

FUNK



Einzelpreis 50 Pfennig

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG · BERLIN

15. Januar 1938

Heft 2

INHALT

Dr.-Ing. F. BERGTOLD, Grundsätzliches über die Kennlinien regelbarer Röhren	29	Patentschau	48
K. KÖNIG, Dreikreis-Fünfröhren-Batterie-Empfänger mit Gegentakt-Endstufe	31	FUNK-WERSTATT-PRAXIS	
H. BOUCKE, Eine Sechspolröhre mit besonders gerader Kennlinie	34	KRONHAGEL, Über das Abgleichen von Überlagerungsempfängern	49
H.-J. WILHELMY, Der Betrieb von Meßgeräten am Gleichstromnetz	37	Die Wirkung des Klangverteilers	51
A. EHRISMANN, Die Skalenbeleuchtung bei 55-Volt-Röhren	39	E. SCHWANDT, Der Wechselrichter in der Rundfunkwerkstatt	52
W. W. DIEFENBACH, Die Funkeinrichtungen der „Queen Mary“	41	Die Universal-Meßbrücke mit Anzeigeröhre	54
Dipl.-Ing. MIRAM, Ferngeschaltete Verstärkeranlagen	43	Werkzeuge und Hilfsmittel	56
R. WILKE, Der Widerstand von Leitern bei Kurzwellen	45	FW-Ratschläge	56
Ing. O. L. IMANN, Programmskalen für Rundfunkempfänger	47	HJ.-FUNK	
		Anbau eines Rundfunkteils an Kraftverstärker	57
		Aus der Schaltungstechnik	58
		Einfache Raste für beliebige Drehkondensatoren in Kurzwellenempfängern	60

Elektromonteur

25 Jahre, seit etwa 11/2 Jahren im Radiofach tätig, sucht eine Stelle, wo Gelegenheit geboten wird, sich auf Reparaturen zu spezialisieren.

Angebote erbeten unter Nr. 1015 an die Anzeigen-Abteilung des Funk.

Der Sammler des WdW.



Recht im Dienst für Dich, denn es ist ein Bindemittel der Gemeinschaft. Nur durch diese Gemeinschaft lebst auch Du!



Radiowecker

schaltet Ihr Radio automatisch ein und aus. Für jedermann unentbehrlich. Verlangen Sie sofort gegen Einsendung von RM 2,85 (Briefmarken) Zusendung. Prospekt gratis.

Werner Russack
Berlin C 2, Klosterstraße 65 — 67/31

Bastler kaufen Jahre-Blocks

Elektrolyt-Kondensatoren
Glimmer-Kondensatoren
Mikroblocks / Anodensummer
Gleichstrom-Transformatoren
Illustrierter Gesamtkatalog kostenlos

Richard Jahre Spezialfabrik für Kondensatoren Berlin SO 16 Abt. Rundfunk

Der fortschrittliche Bastler

benutzt zum Abspielen seiner Schallplatten die hochwertigen

Grawor „Kristall-Tonabnehmer“



„Luxus-Kristall“-Tonabnehmer RM 48,—



Phono-Chassis „Kristall-Meißerklang“ Wechselstrom RM 79,—
RM Strom . . RM 90,—

Unerreichte Klangfülle	Geringer Nadeldruck
Überraschende Dynamik	Normale Stahlnadeln
Größte Lautstärke	Drehbarer Dosenkopf
Bequeme Regulierung	Künstliche Formgebung

Bitte verlangen Sie den Grawor Spezial-Tonabnehmerprospekt

Grawor-Radio / Berlin SW 68



Allei-Morsetaste

mit neuen, wertvollen Ergänzungsteilen:

Nr. 76: Allei-Morsetaste mit erhöhtem oder vertieftem Knopf	RM 5,80
Nr. 74 S: Allei-Morsetaste mit Zuleitungsstecker und Stecker	RM 7,80
Nr. 76 E: Eisengrundplatte zur Allei-Morsetaste, 1/2 kg schwer, verhindert unbedingt das Wegrutschen der Taste	RM 2,—
Nr. 76 P: Allei-Staubschuttkappe zur Morsetaste	RM —,70

Verlangen Sie den interessanten Neuheiten-Prospekt mit vielen Abbildungen, kostenlos gegen 5 Rpf Portovergütung!

Allei-Bastelbuch 3 über Kurzwellengeräte, mit Morselehrgang, Preis nur	RM —,25
Allei-Bastelbuch 9 über Kurzwellen-Vorsätze ist schon erschienen, Preis	RM —,25

A. Lindner Werkstätten für Feinmechanik

Machern 3 / Bezirk Leipzig Postcheckkonto: Leipzig 204 42

Sämtliche Einzelteile

die in den Baubeschreibungen des „Funk“ erwähnt werden, halten wir stets am Lager

Walter Arlt & Co.
Radio-Handel
Berlin-Charlottenburg
Berliner Straße 48

Arlts großer Hauptkatalog ist da! Fordern Sie ihn sofort gegen Einsendung von 65 Rpf in Briefmarken an. Schlagerliste S 8 mit 1000 Gelegenheiten gratis!

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

Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit

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

FUNK

DIE ZEITSCHRIFT DES FUNKWESENS

SCHRIFTFÜHRUNG: LOTHAR BAND

WEIDMANNSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG / BERLIN SW 68

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

15. JANUAR 1938

HEFT 2

Grundsätzliches über die Kennlinien regelbarer Röhren

Von Dr.-Ing. F. BERGTOLD

Die Innenwiderstände der regelbaren Röhren haben für die in der Praxis benutzten Ausführungsformen — gegenüber den mit ihnen zusammen arbeitenden Anodenwiderständen — sehr hohe Werte. Daraus folgt, daß man bei diesen Röhren die Steilheit als Maß für die Verstärkung verwenden darf. Und hiermit wiederum ergibt sich, daß es günstig ist, für die regelbaren Röhren nicht die Anodenstrom-Anodenspannungsbilder, sondern die Anodenstrom-Gitterspannungsbilder oder die Steilheit-Gitterspannungsbilder zu verwenden. Wir beschränken uns hier auf die Anodenstrom-Gitterspannungsbilder.

Ursprünglich hat man diese Bilder sowohl für den Anodenstrom als auch für die Gitterspannung mit linearen Teilungen versehen. Da aber der Kennlinienverlauf bei einer solchen Darstellung (Abb. 1) für hohe negative Gitterspannungen kaum zu erkennen ist und nahezu mit der waagerechten Achse zusammenfällt, ging man dazu über, den Anodenstrom in einem logarithmischen Maßstab aufzutragen (Abb. 2). Für die Gitterspannung, die einen weit geringeren Zahlenbereich beansprucht, behielt man den linearen Maßstab bei.

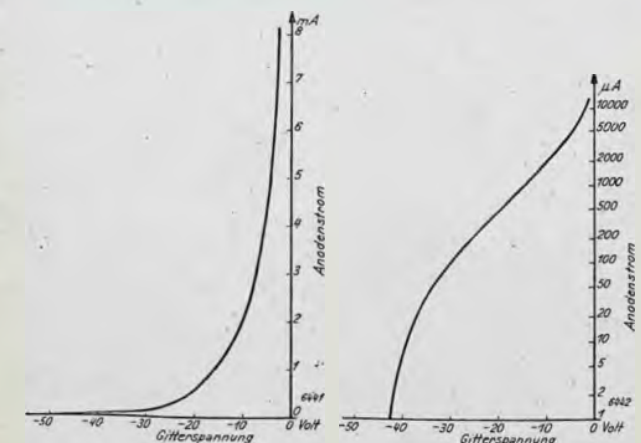


Abb. 1. Anodenstrom-Gitterspannungskennlinie der regelbaren Röhre AF 3, mit linearem Maßstab dargestellt

Abb. 2. Anodenstrom-Gitterspannungskennlinie der Röhre AF 3 mit linearem Gitterspannungsmaßstab und logarithmischem Strom-Maßstab

An sich ist die Wahl solcher Maßstäbe durchaus in Ordnung: Der logarithmische Maßstab ermöglicht es, den Kennlinienverlauf bis hinunter zu den kleinsten Anodenströmen bequem zu verfolgen (Abb. 2). Nicht in Ordnung aber ist es, auf diese willkürlich gewählten Maßstäbe mathematische Betrachtungen zu gründen. Damit steht es so:

Man fand, daß die Kennlinie bei logarithmischem Maßstab für den Anodenstrom und linearem Maßstab für die Gitterspannung wenigstens stückweise nahezu geradlinig verläuft. Ein solch geradliniger Verlauf aber läßt sich durch folgende einfache Beziehung zum Ausdruck bringen:

$$I_a = I_{a0} \cdot e^{\frac{U_g}{U_T}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

oder in Worten:

Jeweiliger Anodenstrom = $I_{a0} \cdot e^{\frac{\text{jeweilige Gitterspannung}}{\text{fester Spannungswert}}}$
Anodenstrom für Gitterspannung 0 $\times e^{\frac{\text{jeweilige Gitterspannung}}{\text{fester Spannungswert}}}$
worin e die Basis der natürlichen Logarithmen — d. h. die Zahl 2,718 . . . — bedeutet.

Seltsamerweise hat man behauptet, die ursprünglich für die Regelröhre benutzte Bezeichnung „Exponentialröhre“ gründe sich auf diese Exponentialbeziehung. Ja man ging sogar noch einen Schritt weiter und stellte fest, diese Beziehung sei das, was man im Hinblick auf eine besonders günstig regelbare Röhre verlangen müsse. Dabei kam man allerdings darauf, daß doch wohl der ursprünglich feste Spannungswert E_T nicht festgehalten werden dürfe, sondern daß eine Zunahme dieses Wertes mit wachsender negativer Gitterspannung — d. h. mit wachsender E_g — erwünscht sei.

In meinem Röhrenbuch (Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin) und vorher schon in einem Aufsatz („Funkschau“, 1932, S. 63) habe ich darauf hingewiesen, daß die ideale Regelkennlinie wohl durch eine Exponentialfunktion darstellbar ist, daß aber die Rollen der Gitterspannung und des Anodenstromes hierbei gegenüber der sonst üblichen Ausdrucksweise zu vertauschen seien, was folgende Beziehung ergibt:

$$U_g = U_{g0} \cdot e^{-\frac{I_a}{I_T}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

oder in Worten:

Jeweilige Gitterspannung = $U_{g0} \cdot e^{-\frac{\text{jeweiliger Anodenstrom}}{\text{fester Stromwert}}}$
Gitterspannung für Anodenstrom 0 $\times e^{-\frac{\text{jeweiliger Anodenstrom}}{\text{fester Stromwert}}}$

Obwohl meine diesbezüglichen Veröffentlichungen sogar ohne mathematische Vorkenntnisse und ohne jede Schwierigkeit verständlich sind, hat man vielfach daran festgehalten, die Beziehung (1) als grundlegend für die Betrachtung der Regelbarkeit anzusehen (siehe z. B. K. WILHELM, Telefunkenröhre, 1934, Heft 2) und hat mir aus dieser unzutreffenden Anschauung heraus vorgeworfen, meine Auffassung von der idealen Regelkennlinie sei falsch (ETZ, 1936, S. 878, und hierzu als Richtige S. 1104 sowie S. 1523).

Die Forderung,

die man an die Regelkennlinie zu stellen hat

Die Regelkennlinie soll so verlaufen, daß die für einfache Regelröhren unvermeidliche Kennlinienkrümmung in sämtlichen in Betracht kommenden Betriebsfällen von grundsätzlich gleichem Einfluß ist. Das trifft zu für eine Kennlinie nach (2) — siehe Abb. 3 —, wenn die Gittervorspannung, wie das der Praxis entspricht, in die steuernde Gitterwechselspannung angepaßt wird:

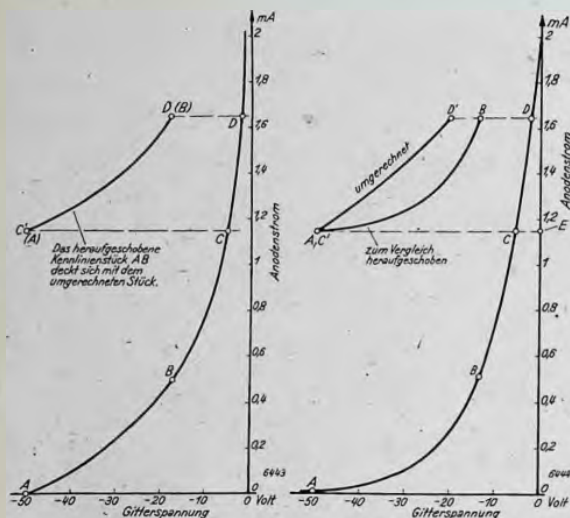


Abb. 3. Kennlinie nach Beziehung (2), mit linearen Maßstäben dargestellt. Das Stück C'D' ist das auf gleiche Gitterspannungslängen wie AB umgerechnete Stück CD

Abb. 4. Kennlinie nach Beziehung (1), mit linearen Maßstäben dargestellt. C'D' ist dadurch erhalten, daß man die zum Stück CD gehörigen waagerechten Abstände von der senkrechten Achse mit (AO:CE) vervielfacht

Wir verlangen von der Regelstufe, daß der Anodenwechselstrom für beliebige Werte der Gitterwechselspannung — bei Wahl einer diesen Werten jeweils angepaßten Vorspannung — ungefähr gleich bleibt. Die Krümmung muß demgemäß beispielsweise für das in Abb. 3 mit AB bezeichnete Kennlinienstück denselben Einfluß haben, wie für das mit CD bezeichnete Stück. Mit anderen Worten: Wenn wir das Stück CD auf den für AB geltenden Gitterspannungsbereich umrechnen, soll das neue, so erhaltene Kennlinienstück genau denselben Verlauf zeigen wie das Kennlinienstück AB. Das trifft für die in Abb. 3 dargestellte Beziehung (2) zu. Für eine Kennlinie nach (1) erhalten wir hingegen keine Übereinstimmung der auf gleiche Gitterspannungen umgerechneten Kennlinienstücke (Abb. 4).

Die an die Regelkennlinie zu stellende Forderung — gleicher Krümmungseinfluß für sämtliche Betriebsfälle — wird demnach durch (2) erfüllt, nicht aber durch (1).

Merkwürdig ist, daß man den Ausdruck „Exponentialröhre“ heute sogar mit der Beziehung (1) in Zusammenhang zu bringen sucht (STRUTT, Moderne Mehrgitterröhren, S. 16). Merkwürdig ist aber auch, daß man dort, wo der Sinn der Exponentialröhre richtig erkannt wird, den Ausdruck Exponentialröhre deshalb ablehnt, weil man

die Beziehung (2) statt als Exponentialgleichung als Logarithmengleichung anschreibt (W. KLEEN, Telefunkenröhre, 1934, Heft 2, S. 63 und 64):

$$\ln U_g = \ln U_{g0} - \frac{I_a}{I_r}$$

Andere Ansichten

Die der Beziehung (2) entsprechende Exponentialkennlinie ergibt unter der Voraussetzung, daß man jeweils eine der Gitterwechselspannung entsprechende Gittervorspannung verwendet, für jeden Betriebsfall die gleiche Verzerrung. Trägt man die Kennlinie mit linearem Gitterspannungsmaßstab und logarithmischem Anodenstrommaßstab auf, so erhält man eine Kennlinie mit einem Wendepunkt (Abb. 5). Diese ähnelt den Kennlinien, die wir bei gleicher Wahl der Maßstäbe für unsere heutigen Regelröhren erhalten (Abb. 2).

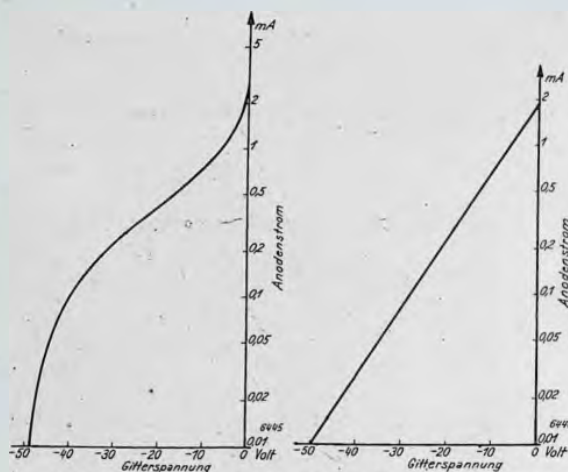


Abb. 5. Die der Abb. 3 entsprechende Kennlinie mit logarithmischem Strom-Maßstab

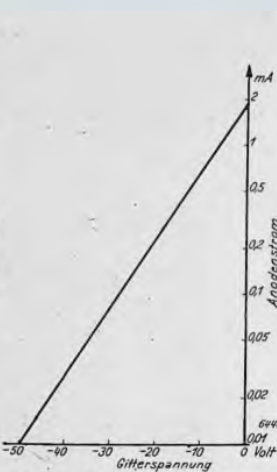


Abb. 6. Eine der Beziehung (1) entsprechende Kennlinie bei linearem Gitterspannungs-Maßstab und logarithmischem Anodenstrom-Maßstab

Auf Grund der weiter oben genannten Arbeit von K. WILHELM könnte man aber offenbar dazu kommen, Kennlinien anzustreben, die für eine den Abb. 2 und 5 entsprechende Wahl der Maßstäbe geradlinig verlaufen. Auch STRUTT weist in seinem Buch auf S. 17 darauf hin, daß eine Kennlinie nach Abb. 6 über ihren ganzen Bereich eine gleichmäßige Verzerrung aufweise. Die Verzerrung, die zu einer Kennlinie nach Abb. 2 gehört, wäre

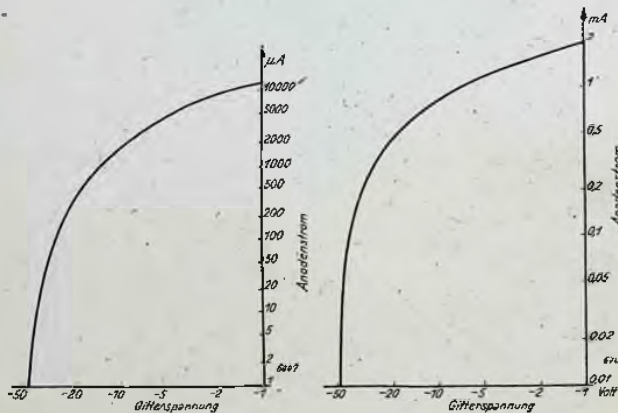


Abb. 7. Der Abb. 2 entsprechende Kennlinie mit logarithmischen Maßstäben sowohl für den Anodenstrom als auch für die Gitterspannung

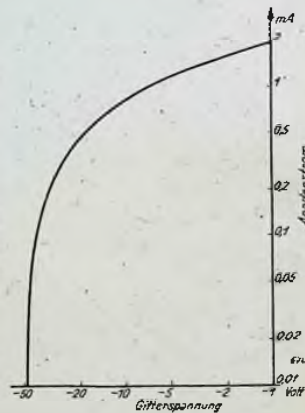


Abb. 8. Der Abb. 3 entsprechende Kennlinie mit logarithmischen Maßstäben für Gitterspannung und Anodenstrom

nach STRUTT für Gittervorspannungen von etwa 20 V am geringsten und sowohl für kleinere Gitterspannungen wie auch für höhere Gitterspannungen bedeutend größer.

Ein der Kennlinie von Abb. 4 entsprechender Zusammenhang kann selbstverständlich über den ganzen Arbeitsbereich gleiche Verzerrungen zur Folge haben. Das aber hat folgendes zur Voraussetzung: Der Wert des Anodenruhestromes müßte dem Wert des Anodenwechselstromes verhältnismäßig sein. Diese Voraussetzung ist in der Praxis kaum gegeben. Die Regelröhre soll nämlich derart arbeiten, daß ihr Anodenwechselstrom für sehr stark verschiedene Werte der Gitterwechselspannung einigermmaßen gleich bleibt. Es handelt sich also nicht darum, den Einfluß der Kennlinie in Abhängigkeit von dem Anodenwechselstrom und dem zugehörigen Anodenruhestrom, sondern vielmehr in Abhängigkeit von der Gitterwechselspannung und der zugehörigen Gittervorspannung zu untersuchen.

Es ist aber auch nicht schön, die Kennlinien regelbarer Röhren durch den in der Beziehung (1) enthaltenen Wert U_T zu kennzeichnen. Richtiger wäre es, hierfür den

in der Beziehung (2) enthaltenen Wert I_T zu verwenden. Noch günstiger aber ist es, in jedem Fall die Kennlinie selbst sprechen zu lassen.

Eine andere Darstellungsart?

Obwohl sich für logarithmischen Strommaßstab und linearen Gitterspannungsmaßstab im Grunde keine geradlinigen Kennlinien ergeben sollten, kann man die Maßstäbe — wie schon bemerkt — in dieser Form doch beibehalten, da man ja bei den regelbaren Röhren den Anodenstrom über mehrere Zehnerpotenzen verfolgen muß. Vielleicht aber wäre es günstig, nicht nur den Strom, sondern auch die Gitterspannung in einem logarithmischen Maßstab aufzutragen. Immerhin reicht ja auch der Gitterspannungsbereich, der praktisch ausgenutzt werden soll, über ungefähr eine Zehnerpotenz. Außerdem wäre — bei ebenfalls logarithmischem Maßstab der Gitterspannung — eine erwünschte Einheitlichkeit der Darstellung erzielt. Abb. 7 und 8 zeigen Beispiele für derart aufgetragene Kennlinien.

Zeichnungen vom Verfasser

Dreikreis-Fünfröhren-Batterie-Empfänger mit Gegentakt-Endstufe

Von K. KÖNIG

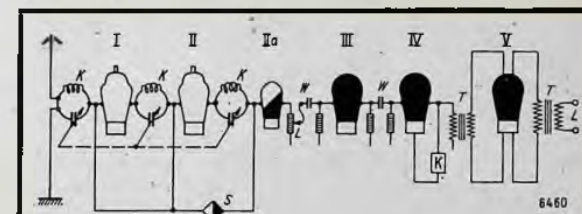
Das vielseitige Interesse, das dem in Heft 3 des „Funk“ 1937 beschriebenen Batterie-Überlagerungsempfänger entgegengebracht wurde, war die Veranlassung dafür, einen weiteren hochwertigen Batterieempfänger in Geradeauschaltung aufzubauen, der nachstehend beschrieben wird. Durch das Vorhandensein von drei Abstimmkreisen und durch die induktive Kopplung der Hochfrequenzkreise hat das Gerät eine große Trennschärfe; es verfügt infolge der zwei Hochfrequenzstufen über eine ausgezeichnete Fernempfangsleistung. Die Wiedergabe ist dank der Hochfrequenzgleichrichtung durch eine Zweipolröhre und der Gegentaktendstufe vorzüglich. Die Störanfälligkeit ist infolge des Batteriebetriebes sehr gering, die Bedienung durch die vollkommene Einknopfabstimmung äußerst einfach. Schaltungstechnisch und bezüglich der erforderlichen Maßnahmen bei der ersten Inbetriebnahme ist der Nachbau leichter als der des oben erwähnten Überlagerungsempfängers; Voraussetzung ist nur, daß einwandfreie, hochwertige Spulen und ein genau abgeglicher Dreifach-Abstimmkondensator benutzt werden. Verwendet man, wie das hier geschehen ist, Hochfrequenztransformatoren, die hinsichtlich der Selbstinduktion genau aufeinander abgeglichen geliefert werden, so können Schwierigkeiten im Nachbau eigentlich gar nicht auftreten, da die Schaltung des Hochfrequenzteils an sich recht einfach ist. Außerdem ist das Gerät in der Herstellung auch noch preiswerter als der Überlagerungsempfänger, da der hier benutzte Spulensatz um gut ein Drittel billiger ist als der des ersteren.

Betrachten wir nun die Schaltung (Abb. 1) im einzelnen. Im Eingang befindet sich ein sogenannter „Antennenwähler“ AL, eine Eisenkernspule mit mehreren Anzapfungen, die durch einen eingebauten Rastenschalter abgegriffen werden können, um dadurch die Selbstinduktion zu verändern. Dadurch wird es möglich, die Antenne jeweils auf die zu empfangende Welle abzustimmen und damit die von der Antenne aufgenommene Energie bestens auszunutzen. So wird gegenüber der üblichen Eingangsschaltung eine größere Lautstärke erzielt und in vielen Fällen auch noch eine Erhöhung der Trennschärfe.

