 (15 Watt) oder eine der Pentoden AL 4 (9 Watt), AL 5 (18 Watt) bzw. CL 4 (9 Watt).

Telefunken unterstützt Sie gern mit technischer Beratung und entsprechenden Unterlagen für die Sie interessierenden Röhren. Anzufordern bei:

TELEFUNKEN Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30

Kurzwellenteknik

Ein Leitfaden für den Amateur

Herausgegeben vom
DASD

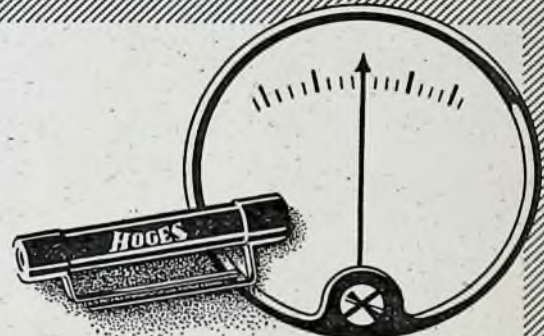
(Deutscher Sende- und Empfangsdienst)

Allen denen, die sich für die Kurzwellen interessieren, soll das vorliegende Buch dienen, sowohl dem Anfänger, der sich über die Grundlagen unterrichten will, wie auch dem Fortgeschrittenen, der irgendwelche Einzelheiten beantwortet haben möchte.

Ausgehend von den physikalischen Grundlagen, die ein jeder Amateur beherrschen muß, um die Wirkungsweise seiner Apparate zu verstehen, wird die Einrichtung einer Kurzwellensende- und Empfangsstation behandelt und eine Anleitung für den Betrieb einer solchen Station gegeben.

2., verbesserte Auflage, 1935, 384 Seiten mit 346 Abb., in Ganzleinen RM 11,50

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
BERLIN SW68



**Präzision
Qualität u.
Sicherheit!**

HOGES

**WIDERSTÄNDE
»C« KONDENSATOREN**

verlustfrei und raumsparend

HOCHOHM GMBH · BERLIN-ADLERSHOF



KLISCHEE

Ein Symbol,
langjährig erprobter
Leistungsfähigkeit
auf dem Gebiete der
Chemigraphie und
Galvanoplastik.



CARL SCHÜTTE & C. BEHLING

BERLIN SW. 68. RITTER-STR. 46/47

FERNSPRECHER: A7. 0155/0156

Alle Abbildungen in diesem Heft, die keinen Urhebervermerk tragen, wurden nach Angaben der Schriftleitung hergestellt

Verantwortlicher Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für „CQ“: Rolf Wigand, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 35, Kirchbachstr. 7. — DA II. Vj. 1937 = 8206. — Gültige Preisliste Nr. 2 vom 1. September 1935. Druck: Preussische Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin. — Sendungen an die Schriftleitung, ohne persönliche Anschrift, nur nach Berlin SW 68, Zimmerstr. 94, Fernruf: 12 30 56. — Verlag: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. — Postscheckkonto: Berlin 893 78. Sonderkonto „Funk“. — Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung. — Bei Ausfall in der Lieferung wegen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz oder Rückzahlung. — Nachdruck sämtlicher Artikel verboten

Nr. 211. Isolierstoffe I
Nr. 212. Isolierstoffe II

Nr. 205. Fünfpol-Endröhre
Nr. 206. Leuchtstrichm.-Kath.

Ein technisches K...
f...
h...
K...
f...
h...
K...

Nr. 187. Verstärkeröhren
Nr. 188. Eisenwiderstände

Nr. 181. Stromregelröhren
Nr. 182. Widerstandsdröhren

Siehe auch Karte Nr. 10, 215 und 216

Typ	Gleichrichterröhre		Transformator-Daten						Bemerkungen
	Telefunken und Valvo	Hoges	Anoden-Wechsel- spannung Volt	max. Anoden- strom mA	Heizwicklung für Empfängerröhren.		Abmessungen mm	Gewicht kg	
					Volt	Amp.			
Görler									
N 105	2004	VG 3016	2×300	100	4	6	88×85×105	3,1	
N 106	564	EG 5003	500	30	4	3,5	88×65×105	2,0	
N 107	1064	VG 5006	2×500	60	4	5	88×85×105	3,0	
N 110	1304	—	500	100	4	6	88×85×105	3,1	
Ne 118	1064	VG 5006	2×335	60	4	5	88×70×105	2,4	
Siemens & Halsko									
183 272	CY 1, CY 2	—	260, 250	80, 100	—	—	54×68×68	0,8	Spartransformat.
183 256	354	EG 2403	250	25	4	3	53×66×90	0,85	
183 257	AZ 1	VG 5007	2×300	50	4	3	63×72×84	1,28	
183 258	AZ 1	VG 5007	2×300	75	4	4	65×96×94	1,02	
183 259	2004	VG 3016	2×300 (2×200)	100	4	5,5	70×106×115	2,77	
183 260	2004	VG 3016	2×340	150	4+4+4	0,8+0,8+3	87×106×115	3,88	