Die Antennenzuführung (A_1) wird mit dem Anschluß A_1 des Antennenwählers, der zum Rastenschalter führt, verbunden. Der Anschluß A_2 bleibt frei; A_3 führt zur Antennenbuchse des Eingangstransformators, hier über die Schaltbuchse SB. Wird der Antennenstecker A_2 in die Schaltbuchse SB eingesteckt, so wird der Antennenwähler selbsttätig abgeschaltet, so daß man ohne diesen empfängt. Der Eingangs-Hochfrequenz-Transformator

unterscheidet sich von den beiden anderen durch die hochinduktive Antennenkopplungsspule 3...5; durch sie wird eine über den ganzen Wellenbereich gleichmäßige Verstärkung erzielt. Statt der induktiven Kopplung zwischen der ersten und zweiten Hochfrequenz-Stufe und dieser und der Gleichrichterstufe könnte man auch die Drossel-Kondensator-Kopplung verwenden. Dadurch würde wohl die Lautstärke erhöht, aber die Trennschärfe verringert. Da die Lautstärke aber auch bei der hier angegebenen induktiven Kopplung schon mehr als reichlich groß ist, ziehen wir diese der Drossel-Kondensator-Kopplung vor, um so mehr, als wir mit Rücksicht auf die gute Wiedergabe auf eine Möglichkeit der Trennschärfesteigerung durch die Rückkopplung verzichten.

In beiden Hochfrequenzstufen werden Fünfpol-Regelröhren benutzt, die beide für den selbsttätigen Schwundausgleich herangezogen werden, so daß diese sehr wirksam wird. Die Regelspannung gelangt jeweils über eine Siebkette ($R_1 \dots C_1$ bzw. $R_2 \dots C_2$) und über die Gitterkreisspule 4...1 an das Steuergitter der Regelröhren.



3 Kreise / 5+1 Röhre / Geradeaus Batteriebetrieb

Röhrenbestückung:
I KF 3 II Ia III KB 2 IV KC 1 V KDD 1

Stromquellen:
2-Volt-Heizbatterie; 120-Volt-Anodenbatterie

Stromverbrauch:
rd. 0,7 Amp. Heizstrom; rd. 11 mA Anodenstrom

Sondereigenschaften:

Antennenwähler im Eingang / Schwundausgleich auf zwei Röhren / Zweipol-Gleichrichtung / Niederfrequenzteil mit Treibröhre und Gegentakt-Endstufe in B-Schaltung / Tonabnehmer-Anschluß vor der dritten Röhre / Doppelseitiger Klangfarbenregler / Milliampere-Meter als Abstimmungsanzeiger

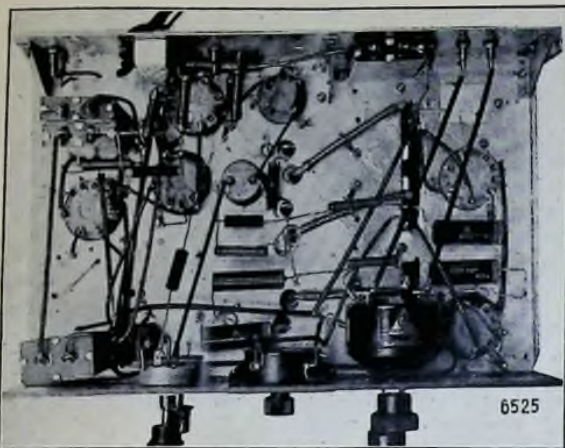


Abb. 5. Unterseite des fertigen Gerätes

ein Durchscheuern der Schnurisolierung und damit Kurzschlüsse zu befürchten sind. An der Vorderseite befinden sich an der Frontplatte der Lautstärkenregler R_4 mit dem zweipoligen Ausschalter S , das Abstimmometer M und der Antennenregler AL . Bei der Verdrahtung wird zweckmäßig mit der Heizleitung begonnen; die Plus-Heizleitung wird, gut isoliert, unmittelbar der Unterseite des Zwischenbodens anliegend verlegt. Alle Widerstände und Rollkondensatoren hängen in der Verdrahtung; im übrigen dürfte alles aus den Abbildungen ersichtlich sein. Bei der vorhandenen Einbautiefe von 7 cm und den verhältnismäßig wenigen Einzelteilen an der Unterseite machen die ordnungsmäßige Unterbringung und eine einwandfreie Leitungsführung keine Schwierigkeiten. Abb. 5 zeigt das fertige Gerät von unten, nur die erst später eingebaute Schaltbuchse SB fehlt hier noch. Als Skala für den Abstimmkondensator $C_4 \dots C_6$ wurde eine „Anbauskala“ benutzt, bei der kein Ausschnitt in der Frontplatte erforderlich ist; sie wird lediglich mit einigen Schrauben befestigt.

Bei der ersten Inbetriebnahme wird in der üblichen Weise die Abgleichung der drei Abstimmkreise durch Ändern der Trimmerstellung von $C_4 \dots C_6$ vorgenommen. Zweckmäßig geschieht dies am Tage bei einem schwach einfallenden Sender; hierbei sowie bei der späteren Einstellung der Sender leistet das Abstimmometer, wie in der Arbeit über den Batterie-Superhet gezeigt, gute Dienste.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Eine Sechspolröhre mit besonders gerader Kennlinie Von H. BOUCKE

Nachdem in der Empfangstechnik hinsichtlich Empfindlichkeit, Trennschärfe, Störfreiheit, Schwundausgleich u. a. mehr die bei den heutigen Sende- und Empfangsverhältnissen naturgemäß gegebenen Grenzen fast erreicht sind, hat sich das Interesse vor allem auf die Erzielung hoher Klanggüte gerichtet. Hier wiederum spielen die Verfahren eine große Rolle, die Krümmungen der Röhrenkennlinien durch Gegenkopplungen und Rückkopplungen der verschiedensten Art auszugleichen, um die sich daraus ergebenden Verzerrungen zu beseitigen oder zu vermindern. Aussichtsreich scheint der neuerdings beschrittene Weg zu sein, die Linearisierung der Röhrenkennlinie durch einen besonderen konstruktiven Aufbau der Elektroden in der Röhre selbst zu erreichen. Die erste Röhre dieser Art, der hoffentlich bald andere nachfolgen werden, ist die für kommerzielle Zwecke¹⁾ entwickelte Hoch-

¹⁾ Auf Anfrage teilte Telefunken mit, daß die Röhre sich zwar nicht im freien Handel befindet, jedoch von daran interessierten Lesern unmittelbar angefordert werden kann.

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. 1	Größe
1	1	Antennenwähler	AL	F 116
2	1	Hochfrequenztransformator	HT ₁	F 160
3	2	desgl.	HT ₂ , HT ₃	F 161
4	1	Hochfrequenzdrossel	HF	F 21
5	1	Klangreglerdrossel	KD	F 119
6	1	Dreifach-Drehkondensator	C ₁ , C ₂ , C ₃	3 × 500 cm
7	1	Feinstellskala zu 6		
8	3	Rollblocks, induktionsfrei	C ₁ , C ₂ , C ₃	0,1 μF
9	2	desgl.	C ₈ , C ₉	100 cm
10	2	desgl.	C ₁₀ , C ₁₁	5 000 cm
11	1	desgl.	C ₁₂	50 000 cm
12	1	desgl.	C ₁₃	10 000 cm
13	1	desgl.	C ₁₄	30 000 cm
14	4	Becherkondensatoren	C ₁₁ , C ₁₂ , C ₁₃ , C ₁₄	1 μF
15	1	desgl.	C ₁₅	2 μF
16	4	Hochohmwidestände 0,5 Watt	R ₁ , R ₂ , R ₃ , R ₄	0,5 MΩ
17	3	desgl.	R ₅ , R ₇ , R ₉	0,2 MΩ
18	1	desgl.	R ₆	2 MΩ
19	1	desgl.	R ₁₂	1 MΩ
20	1	desgl.	R ₁₁	2000 Ω
21	1	Drehspannungsteiler log. m. doppel. Ausschalter	R ₈	0,5 MΩ
22	1	Klangregler	R ₁₂	2 × 0,1 MΩ
23	1	Treibertransformator	BT	P 250
24	1	Ausgangstransformator	AT	P 251
25	1	Abstimmometer 3 mA mit Fenster	M	
26	5	achtpolige Röhrenfassungen, Calit		
27	1	fünfpolige Röhrenfassung, Calit		
28	1	frequentit-isolierter Abschirmschlauch		
29	2	Gitterkappen		
30	4	isolierte Buchsen		4 mm
31	2	nicht isolierte Buchsen		4 mm
32	1	Schaltheuchse	SB	
33	1	Aluminiumplatte		370 × 240 × 1,5 mm
34	1	Aluminiumleiste		340 × 70 × 1,5 mm
35	1	Hartpapier-Frontplatte		340 × 250 × 3 mm
36	2	Fünfpol-Schirmröhren KF 3		
37	1	Doppel-Zweipolröhre KB 2		
38	1	Dreipolröhre KC 1		
39	1	Dreipol-Treiberöhre KC 3		
40	1	Doppel-Dreipol-Endröhre KDD 1		

frequenz-Sechspolröhre AH 100, die hauptsächlich für aperiodische Antennenverstärker gedacht ist. Bei dieser Anwendung ist eine gerade Kennlinie von noch größerer Bedeutung als bei Endröhren, weil in einem aperiodischen Verstärker mit verzerrenden Röhren Kreuzmodulationen stattfinden, die einen brauchbaren Empfang von vornherein illusorisch machen können. Bevor auf weitere Anwendungsmöglichkeiten dieser Röhre eingegangen sei, sollen das hier angewandte Linearisierungsprinzip und die elektrischen Eigenschaften der Röhre besprochen werden.

Das von W. KLEEN stammende Linearisierungsverfahren²⁾ beruht auf folgenden Überlegungen: Die Verzerrungen in einer mit Schirmgittern ausgestatteten Röhre haben in zwei Kennlinienkrümmungen ihre Ursache, und zwar dem anfänglichen Steilheitsanstieg und dem durch Sättigung hervorgerufenen Steilheitsabfall.

²⁾ Siehe Veröffentlichung von Dr. W. KLEEN in Nr. 10 der „Telefunkenröhre“, August 1937, S. 153 ... 156, und „Telefunkenzeitung“, Nr. 75 (erweiterter Sonderdruck, Seite 12–14).

Die auf der oberen Kennlinienkrümmung beruhenden Verzerrungen kann man durch Wahl eines hinreichend niedrigen Außenwiderstands genügend klein machen. Die bei der Röhre AH 100 vorgenommene Linearisierung betrifft daher das Gebiet des Steilheitsanstiegs. Hier wird durch einen den Anstieg des Anodenstroms hemmenden Raumladungseffekt eine Angleichung der Anodenstromkennlinie an eine gerade Linie hervorgerufen, und zwar geschieht dies durch besondere konstruktive Ausbildung des 1. Schirmgitters und der 2. Steuerelektrode.

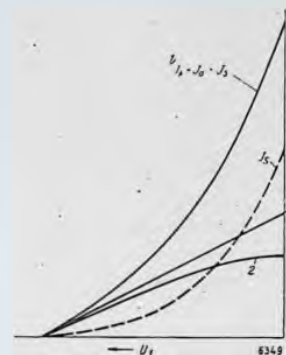


Abb. 1. Verlauf von Röhrenkennlinien bei verschiedener Raumladung. 1 = geringe Raumladung; 2 = starke Raumladung; 3 = Raumladung so bemessen, daß sich für den Anodenstrom I_a eine gerade Kurzschlußkennlinie ergibt

Zwischen diesen beiden Elektroden tritt dabei eine Elektronenstauung auf. Das 2. Steuergitter läßt nicht — wie sonst — den überwiegenden Stromanteil zur Anode weiter, sondern es befördert eine beträchtliche Menge an das Schirmgitter 1 zurück. Es wäre möglich, diesen Raumladungseffekt so stark zu machen, daß von einem bestimmten Wert des Kathodenstroms ab sogar mit weiter zunehmendem Kathodenstrom ein immer größerer prozentualer Anteil zum Schirmgitter

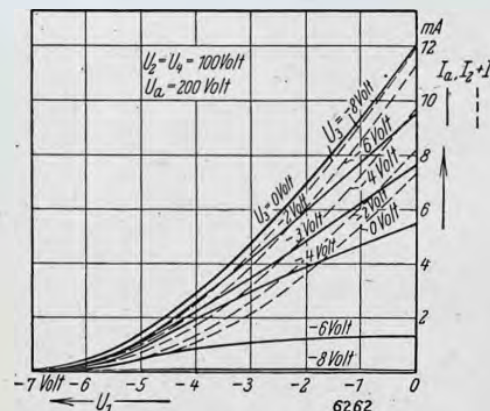


Abb. 2. Anodenstrom-Gitterspannungs-Kennlinien der linearisierten Sechspolröhre AH 100 bei verschiedener Größe der Spannung des zweiten Steuergitters. Schirmgitterkennlinien sind gestrichelt gezeichnet

fließt, so daß die Kennlinie des Anodenstroms in Abhängigkeit der Spannung des 1. Steuergitters abfällt, wie dies Kurve 2 in Abb. 1 andeutet. Es ist nun möglich und bei der Röhre AH 100 auch praktisch durchgeführt, den Raumladungseffekt so zu bemessen, daß gerade jener Anteil am Anodenstrom diesem zugunsten des Schirmgitterstroms entzogen wird, der die Differenz zwischen der Anodenstromkennlinie bei geringer Raumladung (Kurve 1) und der idealen geraden Kennlinie ausmacht.

Schirmgitterstrom J_s und Anodenstrom J_a müssen dann einen in Abb. 1 dargestellten Verlauf nehmen.

Tatsächlich gelang die praktische Verwirklichung dieser Idee in recht befriedigendem Maße, wie die Kennlinien in Abb. 2 zeigen, die mit der Spannung des 2. Steuergitters als Parameter aufgenommen sind. Die Anodenstromkennlinien sind stark liniert gezeichnet, während die Abhängigkeit des gemeinsamen Schirmgitterstroms $J_s = J_2 + J_4$ in gestrichelten Linien dargestellt ist. Die Stromaufnahme des 2. Schirmgitters (J_2) ist dabei klein im Verhältnis zu dem des ersten Schirmgitters (J_4), das seinerseits im Durchschnitt fast soviel Strom aufnimmt, wie die Anode (Schirmgitterstrom 4,5 mA, wovon etwa 4 mA auf J_2 entfallen; Anodenruhestrom = 5 mA).

Noch besser erkennt man den erreichten hohen Grad an Linearität aus den in Abb. 3 dargestellten gemessenen Steilheitswerten. Man sieht, daß für die Steuergitterspannung U_1 Bereiche vorhanden sind, in denen sich die Steilheit um weniger als 2 % verändert.

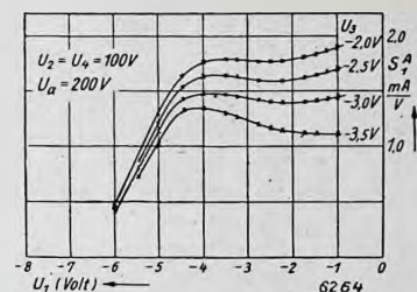


Abb. 3. Steilheitswerte der Kennlinien in Abb. 2

Bei der betriebsmäßigen Verwendung als aperiodischer Antennenverstärker ergaben sich bei einem Anodenkreiswiderstand von 10 000 Ohm bei einer Hochfrequenzspannung von 1 Volt die in Abb. 4 enthaltenen Klirrgrade. In dem günstigsten Arbeitsbereich bei 2 bis 2,3 Volt Gittervorspannung beträgt der Klirrgrad nur etwa 0,3 %, während eine Hochfrequenz-Fünfpol-Röhre des Typs AF 7 bei gleichen Arbeitsbedingungen einen Klirrgrad von 10 % und eine Dreipolröhre des Typs AC 2 einen solchen von 2,3 % aufweist.

Die Verzerrungsarmut der neuen Röhre mußte aber infolge der ungünstigeren Stromverteilung durch eine geringe Herabsetzung der Verstärkung und durch eine erhebliche Verminderung des inneren Widerstandes erkauft werden, der den Anwendungsbereich der Röhre etwas einschränkt.

Nachfolgend die elektrischen Daten der Röhre AH 100 und — zum Vergleich — der AH 1:

	AH 100	AH 1
Anodenspannung	200 Volt	250 Volt
Anodenstrom	5 mA	3 mA
Spannung der beiden Schutzgitter (Gitter 2 und 4)	100 Volt	80 Volt
Spannung an den Steuergittern (Gitter 1 und 3)	—2,3 Volt	—2 Volt
Steilheit	1,5 mA/V	1,8 mA/V
Innenwiderstand	0,250 MΩ	2 MΩ
Heizspannung	4 Volt	4 Volt
Heizstrom	1,15 Amp.	0,65 Amp.
Umwandlungssteilheit bei Verwendung als Mischröhre max.	0,430 mA/V	0,550 mA/V

Die Röhre ist als Verstärkerröhre und als Mischröhre anwendbar. Im ersten Fall erhält das Gitter 3 eine konstante Vorspannung von 2,3 Volt. Dieses Gitter zur Regelung zu verwenden ist nicht anzuraten, denn einmal

ist der damit erzielbare Bereich der Verstärkungsänderung nur etwa 1:2, und außerdem gerät man so leicht aus dem Bereich geringsten Klirrgrades heraus, der — wie Abb. 3 und 4 erkennen lassen — deutlich von der Spannung U_a abhängt.

Bei Verwendung als Mischröhre lt. Schaltung Abb. 5 nimmt die Umwandlungssteilheit bis zu Werten von 2,5 Volt Scheitelspannung des Oszillators zu und erreicht bei diesem Wert bereits das Maximum. Es ist also unnötig und könnte nur Verzerrungen herbeiführen, wenn man höhere Oszillatorspannungen anwendet. Zum Vergleich sei erwähnt, daß bei der Röhre AH 1 der Größtwert der Umwandlungssteilheit erst bei 9 bis 12 Volt Oszillatorspannung vorhanden ist.

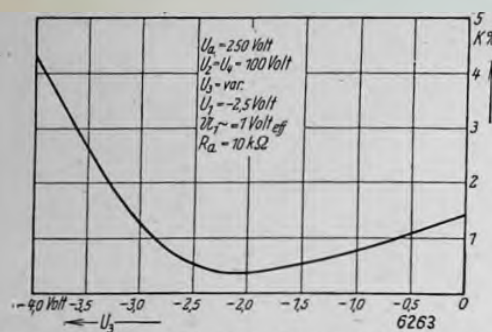


Abb. 4. Klirrgrad der Röhre AH 100 bei einem Außenwiderstand von 10 kΩ

Der für das Arbeiten als Mischröhre geltende Steilheitsverlauf (Abhängigkeit der Umwandlungssteilheit von der Spannung des ersten Steuergitters) ist aus Abb. 6 ersichtlich. Man sieht, daß auch hier die Steilheit innerhalb eines Bereichs von — 1 Volt bis — 3 Volt praktisch konstant ist, wodurch eine sehr verzerrungsarme Verstärkung auch bei Verwendung als Mischröhre gegeben ist. Aus diesem Grund stellt die Röhre AH 100 an sich die gegebene Eingangsröhre für den mit aperiodischem Eingang versehenen Einbereich-Super dar. Sie erleichtert den Aufbau eines kreuzmodulationsarmen Empfängers, jedoch macht sie ihn wegen der geringeren Verstärkung noch nicht wesentlich konkurrenzfähiger, als es die bisherigen Einbereich-Superhets im Vergleich zu den normalen Superhets waren.

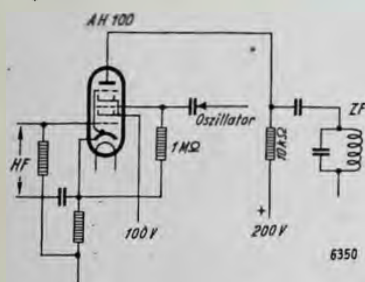


Abb. 5. Schaltung zu Messung der Umwandlungssteilheit, auch als Eingangsschaltung für Einbereichsuper anwendbar (bei Vorhandensein entsprechender Eingangsfilter)

Die geringere Verstärkung beruht teils auf der kleineren Steilheit, teils auf der Tatsache des niedrigen Innenwiderstands. Bekanntlich soll zur Erzielung günstigen Klirrgrades bei Schutzgitterröhren der Anodenarbeitswiderstand klein sein im Vergleich zum Innenwiderstand. Bei der eingangs erwähnten Schaltung, in der der Anodenwiderstand nur 10 kΩ beträgt, ist das der Fall. Würde man aber einen Resonanzkreis in die Anodenleitung legen, so gerät der wirksame Anodenkreiswiderstand in die Größenordnung des inneren Widerstandes der Röhre und der Vorteil des kleinen

Klirrgrades geht verloren. Will man aus Gründen der Trennschärfe auf einen Resonanzkreis im Anodenkreis dieser Röhre oder im Gitterkreis der nachfolgenden Röhre nicht verzichten, so bleibt der Ausweg, daß dieser Kreis nur schwach an den Anodenkreis selbst angekoppelt ist, was man durch eine besondere Kopplungsspule, die in den Anodenkreis gelegt wird, oder durch Anschaltung der Anodenleitung an eine Anzapfung der Selbstinduktion des Schwingungskreises erreicht. Die Kopplung soll so gewählt sein, daß der Resonanzwiderstand des Kreises etwa auf den zehnten Teil herabtransformiert wird. Gleichzeitig wird so bewirkt, daß der Einfluß des die Kreisdämpfung erhöhenden Innenwiderstands auf die Trennschärfe im gleichen Maß herabgesetzt wird.

Wegen ihres geringen Kreuzmodulationsgrades eignet sich die Röhre auch gut für Reflexstufen. Achtet man darauf, daß die Summe der am Steuergitter auftretenden Hochfrequenz- bzw. Zwischenfrequenzspannung und der Niederfrequenzspannung nicht größer als 1 bis 2 Volt ist, so erhält man eine praktisch verzerrungsfreie Reflexverstärkung, die — als Spannungsverstärkung betrachtet — bei 10 000 Ohm hochfrequentem und 10 000 Ohm niederfrequentem Anodenwiderstand eine Gesamtverstärkung von etwa 225 darstellt.

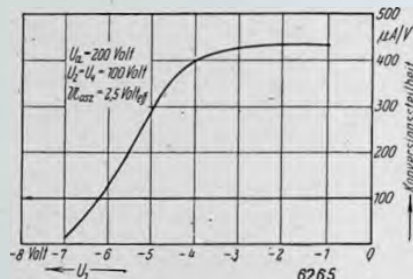


Abb. 6. Umwandlungssteilheit der Röhre AH 100 für eine Oszillatorspannung von 2,5 V_eff in Abhängigkeit von der Spannung des 1. Gitters

Da der Klirrgrad einer Dreipol-Vorverstärkerröhre des Typ AC 2 oder REN 904 bei dem angewandten Außenwiderstand von 0,01 MΩ bei 1 Volt Gitterwechselspannung schon 2,3 % beträgt, derjenige der neuen linearisierten Röhre jedoch nur 0,3 %²⁾, hat die Röhre auch für Verwendung in niederfrequenten Vorstufen Bedeutung. Bei transformatorischem Ausgang dieser Stufe — wie er bei Gegentaktverstärker notwendig ist — würde also der durch die Röhre AH 100 erzielte Gewinn an Klanggüte beachtlich sein.

Die Anwendung der verzerrungsarmen Röhre in der Niederfrequenzvorstufe legt die Frage offen, ob nicht nach diesem Prinzip eine Endröhre mit linearisierter Kennlinie geschaffen werden könnte. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß dies möglich ist, da die Linearisierung nur innerhalb eines relativ kleinen Bereichs der Kennlinie zum Ziel führt. Des weiteren läßt sich der für den Klirrgrad maßgebliche Abfall der Anodenstromkennlinie dadurch höchstens etwas nach rechts verschieben, aber nicht vermeiden. Außerdem sind Leistungsfähigkeit und Wirkungsgrad einer solchen Röhre wegen der großen Belastung des Schirmgitters stark vermindert.

Abschließend sei noch auf die Anwendung der Röhre AH 100 in Meßgeräten hingewiesen, wo sie insbesondere zum Aufbau verzerrungsarmer Meßverstärker sich vermutlich bald als unentbehrlich erweisen wird. Aber auch für Modulationsmeßgeräte und Meßsender hat sie ihrer geringen Modulationsverzerrungen wegen großen Wert.

Verbilder und Zeichnungen vom Verfasser

²⁾ Der Klirrgrad ist vermutlich noch um einiges geringer, jedoch gelang es mit den benutzten einfachen Hilfsmitteln nicht, die für eine genauere Messung erforderliche Reinheit der Gitterwechselspannung an Oberwellen zu erzielen.

Der Betrieb von Meßgeräten am Gleichstromnetz Von H.-J. WILHELMY

An sich ist in der Rundfunktechnik der Wechselstrom die für die Speisung von Geräten beliebtere Stromart. Dies beruht darauf, daß sich bei Wechselstrom Umspanner (Transformatoren) anwenden lassen, die sowohl das betreffende Gerät galvanisch vom Netz trennen als auch jede benötigte Spannung ohne weiteres bereitstellen. Es ist daher verständlich, daß ganz besonders in der Meßtechnik fast ausschließlich mit Wechselstrom gearbeitet wird. Da solche Meßgeräte wohl nur in funkttechnischen Betrieben verwendet werden, in denen das Vorhandensein von Wechselstrom ohnehin vorausgesetzt wird, auch wenn der betreffende Betrieb an sich an ein Gleichstromnetz angeschlossen ist, ist bisher der Ausbildung von Meßgeräten für reinen Gleichstrombetrieb kaum irgendwelche Aufmerksamkeit gewidmet worden.

Die nachfolgenden Ausführungen werden jedoch zeigen, daß der Betrieb von Meßgeräten unmittelbar aus dem Gleichstromnetz meist ohne Nachteile durchgeführt werden kann, ja daß sogar das gleichstrombetriebene Meßgerät dem wechselstrombetriebenen hinsichtlich der Konstanz überlegen sein kann, womit all den Betrieben, die am Gleichstromnetz liegen und mit einem geringen Geräteaufwand auskommen wollen, wertvolle neue Möglichkeiten erschlossen werden.

GW-Umformer nur bei großen Anlagen

Zunächst ist die Frage zu untersuchen, wie weit zum Betrieb von Meßgeräten aus dem Gleichstromnetz die Anwendung von GW-Umformern (Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern) in Frage kommt. Betrachten wir die Meßgeräte allein, so ist sicherlich der Aufwand, den eine solche Maschine einschließlich Entstörung, Spannungsregler, Frequenzregler, Frequenzmesser und nötigenfalls Anlasser darstellt, für die meisten Fälle äußerst unangenehm. Vor allem ist die für Meßzwecke erwünschte Konstanz der vom Umformer gelieferten Wechselspannung und Frequenz nur bei größeren Maschinen zu erwarten (etwa ab 500 Watt). Daraus geht hervor, daß die Anwendung von Umformermaschinen entweder nur dort in Frage kommt, wo die Kosten eine ganz untergeordnete Rolle spielen, oder wo die Umformeranlage sich gleichzeitig auch noch anderweitig bezahlt macht, z. B. bei der Vorführung und Instandsetzung von Wechselstromempfängern, beim Schallplattenschneiden, Fernsehen und dergleichen. Auf keinen Fall hat es jedoch einen Sinn, mit mittelmäßigen Umformeranlagen den Betrieb von Meßgeräten zu versuchen.

Überwindung der grundsätzlichen Schwierigkeiten

Es gilt demnach zu prüfen, wie weit wir ohne die beiden eingangs erwähnten Vorzüge des Wechselstrombetriebes kommen können, d. h. ohne galvanische Trennung der negativen Grundleitung bzw. der Gestelle vom Lichtnetz und ohne die Möglichkeit zur Spannungserhöhung oder Herabsetzung mittels Transformator.

Bei Netzen mit 2×220 Volt Gleichspannung wird es meist für den Fachmann nicht schwer sein, zu erreichen, daß er den Zweig des Netzes benutzt, bei welchem der Minus-Pol geerdet ist. In diesem Falle stellt die galvanische Verbindung mit dem Lichtnetz praktisch überhaupt keinen Nachteil mehr dar, da es ja auch bei Wechselstrombetrieb üblich und notwendig ist, die negative Grundleitung bzw. die Gestelle der Geräte zu erden. Bei dieser Sachlage fällt also der eine grundsätzliche Nachteil des Gleichstroms praktisch weg. Dem Fachmann dürfte es ja nicht schwer fallen, einen falschgepolten Anschluß der Geräte zu verhindern (der würde natürlich zu einem Kurzschluß führen).

Ist diese besonders günstige Lösung nicht zu verwirklichen, so müssen wir uns damit abfinden, daß die Gestelle der Meßgeräte gegen Erde 110 bis 220 Volt Gleichspannung führen, da es schaltungstechnisch zu einem bedeutenden Mehraufwand und teilweise auch zu erheblichen Schwierigkeiten führen würde, wenn wir die Gestelle gleichspannungsfrei machen wollten — aus den gleichen Gründen ist man ja einst

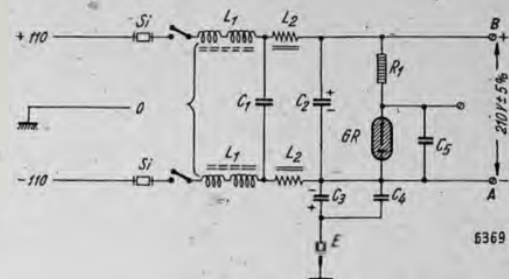


Abb. 1. Schaltbeispiel eines Netzteils zum Anschluß von Meßgeräten an ein Gleichstromnetz. L_1 Hochfrequenz-Netzfilter 1,2 Amp.; L_2 Eisendrosseln 75 Ω, 5,8 H bei 100 mA; C_1, C_4 je 10 000 pF, induktionsfrei; C_2 50 μF/250 ... 275 Volt; C_3 100 μF/120 ... 135 Volt

beim Gleichstrom- und Allstromempfänger ebenfalls vom spannungsfreien zum spannungsführenden Gestell übergegangen. Solche Geräte müßten also mindestens von außen so stark lackiert werden, daß ihre Berührung ungefährlich ist; ferner empfiehlt es sich, die Geräte so aufzustellen, daß sie Unbefugten nicht zugänglich sind und daß auch für den mit den Geräten arbeitenden Fachmann nicht die Gefahr besteht, daß er zu gleicher Zeit mit den Geräten und mit geerdeten Leitern in Berührung kommt. Nach Ansicht des Verfassers sind bei Anwendung dieser Vorsichtsmaßregeln die Nachteile spannungsführender Gestelle und Kästen ohne weiteres tragbar, wenngleich natürlich Anlagen dieser Art den VDE-Vorschriften nicht genügen und daher von der Funkindustrie nicht fertig geliefert werden können, also nur für den Selbstbau in Frage kommen. Gerade der Selbstbau von Meßgeräten ist jedoch ein technisch und wirtschaftlich dankbares Arbeitsgebiet für den fortgeschrittenen Funktechniker.

Die Erdung

Hinsichtlich der Messungen selbst ist es meist belanglos, ob die Grundleitung der Meßgeräte gegen Erde eine Gleichspannung führt oder nicht, da praktisch sämtliche Messungen, die am Rundfunkempfänger mit Hilfe von Meßgeräten ausgeführt werden, Wechselstrom-Messungen sind — zum Unterschied von den einfachen Gleichstrommessungen, die fast immer mit gänzlich netzunabhängigen Meßinstrumenten durchgeführt werden können. Bei den Wechselstrommessungen der Rundfunktechnik kommt es vielmehr darauf an, daß die Grundleitungen und Gestelle der Meßgeräte für alle in Betracht kommenden Frequenzen wechselstrommäßig geerdet sind. Die in Betracht kommenden Frequenzen erstrecken sich etwa von 20 Hz bis 20 MHz.

Um diese wechselstrommäßige Erdung zu erreichen, müssen zunächst die Meßgeräte zweipolig über Drosselketten, die innerhalb des genannten Frequenzbereiches eine möglichst hohe Impedanz bei möglichst geringem Gleichstromwiderstand besitzen, an das Netz gelegt werden. Die auf diese Weise vom Netz getrennten Grundleitungen und Gestelle müssen dann über entsprechende Kapazitäten geerdet werden. Dem weiten Frequenzbereich entsprechend muß die Erdungskapazität

aus einem großen Elektrolyt-Kondensator und einem kleinen induktionsfreien Plattenkondensator gebildet werden. Hier kommt uns außerordentlich zu statten, daß an dem Elektrolyt-Kondensator nur eine Betriebsgleichspannung von 110 Volt liegt, was nach dem heutigen Stand der Kondensatortechnik bedeutet, daß mit geringen Kosten und geringem Raumbedarf an dieser Stelle eine Kapazität von 100 bis 200 μ F eingesetzt werden kann.

Die Zusammenschaltung von Meßgerät und Empfänger

Die Messungen sind natürlich am einfachsten bei Wechselstromempfängern durchzuführen, welche ihrerseits in keiner galvanischen Verbindung mit dem Lichtnetz stehen. Es wird dann am besten die negative Grundleitung (das Grundgestell) des Empfängers oder Verstärkers unmittelbar mit der Grundklemme A der gezeigten Gleichstrom-Meßgeräteschaltung verbunden. Es ist dann genau so wie bei wechselstrombetriebenen Meßgeräten ausgeschlossen, daß zwischen der negativen Grundleitung des Empfängers und derjenigen der Meßgeräte irgendeine nennenswerte Spannung auftritt.

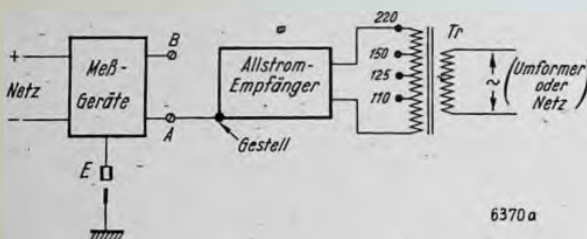


Abb. 2. Anordnung mit Transformator zur Prüfung von Allstromempfängern

Sollen die Messungen an Allstromempfängern vorgenommen werden, so empfiehlt sich der Betrieb dieser Allstromempfänger mittels Wechselstrom unter Zwischenschaltung eines Transformators. Die Beschaffung eines solchen Transformators ist an sich schon jedem, der sich häufiger mit der Prüfung von Allstromempfängern zu befassen hat, unbedingt zu empfehlen, da er die unmittelbare Erdung des Empfängergestells auch bei Allstromgeräten ermöglicht und damit die Arbeit ungemein erleichtert.

Anders liegen die Verhältnisse dagegen bei Messungen an reinen Gleichstromgeräten. Es nützt in diesem Fall nichts, daß die Grundleitung der Meßgeräte wechselstrommäßig durch die vorgeschriebenen Maßnahmen sorgfältig geerdet worden ist, denn es wird ja stets die Grundleitung oder das Gestell des zu prüfenden Empfängers gegen Erde irgendeine störende Wechselspannung führen. Zwischen der Grundleitung der Meßgeräte und derjenigen der zu prüfenden Geräte läge dann eine Störspannung, die die Meßergebnisse vollkommen fälschen kann. Führt z. B. das Grundgestell des Empfängers gegen Erde eine Wechselspannung von 1 Volt, ein Wert, der wohl stets in der Praxis überschritten wird, so ist es natürlich unmöglich, demselben Empfänger von einem Tongenerator aus, der beispielsweise 0,1 Volt Tonspannung gegen Erde erzeugt, eine zur Feststellung des Frequenzganges geeignete Tonspannung zuzuführen.

In diesem Fall könnte man so vorgehen, daß man die Grundleitung des Empfängers im Prinzip genau so erdet wie diejenige der Netzgeräte. Da jedoch reine Gleichstromempfänger verhältnismäßig selten vorkommen, dürfte sich dieser Aufwand kaum lohnen, zumal es ein Verfahren gibt, welches viel einfacher und sicherer jede Fehlmessung ausschaltet: Der Gleichstromempfänger wird aus den gleichen Buchsen A und B gespeist, wie die Meßgeräte. Dies bedeutet keinen Mehraufwand, da

wir die Siebkette zum Anschluß der Meßgeräte ohnehin hochbelastbar und niederohmig ausführen werden. Kommt es uns aber darauf an, eine Brummspannungsmessung bei Gleichstrombetrieb vorzunehmen, so ist es natürlich nicht zulässig, den Empfänger mit so gut gesiebttem Strom zu speisen. In diesem Sonderfall legen wir am besten den Pluspol des Empfängers unmittelbar an das Gleichstromnetz, während der Minuspol an der Buchse A bleibt, damit zwischen der Grundleitung des Empfängers und derjenigen der Meßgeräte keine Spannung auftreten kann.

Zusammenfassend sei somit festgestellt, daß bei gleichstrombetriebenen Meßgeräten alle gebräuchlichen Messungen ohne störenden Sonderaufwand durchgeführt werden können:

1. Bei Wechselstromempfängern, deren Grundgestell galvanisch vom Netz getrennt ist, verbinden wir das Grundgestell mit Klemme A.
2. Bei Allstromempfängern, deren Grundgestell in galvanischer Verbindung mit dem Netz steht, verwenden wir einen vom Netz trennenden Übertrager und verbinden wiederum das Grundgestell mit dem Punkt A.
3. Bei Gleichstromgeräten wird der Minuspol mit dem Punkt A verbunden, der Pluspol mit dem Punkt B oder unmittelbar mit dem Netz. Zwischen dem Minuspol und dem Grundgestell des Empfängers darf jedoch keine Spannung auftreten, weshalb eine etwa zwischenliegende Drossel während der Messung kurzgeschlossen ist.

Die Anodenspannungsversorgung

Die beim Gleichstrombetrieb zur Verfügung stehende Anodenspannung von etwa 210 Volt reicht für Meßzwecke nach den bisherigen Erfahrungen mit ganz wenigen Ausnahmen stets aus. Dabei haben wir dem Wechselstrombetrieb gegenüber die große Annehmlichkeit, daß wir uns bei der Anodenstromentnahme kaum Beschränkungen auferlegen brauchen und daß unsere Anodenstromquelle einen sehr geringen Innenwiderstand besitzt, so daß es beispielsweise praktisch belanglos ist, ob wir eine Last von 50 mA zu- oder abschalten. Bei Wechselstrombetrieb dagegen würde eine solche Laständerung entweder einen Lastausgleich von Hand erfordern, oder zu einer sehr kostspieligen Stabilisierung zwingen.

Eine Stabilisierung, d. h. eine Konstanzhaltung der Spannung mit Hilfe von Glühmströcken, kommt wohl nur für die kleineren Anodenspannungsabgriffe in Frage. Einstufige Glättungsröhren und zweistufige Glühmstrücksteiler können natürlich bei Gleichstromnetzanschluß ohne weiteres verwendet werden, wobei es wiederum von Vorteil ist, daß es auf eine knappe Bemessung, der entnommenen Ströme nicht ankommt.

Da der Siebkondensator C_2 an einer relativ sehr kleinen Spitzenspannung liegt, kann er leicht reichlich bemessen werden; somit wird auch die einwandfreie Siebung des Anodenstromes leichter erreicht als beim Wechselstrombetrieb.

Die Heizung

Bekanntlich enthalten die wenigsten für Wechselstrombetrieb eingerichteten Meßgeräte eine selbsttätige Vorrichtung zur Konstanzhaltung der Heizspannung, ein Grund, weshalb ein großer Teil dieser Geräte trotz Anwendung von Anodenspannungs-Stabilisatoren gegen Netzspannungsschwankungen äußerst empfindlich ist und sehr oft eine kostspielige Vorrichtung zur selbsttätigen Konstanzhaltung der Netzspannung erfordert.

Bei Gleichstrombetrieb dagegen verwenden wir mit Vorteil die Reihenschaltung der Heizfäden, für die schon aus der normalen Empfängertechnik einfache Mittel zur

Konstanthaltung der Stromstärke bekannt sind. Bei Betrieb mehrerer Meßgeräte aus dem Gleichstromnetz empfiehlt es sich, ungeachtet des Stromverbrauchs jedem Einzelgerät einen eigenen Heizkreis und eine eigene Lampe zur Konstanzhaltung des Heizstromes zuzuordnen, um eine gegenseitige Unabhängigkeit und größere Zuverlässigkeit der Einzelgeräte zu erreichen. Hinsichtlich des praktischen Aufbaus sei dringend empfohlen, die Stromreglerlampen stets außerhalb der eigentlichen Meßgerätegehäuse anzuordnen, beispielsweise mittels eines kleinen Anbaus an der Rückwand, da sonst in den Meßgerätekästen ein Temperaturanstieg auftreten wird, der bei vielen Messungen unzulässig ist.

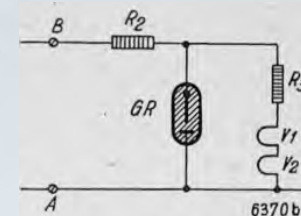


Abb. 3. Heizung zweier V-Röhren mit einer Glättungsröhre GR (150 Volt). $R_2 = 1000 \Omega$, $R_3 = 800 \Omega$ (nachgegl. auf 50 mA Heizstrom)

An dieser Stelle muß noch auf eine weitere und ebenfalls wohl kaum bekannte Anordnung hingewiesen werden, die auf der Verwendung von V-Röhren beruht. Diese Röhren besitzen bekanntlich bei einer Heizspannung von 55 Volt einen Heizstrom von nur 50 mA. Dieser geringe Heizstrom ermöglicht es einerseits, die Belastung der Siebkette und damit den Spannungsabfall in derselben und die Betriebstemperatur und Betriebskosten in vorteilhafter Weise zu senken. Darüber hin-

aus hat der Betrieb mit V-Röhren aber auch noch den großen Vorteil, daß sich die Heizspannung dieser Röhren auf einfache Weise mit Hilfe von gasgefüllten Glättungsröhren mit noch größerer Genauigkeit und Trägheitslosigkeit als wie bei den oben erwähnten Stromregleröhren konstant halten läßt. Besonders empfehlenswert zur Stabilisierung eines solchen Heizkreises ist beispielsweise die Verwendung einer Neon-Glättungsröhre von etwa 150 Volt Betriebsspannung, wobei man die Glättungsröhre selber bei normaler Netzspannung einen Strom von etwa 10 mA aufnehmen läßt. Sollen aus einer solchen Anordnung 3 V-Röhren gespeist werden, so muß allerdings eine Glättungsröhre mit 165 Volt Betriebsspannung verwendet werden, welche zwar von der Herstellerfirma listenmäßig nicht geführt, jedoch jederzeit geliefert wird, da die Betriebsspannung der für 150 Volt gebauten Glühmströcke natürlich bei einem Teil der Fabrikation um + 10 % abweichen kann.

So ideal die V-Röhren hinsichtlich der Heizungsfrage nach diesen Ausführungen erscheinen mögen, so steht natürlich ihrer allgemeinen Verwendung die Tatsache gegenüber, daß hier nur drei Röhrentypen zur Verfügung stehen, nämlich die kleine Standard-Dreipolröhre VC1, die nichtregelbare Fünfpolröhre VF7 und eine mittelstarke Fünfpolröhre VL1; es fehlen somit Regelröhren, Vielgitterröhren, Doppelzweipolröhren und eine Hochleistungsdröhre nach Art der AL4. Immerhin genügen aber die genannten drei Röhrentypen zum Aufbau der gebräuchlichsten Meßgeräte, d. h. eines Schwebungsgenerators, eines Meßverstärkers, eines Röhrenvoltmeters und eines Hochfrequenzprüfgenerators oder Meßsenders, denn es ist ja ohne weiteres möglich, im Bedarfsfalle eine der gegebenen Röhren abnormal zu schalten, beispielsweise die Dreipolröhre VC1 als Zweipolröhre zu verwenden.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Skalenbeleuchtung bei 55-Volt-Röhren

Schaltungen für 2- und 3-Röhren-Empfänger

Von ALFRED EHRISMANN

Die 55-Volt-Röhren mit nur 0,05 Amp. Heizstrom finden nicht nur im Allstrom-Volksempfänger, sondern auch in vielen Selbstbau-Geräten Anwendung. Durch die neuerdings erfolgte Ergänzung dieser Röhrenserie durch die Fünfpol-Schirmröhre VF7 ist man in die Lage gesetzt, leistungsfähige Allstrom-Zweikreis-Dreiröhrenempfänger geringsten Stromverbrauchs zu bauen. Empfänger mit V-Röhren dürften deshalb voraussichtlich in Zukunft von den Bastlern noch mehr als bisher gebaut werden.

Zu einem guten Empfänger gehört aber auch eine übersichtliche Senderskala, die beleuchtet werden muß. Bei Verwendung von 55-Volt-Röhren ist aber die Einschaltung von Skalenlämpchen in den Heizkreis nicht ohne weiteres möglich. Man kann zwar eine oder zwei 4-Volt-Lämpchen von je 0,06 Amp. Stromverbrauch in den Heizkreis legen; bei der geringen Leistungsaufnahme, die in diesem Falle etwa 0,2 Watt beträgt, brennen die Lämpchen aber nur ganz schwach, so daß von einer Skalen-„Beleuchtung“ keine Rede sein kann. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die 55-Volt-Röhren einen sehr hohen Einschaltstromstoß besitzen, so daß mit dem Durchbrennen dieser Lämpchen zu rechnen wäre. Man kann sich zwar dagegen schützen, indem man einen Urdox-Widerstand von 0,05 Amp. in Reihe mit den Lämpchen legt; ein solcher Widerstand läßt sich aber unter 8 Volt Spannungsabfall nicht herstellen, wodurch das ohnehin schon schwache Licht der Lämpchen noch weiter vermindert würde, abgesehen davon, daß die Einschaltung des Widerstandes eine Röhrenunterheizung zur Folge hätte.

Es wäre natürlich denkbar, für die Skalenbeleuchtung einen eigenen Stromkreis vorzusehen. Dies würde jedoch einen Mehrstromverbrauch bedingen, wodurch die Vorteile der stromsparenden 55-Volt-Röhren hinfällig würden.

Es besteht jedoch eine Möglichkeit, bei 2- und 3-Röhren-Empfängern mit 55-Volt-Röhren eine ausreichende Skalenbeleuchtung ohne Mehrstrom zu erzielen, wie nachstehend gezeigt werden soll. Wir benötigen dazu 24-Volt-Lämpchen mit 0,06 Amp. Stromverbrauch und einen Urdox-Widerstand 8 Volt, 0,05 Amp. Beide sind bereits im Handel erhältlich.

Bei Zweiröhren-Allstrom-Empfängern mit 55-Volt-Röhren (z. B. VE 301 GW) sind zwei Heizkreise vorgesehen, die für ein 110-Volt-Netz parallel und für ein 220-Volt-Netz hintereinander geschaltet werden. Da in diesem Fall einschließlich der Gleichrichterröhre drei Heizfäden mit je 55 Volt vorhanden sind, ordnet man im Heizkreis I die Heizfäden der beiden Empfängeröhren an, welche zusammen 110 Volt ergeben. Im Heizkreis II liegt der Heizfaden der Gleichrichterröhre mit 55 Volt in Reihe zu einem Widerstand von 1100 Ohm, an welchem bei 0,05 Amp. Heizstrom ebenfalls ein Spannungsabfall von 55 Volt entsteht, so daß sich auch hier 110 Volt ergeben.

Die Spannung von 55 Volt, welche durch den 1100-Ohm-Widerstand nutzlos vernichtet wird, können wir ohne weiteres zur Skalenbeleuchtung heranziehen. Wie dies praktisch erfolgen kann, zeigt Abb. 1. Hier ist als Schulbeispiel der Netzteile des Volksempfängers VE 301 GW ab-

gebildet, das in seiner Schaltung jedem Leser geläufig sein dürfte. An Stelle des sonst vorhandenen 1100-Ohm-Widerstandes ist hier ein Urdox-Widerstand (8 Volt 0,05 Amp.) in Reihe mit einem 300-Ohm-Widerstand und mit dem Skalenlämpchen von 24 Volt eingeschaltet. Auf diese Weise kann man z. B. beim Allstrom-Volksempfänger nachträglich eine Skalenbeleuchtung einbauen.

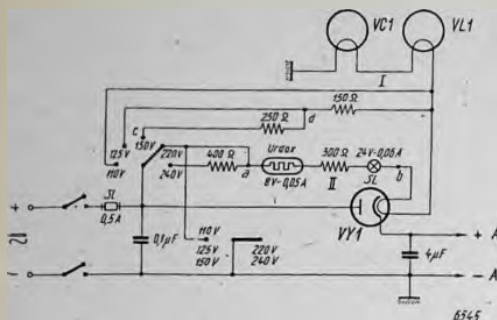


Abb. 1. Einschaltung einer Skalenbeleuchtung beim VE 301 GW. Der zwischen den Punkten a und b liegende Widerstand von 1100 Ω wird entfernt. An seine Stelle tritt der Urdox-Widerstand 8 V, 0,05 A, in Reihe mit einem Festwiderstand von 300 Ω (2 Watt) und dem Skalenlämpchen von 24 Volt, 0,06 A. Außerdem muß die Verbindung von b nach c unterbrochen werden. Zwischen c und d ist ein Widerstand von 250 Ω (4 Watt) einzuschalten. Bei 150 Volt-Netzen muß der untere Schalter nach links umgelegt werden, wie bei 110 und 125 Volt. Die Beschriftung an diesem Schalter ist entsprechend zu ändern.