Karte Nr. 217. 1. X. 1937

Drosselspulen für Netzgeräte

Drosseln

Ergänzung für Karte Nr. 41, 219 und 220

Typ	Höchster Gleichstrom mA ¹⁾	Gleichstrom- widerstand Ω ¹⁾	Selbstinduktion in Henry bei Belastung mit mA					Abmessungen mm	Gewicht kg	Bemerkungen
			30	50	75	100	200			
Budich:										
DA 1	90	230	—	—	—	—	—	78×35×52	0,28	Ausgangsdrossel
DK 1	20	6000	—	—	—	—	—	78×35×52	0,30	Anodendrossel für SG-Audion
K 4	20	5500	—	—	—	—	—	78×35×52	0,3	Ausgangsdrossel mit Anzapfungen
DK 170	40	4500	—	—	—	—	—	82×72×85	0,91	Anodendrossel für SG-Audion und Kipprelais
D 9	150 (300)	300 (75)	40	25	17	14	10 ²⁾	98×75×100	1,95	Heiz- u. Anodenstr.
D 409	150 (300)	300 (75)	—	—	—	—	—	98×75×100	1,56	desgl.
D 14	600 (1200)	30 (7,5)	—	—	—	—	—	100×70×100	1,87	Sonder-Heizdrossel
D 17	1000 (2000)	13 (3,5)	—	—	—	—	—	100×70×100	1,95	f. Oxydgleichrichter
D 12	300 (600)	200 (50)	60	40	26	24	17 ³⁾	125×110×110	3,45	für Heiz- und Anodenstrom (puls. Gleichstrom)
Siemens:										
183 264	2	12000	300 Henry bei 1 mA					43×65×58	0,42	Anodendrossel für SG-Audion
183 261	30	850	26	—	—	—	—	43×65×58	0,42	Anodenstromdross.
183 262	60	400	—	25	—	—	—	50×73×67	0,82	desgl.
183 263	100	185	—	—	—	14	—	64×80×84	1,29	desgl.

¹⁾ Die eingeklammerten Werte gelten für Parallelschaltung der Windungen. ²⁾ Bei 300 mA = 10 Hy. ³⁾ Bei 300 mA = 16 Hy.

Karte Nr. 218. 1. X. 1937

Drosselspulen für Netzgeräte

Drosseln

Ergänzung für Karte Nr. 41, 218 und 220

Typ	Höchster Gleichstrom mA	Gleichstrom- widerstand Ω	Selbstinduktion in Henry bei den angegebenen Gleichstromwerten in mA								Abmessungen mm	Gewicht kg
			mA		Hy		mA		Hy			
Görler:												
D 2	50	1050	20	31	25	30	35	29	50	27	56×54×81	0,65
D 3	50	2×555	20	31	25	30	35	29	50	27	56×54×81	0,65
D 4	1000	5	200	0,3	500	0,28	750	0,27	1000	0,27	95×78×88	1,8
D 5	125	380	30	30	60	26	90	22	125	17	95×68×88	1,45
D 6	200	190	60	14,5	100	12,5	150	9	200	5,5	95×78×88	1,75
D 7	150	2×160	40	17,6	75	17	110	15,5	150	12,5	95×78×88	1,7
D 9	350	2×40	100	7,5	175	7	260	5,5	350	4	121×85×103	2,9
D 12	500	2×40	100	12,5	250	11,5	375	9,5	500	7	140×118×129	6,7
D 13	90	400	20	17	45	14,5	70	13,5	90	12,5	56×54×81	0,7
D 14	200	120	60	8	100	6,8	150	6	200	5	75×64×83	1,18
D 15	280	2×75	75	15,5	150	15	200	15	280	15	121×95×103	3,5
D 16	450	40	100	3	200	2,8	300	2,5	450	2	95×78×88	1,8
D 18	1500	1,5	400	0,14	750	0,12	1100	0,11	1500	0,075	75×64×83	1,26
D 20	20	1500	—	—	10	37,5	15	33,5	20	30	50×30×60	0,3

Karte Nr. 219. 1. X. 1937

Die 30 neuesten Rundfunkschaltungen für 1938

30 moderne Schaltungen für den Bastler.
Zusammengestellt auf Grund der neuesten
Erfahrungen und eingehender Versuche
mit den neuesten Röhren.

Von Ing. R. J. Wittwer RM 1,80

Die Gemeinschaftsantenne

Ein Führer für den Rundfunkfreund und
-Händler.

Von Ing. R. J. Wittwer RM 1,—

Fordern Sie kostenloses Prospektmaterial
über weitere Neuerscheinungen.

Fachbuchhandlung für Rundfunkliteratur

Reher G.m.b.H., Berlin W8, Jägerstr.59/60

Wir drucken

sämtliche für Industrie und Handel
vorkommenden Druckerarbeiten in
Ein- und Mehrfarben, illustrierte
Kataloge, Zeitschriften, Formulare,
Prospekte, Statistiken in jeder Form,

speziell auch

für die Rundfunkindustrie

BUCHKUNST

GRAPHISCHE WERKSTÄTTEN GMBH

BERLIN SO 36

KÖPENICKER STRASSE 178-179

Bei Bedarf bitten wir anzufragen unter
Fernruf: 68 22 44 oder 68 22 45



Klein-Torpedo mit Segmentumschaltung



Die bevorzugte

Klein-Schreibmaschine

Verlangen Sie die illustrierte Druckschrift Nr. 299

Generalvertreter

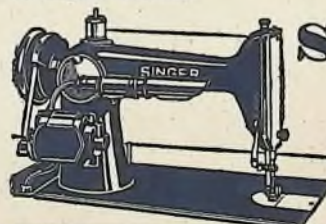
Gebr. Weinitschke

Berlin SW 19, Spittelmarkt 1-2. Anruf: 165611

Seine Träume von Schönheit



kennt sie genau und verwirklicht sie
zu ihrer beider Glück mit ihren ent-
sückenden Kleidern. Er merkt es kaum,
wie die Wunder entstehen, so flink und
so billig näht alles ihre



SINGER

SINGER NÄHMASCHINEN AKTIENGESellschaft

BERLIN W 8 • KRONENSTRASSE 22