Sollen bei einem solchen Empfänger aber zwei Skalenlämpchen Verwendung finden, dann tritt das zweite Skalenlämpchen einfach an die Stelle des 300-Ohm-Widerstandes. Bei Empfängern mit der Netzeil-Schaltung nach Abb. 1 muß ferner noch folgendes berücksichtigt werden: Ursprünglich waren hier bei Einstellung auf 150-Volt-Netze die drei Röhrenheizfäden in Reihe geschaltet; sie liegen in diesem Fall direkt, ohne jeden Vorwiderstand, am Netz. Weil dabei die Röhren ohnedies um rund 10 % unterheizt sind, geht es natürlich nicht an,

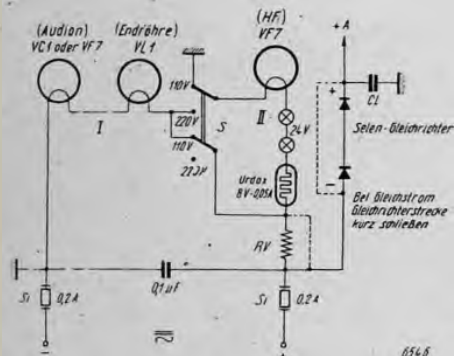


Abb. 2. Netzeil eines Allstrom-Dreiröhrenempfängers mit 55-Volt-Röhren und Selengleichrichter im Anodenteil sowie 24-Volt-Skalenlämpchen im Heizkreis, umschaltbar für 110 und 220 Volt, wobei RV kurzgeschlossen bleibt. Bei 130-Volt-Netzen Spannungsschalter auf 110 stellen, wobei RV 200 Ω besitzen muß. Bei 150-Volt-Netzen Spannungsschalter auf 110 stellen, wobei RV 400 Ω besitzen muß. Bei 240-Volt-Netzen Spannungsschalter auf 220 stellen, wobei RV 400 Ω besitzen muß.

daß wir außerdem noch die Skalenbeleuchtung mit insgesamt 55 Volt Spannungsabfall hinzuschalten. Wir müssen daher die bestehende Verbindung, welche von b nach c führt, entfernen, und von c nach d einen 250-Ohm-Widerstand legen. Der untere Spannungsschalter muß alsdann bei 150-Volt-Netzen nach links umgelegt werden,

also genau so, wie bei 110- und 125-Volt-Netzen. Der zwischen c und d liegende 250-Ohm-Widerstand hat ja schließlich nur die Aufgabe, die Spannungs-Differenz zwischen 150 Volt und 110 Volt = 40 Volt zu vernichten. Wir verlieren in diesem Falle bei 150-Volt-Netzen (die ohnedies sehr selten angetroffen werden) nur 4 Watt.

Bei Dreiröhren-Empfängern (z. B. Allstrom-Zweikreisern) muß der Netzeil nach Abb. 2 ausgeführt werden, wenn man dieselbe Skalenbeleuchtung wie bei Abb. 1 erreichen will. An Stelle der Gleichrichterröhre verwenden wir hier ein Selen-Element, damit uns auch hier im Heizkreis II 55 Volt für die Skalenbeleuchtung zur Verfügung stehen. Ein Selen-Gleichrichter benötigt bekanntlich keine Heizleistung und besitzt eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Bei Gleichstrombetrieb empfiehlt es sich, die Gleichrichterstrecke kurzzuschließen. Der Netzeil nach Abb. 2 ist mittels eines zweipoligen Umschalters für die gebräuchlichen Netzspannungen 110 und 220 Volt umschaltbar. Der Vorwiderstand RV ist in diesem Falle kurzzuschließen. Bei 130- und 150-Volt-Netzen ist der

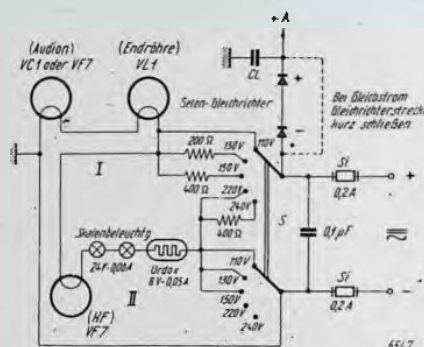


Abb. 3. Netzeil eines Allstrom-Dreiröhrenempfängers mit 55-Volt-Röhren und Selengleichrichter im Anodenteil sowie 24 Volt 0,06 Amp. Skalenbeleuchtungs-Lämpchen im Heizkreis, für alle vorkommenden Netzspannungen umschaltbar.

Spannungsschalter auf 110, bei 240-Volt-Netzen ist er auf 220 Volt zu stellen. RV muß bei 130 Volt 200 Ω , bei 150 Volt 400 Ω und bei 240 Volt ebenfalls 400 Ω besitzen.

Der Netzeil nach Abb. 3 entspricht dem der Abb. 2, nur mit dem Unterschied, daß durch einen Schalter mit 2 $\times$ 5 Kontakten der betreffende Empfänger auf alle vorkommenden Netzspannungen geschaltet werden kann. Das Hinzuschalten von RV bei 130-, 150- und 240-Volt-Netzen ist hier nicht notwendig, da die betreffenden Vorwiderstände durch den fünfteiligen Netzspannungsschalter jeweils eingeschaltet werden.

Es sind bei Abb. 2 und 3 jeweils zwei Skalenlämpchen mit je 24 Volt eingezeichnet. Wenn nur ein Lämpchen Verwendung finden soll, ist an Stelle des zweiten Lämpchens ein 300-Ohm-Widerstand (2 Watt) einzuschalten.

Ein 24-Volt-Skalenlämpchen ergibt bei dem durchfließenden Strom von 0,05 Amp. 1,2 Watt und somit eine für alle Fälle ausreichende Skalenbeleuchtung. Der vorgeschaltete Urdox-Widerstand 8 Volt, 0,05 Amp. unterdrückt den hohen Einschalt-Stromstoß und schützt die Lämpchen vor dem Durchbrennen. Außerdem sind die betreffenden Lämpchen mit einer Strombrücke versehen, so daß auch dann, wenn mit der Zeit einmal ein Lämpchen durchbrennen sollte, der Heizkreis II geschlossen bleibt und der Empfänger nicht außer Betrieb gesetzt ist.

Diese Skalenbeleuchtung wird ohne Mehrstrom gewonnen, im Gegenteil: wir nützen auch den Heizkreis II dabei restlos aus. Die Stromaufnahme eines Empfängers mit dem Netzeil nach Abb. 1 mit 3 beträgt in allen Fällen nur etwa 18 Watt.

Zeichnungen vom Verfasser

Die Funkeinrichtungen der „Queen Mary“

Von WERNER W. DIEFENBACH

Die Funkeinrichtung der „Queen Mary“, des größten Schiffes der Welt, stellt an Umfang und technischer Leistungsfähigkeit eine bemerkenswerte Schöpfung dar. Neben den Aufgaben der Schiffsführung und der Schiffssicherung erfüllt sie alle Fernsprech- und Telegraphieverkehrs-Anforderungen; so können z. B. drei Telegraphie-Kanäle für abgehenden und fünf für ankommenden Verkehr, außerdem Funksprechverkehr gleichzeitig ohne gegenseitige Störung betrieben werden. Beim Aufbau der Gesamtanlage wurden u. a. auch Einrichtungen vorgesehen, die zuvor nur bei Landstationen verwendet wurden und wesentlich zur Betriebssicherheit und Betriebsvereinfachung beitragen. Das betrifft z. B. die umfangreiche Funksprechanlage, die es den Fahrgästen gestattet, von ihrer Kabine aus mit der ganzen Welt zu sprechen. Es wurden, um Zeitverluste zu vermeiden, doppelte Funksprechanlagen eingebaut, so daß z. B. gleichzeitig ein Gespräch mit Amerika und ein anderes mit Europa geführt werden kann. Bei Verkehrsspitzen sind ferner zwei verschiedene Funksprechverbindungen auch in einer einzigen Richtung, z. B. nach Amerika, möglich. Dabei werden die Funkgespräche durch einen Frequenz-Wobbler vor unberechtigtem Abhören geschützt, ein Geheimhaltungsgerät, das die üblichen Schutzvorrichtungen ergänzt und eine völlige Gesprächs-Geheimhaltung zuläßt, wie sie heute bei gewöhnlichen Überseegesprächen von Land erreicht wird. Aus den Kabinen der Fahrgäste — es sind an die Funksprechanlage 500 Fernsprecher angeschlossen — konnten z. B. Funkgespräche

bis nach Kapstadt und Johannesburg in Südafrika einwandfrei geführt werden. Ferner wurden auch Einrichtungen für Rundfunkübertragungen vorgesehen, und zwar in Verbindung mit der Schiffs-Lautsprecheranlage eine vollständige Rundfunkempfangsanlage hervorragender Fernempfangs-Eigenschaften, ferner ein schallisolierter Senderraum, in dem Sendungen für verschiedene europäische und amerikanische Rundfunkgesellschaften veranstaltet werden.

Die vorhandenen Funk-Telegraphieeinrichtungen entsprechen ebenso hohen Anforderungen wie die Funksprechanlage; sie ermöglichen eine rasche Abwicklung des Telegraphieverkehrs für den Navigations- und Sicherheitsdienst, für die Fahrgäste und für die Bordzeitung. Von der Leistungsfähigkeit der Funkeinrichtungen geben die Betriebszahlen der westwärts gehenden Jungfernfahrt ein deutliches Bild. Es wurden insgesamt 1808 Funktelegramme mit 95 744 Worten abgesandt, 1351 Funktelegramme mit 36 119 Worten empfangen, 149 kommerzielle Funkgespräche mit einer Gesamtdauer von 826 Minuten geführt und 40 verschiedene Rundfunkprogramme von 647 Minuten Gesamtdauer nach England, Frankreich, Dänemark und Holland und nach Amerika gesendet und von den einzelnen Rundfunkgesellschaften auf ihre Sendergruppen übertragen.

Selbstverständlich konnten sämtliche Einrichtungen der Funkanlage nicht in einem einzigen Raum untergebracht werden. Die Gesamtanlage ist in drei Räume aufgeteilt: den eigentlichen Senderraum, den Funkempfangsraum und den Funkraum für die Fahrgäste. Während sich der Funkraum für die Fahrgäste unmittelbar an den Funkempfangsraum anschließt, befindet sich der Senderraum mit Rücksicht auf die Antennenzuführungen in 120 m Entfernung vom Funkempfangsraum. Die aus vier verschiedenen Sendern bestehende Sendeeinrichtung umfaßt zwei Kurzwellensender mit je 500 Watt Antennenleistung, einen Mittelwellen-Großsender und einen Langwellen-Großsender mit je 3 kW Antennenenergie. Während die beiden Kurzwellensender für Fernsprech- und Telegraphieverkehr eingerichtet sind und selbst die größten Entfernungen überbrücken können, dienen der Langwellen-Großsender und der Mittelwellen-Großsender dem Nachrichtenverkehr vom Schiff zur Küste, der Mittelwellensender außerdem noch dem Sendeverkehr auf der See-Notrufwelle.

Da zur sicheren Abwicklung des sehr umfangreichen Gesamtverkehrs eine Reihe verschiedener Wellenlängen benötigt wird, sind für jeden Kurzwellensender zehn verschiedene Wellen vorgesehen, ferner für den Langwellensender sieben und für den Mittelwellensender fünf verschiedene Wellen. Die Funkstation der „Queen Mary“ benutzt also insgesamt 32 Wellenlängen, die am Tage häufig gewechselt werden, um die unterschiedlichen Einflüsse der Tageszeit und der sich ständig ändernden Entfernung auszugleichen. Wollte man im Handbetrieb Spulen und Kondensatoren eines einzigen Senders auf eine andere Wellenlänge umschalten, so würde dafür ein Zeitraum von 5 bis 15 Minuten beansprucht werden. Es ist klar, daß bei einem derart umfangreichen Sendeverkehr, wie ihn die „Queen Mary“ zu bewältigen hat, durch Wellenwechsel verursachte Betriebsverzögerungen nicht eintreten dürfen. Aus diesem Grunde geht der Wellenwechsel bei sämtlichen Sendern selbsttätig mit Hilfe einfacher Wählscheiben in Verbindung mit Relais derart vor sich, wie wir vom Fernsprechverkehr her die selbsttätige Teilnehmerwahl gewohnt sind. Die zehn Zahlen auf der Wählscheibe entsprechen zehn verschiedenen Frequenzen; es ist lediglich die Wählscheibe zu betätigen, um den Wellenwechsel vorzunehmen. Jede Wellenänderung dauert dabei höchstens 3 bis 5 Sekunden. Die Wähl-

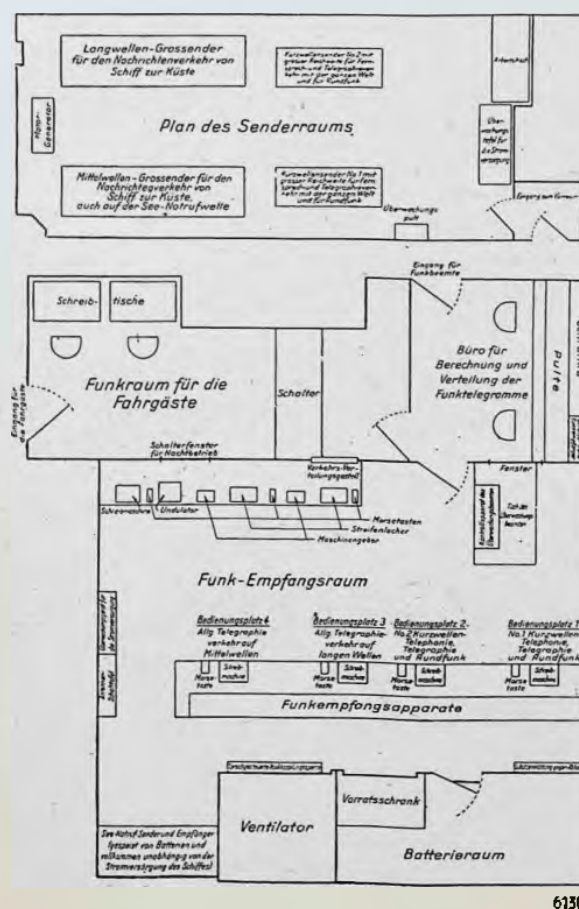


Abb. 1. Grundriß der Funkräume auf der „Queen Mary“

scheiben-Steuerung geschieht direkt von den Arbeitsplätzen im Funkempfangsraum aus.

Im Funkbetriebsraum sind 11 Empfänger gestellartig aufgebaut, und zwar vier Kurzwellengeräte, vier Mittelwellen- und drei Langwellenempfänger. Außer zwei weiteren Empfängern für die Funksprechanlage, die die Empfängeranzahl auf 13 erhöhen, weist das Empfängergerätestell eine Fernsteuerungsanlage für die Ein- und Ausschaltung, für den Wellenwechsel und für die Energieregulierung der Sender auf. Jeder der vier Betriebsplätze ist mit Schreibmaschine und Morsetaste ausgestattet; bei großem Verkehrsanfall können an jedem Platz zwei Leute in Duplex-Betrieb arbeiten. Mit gewöhnlichem Handbetrieb wird eine Durchschnitts-Betriebsgeschwindigkeit zwischen 25 und 30 Worten erzielt, jedoch bedient man sich zur Verringerung von Zeitverlusten zu Zeiten des Spitzenverkehrs automatischer Einrichtungen, die an drei Hilfsplätzen auf der anderen Längsseite des Funkraumes angeordnet sind. Zwei dieser Hilfsplätze verfügen über Streifenlocher und Maschinengeber, der dritte über einen Undulator und über eine Schreibmaschine für Hochgeschwindigkeitsbetrieb. Mit dieser Einrichtung werden unter gewöhnlichen Bedingungen Telegraphiegeschwindigkeiten bis zu 100 Worten in der Minute erzielt. Um auch bei größtem Funkverkehr alle Anforderungen erfüllen zu können, macht die Funkanlage der „Queen Mary“ vom Multiplex-Betrieb Gebrauch, der es



Abb. 2. Blick in den Senderraum

gestattet, in Duplex-Schaltung zu telegraphieren, in zwei Richtungen zu telefonieren und gleichzeitig Rundfunksendungen aufzunehmen. Dabei befinden sich alle vier Sender in vollem Betrieb bei beliebiger Wahl der 32 Festwellen, ohne daß gegenseitige Störungen auftreten können.

Für die Zwecke der Funknavigation verwendet die Funkanlage einen Funkpeiler, der in einem besonderen Raum neben dem Haupt-Kreisellkompaß und in der Nähe des gewöhnlichen Schiffskompasses eingebaut wurde. Mit Hilfe eines Tochterkompasses, der mit der Skala des Funkpeilers so kombiniert ist, daß man die Richtung einer angepeilten Funkstation unmittelbar be-



Abb. 3. Der Funkbetriebsraum der „Queen Mary“

stimmen kann, vermeidet man die sonst notwendige gleichzeitige Ablesung des Kompasses auf der Brücke. Die Reichweite des Funkpeilers beträgt 300 bis 400 Meilen.

Auch die Antennenanlage der Funkeinrichtung entspricht ganz dem hohen Stand technischer Vollkommenheit. Sie besteht aus vier Sende- und fünf Empfangsantennen sowie einer Notantenne für Senden und Empfang. Die Kurzwellen-Sendeantennen konnten als Richtstrahler ausgeführt werden, weil während der Überfahrt die Richtung der Schiffsantenne von der Richtung der Küstenstation um höchstens 30 Grad abweicht. Die Empfangsantennen verwenden für die Weiterleitung der Empfangsenergie zu den einzelnen Empfängern koaxiale Breitbandkabel in ähnlicher Ausführung, wie sie heute in der Fernsehtechnik benutzt werden. Die Umschaltung der Antennen auf die einzelnen Empfänger geschieht durch eine im Funkbetriebsraum angebrachte Antennenschalttafel. Zur Vermeidung von Empfangsstörungen wurden sämtliche Stromversorgungsanlagen des Schiffes mit Siebketten entzerrt.

Ferner ist im Funkbetriebsraum eine von der Gesamtfunkanlage völlig unabhängige Notsendeanlage untergebracht worden. Sie enthält einen aus Akkumulatoren gespeisten Mittelwellensender und einen Mittelwellenempfänger, die ständig für den Fall größerer Störungen in der Stromversorgung des Schiffes betriebsklar gehalten werden. Die Reichweite dieses Notsenders, der im Aufbau dem eigentlichen Sender auf mittelgroßen Schiffen entspricht, beträgt ungefähr 500 Meilen. Beim Ausfall der Fernsteuereinrichtung im Funkbetriebsraum ist es möglich, den Hauptsender der Funkanlage auch im Senderraum selbst ein- und auszuschalten.

Notsendeeinrichtungen finden wir schließlich noch in zwei Rettungsbooten. Neben der von einem Funker zu bedienenden Telegraphie-Rettungsbootstation verfügt jedes Boot über kleine Funksprechanlagen, so daß bei Unglücksfällen Sprechverbindung aufgenommen werden kann und auch Mitglieder der Besatzung, die die Morsezeichen nicht beherrschen, sich in die Rettungsaktion einschalten können. Die Funksprechanlagen besitzen die Reichweite ähnlicher Geräte, die auf Küstenschiffen und Fischereidampfern verwendet werden.

Auslandsbilder

Ferngeschaltete Verstärkeranlagen

Von Dipl.-Ing. PAUL MIRAM

Wenn es sich darum handelt, größere Industriegelände mit zahlreichen Gebäudegruppen durch eine gemeinsame Lautsprecheranlage zu erfassen, wird man in den meisten Fällen eine dezentralisierte Anlage einbauen. Hierbei erhält jede Gebäudegruppe einen besonderen Verstärker, der nur die in seiner unmittelbaren Nachbarschaft befindlichen Lautsprecher speist. Sämtliche Verstärker erhalten ihre Steuerspannung von einer zentralen Stelle. Wählt man zahlreiche kleine Einheiten, so werden die Nachteile übertriebener langer Lautsprecherleitungen weitgehend vermieden; außerdem erreicht die Gesamtanlage einen hohen Stand der Betriebssicherheit, da bei Ausfall eines Verstärkers nur eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Lautsprechern in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Grenze für die Aufteilung der Verstärkerleistung ist schließlich nur durch die Wirtschaftlichkeit bedingt.

Die dezentralisierte Anlage hat den Nachteil, daß ihre sofortige Einsatzbereitschaft und die Überwachung nicht mit so einfachen Mitteln durchzuführen sind, wie es bei einer zentralisierten Anlage der Fall ist. Besonders dann, wenn Großlautsprecheranlagen, wie es oft der Fall ist, auch als Warn- oder Kommandoanlagen benutzt werden, ist es erforderlich, die gesamte Anlage sofort und unabhängig von örtlichem Betriebspersonal zu jeder beliebigen Zeit einschalten zu können. Hierzu muß also vor jedem der örtlichen Verstärker ein Relais gesetzt werden, das die Netzzuführung einschaltet; es muß von der Zentrale aus bedient werden. Um Leitungen zu sparen, wird man die Betätigung dieser Einschaltrelais ebenfalls über die Steuerleitung vornehmen. Da die meisten Verstärker indirekt geheizte Vorstufen haben, kann die Anlage somit etwa eine halbe Minute nach dem zentralen Einschalten als betriebsbereit angesehen werden. Es ist dabei Geschmacksache, ob man diese halbe Minute Anheizzeit in Kauf nehmen will, oder ob man lieber die Heizung der Verstärkerröhren ständig in Betrieb läßt und mit dem Einschaltrelais nur noch die Anodenzuführung einschaltet.

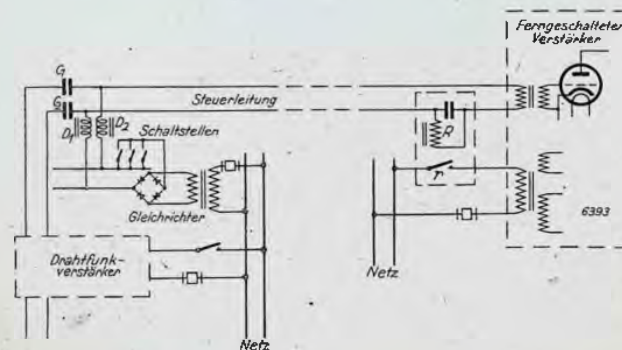


Abb. 1. Schaltbild einer ferngesteuerten Verstärkeranlage

Abb. 1 zeigt das grundsätzliche Schaltbild einer solchen ferngeschalteten Anlage. Von der Zentrale aus wird die Modulationsfrequenz über einen Drahtfunkverstärker auf die Steuerleitung gegeben. Beim Fernschalten des anderweitig aufgestellten Verstärkers wird eine Gleichspannung eingeschaltet, die einem dauernd am Netz liegenden Trockengleichrichter entnommen wird. Über die Drosseln D_1 , D_2 gelangt diese Gleichspannung an die Steuerleitung; ein Gleichstrom-Kurzschluß über den Drahtverstärker-Ausgang ist infolge der Kondensatoren C_1 , C_2 nicht möglich. Der Gleichstromkreis schließt sich über das Relais R und den Eingangstransformator des Verstärkers. Durch einen Kondensator ist das Relais R für die Sprachfrequenzen überbrückt. Das Relais legt durch seinen

Arbeitskontakt r den Verstärker an das Netz. Infolge der nicht unerheblichen Schaltleistung empfiehlt es sich, den Kontakt r als Quecksilber-Kippschalter auszuführen.

Diese Anordnung hat sich trotz oder vielleicht gerade wegen ihrer Einfachheit ausgezeichnet bewährt. Sie hat nur einen Nachteil: Es lassen sich mit ihr nur kleine bis mittlere Verstärkereinheiten schalten. Bei größeren Einheiten empfiehlt es sich, die Einschaltung in zwei Stufen vorzunehmen. In der ersten Schaltstellung wird die Heizung der Röhren in Betrieb gesetzt und erst nach völliger Durchwärmung der Kathoden wird die Anodenspannung eingeschaltet. Anderenfalls treten an der Anode Stoßspannungen auf, die den Verstärker zum Ausfall bringen können. Diese Gefahr liegt besonders bei A-Verstärkern vor, die mit hohen Anodenspannungen arbeiten. Bei B-Verstärkern ist es nicht so kritisch; hier dürfte der 70-Watt-Verstärker die Grenze bilden.

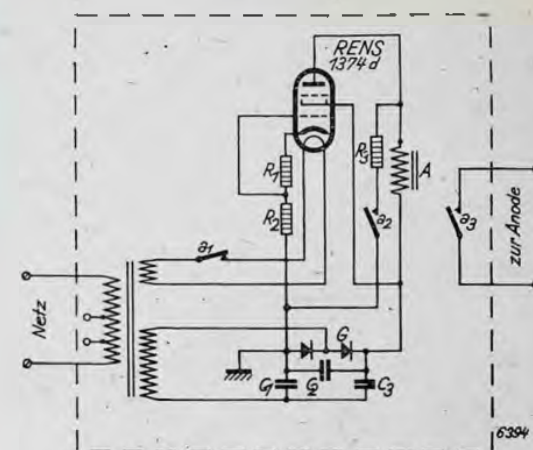


Abb. 2. Schaltung des Verzögerungsrelais

Um nun in der Anlage bereits vorhandene und noch durchaus brauchbare A-Verstärker bzw. ganz allgemein größere Verstärkereinheiten fernschalten zu können, ist ein Relais erforderlich, das zunächst den Heizstromkreis einschaltet und etwa eine halbe Minute später selbsttätig, das heißt ohne weitere Kontrolle durch die Zentrale, die Anodenspannung einlegt. Man könnte hierfür beispielsweise eine Bimetallanordnung wählen, die durch den Heizstrom der Röhren in Betrieb gesetzt wird. Anordnungen dieser Art erfreuen sich aber keiner besonderen Beliebtheit wegen ihrer geringen Betriebssicherheit. Außerdem haben sie den Nachteil, daß sie nach dem Abschalten längere Zeit, nämlich bis zur völligen Abkühlung des Bimetallstreifens, benötigen, bis sie wieder wirksam sind. Im folgenden soll daher ein Verzögerungsrelais beschrieben werden, das diese Nachteile vermeidet und sich durch einfachen Aufbau und hohe Betriebssicherheit auszeichnet.

In Abb. 2 ist die Schaltung des Relais dargestellt. Die Netzan Anschlußklemmen des Relais liegen parallel zum Netzan Anschluß des fernzuschaltenden Verstärkers; das Gerät wird also gleichzeitig mit dem Netztransformator des Verstärkers durch das in Abb. 1 dargestellte Relais R bzw. dessen Kontakt r eingeschaltet. Die Anodenleitung des Verstärkers wird über die Ausgangsklemmen des Stufenschaltrelais geführt und ist zunächst durch den Kontakt a_1 (Abb. 2) unterbrochen. Außer diesen vier Klemmen benötigt das Gerät keinerlei Anschlüsse für Hilfsspannungen oder dergleichen; es kann also in den Verstärker einge-

baut oder als „Rucksack“ an der Seitenwand angebracht werden.

Die Wirkungsweise der Gesamtanordnung ist dann die folgende: Von der Zentrale wird durch den Gleichrichter (Abb. 1) über die beiden Drosseln D_1 , D_2 Gleichspannung auf die Steuerleitung gegeben. Der Gleichstrom fließt durch das Relais R , dessen Kontakt r den Netztransformator des einzuschaltenden Verstärkers an die Netzleitung legt. Hierdurch erhalten zunächst die Heizkreise der Verstärkerröhren Spannung, gleichzeitig gelangt durch r die Netzspannung an das Verzögerungsgerät (Abb. 2). Hier wird über den Ruhestromkontakt a_1 die Heizung einer indirekt geheizten Röhre in Betrieb gesetzt. Bei den Versuchen zur Entwicklung des Gerätes hatte sich die Röhre RENS 1374 d als sehr geeignet erwiesen, die daher auch bei allen späteren Ausführungen beibehalten wurde. Diese Röhre erhält ihre Anodenspannung durch einen Trockengleichrichter (Selengleichrichter). Im Anodenkreis liegt das Relais A . Zur Siebung des Netzteils genügt der Kondensator C_2 . An den Widerständen R_1 , R_2 wird die Gittervorspannung entnommen und durch das Verhältnis der beiden Widerstände der gewünschte Arbeitspunkt auf der Kennlinie eingestellt. Die Kondensatoren C_1 und C_3 dienen zur Spannungsverdopplung; ihre Werte sind kritisch und von der Nennleistung des Gleichrichters sowie von den Wechselspannungen abhängig. Für den vorliegenden Zweck empfiehlt sich ein Gleichrichter von 300 Volt und 60 mA Nennleistung. In dem Mustergerät wurde zwecks Platzspars ein Selen-Gleichrichter von 180 V und 60 mA benutzt, der einwandfrei arbeitet. Der Netztransformator war hierbei bis zur äußersten Grenze ausgenutzt. Um diese unnötige Überlastung zu vermeiden, wurde später in die zum Verbindungspunkt der Kondensatoren C_1 , C_3 führende Transformatorleitung ein Vorwiderstand von 5000 Ohm, 8 Watt, eingeschaltet. In Abb. 2 ist dieser Vorwiderstand nicht eingezeichnet; bei den im folgenden angegebenen Meßwerten ist er jedoch berücksichtigt.

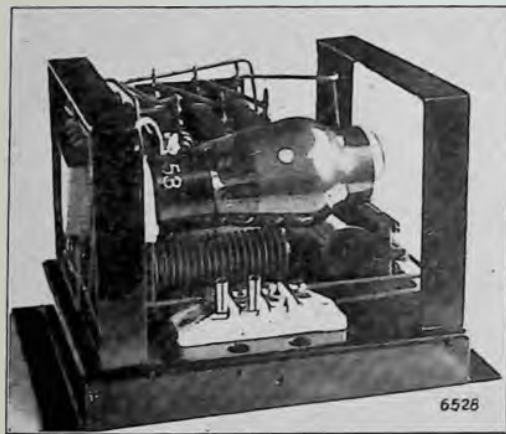


Abb. 3. Ansicht des Fernschaltgerätes. Unter der Röhre befindet sich der Anodengleichrichter, rechts davon das Relais. Davor sieht man die Klemmenleiste für den Netzanschluß (mit Kabelschuhen) und für die Zuleitungen zur Anode des Verstärkers, hinter der Röhre die drei hintereinandergeschalteten Stabwiderstände von insgesamt 30 kΩ. Links von der Röhrenfassung befindet sich der Netztransformator.

Das im Anodenkreis liegende Relais A spricht zunächst, kurz nach dem Einschalten, noch nicht an. Erst wenn die Kathode voll emittiert, der Anodenstrom also seinen endgültigen Wert erreicht hat, zieht der Anker des Relais A an und legt mittels a_3 die Anodenspannung ein. Zweckmäßig wird man das Relais für eine Stromstärke bemessen, die etwas unter dem Betriebswert des Anodenstroms liegt, um kleine Schwankungen dieses Wertes, die die Betriebssicherheit beeinträchtigen würden, unschädlich zu machen.

Die Anordnung hat in der bisherigen Ausführung noch einige Nachteile. Zunächst ist während der ganzen Einschaltedauer der sichere Betrieb des Verstärkers von der Hilfsröhre RENS 1374 d abhängig. Fällt bei mehrstündigen Übertragungen diese Röhre aus irgendeinem Grunde aus, so fällt damit der ganze Verstärker bzw. die betreffende Lautsprechergruppe aus. Außerdem würde die Schaltung, wie leicht zu übersehen ist, nach dem Abschalten einige Zeit benötigen, ehe die Verzögerungswirkung wieder in Kraft treten kann; letzteren Nachteil weisen übrigens die Thermo- oder die Quecksilber-Verzögerungsschalter ebenfalls auf.

Diese Nachteile werden dadurch vermieden, daß das Relais A außer dem Kontakt a_3 noch die beiden Kontakte a_1 und a_2 betätigt. Kontakt a_1 , der als Ruhekontakt ausgebildet ist, öffnet den Heizkreis der Röhre, der Arbeitskontakt a_2 schaltet einen Umgehungsstromkreis ein. Bei Abschalten der Röhrenheizung durch a_1 würde ja das Relais A stromlos werden. Durch den Widerstand R_3 wird ein neuer Stromkreis wirksam, der das Relais hält. Irgendwelche Justierungen in der Ansprechzeit der Kontakte, insbesondere zwischen den kritischen Schaltungen a_1 und a_2 , haben sich nicht als notwendig erwiesen. Das Relais A hält seinen Anker auch nach dem Öffnen der Röhrenheizung durch a_1 noch genügend lange, bis der Stromweg über R_3 durch a_2 eingeschaltet ist.

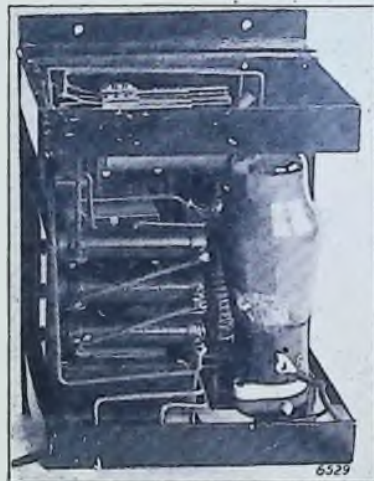


Abb. 4. Hier sind zwei Federsätze des Relais sowie die drei Widerstände von insgesamt 30 kΩ besonders deutlich erkennbar, unter den Widerständen der 4μF-Kondensator. Das Bild zeigt das Gerät in der richtigen Montagestellung.

Die Betriebsspannungen sind in keiner Weise kritisch und können in weitem Maße nach der gewünschten Verzögerung sowie nach den Daten des Relais A eingestellt werden. Die beschriebene Ausführung ergab eine Ansprechzeit von etwa 40 Sekunden. Mit dem Mavometer, 500-Volt-Bereich, wurden gegen Erde folgende Spannungen gemessen: Anodenspannung 255 Volt, Schirmgitterspannung 260 Volt. Der Anodenstrom betrug 8 mA, nach Umschalten auf den Ersatzwiderstand R_3 11 mA. Der Schirmgitterstrom betrug 3 mA. Leistungsentnahme aus dem Netz: 20 Watt.

Aus Gründen möglichst großer Betriebssicherheit empfiehlt es sich, den Widerstand R_3 , der 30 000 Ohm beträgt, für eine reichliche Belastung zu bemessen. In der vorliegenden Schaltung ist ein Widerstand von 12 Watt und 30 000 Ohm eingebaut. Da auf Induktionsfreiheit keine Rücksicht genommen zu werden braucht, erscheint aus Gründen der besseren Wärmeabfuhr ein auf keramischem Körper gewickelter Widerstandsdraht, der in handelsüblicher Ausführung für den angegebenen Widerstandswert erhältlich ist, am geeignetsten.

Um das Gerät in gleicher Ausführung möglichst allgemein einbauen zu können, wurde ein gedrangter Aufbau angewandt. Sämtliche Teile sind auf einem Metallgestell von 16,5 × 13,5 cm und 2,5 cm Höhe untergebracht. Die Röhre ist liegend über dem Boden angeordnet. Darunter befindet sich der Trockengleichrichter und davor eine Klemmenleiste für die beiden Neg- und Anodenanschlüsse. Hinter der Röhre ist der 30-kΩ-Widerstand angeordnet, der hier noch aus drei hintereinandergeschalteten Stabwiderständen besteht. Unter dem Kopf der Röhre liegt das Relais A mit seinen drei Federsätzen. Es ist darauf zu achten, daß dieses Relais so angebracht wird, daß sein Anker nach dem endgültigen Einbau die richtige Lage hat. Das beschriebene Gerät war für Anbringung an der Seitenwand eines 60-Watt-Verstärkers entwickelt. Es ist empfehlenswert, das Relais A nicht unmittelbar auf dem Metallboden des Gestells zu befestigen, sondern es durch eine isolierende Unterlage von Masse zu trennen.

Inzwischen ist das Gerät seit längerer Zeit in Betrieb und arbeitet sehr sicher und gleichmäßig. Irgendwelche Ausfälle haben sich bisher nicht gezeigt.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol in Abb. 2	Größe
1	1	Blockkondensator	C_1	1 μF
2	1	desgl.	C_2	4 μF
3	1	desgl.	C_3	1 μF
4	1	Widerstand	R_1	500 Ω, 2 Watt
5	1	Widerstand	R_2	1000 Ω, 2 Watt
6	1	Widerstand, drahtgewickelt, auf keramischem Körper	R_3	30 kΩ, 12 Watt, 60 mA belastbar
7	1	Selengleichrichter, Typ 180/0,06 mit Vorwiderstand 5000 Ohm (8 Watt), bzw. Typ 300/0,06	G	
8	1	Relais mit 3 Federsätzen (2 Arbeits- und einem Ruhekontakt)	A	etwa 10 mA Haltestrom
9	1	Röhre RENS 1374 d		
10	1	Klemmensockel mit 4 Anschlüssen		
11	1	Netztransformator (VE)		
12	1	1 Röhrenfassung u. Kleinmaterial		

Der Widerstand von Leitern bei Kurzwellen

Von R. WILKE

Nachstehend sollen die an sich bekannten Beziehungen zwischen Eindringtiefe und Widerstand von Leitern bei Hochfrequenz noch einmal einheitlich zusammengefaßt und für den praktischen Gebrauch im Gebiet der Kurzwellen und Ultra-Kurzwellen in Form übersichtlicher Formeln und Tafeln dargestellt werden.

Infolge des Hauteffektes ist bekanntlich bei Leitern, die vom Hochfrequenzstrom durchflossen werden, nicht mehr der gesamte Querschnitt an der Stromleitung beteiligt. Es ist vielmehr richtig, eine leitende Schicht an der Oberfläche anzunehmen, deren Dicke t (Eindringtiefe) durch die folgende Beziehung gegeben ist:

$$t = \frac{1}{2 \sqrt{\sigma \cdot f \cdot \mu}}$$

worin bedeuten:

t = Eindringtiefe in mm, μ = Permeabilität,
 σ = Leitfähigkeit, f = Frequenz in MHz.

(Siehe z. B. H. W. STEINHAUSEN, Telefunken Zeitung 72, 1936, S. 52.)

Diese Formel gibt nur genaue Werte, wenn der Krümmungsradius der zu berechnenden Fläche groß gegen die Eindringtiefe ist. Da nun die Eindringtiefe mit der Wurzel aus der Frequenz abnimmt, ergibt sich z. B. für einen Kupferdraht von 1 mm Durchmesser die Gültigkeit der Formel von einer Frequenz von 1 MHz ab; dabei ist die Eindringtiefe dann 0,05 mm.

Es erscheint nun für die Rechnung praktischer, als Dimension μ statt mm einzuführen ($1 \mu = 10^{-6}$ m). Da es außerdem gebräuchlicher ist, mit dem spezifischen Widerstand zu rechnen statt mit dem Leitwert, ergibt sich als endgültige Formel:

$$t = 500 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}} \quad \text{Eindringtiefe}$$

t = Eindringtiefe in μ , μ = Permeabilität,
 ρ = spez. Widerstand, f = Frequenz in MHz.

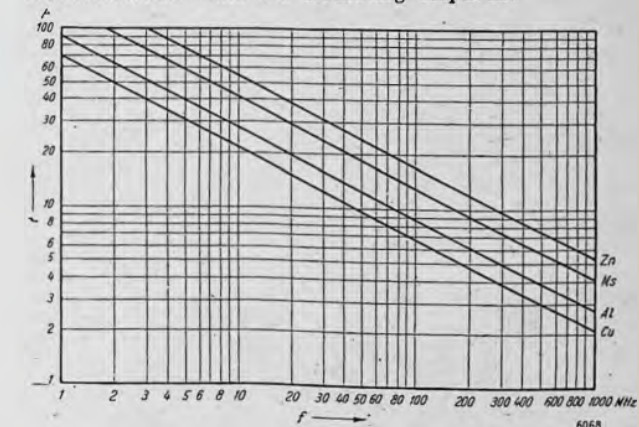
Da es sich in den meisten Fällen um die Berechnung von Teilen aus Kupfer handelt, sei nachfolgend die sich aus der allgemeinen Formel ergebende Beziehung für Kupfer gegeben ($\rho = 0,0175$; $\mu = 1$):

$$t = \frac{66,2}{\sqrt{f}} \quad \text{Eindringtiefe für Kupfer}$$

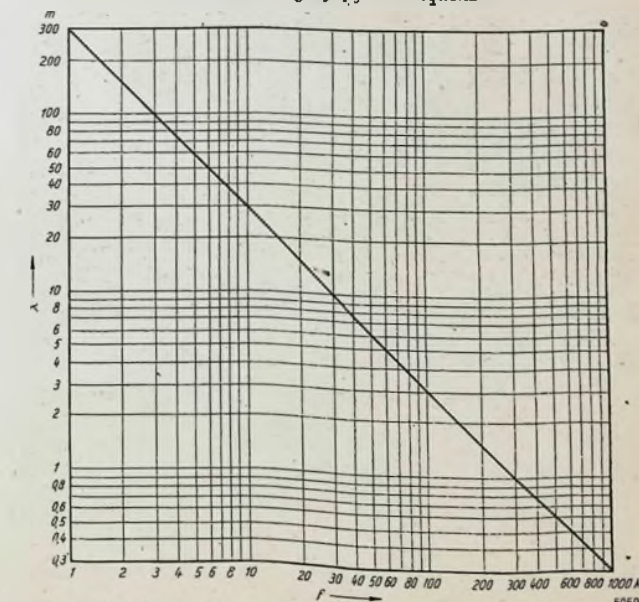
t = Eindringtiefe in μ , f = Frequenz in MHz.

Die folgende Tafel 1 gibt Kurven für die Eindringtiefen bei Frequenzen von 1...1000 MHz und die

Metalle Kupfer (Cu), Aluminium (Al), Messing (Ms) und Zinn (Zn). Die Tafel dürfte für fast alle praktisch vorkommenden Fälle die Rechnung ersparen.



Tafel 1. Die Eindringtiefe von Hochfrequenzströmen in Leitern.
 t = Eindringtiefe; f = Frequenz



Tafel 2. Die Beziehung zwischen Wellenlänge und Frequenz

umschaltung abwechselnd eine rote oder grüne Farbscheibe vor das Skalenfenster geschoben wird. Es erscheint dann jeweils nur der Druck in der entgegengesetzten Farbe des Farbfilters als schwarze Schrift auf farbigem Grund. Somit ist einmal eine wirksame Unterscheidung der beiden Bereiche durch die Farbe gewährleistet und außerdem jeweils nur das Programm des eingeschalteten Bereiches zu sehen.

Damit ist eine ganze Reihe von Möglichkeiten aufgezeigt, dem langjährigen Bemühen um Ausgestaltung der Rundfunkempfängerskala neue Richtung zu geben. Mit einem hochwertigen Empfangsgerät mit allen technischen Raffinessen und mit dieser Skala wird der Hörer tatsächlich in der Lage sein, augenblicklich eine bestimmte Darbietungsart einzustellen, ohne erst den ganzen Äther danach abtasten zu müssen.

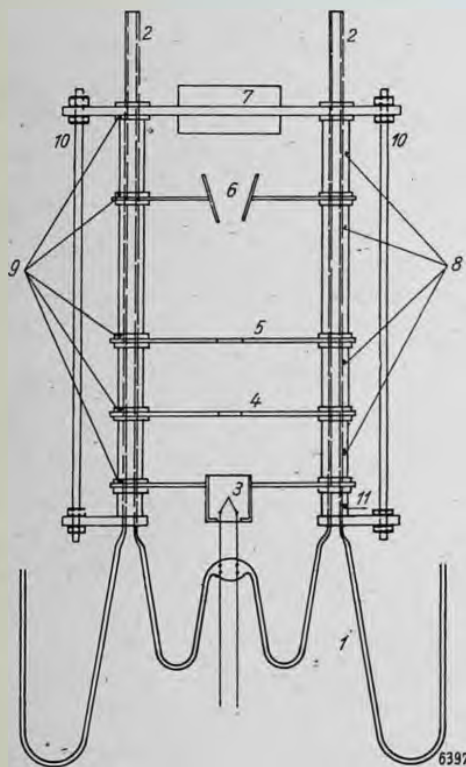
Zeichnungen vom Verfasser

PATENTSCHAU

Elektronenstrahlröhre für Fernseh Zwecke

Nach der deutschen Patentschrift 616 287 Kl. 21 g Gr. 13/10 (Fernseh-A.-G.).

Um die Elektroden, insbesondere die Blenden und Ablenkplatten, von Braunschen Röhren genau justieren zu können, werden diese nicht mehr in die Röhrenwandung selbst eingeschmolzen, sondern ähnlich wie die Elektrodensysteme von Empfängerröhren auf einem Quetschfuß angeordnet.

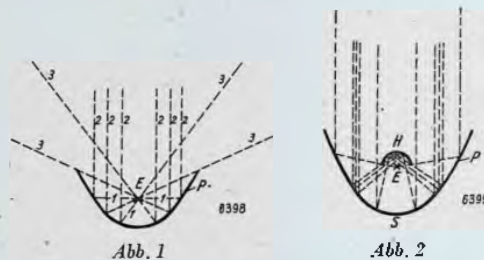


Erfindungsgemäß werden auf dem Quetschfuß 1 der Abbildung Halteorgane 2 aus demselben Werkstoff, aus dem der Quetschfuß 1 besteht, befestigt, und auf diese Halteorgane werden nun z. B. der Kathodenzylinder 3, die Blenden 4, 5, die Ablenkplatten 6 und 7 unter Zwischenschaltung von Abstandsstücken 8 aufgeschoben. Um einen festen Sitz der Elektroden und der Zwischenstücke auf den Haltern 2 zu gewährleisten, werden Schraubbolzen 10 vorgesehen, welche zweckentsprechend angeordnete Querstücke zusammenziehen, zwischen denen die Elektroden und die Abstandshalter liegen. Die Abstandshalter 8 können aus Isolierstoff oder Metall sein; im letzteren Falle müssen zwischen ihnen kurze Isolierstücke 9 angebracht sein. Es leuchtet ein, daß auf diese Weise das gesamte Elektrodensystem vor dem Einbau in die Röhre genau justiert werden kann, so daß fabrikatorisch einwandfreie und stets gleichwertige Röhren erzeugt werden können.

Reflektor für kurze und ultrakurze Wellen

Nach der deutschen Patentschrift 616 658 Kl. 21 a 4 Gr. 46/02 (A. Esau und C. Lorenz A.-G.).

Zum Richtsenden benutzt man Parabolspiegel gemäß Abb. 1. Die Erregerantenne E steht im Brennpunkt des Parabolspiegels. Bei dieser Anordnung werden nur die Strahlen, welche am Parabolspiegel reflektiert werden, zu einem parallelen Strahlenbündel 2 vereinigt, während die übrigen aus der Öffnung des Parabolspiegels direkt austretenden Strahlen 3 nach allen Richtungen auseinanderlaufen.

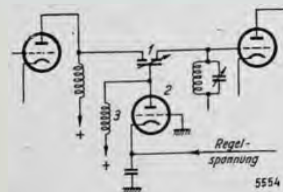


Um die direkte Abstrahlung zu verhindern, wird gemäß Abb. 2 ein kugelförmiger Hilfsreflektor H so angeordnet, daß überhaupt keine direkten Strahlen aus dem Spiegel austreten können. Die Öffnung und Brennweite des Parabolspiegels G wird groß zur Wellenlänge gewählt und die Öffnung des Hilfsreflektors wird wesentlich kleiner als die des Parabolspiegels gewählt und erhält praktisch eine Brennweite von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ λ .

Schaltung zur selbsttätigen Lautstärkeregelung

Nach der amerikanischen Patentschrift 2 055 891 — E. T. Dickey (Radio Corporation of America)

Die Schaltungen zur selbsttätigen Lautstärkeregelung, die mit der Verlagerung von Elektrodenpotentialen arbeiten, haben den Nachteil, daß durch Aussteuerung der Röhren bis in stark gekrümmte Kennlinienteile hinein leicht Verzerrungen auftreten können. Die Abbildung zeigt eine einfache Anordnung, die diesen Nachteil vermeidet. Als Kopplungskondensator 1 verwendet, dessen mittlere Platte über den inneren Widerstand einer Röhre 2 gerdet ist. Das Gitter dieser Röhre wird durch eine Span-



nung gesteuert, die der Röhre bei wachsender Empfangsspannung einen abnehmenden inneren Widerstand gibt. Je größer also die Feldstärke des empfangenen Senders am Empfangsort ist, um so stärker ist die Ableitung der Empfangsschwingungen nach Erde. Die Drossel 3 muß für alle Frequenzen des Empfangsbereiches einen hohen inneren Widerstand darstellen.

Schr.

FUNK-Werkstattpraxis

Monatsbeilage für die Funkwerkstatt

1

Über das Abgleichen von Überlagerungsempfängern

Bekanntlich hängen Empfindlichkeit, Trennschärfe und Klanggüte auch des mit besten Einzelteilen aufgebauten Überlagerungsempfängers entscheidend von einem sanfteren Abgleich der einzelnen Kreise ab. Allein schon wegen der Veränderungen in den Röhren ist es erforderlich, ein Nachtrimmen des Empfängers von Zeit zu Zeit vorzunehmen. Um diese Arbeit mit der bei den heutigen hohen Ansprüchen an die Eigenschaften des Empfängers notwendigen Gründlichkeit durchführen zu können, braucht man einwandfreie Hilfsgeräte, wie Meßsender, Ausgangsinstrument, isolierte Trimm Schlüssel usw. Die an den Meßsender zu stellende Hauptforderung ist die einer frequenzunabhängigen Energiedosierung. Nur wenn sich beim Nachstellen der Meßsender-Spannung die eingestellte Frequenz praktisch nicht ändert, wird der abzugleichende Empfänger auch die gewünschte Leistung zeigen.

Vorarbeiten

Vor Beginn des Abgleichs muß zur Vermeidung doppelter Arbeit festgestellt werden, ob der fragliche Empfänger elektrisch und mechanisch völlig in Ordnung ist und ob auch die Empfangsröhren noch genügend leistungsfähig sind; ferner müssen die vorhandenen Abschirmbleche und das Bodenblech angebracht werden. Der Lautstärkeregel des Empfängers ist für die ganze Zeit des Abgleichens in der Stellung größter Lautstärke zu belassen, der Klangfarben- und Bandbreitenregler auf breitestem Wiedergabeband. Da die meisten Geräte mit Schwundausgleich ausgerüstet sind, muß die Schwundregelstrecke abgeschaltet werden (Abb. 1), damit das

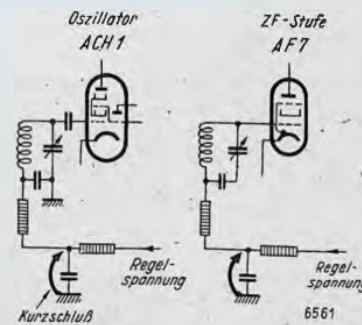


Abb. 1. Abschaltung der Schwundregelstrecke durch Kurzschluß des Kondensators

Gerät mit höchster Empfindlichkeit arbeitet und nicht etwa durch die Schwundregelschaltung eine Verstärkungsnachregelung des Empfängers während des Trimmvorgangs erfolgt.

Erst jetzt erfolgt die Zusammenschaltung der Einrichtung für den Abgleich.

Ausgangsmeßgerät

Der Anschluß des Tonfrequenz-Spannungsmessers kann direkt parallel zur Primärseite des Ausgangstransformators erfolgen, jedoch ist dann die Anschaltung über einen Kondensator von etwa $0,5 \mu F$ vorzunehmen (Abb. 2). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die auftretenden

Wechselspannungen in der Größenordnung von etwa 50 Volt liegen, auf die der Meßbereich des Instrumentes demnach einzustellen ist.

Bequemer ist der Anschluß des Ausgangs-Meßgerätes parallel zur niederohmigen Sekundärseite des Ausgangstransformators (Abb. 3). Die Lautsprecher-Schwingungspule wird während des Abgleichs zweckmäßigerweise abgeschaltet. An dieser Stelle betragen die Wechselspannungen etwa 2 bis 5 Volt.

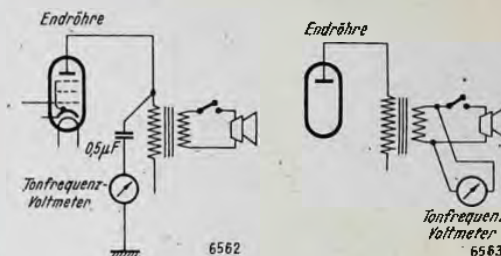


Abb. 2. Anschaltung des Tonfrequenz-Spannungsmessers an den Ausgang

Abb. 3. Anschaltung des Tonfrequenz-Spannungsmessers an die Sekundärwicklung

Man kann auch ein hochempfindliches Gleichstrom-Voltmeter mit vorgeschaltetem Trockengleichrichter benutzen; die Anpassung erfolgt wie oben beschrieben. Neuerdings verwendet man auch als Ausgangsinstrument eine Kathodenstrahlröhre, etwa die kleine Röhre DG 7-1. Dieses Verfahren gestattet ohne Zweifel am besten eine sehr eindeutige und präzise Ablesung.

Der Prüfgenerator (Meßsender)

Der moderne Prüfgenerator besteht aus einem eigentlichen Hochfrequenz-Generator, einem Niederfrequenz-Modulator, der die Hochfrequenz mit etwa 500 Hertz moduliert, und dem Ausgangsspannungsteiler, dem mit Rücksicht auf höhere Leistung oft noch eine Leistungsverstärkerstufe vorgeschaltet ist. Da durch den Spannungsteiler der Meßsenderausgang stark unterschiedliche

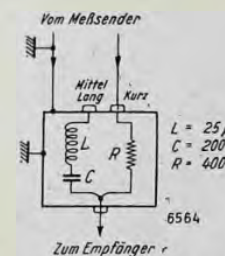


Abb. 4. Schaltung der künstlichen Antenne

Werte hat, jedoch meist sehr niederohmig wird, ist zwischen Meßsender und Empfänger die richtige Anpassung durch Zwischenschaltung einer künstlichen Antenne herzustellen. Die elektrischen Werte dieser Antenne sind dem jeweiligen Wellenbereich ungefähr angepaßt; es empfiehlt sich eine Anordnung nach Abb. 4. Für den Zwischenfrequenzbereich dürfte als künstliche Antenne ein einfacher Kondensator von 20 000 bis 30 000 pF genügen.

Der Abgleichvorgang

1. Zwischenfrequenzstufen

Die Einstellung der Zwischenfrequenz-Bandfilter ist für das Arbeiten des Empfängers besonders wichtig, denn hiervon hängen die Trennschärfe und Klangqualität in hohem Maße ab. Die Größe der Zwischenfrequenz muß daher genau bekannt sein. Üblich sind 460 bis 480 und 128 bis 135 kHz. Die heute gebräuchlichen Zwischenfrequenzfilter sind im allgemeinen für eine Durchgangsbreite von 9 kHz konstruiert, und zwar derart, daß die beiden Schwingungskreise des Bandfilters unabhängig voneinander genau auf die Zwischenfrequenz eingestellt werden und durch Überkopplung der beiden Kreise die gewollte Verbreiterung der resultierenden Resonanzkurve entsteht (Bild 5). Beim Abgleich des einen Kreises muß

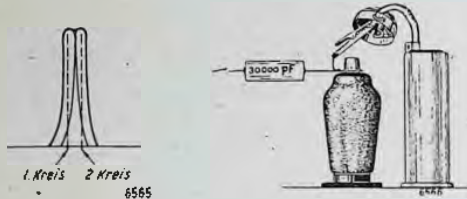


Abb. 5. Resonanzkurve eines Zwischenfrequenz-Bandfilters

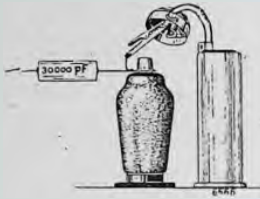


Abb. 6. Anschaltung des Meßsenders an das Gitter der Mischröhre

daher der andere stets gedämpft oder aber durch eine Zusatzkapazität verstimmt werden. Das Bedämpfen ist einfacher, da keine Gefahr besteht, etwa auf eine Harmonische der Kreisfrequenz abzustimmen, wie es bei Verstimmung durch ungünstig gewählte Zusatzkondensatoren durchaus möglich ist.

Die Abgleich-Reihenfolge ergibt sich bei der Annahme von zwei Zwischenfrequenzbandfiltern mit vier Schwingungskreisen wie folgt:

a) Ausgangs-Meßgerät anschließen; Lautsprecher abschalten (er kann zunächst zur Kontrolle angeschlossen bleiben, muß jedoch nach Auffinden des Abstimmungspunktes abgeschaltet werden, um nicht mit zu starker Meßsender-Spannung arbeiten zu müssen).

b) Meßsender auf die Zwischenfrequenz abstimmen und über 30 000 pF nach Abb. 6 an das Gitter der Mischröhre legen (bei Achtpolröhren an Gitter 4, bei Dreipol-Sedispolröhren oder Schaltungen mit getrennter Oszillatorröhre an das Gitter des Mischröhren-Systems).

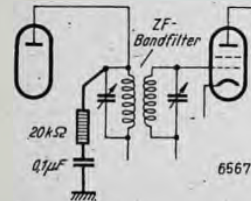


Abb. 7. Bedämpfung eines Zwischenfrequenzkreises durch Hochohmwiderstand in Reihe mit einem Block

c) Dritten Zwischenfrequenzkreis mit 20 000 Ohm dämpfen. Da dieser Kreis meist Anodengleichspannung führt, ist die Zwischenschaltung eines Blocks von 0,1 μF zweckmäßig (Abb. 7).

d) Vierten Zwischenfrequenzkreis genau trimmen.

e) Vierten Zwischenfrequenzkreis mit 20 000 Ohm bedämpfen.

f) Dritten Kreis genau trimmen.

g) Dritten Kreis dämpfen.

h) Zweiten Kreis trimmen.

i) Zweiten Kreis dämpfen.

j) Ersten Kreis genau trimmen.

Man wird mit der Meßsender-Spannung von Kreis zu Kreis zurückgehen müssen, um eine Überlastung des

Ausgangsinstrumentes zu vermeiden, da die Empfindlichkeit des Empfängers durch den Abgleich dauernd steigt. Die einzelnen Trimmkondensatoren können jetzt, unter gleichzeitiger Kontrolle des Ausgangsinstrumentes, durch Isolierlack festgelegt werden. Wenn ein genau geeichter Meßsender zur Verfügung steht, kann jetzt die Durchlaßbreite der abgeglichenen Bandfilter festgestellt werden. Man liest zu diesem Zweck am Ausgangsinstrument den Höchstausschlag ab und verstimmt den Meßsender nach beiden Seiten bis zum Ausschlag „0“ des Ausgangsinstrumentes. Die abgelesenen einzelnen Meßpunkte ergeben die Resonanzkurve des Bandfilters.

2. Hochfrequenz-Vorkreis und Oszillatorkreis

Die Zwischenfrequenz entsteht bekanntlich aus der Überlagerung der im Empfänger erzeugten Oszillatorwelle mit der von der Antenne kommenden Hochfrequenz-Gitterkreiswelle in der Mischröhre. Zu jeder Vorkreisfrequenz gehört also eine bestimmte Oszillatorfrequenz, um die Zwischenfrequenzwelle entstehen zu lassen. Da die Drehkondensatoren für Vorkreis und Oszillator auf einer gemeinsamen Achse sitzen und auch elektrisch genau aufeinander abgestimmt sind, kann man bei beliebiger Drehkondensatoren-Stellung in ausgedrehtem Zustand die Zwischenfrequenz-Welle und damit ein Optimum beim Trimmen von Oszillator und Hochfrequenzkreis einstellen. Mit Rücksicht auf den Verkürzungskondensator des Oszillator-Drehkondensators, der einen bestimmten, zur Skala passenden Frequenzverlauf des Oszillators über den ganzen Bereich bewirkt, ist jedoch die Anfangsstellung des Drehkondensators durchaus nicht gleichgültig, wenn man im oberen Teile des Bereiches mit der Eichung auskommen will. Besonders kritisch wird dieses Problem, wenn nicht nur ein Hochfrequenz-Vorkreis vorhanden ist, sondern ein Hochfrequenz-Bandfilter, aus zwei Kreisen bestehend. In diesem Falle müssen vorerst die beiden Vorkreise (Bandfilter) genau untereinander abgestimmt sein; dann erst ist das Einstellen des Oszillatorkreises auf die Vorkreise vorzunehmen.

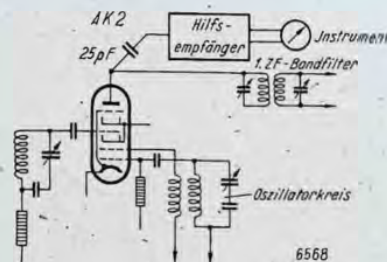


Abb. 8. Anschaltung des Hilfsempfängers an die Anode der Mischröhre

Zur Erreichung dieses Zieles empfiehlt sich die Verwendung eines Hilfsempfängers oder eines aperiodischen Verstärkers, der mit der Anode der Mischröhre über einen Kondensator von etwa 25 pF verbunden wird (Abb. 8). Man ist dann in der Lage, unabhängig von dem außer Schwingung gesetzten Oszillatorkreis die Vorkreise mit Hilfe des Meßsenders und Hilfsempfängers genau einzustellen und dann nach Entfernung des Hilfsempfängers

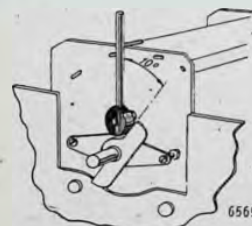


Abb. 9. Lehre für Einstellung des Drehkondensators

den Oszillator nachzutrimmen. Der Vorgang spielt sich dabei wie folgt ab:

a) Hilfsempfänger über 25 pF an Anode der Mischröhre anschließen; Oszillator durch Kurzschluß der Rückkopplungsspule außer Betrieb setzen.

b) Meßsender an die Antennenbuchse des Empfängers anschließen und Drehkondensator mittels einer selbst-angefertigten Lehre (Abb. 9) bis zum Anschlag etwa 10° vor Erreichung der Minimalkapazität stellen. Am Stationszeiger die Wellenlänge ablesen und Meßsender genau auf diese Wellenlänge (im Runfunkbereich etwa 208 m) einstellen.

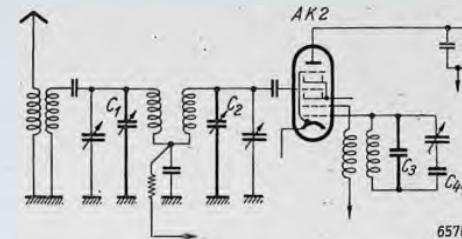


Abb. 10. Die Lage der Trimmer C_1 bis C_4

c) Die Vorkreistrimmer C_1 und C_2 (Abb. 10) nacheinander auf Maximum des mit dem Hilfsempfänger oder aperiodischen Verstärker verbundenen Ausgangs-Meßgerätes einstellen.

d) Hilfsempfänger abschalten und Ausgangs-Meßgerät an den Ausgang des abzugleichenden Empfängers anschließen.

e) Oszillator-Paralleltrimmer C_3 solange trimmen, bis Optimum erreicht wird.

Nun folgt, nachdem der Abgleich im unteren Teil des Wellenbereiches vorgenommen ist, der Abgleich bei eingedrehtem Drehkondensator. Hier hängt es jedoch von der Bauart der Spulen ab, ob überhaupt ein Abgleich im oberen Teil des Bereiches möglich ist. Beim Oszillator-

kreis ist der Abgleich erforderlich und meist möglich durch Trimmen des Verkürzungskondensators C_4 , der in Reihe mit Oszillatortspulen und Oszillator-Drehkondensator liegt. Man wählt eine Welle am Ende der Skala (im Runfunkbereich etwa 560 m) und geht wie folgt vor:

a) Meßsender auf die gewählte Welle, also 560 m, einstellen.

b) Empfänger mit Stationszeiger genau auf 560 m der Skala einstellen.

c) Verkürzungstrimmer C_4 solange trimmen, bis größter Ausschlag am Instrument erreicht ist.

d) Der Sicherheit halber ist der Oszillatorabgleich von 208 m nun noch einmal zu wiederholen.

Der Abgleich des Langwellenbereiches erfolgt nach den gleichen Gesichtspunkten.

3. Zwischenfrequenz-Sperrkreis

Meist sind moderne Geräte noch mit einem auf die Zwischenfrequenz fest eingestellten Sperrkreis (Abb. 11) ausgerüstet, der Störungen auf der Zwischenfrequenz unterdrücken soll. Die Einstellung dieses Sperrkreises wird wie folgt vorgenommen:

a) Der Abstimmendrehkondensator wird ganz eingedreht. Beträgt die Zwischenfrequenz etwa 480 kHz, so wird der Wellenschalter auf Mittelwelle geschaltet; beträgt sie etwa 130 kHz, so wird auf Langwelle geschaltet.

b) Meßsender genau auf Zwischenfrequenzwelle und größtmögliche Energie einstellen.

c) Sperrkreistrimmer so trimmen, daß das Ausgangsinstrument Minimum anzeigt.

Der Kurzschluß der Schwundregelstrecke kann jetzt entfernt werden, und der Empfänger ist betriebsfähig. Zeichnungen vom Verfasser Kronhagel

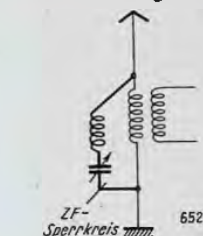


Abb. 11. Der Zwischenfrequenz-Sperrkreis

Die Wirkung des Klangverteilers

Während die tiefen Frequenzen von einem Lautsprecher fast ohne jede Richtwirkung abgestrahlt werden, erfahren die schnelleren Schallschwingungen eine ziemlich scharfe Bündelung. In der Praxis äußert sich das so, daß man nur in der Achsrichtung eines Lautsprechers die hohen Töne und Oberschwingungen genügend laut hört, um einen natürlichen Eindruck zu erhalten; man vernimmt sie aber um so weniger, je mehr seitwärts man sich von der Achse des Lautsprechers befindet. Das geht aus Abb. 1 deutlich hervor; während die Frequenz 1000 Hertz eine sehr wenig ausgeprägte Richtwirkung aufweist, erscheint die Frequenz 4000 Hertz bereits ziemlich scharf gebündelt.

Um diese nachteilige Richtwirkung der Rundfunklautsprecher im Hinblick auf die hohen Frequenzen zu beseitigen, wurde in die Lautsprecher der Philips-Geräte ein sog. Klangverteiler eingesetzt, d. i. ein kegelförmiger Preßkörper, der geordnet ist und der die Aufgabe hat, auch die hohen Frequenzen in einem größeren Winkel abzustrahlen¹⁾. Um zu zeigen, wie der Klangverteiler praktisch wirkt, wurden die gleichen Kurven wie in Abb. 1 auch für den mit dem Klangverteiler ausgerüsteten Lautsprecher aufgenommen; sie gelangen in Abb. 2 zur Wiedergabe. Man

erkennt deutlich, daß die scharfe Bündelung der Frequenz 4000 Hertz stark zurückgedrängt wurde und von dieser Frequenz auch nach den Seiten noch ein recht ansehnlicher Energieanteil abgegeben wird. Die Frequenz 1000 Hertz aber hat einen fast idealen Ausgleich erfahren.

¹⁾ Vgl. „Funk“ 1937, Heft 15, Seite 423, Abb. 8.

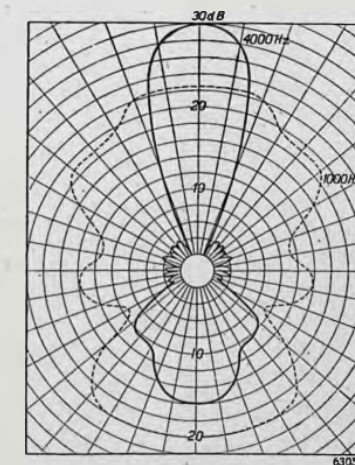


Abb. 1. Schallverteilungskurven eines Lautsprechers ohne Klangverteiler

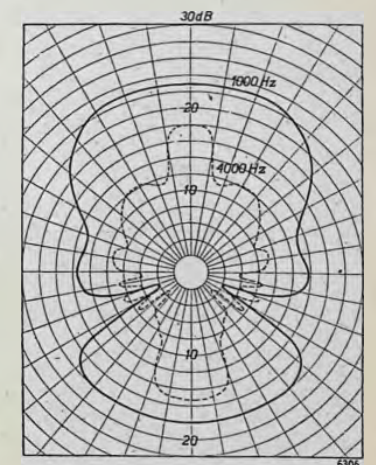


Abb. 2. Schallverteilungskurven desselben Lautsprechers mit Klangverteiler

Die Wirkung des Klangverteilers konnte außerdem an Wasserwellen sichtbar gemacht werden. Für diesen Zweck verwendete man einen sog. Wellentank, indem auf eine waagerechte Glasplatte eine Wasserschicht von einigen Zentimetern Höhe gegossen wurde. Um die Wasserwellen sichtbar zu machen, war unter der Platte, in einem Winkel von 45° , ein Spiegel angeordnet, der das von oben durch das Wasser



Abb. 3. Richtwirkung der in einem Wellentank erzeugten Wellen bei 7000 Hertz

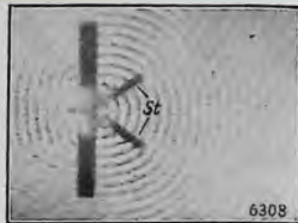


Abb. 4. Zwei Holzstäbchen St, die den Klangverteiler andeuten, heben die Richtwirkung auf

Werkbilder (Philips)

Der Wechselrichter in der Rundfunkwerkstatt

Steht nur ein Gleichstromnetz zur Verfügung, so kann man sich den für die Prüfung und Messung von Wechselstromempfängern erforderlichen Wechselstrom auf zweierlei Weise herstellen: 1. mit einem Maschinensatz bzw. einem Umformer, 2. mit einem Wechselrichter. Mit der zuletzt genannten Möglichkeit wollen wir uns nachstehend etwas ausführlicher befassen. Den Ausführungen liegen Versuche mit einem im Handel erhältlichen Wechselrichter zugrunde, der in zwei verschiedenen Größen — bis 70 und bis 100 Watt Wechselstromleistung — erzeugt wird.

Der Rundfunktechniker, der seine Werkstatt in einer gleichstromversorgten Gegend hat, der aber doch hin und wieder Wechselstromgeräte zwecks Messung und Prüfung betreiben muß, steht gewöhnlich dem Wechselrichter sympathischer gegenüber als einem Maschinensatz. Er sieht den Vorteil des Wechselrichters vor allem darin, daß es sich um ein — wenigstens äußerlich — ruhendes Gerät handelt, das keiner Wartung bedarf und das man an jede Steckdose anschließen kann; man braucht also keine Aufwendungen für die Aufstellung und für zusätzliche Schaltgeräte zu machen, wie sie ein Maschinensatz in der Regel erfordert. Den Wechselrichter als leicht tragbares Gerät kann man auch — falls erforderlich — überallhin mitnehmen, den Maschinensatz kaum. Übersehen wird aber meist, daß es sich bei der elektrischen Maschine um eine vollkommen ausgereifte, seit vielen Jahrzehnten bewährte technische Einrichtung handelt,

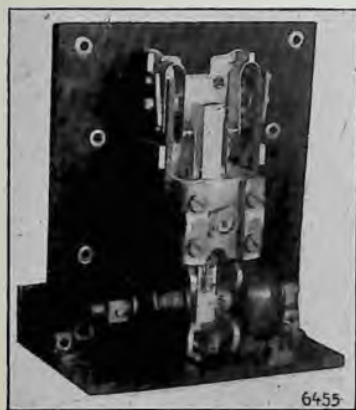


Abb. 1. Das Zerkhackersystem des Wechselrichters, Kappe abgenommen

fallende Licht auf einen seitlich angeordneten Schirm warf. In das Wasser wurden außerdem Holzstäbchen eingesetzt, die den Schallschirm andeuteten, und die Stelle der Lautsprechermembran wurde durch ein weiteres Holzstäbchen eingenommen, das durch einen Motor in Schwingungen versetzt wurde. Die Drehzahl des Motors und damit die Frequenz der Schwingungen war regelbar.

Bei dem Versuch zeigte sich nun, daß die Wellenausbreitung oberhalb einer bestimmten Frequenz mit ausgesprochener Richtwirkung erfolgte. Bei 1000 Hertz war eine solche Richtwirkung noch nicht vorhanden, bei 7000 Hertz aber war sie sehr ausgeprägt (Abb. 3). Setzte man schließlich zwei kleine Stäbchen in einem spitzen Winkel zueinander ein, damit den Klangverteiler des Lautsprechers nachbildend, so verschwand die gerichtete Ausbreitung der Wellen; sie breiteten sich jetzt wieder nach allen Seiten gleichmäßig aus (Abb. 4). So beweist auch dieser nette und einfache Versuch, in welchem Maße die seitliche Abstrahlung der hohen Frequenzen durch den Klangverteiler verbessert wird.

während der Wechselrichter einen beträchtlichen Teil seiner Entwicklung noch vor sich liegen hat¹⁾. Hinzu kommt, daß allzu oft mit Wechselrichtern heute bereits überholter Bauart allzu schlechte Erfahrungen gemacht wurden, die zum Teil den unzulänglichen Geräten selbst, zum Teil aber auch der Unerfahrenheit im Umgang mit ihnen (diese Unerfahrenheit fand man sogar bei manchen Herstellern) zur Last zu legen sind.

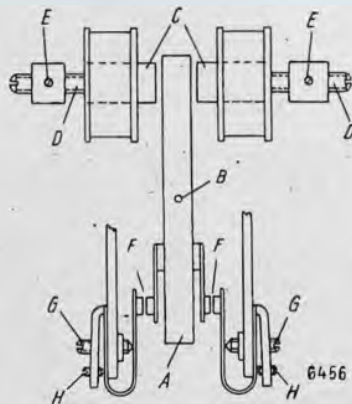


Abb. 2. Vereinfachte schematische Darstellung des Zerkhackersystems

Ausgedehnte Versuche des Verfassers haben ergeben, daß der Wechselrichter den Anforderungen, wie sie in einer Rundfunkwerkstatt auftreten, nicht nur gewachsen ist, sondern daß er dann, wenn in einer hauptsächlich auf Gleichstromgeräte eingestellten Werkstatt auch hier und da Wechselstromempfänger betrieben werden müssen, ausdrücklich empfohlen werden kann. Auch beim Dauerbetrieb des Wechselrichters unter verschiedensten Belastungsverhältnissen haben sich niemals Störungen ergeben. Natürlich muß man sich darüber klar sein, daß — genau wie die Kohlenbürsten der rotierenden Maschine — die Kontakte des Zerkhackersystems einem Abbrand unterworfen sind und sie infolgedessen nach einer gewissen Betriebszeit ausgewechselt werden müssen²⁾. Bei

¹⁾ Siehe hierzu „Funk“ 1937, Heft 18, Seite 539.

²⁾ Zweckmäßig beschafft man sich ein zweites Zerkhackersystem, damit man das mit den abgebrannten Kontakten zur Instandsetzung in die Fabrik geben kann; man geht so einer Betriebsunterbrechung aus dem Wege.

dem skizzierten Betrieb dürfte das aber erst nach Monaten, wenn nicht nach Jahren erforderlich sein. Der Abbrand der Kontakte ist kein Fehler des Wechselrichters, sondern er ist betriebsmäßig bedingt und tritt deshalb unter allen Umständen auf. Unterschiede dürften sich nur in der Schnelligkeit des Abbrandes ergeben; sie rühren zum Teil von einer gewissen Ungleichmäßigkeit der zur Verwendung kommenden Kontaktlegierungen, zum Teil auch von der Präzision der Grundeinstellung des Zerkhackers ab. Es ist klar, daß dasjenige System, das die genauere Einstellung zuläßt bzw. das die Einstellung bestimmter Genauigkeit mit dem geringsten Zeitaufwand erlaubt, hier im Vorteil ist.

Weil diese Einstellfrage nach den Erfahrungen des Verfassers für das Problem des Wechselrichters überhaupt grundsätzliche Bedeutung hat, sei auf die Art, wie sie in dem erprobten Gerät ihre Lösung fand, etwas näher eingegangen. Der Zerkhacker bildet ein selbständiges Element, dessen Anschlüsse an eine Buchsenleiste geführt sind, so daß er mit einem Griff aus dem Wechselrichter herausgenommen und eventuell gegen einen anderen ausgetauscht werden kann. Sein Aufbau geht aus dem Lichtbild in Abb. 1 und der vereinfachten Schemazeichnung in Abb. 2 hervor. Der grundsätzliche Unterschied dieses Zerkhackers gegenüber den bekannten Bauarten liegt in der Anwendung einer Torsionsfeder, die im Gegensatz zu Blattfedern nur sehr wenig und dann ausschließlich auf Drehung beansprucht wird und die infolgedessen nicht so leicht ermüdet, wie eine schwingende Feder. Man kann deshalb erwarten, daß die Federung auch nach sehr langer Betriebszeit unverändert ist.

Das Zerkhackersystem weist einen Schwingbalken A auf, der sich um den Punkt B dreht. B ist aber kein wirkliches Lager, sondern hier ist die schon erwähnte Torsionsfeder, die aus einem geraden Stahldraht besteht, fest mit dem Schwingbalken verbunden, und die beiden Enden dieser Feder sind ebenso starr am Sockel und an der Deckplatte gefaßt. Mit Hilfe besonderer Einstellschrauben läßt sich dieser Stahldraht nicht nur in der Richtung seines Umfangs verstellen, er läßt sich also nicht nur um seine Achse drehen und in der gefundenen günstigsten Stellung sicher arretieren, sondern er läßt sich außerdem in der Längsrichtung spannen. Auf diese Weise kann man dem Schwingbalken zuverlässig die günstigste Einstellung geben. Das eine Ende des eisernen Schwing-

balkens bewegt sich zwischen den Polen C, auf denen die Erregerspulen angebracht sind; diese Pole lassen sich mit Hilfe der angedrehten Gewindestchrauben D fein einstellen, und die gefundene Stellung läßt sich dann durch die Arretierungsschrauben E festlegen. So kann man also auch die Pole in die günstigste Stellung zum Schwingbalken bringen.

Das andere Ende des Balkens trägt Federn mit den Kontakten F, denen die festen Kontakte gegenüberstehen. Die letzteren sind an gebogenen Blattfedern angebracht, die nun ihrerseits mit Hilfe der Schrauben G und H eingestellt werden können. Das Zerkhackersystem weist so an allen entscheidenden Punkten Einstellmöglichkeiten auf, so daß es in der Fabrik sorgfältig justiert werden kann, um dann lange Zeit störungsfrei zu arbeiten.

Neben der betrieblichen Zuverlässigkeit ist die hochfrequente Entstörung die wichtigste Frage, die beim Wechselrichter-Betrieb auftritt. Der erprobte Wechselrichter ist durch Kondensatoren weitgehend entstört; so sind entsprechende Kapazitäten unmittelbar an das Zerkhackersystem angebaut, so daß sie mit diesem gewissermaßen eine Einheit bilden. Infolgedessen bleiben die erzeugten bzw. auf die Leitungen übertretenden Hochfrequenzschwingungen so gering, daß man den Zerkhacker mit den zu untersuchenden Empfängern in einem Raum betreiben kann. Erst wenn die Verstärkung eines Vierröhren-Superhets vollkommen ausgenutzt wurde, machte sich ein vom Zerkhacker herrührendes Störgeräusch bemerkbar. Legt man aber auf absolute Störungsfreiheit Wert, so ist es angebracht, den Wechselrichter in einem entfernten Raum — beispielsweise in einem unter der Werkstatt liegenden trockenen Keller oder auf dem Flur einer Wohnung — anzubringen und von hier bis zu der Steckdose, an die die zu prüfenden Empfänger angeschlossen werden sollen, eine abgeschirmte Doppelleitung (Rohrdrath) zu verlegen. Eine Aufstellung des Wechselrichters unmittelbar neben dem Arbeitsplatz ist schon wegen des nicht ganz beseitigten mechanischen Geräusches nicht anzuraten. Die Ein- und Ausschaltung der Netzspannung für den Wechselrichter nimmt man zweckmäßig durch Fernschaltung vor.

Der Wechselrichter wird in zwei Ausführungen gebaut, bei denen die abgebbare Größtleistung 70 und 100 Watt beträgt. Da der innere Widerstand des Wechselrichters für den angeschlossenen Stromverbraucher groß ist, hängt die Höhe der von ihm abgegebenen Spannung von der

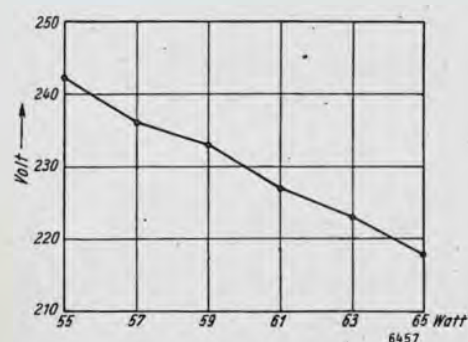


Abb. 3. Abhängigkeit der Spannung von der Leistungsentnahme bei einer Schaltstufe

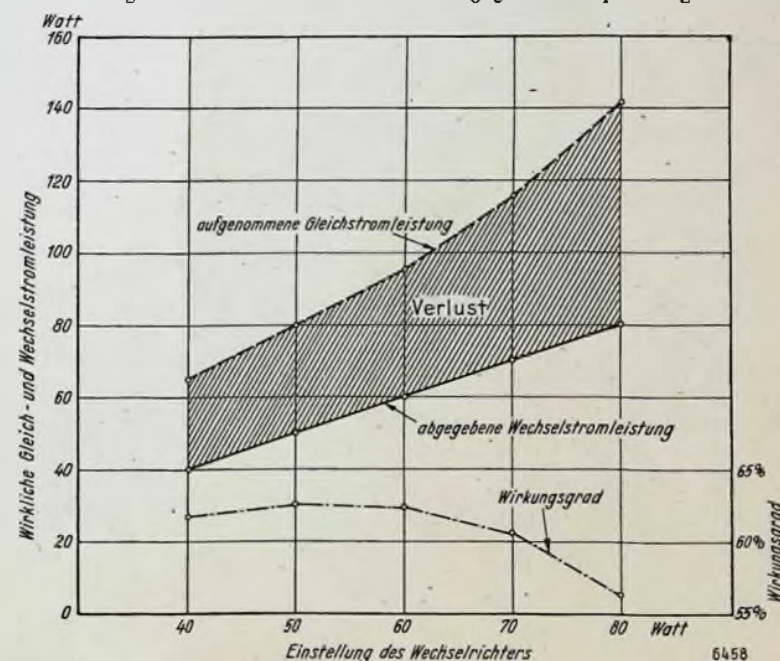


Abb. 4. Leistungsaufnahme und -abgabe und Wirkungsgrad

Leistungsentnahme ab. Um diesen Einfluß weitgehend auszugleichen, besitzt das Gerät eine sogen. „Wattleiße“; ähnlich wie bei einem Empfänger die Spannungsumschaltung wird hier die Leistungsumschaltung durch Umsenken einer Sicherung vorgenommen. Das 70-Watt-Gerät läßt sich z. B. auf 40, 50, 60, 70 und 80 Watt schalten. Die Abhängigkeit der Spannung von der Leistungsentnahme innerhalb einer dieser Stufen ist aus Abb. 2 ersichtlich, während Abb. 3 die Kurven der Leistungsaufnahme, der Leistungsabgabe und des Wir-

kungsgrades zeigt (es handelt sich hier natürlich nicht um Durchschnittswerte, sondern um solche, die an dem einen verfügbaren Gerät gemessen wurden; immerhin dürften die Kurven bei anderen Geräten ähnlich verlaufen). Man ersieht aus diesen Kurven, daß fast alle Empfänger und anderen Geräte, die in einer Rundfunkwerkstatt zu betreiben sind, in diesen Leistungsbereich fallen, mit Ausnahme der großen Spigengeräte, die natürlich eine höhere Leistung aufnehmen.

Erich Schwandt

Zeichnungen und Aufnahme vom Verfasser

Die Universal-Meßbrücke mit Anzeigeröhre

Im „Funk“ 1937, Heft 16, Seite 473, haben wir kurz über eine Universal-Meßbrücke berichtet, die sich durch umfassende Meß-Möglichkeiten und durch die Anwendung einer Abstimmröhre (magisches Auge) als Anzeigevorrichtung auszeichnet. Der nachstehende Aufsatz, der auf eine Veröffentlichung von P. G. CATS in Heft 9, 2. Jahrgang, von Philips technischer Rundschau zurückgeht, soll sich etwas ausführlicher mit der gerade für den Rundfunkpraktiker bedeutungsvollen Meßbrücke befassen.

Die Anwendung einer Abstimmanzeigeröhre als „Brückeninstrument“ hat mehrere grundsätzliche Vorteile: Dem Kopfhörer ist die Anzeigeröhre überlegen, weil an die Stelle des Abhörens der Minimumstellung die Beobachtung mit dem Auge tritt; sie ist angenehmer, bequemer und genauer und kann auch in unruhigen Räumen vorgenommen werden. Dem Gleichrichter-Galvanometer ist die Röhre durch die Robustheit, ihre Unempfindlichkeit gegenüber falscher Bedienung der Brücke und ihren niedrigen Preis überlegen. Ein weiterer grundsätzlicher Vorteil ist schließlich die höhere Empfindlichkeit, die sich durch die Röhre erzielen läßt, da hier im Nullzweig der Wheatstoneschen Brücke kein Anzeigergerät mit verhältnismäßig kleinem Widerstand, sondern ein solches von praktisch unendlich großem Widerstand liegt, nämlich die Strecke Gitter-Kathode einer Fünfpol-Schirmröhre.

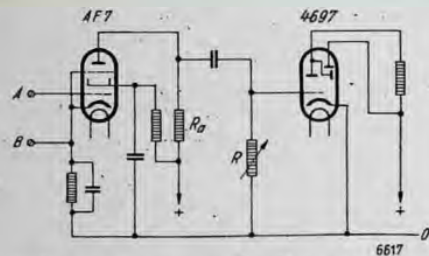


Abb. 1. Das „Nullinstrument“ der Universal-Meßbrücke

Abb. 1 gibt eine Schaltung des „Brückeninstrumentes“ der Universalbrücke wieder. Es macht von zwei Röhren Gebrauch, und zwar an erster Stelle von einer Fünfpol-Schirmröhre AF 7, an zweiter Stelle von einer Abstimmanzeigeröhre in Sonderausführung Typ 4697. Mit den Klemmen A und B wird diese Anordnung in die Nullleitung der Brücke geschaltet; wir „messen“ also die Brückenspannung, indem wir mit ihr eine Fünfpolröhre steuern. Die von dieser Röhre verstärkte Spannung wird in normaler CW-Kopplung dem Steuergitter der Anzeigeröhre zugeführt, wo sie den Winkel der Leuchtsektoren in bekannter Weise beeinflußt. Durch eine Regelung der Gitterspannung dieser Röhre, die durch den Regler R vorgenommen wird, läßt sich die Empfindlichkeit der Anzeige in weiten Grenzen ändern.

Die Eingangsimpedanz der Fünfpolröhre wird bestimmt durch:

$$C_g = C_{kg} + C_{ag} \cdot \frac{gR_u}{R_i + R_u},$$

worin R_i den inneren und R_u den äußeren Widerstand

ist, nämlich der Widerstand des Anzeigeelementes nicht größer als die Brückenwiderstände, und diese Voraussetzung ist beim Kopfhörer und beim Galvanometer gegeben, so nimmt die Empfindlichkeit der Messung mit zunehmenden Widerstandswerten stark ab. Das läßt sich an Hand der Abb. 2, die das bekannte Brückenschema wiedergibt, leicht nachweisen. Wie üblich, sind hier die beiden Widerstände r_1 und r_2 als Schleifdraht ausgebildet, während r_3 den bekannten und r_4 den gesuchten Widerstand darstellen. Ist die Bedingung $r_2 r_3 - r_1 r_4 = 0$ erfüllt, so befindet sich die Brücke im Gleichgewicht; der Spannungsunterschied zwischen den Punkten A und B ist dann Null, der gesuchte Widerstand r_4 ist $r_3 \cdot r_2 / r_1$. Bringt man die Brücke aus der Gleichgewichtslage, indem man das Verhältnis r_1 / r_2 um eine Kleinigkeit ändert, so ist die Änderung der Spannung zwischen A und B:

$$\Delta(A-B) = - \frac{(P-Q) \Delta r}{r_1 + r_2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \cdot \frac{1}{w} + \frac{r_3 r_4}{r_3 + r_4} \cdot \frac{1}{w}}$$

Da der Widerstand des Schleifdrahtes klein gegen den des Galvanometers ist, kann das Glied $\frac{r_1 r_2}{(r_1 + r_2) w}$ gegen 1 vernachlässigt werden. Das andere Glied $\frac{r_3 r_4}{(r_3 + r_4) w}$ da-

gegen darf nicht nur nicht vernachlässigt werden, sondern es bestimmt sogar die Empfindlichkeit der Brücke, vor allem, wenn es sich um die Messung großer Widerstände handelt. Macht man nun aber w , d. i. der Widerstand des Anzeigeelementes, sehr groß, wie es ja bei der Universalbrücke mit Anzeigeröhre geschehen ist, so ergibt sich:

$$\Delta(A-B) = - \frac{(P-Q) \Delta r}{r_1 + r_2}$$

Der zu messende Widerstand fällt also überhaupt heraus; die Empfindlichkeit ist konstant und von dem zu

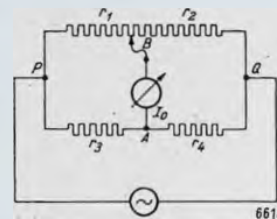


Abb. 2. Vereinfachte Brückenschaltung

messenden Widerstand unabhängig. Darauf ist es zurückzuführen, daß die Universalbrücke in all ihren Bereichen mit gleicher Empfindlichkeit arbeitet.

Die Bedienungsplatte der Universal-Meßbrücke (Abb. 3) weist als wichtigste Griffe den Drehknopf des Schleifwiderstandes R_1 und den in zwölf verschiedene Stellungen zu bringenden Umschalter A_1 auf. Der Messerzeiger des Knopfes R_1 spielt über eine Skala, deren Anfangs- und Endwert im Verhältnis 1:100 stehen. Der Schleifdraht liegt, um das Widerstandsverhältnis zu beschränken, in Reihe mit zwei Widerständen

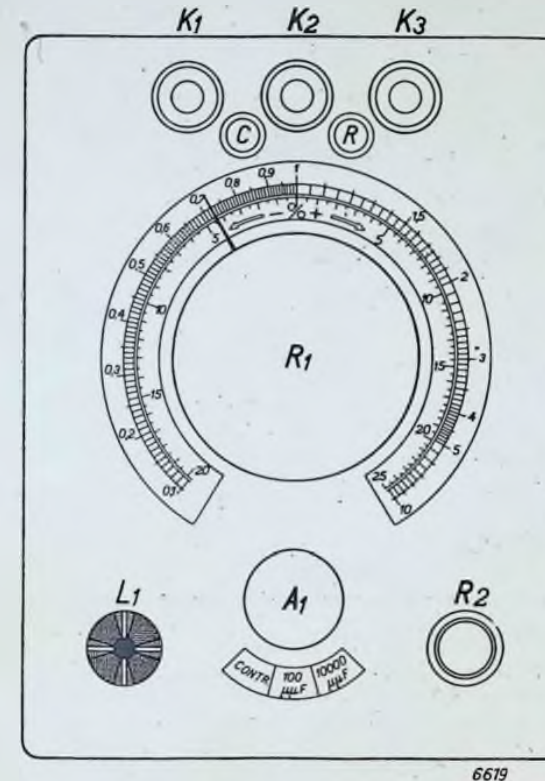


Abb. 3. Bedienungsplatte der Meßbrücke

R (siehe Abb. 4). Will man Widerstände messen, die kleiner als $0,1 \cdot r_3$ oder größer als $10 \cdot r_3$ sind, so muß der Widerstand r_3 (siehe Abb. 2) geändert werden; in die Brücke sind deshalb für r_3 vier Widerstände eingebaut, von denen jeder den hundertfachen Wert des vorhergehenden hat. So läßt sich mit vier Stellungen des Umschalters der Widerstandsbereich von $0,1 \Omega$ bis $10 M\Omega$ bestreichen.

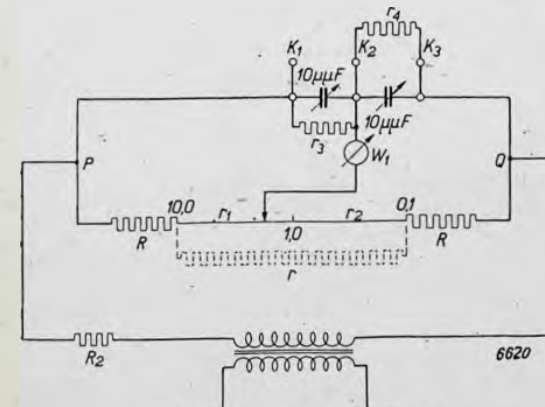


Abb. 4. Schaltung des Schleifdrahtes

Wünscht man eine noch größere Genauigkeit, als sie nach diesem Verfahren zu erzielen ist, so muß man das Widerstandsverhältnis noch enger ziehen; das geschieht, wie in Abb. 4 angedeutet, dadurch, daß man den Widerstand r parallel zum Schleifdraht schaltet. Seine Größe ist so gewählt, daß die ganze Skala des Knopfes R_1 einem Verhältnis von 0,8 bis 1,25 entspricht. In dieser Stellung, in die die Brücke ebenfalls durch den Schalter A_1 gebracht wird, arbeitet die Brücke zur Bestimmung der prozentischen Abweichung eines Widerstandes von einem Eichwiderstand, der nahezu gleich groß ist. Der Eichwiderstand ist in dieser Schaltung genau wie der zu messende Widerstand außen anzuschließen. Die Skala ist für diese Messungen mit einer Prozentteilung versehen.

In drei weiteren Stellungen des Umschalters A_1 werden Kapazitäten an Stelle von r_3 eingeschaltet, um mit der Brücke auch Kondensatoren messen zu können; die Skalenteilung kann dabei unverändert weiterverwendet werden. Der Kapazitäts-Meßbereich geht von 10 pF bis $10 \mu\text{F}$. In einer weiteren Stellung (der sogen. offenen Brückenschaltung) lassen sich auch Kondensatoren bis 1 pF herunter messen. Die Schaltungskapazität der Brücke zwischen den Anschlußklemmen für die zu messende Kapazität ist auf 10 pF abgeglichen, so daß bei der Messung kleiner Kapazitäten stets ein Betrag von 10 pF abgezogen werden muß.

Die Handhabung der Brücke bei der Ausführung von Messungen ist erfreulich einfach. Umständliche Stromquellen sind nicht erforderlich, da die Meßbrücke mit Hilfe ihrer Neyschnur an ein Wechselstromnetz von 100 bis 250 Volt (sie ist umschaltbar) angeschlossen werden kann. Die Stellung Contr. des Umschalters erlaubt es, von Zeit zu Zeit eine Kontrolle der Meßbrücke vorzunehmen; in der Stellung 1 des Skalenzeigers muß der Ausschlag der Leuchtsektoren ein Minimum betragen. Ist das nicht der Fall, so hat sich der Skalenknopf auf seiner Achse verdreht; er muß neu eingestellt werden. Für Widerstands- und Kapazitätsmessungen braucht man den Umschalter nur in die richtige Bereichstellung zu bringen und den zu messenden Widerstand bzw. Kondensator an die Klemmen R bzw. C anzuschließen. Den Skalenknopf dreht man nun — in entsprechender Stellung des Empfindlichkeits-Knopfes — so, daß die Leuchtsektoren der Anzeigeröhre so schmal als möglich werden. Am Messerzeiger liest man jetzt den Skalenwert ab; er braucht nur noch mit der Stellung des Umschalters multipliziert zu werden, um die Größe des zu messenden Widerstandes zu erhalten.

Um Widerstände von mehr als $10 M\Omega$ oder Kondensatoren von mehr als $10 \mu\text{F}$ zu messen, schaltet man den Umschalter in die sogen. offene Brückenschaltung; den zu messenden Widerstand schließt man wie bisher an R an, während an C ein dem zu messenden Widerstand vergleichbarer Normalwiderstand kommt. Die Skalenablesung, multipliziert mit dem Normalwiderstand, ist dann der gesuchte Widerstand. Bei der Kapazitätsmessung wird die unbekannte Kapazität an die Klemmen C, die Normalkapazität an die Klemmen R geschaltet; die zu messende Kapazität entspricht in ihrer Größe der Normalkapazität, multipliziert mit der Skalenablesung. Kapazitäten von weniger als 90 pF bis herunter zu 1 pF lassen sich ebenfalls in der geöffneten Brückenschaltung messen; man braucht hierzu die Skalenablesung nur mit 10 pF zu multiplizieren, um den gesuchten Kapazitätswert zu erhalten.

Mit der Brücke lassen sich außerdem Elektrolytkondensatoren und auch Spulen messen; im ersteren Fall kann man dazu den Innenwiderstand des Elektrolytkondensators ermitteln. Bei zwei an die Brücke angeschlossenen gleichen Spulen lassen sich ferner Kurzschlüsse in der einen Spule feststellen. Man sieht also, die neue Brücke ist wirklich sehr universell verwendbar, so daß sie bald eines der wertvollsten Meßgeräte in jeder Rundfunkwerkstatt darstellen dürfte.

Zeichnungen nach Werkbildern

Weckzeuge und Hilfsmittel

Spannungsprüfer mit VDE-Zeichen

Ein im Prinzip seit längerer Zeit bekannter Spannungsprüfer erschien jetzt in neuer Ausführung, mit dem VDE-Zeichen versehen: Er besteht aus einem kleinen elektromagnetischen System mit Drehanker, der abgelenkt wird, wenn man an die Magnetspule eine Spannung legt. Bei Gleichspannungen erfolgt die Ablenkung nach einer Seite; der mit dem Drehanker verbundene Zeiger des Spannungsprüfers zeigt auf diese Weise gleich die Polarität an. An derjenigen Prüfspitze, nach deren Seite der Zeiger ausschlägt, liegt die positive Leitung. Bei Wechselspannung schlägt der Zeiger mit der Netzfrequenz nach beiden Seiten aus; er schwingt sehr schnell hin und her. Der Spannungsprüfer ist mit einer kleinen Skala versehen, an der man die Größenordnung der Spannung ablesen kann.



Spannungsprüfer auf elektromagnetischer Grundlage

So kann der neue Spannungsprüfer dazu dienen, das Vorhandensein von Spannungen festzustellen und die Stromart (ob Gleich- oder Wechselstrom), die ungefähre Höhe der Spannung und bei Gleichspannungen außerdem die Polarität zu ermitteln. Vor den sonst in Spannungsprüfern gebräuchlichen Glimmröhren zeichnet sich das neue Gerät dadurch aus, daß es auch verhältnismäßig kleine Spannungen — z. B. bis herunter zu 20 Volt — anzeigt. Der völlig in Isolierstoff gekapselte Spannungsprüfer ist mit gummiumpreßten Prüfschnüren versehen, bei denen auch die Handgriffe der Prüfspitzen und der Fingerschutz aus Weichgummi bestehen; sie sind mit der eigentlichen Leitungshülle nahtlos verbunden (sogen. Flexo-Schnüre).

Sägeglocken für die Herstellung runder Löcher

In der Funkwerkstatt sind öfter runde Löcher größeren Durchmessers herzustellen. Besser als der Kreisschneider eignet sich hierfür die neue Sägeglocke (siehe Abb.), die eigens für diesen Zweck entwickelt wurde; sie stimmt grundsätzlich mit dem in FW 6, Beilage zum „Funk“, Heft 12 (1937), beschriebenen Lochfräser überein. In eine Metallglocke mit einer Anzahl konzentrischer Nuten können Sägekränze eingespannt werden; die Glocken werden mit 5 bis 17 Kränzen verschiedenen Durchmessers geliefert. Im Mittelpunkt der Glocke ist außerdem ein Spiralbohrer eingespannt.

Will man ein Loch ausschneiden, so körnt man erst seinen Mittelpunkt an, bohrt dann mit dem Spiralbohrer durch und hat nun die Führung für die Sägeglocke. Der Sägekranz beginnt mit dem Ausschnitt; da nur eine dünne Kreislinie ausgeschnitten wird, ist der Kraftbedarf gering, so daß man die Sägeglocke z. B. auch in die Handbohrmaschine spannen kann. Man kann auch Ringe

ausschneiden; dann spannt man zwei Sägekränze entsprechenden Durchmessers in die Glocke ein. Wünscht man Scheiben ohne Mittelloch herzustellen, so verwendet man an Stelle des Spiralbohrers einen glatten Zapfen und spannt die Sägeglocke in eine feststehende Bohrmaschine ein.



Einschneiden eines Loches mit der Sägeglocke

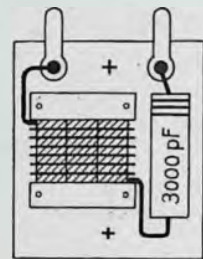
Mit der Sägeglocke lassen sich Löcher bzw. Scheiben von 18 bis 250 mm Durchmesser herstellen, von 1 zu 1 mm steigend. Die Sägeglocken werden in insgesamt 28 Bauarten für 224 verschiedene Durchmesser geliefert, und zwar für Schnittiefen von 7, 12, 19, 25 und 32 mm. Sie eignen sich für das Schneiden aller Isolierstoffe (Hartgummi, Hartpapier, Vulkanfaser), für Holz, Schiefer, Messing, Stahl und Eisen. Das Bild zeigt z. B. das Herstellen eines Loches in einer Isolierstoff-Leiste.

Werkbild

FW-Ratschläge

Einfache 9-KHz-Sperre

Empfängt man einen Sender, dem ein anderer dicht benachbart ist, so stört dieser meist durch leises 9000-Hz-Singen. Um dieses Singen zu beseitigen, benutzt man einen als 9-KHz-Sperre¹⁾ bezeichneten Serienresonanzkreis, aus einer Drossel und einem Kondensator bestehend.



6452

Notwendige Einzelteile:

- 1 Würfelkern
- 1 induktionsfreier Blockkondensator 3000 pF
- ca. 16 m 0,1 CuL-Draht
- 1 Pertinax-Brettchen 35 x 40 mm
- 2 Nietlötösen

Man kann diese Anordnung sehr leicht selbst bauen. Es wird ein Würfelkern als Spulenkörper benutzt. In seine Wickelkammern werden 7 x 450 Wdg. 0,1 CuL-Draht gewickelt. Die fertige Spule wird dann seitlich auf ein Pertinax-Brettchen von den Ausmaßen 35 x 40 mm geklebt. Daneben ordnet man einen induktionsfreien Wickelblock von etwa 3000 pF an. Jetzt verbindet man je ein Ende der Spule und des Kondensators miteinander und die beiden anderen Enden mit je einer Lötöse, die in das Pertinax-Brettchen eingekittet sind.

Diese Sperre ist praktisch erprobt und hat sich gut bewährt. Ein Vorteil dieser Sperre ist ihre Billigkeit. Die Teile dürften zusammen nicht mehr als 1,70 RM kosten, während man für fertige Sperren häufig das Doppelte anlegen muß.

Zeichnung vom Verfasser

K. Möller

¹⁾ Siehe auch „Funk“ 1937, Heft 18, Seite 540.

HJ.-FUNK

Anbau eines Rundfunkteils an Kraftverstärker

Im Handel sind zahlreiche Kraftverstärker erhältlich, die zum Teil mit einem Rundfunkteil, zum größten Teil aber nicht mit einem solchen ausgestattet sind. Die Hitlerjugend verwendet für die Durchführung von Rednerübertragungen vielfach Anlagen dieser Art. Ist ein Rundfunkteil nicht eingebaut, so stehen diese Geräte die meiste Zeit des Jahres nutzlos herum und werden höchstens einmal zum Abspielen von Schallplatten benutzt. Für den Heimempfang müssen dann oft kostspielige neue Geräte oder Vorsatzgeräte gekauft werden. Um zu verhindern, daß nicht nutzlose Anschaffungen getätigt werden, sollen im folgenden einige Vorschläge zum Bau eines außerordentlich einfachen Gerätes gemacht werden, daß ohne Umstände in die hochohmige Eingangsbuchse und die Erdbuchse eines Verstärkers gesteckt wird und aus jedem einigermaßen leistungsfähigen Kraftverstärker einen Rundfunkempfänger macht.

In letzter Zeit ist, z. B. für den Volksempfänger, eine Anzahl Ansteckgeräte in Form kleiner Kästchen, mit Steckern versehen, gebaut worden, die auf eine Empfangverbesserung hinarbeiten. Es sei nur an die zahlreichen Ausführungen von Ansteck-Sperrkreisen erinnert, die sich wegen der leichten Bedienbarkeit auch bei Laien größter Beliebtheit erfreuen. Diese Ansteck-Sperrkreise waren der Ausgangspunkt für einige Versuche an Kraftverstärkern, die außerordentlich erfolgreich waren. Die Bedingungen, die an das kleine Gerät zu stellen waren, nämlich äußerst kleine Abmessungen, leichte Anbringbarkeit, kleine Skalen und Bedienungseinrichtungen, konnten ohne Schwierigkeiten erfüllt werden.

Zunächst soll auf die Schaltung eingegangen werden: Es mußte Vorsorge getroffen werden, daß durch eine einfache Umschaltung sowohl ein Sender im Mittelwellenbereich als auch der Deutschlandsender empfangen werden konnten. Der Empfang des Deutschlandsenders kommt natürlich nur dort in Frage, wo die Feldstärke groß genug ist, d. h. in und um Berlin. In anderen Gegenden Deutschlands wird man zweckmäßigerweise nur den Empfang eines Senders vorsehen, wodurch eine Anzahl Einzelteile wegfällt, so daß das Gerät noch wesentlich einfacher wird. Die Schaltung für Zwei-Senderempfang zeigt Abb. 1. Im ganzen werden folgende Einzelteile benötigt:

- 1 Spulensatz mit möglichst kleinen Abmessungen (evtl. Selbstherstellung auf zwei Hochfrequenzkernen),
- 1 Trimmer von etwa 400 bis 500 pF,
- 1 Trimmer von etwa 100 pF,
- 1 Kippschalter,
- 2 Buchsen,
- 2 Steckerstifte,
- Abschirm- und Isoliermaterial, Schrauben.

Nach Abb. 1 handelt es sich um einen Schwingkreis, der über eine Antennenspule mit der Hochfrequenzenergie versorgt wird. Der Schwingkreis wird auf den zu empfangenden Sender abgestimmt. Die Hochfrequenzspannungen werden an das Gitter der ersten Verstärkerröhre weitergeleitet. Die Abstimmung auf den Sender des Mittelwellenbereiches erfolgt durch Einstellung des Trimmers C_1 . Um das lästige Nachstimmen beim Empfang des Deutschlandsenders zu vermeiden, ist der Trimmer C_2 eingebaut, der jedoch nur zur Langwellen-

spule parallel geschaltet ist. Durch den Kippschalter S wird dieser Trimmer bei Empfang des Mittelwellensenders einfach kurz geschlossen. Die Einstellung auf die beiden Sender braucht nur ein einziges Mal zu erfolgen, wobei durch die Schalterstellung des Kippschalters der jeweils zu empfangende Sender gewählt werden kann. Zu bemerken ist noch, daß dieses Verfahren nur möglich ist, wenn die für die Einstellung des Mittelwellensenders erforderliche Kapazität kleiner als die bei Einstellung des Langwellensenders benötigte ist. Allerdings läßt sich dadurch, daß man die Spule für den Mittelwellenbereich-Sender etwas größer als normal macht, auch hier ein Ausweg finden; die Langwellenspule muß dann entsprechend weniger Windungen besitzen. Die richtigen Werte sind durch einen einfachen Versuch leicht zu ermitteln.

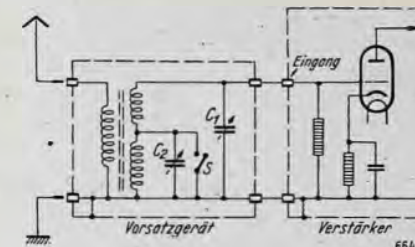


Abb. 1. Schaltung eines Rundfunkempfang-Vorsatzgerätes für Kraftverstärker

Es wird vielleicht auffallen, daß in dem Gerät kein Gleichrichter in Form eines Kristalldetektors oder Trockengleichrichters vorgesehen ist. Natürlich hätte man das Ziel auch durch Einbau einer Gleichrichterstrecke erreichen können. Wie kurz gezeigt werden soll, ist ein solcher Gleichrichter jedoch überflüssig und kann somit gespart werden.

Es wird angenommen, daß die normalen Kraftverstärker einen hochohmigen Eingang besitzen, d. h. das Gitter der ersten Verstärkerröhre ist direkt oder über einen Blockkondensator an die Eingangsbuchse geführt. Der Gitterableitwiderstand besitzt dann meistens eine Größe von 0,5 bis 1 Megohm. Selbst wenn er etwas kleiner wäre, würde das nicht viel schaden. Die Röhre erhält selbstverständlich eine Gittervorspannung von einigen Volt. Für das Arbeiten bei Niederfrequenzverstärkung ist die dynamische oder Arbeitskennlinie maß-

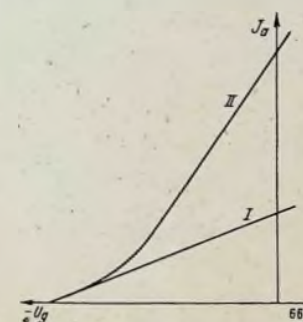


Abb. 2. Die Arbeitskennlinien einer Widerstandsverstärkerstufe bei Niederfrequenz (Kurve I) und bei Hochfrequenz (Kurve II)

gebend, da der Außenwiderstand verhältnismäßig groß ist. Die unvermeidlichen Schaltkapazitäten im Anodenkreis der ersten Röhre sowie die Anode-Kathode-Kapazität bilden jedoch für die Hochfrequenz den eigentlichen Außenwiderstand, der naturgemäß entschieden kleiner als der Außenwiderstand bei Niederfrequenzverstärkung ist. Infolgedessen ist die Arbeitskennlinie sehr viel steiler, sie nähert sich im Grenzfalle der statischen Kennlinie. Abb. 2 veranschaulicht die Verhältnisse.

Die Hochfrequenzamplituden werden infolge der Krümmung der Kennlinie gleichgerichtet. Die erhaltene Niederfrequenzspannung wird in der üblichen Weise weiterverstärkt. Da es sich um Anodengleichrichtung handelt, sind die entstehenden Verzerrungen gering, um so geringer natürlich, je größer die Amplitude des empfangenen Senders ist. Da man bei Ortssendern mit Spannungen bis zu einigen Volt rechnen kann, erhält man so eine verhältnismäßig gute Wiedergabe, die der bei einer Gleichrichtung mit Kristalldetektor oder Trockengleichrichter mindestens ebenbürtig ist. — Die Tatsache, daß bei Anschluß eines Schwingkreises an einen Widerstandsverstärker Anodengleichrichtung auf-

tritt, ist bereits lange bekannt und kann beim Experimentieren mit Verstärkern oft mit Vorteil ausgenutzt werden.

Zum Aufbau des Gerätes nach Abb. 1 ist nicht viel zu sagen. Es ist darauf zu achten, daß das Gerät gut abgeschirmt ist, am besten in Eisen von 2 mm Stärke. Der Stecker für die Eingangsbuchse muß natürlich isoliert angebracht werden. Bei der Auswahl des Isoliermaterials braucht keine allzu große Vorsicht getroffen werden, was Hochfrequenzverluste anbelangt. Das übliche Hartpapier oder Hartgummi reicht vollkommen aus. Die Eisenkernspule soll nicht etwa eine hohe Güte des Schwingkreises bewirken, sondern die Abgleichung erleichtern und die Abmessungen niedrig halten. Wird kein handelsüblicher Spulensatz, sondern eine auf einen Hochfrequenzkern gewickelte eigene Spule benutzt, bei der durch Verschieben des Eisenkerns eine starke Frequenzänderung hervorgerufen wird, so kann man die Trimmer ohne weiteres durch Blockkondensatoren ersetzen und die Abstimmung mit dem Eisenkern allein vornehmen. Dieses Verfahren wird in vielen Fällen zu bevorzugen sein.

hfe.

Zeichnungen vom Verfasser

Aus der Schaltungstechnik:

Gegentakt-Endstufen

Beim Bau leistungsfähiger Endstufen wendet man mit Vorteil Gegentaktschaltungen an, da sich diese sowohl durch die Erzielbarkeit großer Niederfrequenzleistungen, als auch durch sehr geringe Verzerrungen auszeichnen. Die hier üblichen Anordnungen sollen im folgenden in Aufbau und Wirkungsweise besprochen werden, ohne daß dabei Anspruch auf eine vollständige Behandlung dieses sehr umfangreichen Gebietes erhoben wird.

Das Prinzipschaltbild einer Gegentaktendstufe zeigt Abb. 1. Die Gitterwechselspannung wird über den sogen. Eingangstransformator an das Gitter der beiden Röhren geführt. Die Sekundärseite des Eingangstransformators besitzt eine Mittelanzapfung, die, je nach der zur Anwendung kommenden Art der Gittervorspannungserzeugung, mit Minus Anodenbatterie oder mit Minus Gittervorspannung verbunden ist. Die an den beiden Röhren liegende Wechselspannung ist um 180° phasenverschoben, d. h., wenn die Spannung an der einen Röhre gerade den positiven Höchstwert besitzt, ist die Spannung am Gitter der zweiten Röhre genau so groß, jedoch mit entgegengesetztem Vorzeichen. Einer Anodenstromerhöhung der ersten Röhre steht also eine Anodenstromverminderung der zweiten Röhre entgegen. Die Anoden der Röhren sind mit dem Gegentakt-Ausgangstransformator verbunden, dessen Mittelanzapfung zur Spannungszuführung benutzt wird. Da der Anodenkreis genau wie der Gitterkreis geschaltet ist, wirken die Anodenstromerhöhung der einen Röhre und die Anodenstromverminderung der anderen Röhre richtig zusammen. Dies hat zur Folge, daß die Verzerrungen, die durch die Krümmung der Kennlinie entstehen, ausgeglichen werden. Die Verzerrungen entstehen bekanntlich dadurch, daß die Gitterwechselspannung infolge der Krümmung der Kenn-

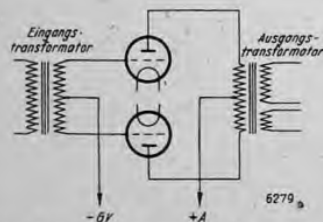


Abb. 1. Prinzipschaltbild einer Gegentaktendstufe

linie eine kleinere Anodenstromverminderung als Erhöhung hervorruft. Da aber bei der Gegentaktschaltung Anodenstromerhöhung und Anodenstromverminderung zusammenwirken, heben sich diese gegensätzlichen Wirkungen auf, und es hat den Anschein, als ob die Röhren zusammen auf einer fast geraden Kennlinie arbeiten würden.

Da die Anodenströme der beiden Röhren stets gleich groß sein sollen und diese die Wicklungen des Ausgangstransformators in entgegengesetzter Richtung durchfließen, heben sich die Vormagnetisierungen des Eisenkerns auf, so daß an den Ausgangstransformator in dieser Hinsicht keine allzu hohen Anforderungen gestellt zu werden brauchen. Allerdings kompliziert sich das Problem infolge der gegenseitigen Beeinflussung der Wicklungen erheblich, so daß die durch die Verbilligung des Eisenkerns erzielte Vereinfachung wieder ausgeglichen wird.

In der Praxis haben sich drei Anordnungen bewährt, die man mit Gegentakt-A-, -B- oder -C-Schaltung bezeichnet. Diese Anordnungen unterscheiden sich im wesentlichen durch die Wahl der Arbeitspunkte.

1. Gegentakt-A-Schaltung: Arbeitspunkt in der Mitte des aussteuerbaren Bereiches der Kennlinie (wie bei einfachen Endstufen);
2. Gegentakt-B-Schaltung: Arbeitspunkt am unteren Ende der Kennlinie, wobei jedoch immer noch ein Anodenruhestrom fließt;
3. Gegentakt-C-Schaltung: Arbeitspunkt ganz am unteren Ende der Kennlinie, so daß kein Anodenruhestrom mehr zustande kommt.

Am häufigsten wird die A-Schaltung verwendet. Bei Verstärkern sehr großer Leistung wählt man jedoch sehr gern die B-Schaltung, da hierbei der Wirkungsgrad besser ist. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Anordnungen sollen im folgenden behandelt werden. — Es ist noch darauf hinzuweisen, daß die Bezeichnung A-, B- oder C-Schaltung ganz unabhängig davon ist, ob der positive Bereich der Gittervorspannung mitausgenutzt wird. Bei einfachen Endstufen vermeidet man eine Aussteuerung der Röhre bis zu positiven Werten der Gittervorspannung, da durch den auftretenden Gitterstrom sehr große Verzerrungen verursacht werden. Bei Gegentaktschaltungen heben sich jedoch die dabei entstehenden Ver-

zerrungen zum großen Teil auf, so daß eine Verwertung des positiven Gitterspannungsbereiches möglich ist.

In Rundfunkempfängern und kleinen Verstärkern findet man am häufigsten die Gegentakt-A-Schaltung. Gegenüber einer einfachen Parallelschaltung zweier gleichartiger Endröhren besitzt sie den Vorzug eines erheblich verminderten Klirrgrades, wie bereits weiter oben ausgeführt. Es kommen im allgemeinen Dreipolröhren zur Anwendung, wobei der durch die Wechselstromheizung bedingte Brummtön durch die Gegentaktschaltung ebenfalls kompensiert wird, was als ein weiterer Vorteil der Gegentaktschaltung zu werten ist.

Um das Arbeiten des Gegentakt-A-Verstärkers zu veranschaulichen, ist es nützlich, das Gegentakt-Kennlinienfeld der Röhren zu betrachten, wie es Abb. 2 zeigt. Das Gegentakt-Kennlinienfeld erhält man dadurch, daß man die Kennlinienfelder der beiden Röhren so untereinander zeichnet, daß die beiden übereinstimmenden Arbeitspunkte genau übereinander liegen. Es sind hier die Arbeitspunkte auf der Kennlinie angenommen, bei der beide Röhren dieselbe Gittervorspannung besitzen. Diese beiden Kennlinien gehören zunächst einmal zusammen. Liegt nun eine Wechselspannung an den Röhren, die zwar im Betrage gleich, bei den einzelnen Röhren jedoch ein verschiedenes Vorzeichen besitzt, so arbeitet die eine Röhre jetzt auf der Kennlinie, die einer Verminderung der Gittervorspannung, die andere Röhre jedoch auf der Kennlinie, die einer Erhöhung der Gittervorspannung entspricht. Aus dem Kennlinienfeld Abb. 2 ist zunächst eindeutig erkennbar, daß es sich um eine Gegentakt-A-Schaltung handelt, da die Arbeitspunkte P_1 und P_2 ziemlich weit von der waagerechten Achse entfernt liegen. Ferner läßt sich hieraus auch ableiten, daß ein wirklich verzerrungsfreies Arbeiten nur dann möglich ist, wenn die Kennlinien der einzelnen Röhren sehr gut übereinstimmen. Eine Übersteuerung, die sich bei einfachen Endstufen durch sehr starkes Anwachsen der Verzerrungen bemerkbar macht, ist beim Gegentaktverstärker nicht so schlimm, obgleich auch hier der Klirrgrad dann anzusteigen beginnt.

Die Vielseitigkeit der Gegentaktschaltungen wirkt sich insbesondere bei den B-Verstärkern aus. Wie bereits erwähnt, wird der Arbeitspunkt bei Gegentakt-B-Schaltung so weit nach unten verlegt, daß der Anodenruhestrom erheblich geringer wird, als bei A-Schaltung. Abb. 3 zeigt das Kennlinienfeld zweier Röhren in Gegentakt-B-Schaltung, wobei die Arbeitspunkte sehr nahe an der waagerechten Achse liegen. Es muß jedoch von vornherein darauf hingewiesen werden, daß eine strenge Trennung zwischen A-Schaltung und B-Schaltung nicht möglich ist. In den meisten Fällen spricht man daher von A-B-Schaltung. Dies rührt daher, daß Verstärker dieser Art bei kleinen Amplituden als A-Verstärker und

erst bei größeren Amplituden als B-Verstärker arbeiten. Der größte Vorteil der B-Schaltung ist der bessere Wirkungsgrad, dem jedoch etwas größere Verzerrungen als bei der A-Schaltung entgegenstehen. Der bessere Wirkungsgrad kommt durch den geringen Anodenruhestrom zustande, was insbesondere bei Großverstärkeranlagen von großer Bedeutung ist. Bei voller Aussteuerung ist der Gitterwechselspannungsbedarf einer Gegentakt-B-Endstufe natürlich doppelt so groß, wie der einer Gegentakt-A-Endstufe. Die im Anodenkreis erzielte Wechselstromleistung ist ebenfalls größer, als bei A-Verstärkern.

Ein gewisser Nachteil der B-Schaltung ist der, daß die Verzerrungen bei kleinen Amplituden relativ größer sind, als bei großen Amplituden der Gitterwechselspannung. Bei den A-B-Verstärkern geht man daher meistens so vor, daß man bei kleinen Amplituden einen etwas größeren Anodenruhestrom zuläßt, so daß die Röhren wenigstens noch auf dem einigermaßen geraden Teil der Kennlinien arbeiten. Durch Gleichrichtung eines Teils der Niederfrequenzwechselspannung vergrößert man dann die Grundgittervorspannung bei größeren Amplituden. Dadurch wird der Arbeitspunkt weiter nach unten verlagert, so daß die Vorteile der B-Schaltung zur Geltung kommen, während bei kleinen Amplituden die Verzerrungen das übliche Maß nicht übersteigen.

Wie bereits erwähnt, ist es bei Gegentaktverstärkern möglich, auch den positiven Gitterspannungsbereich auszunutzen. Hiervon macht man insbesondere in Verbindung mit B- und C-Schaltungen Gebrauch. Es bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die positiven Gitterspannungsbereiche auszunutzen: Einmal kann man Dreipolröhren mit sehr kleinem Durchgriff benutzen, bei denen der Anodenruhestrom bei der Gitterspannung Null sehr klein ist. Der Gitterstrom kommt hierbei jeweils nur für eine volle Halbwelle zustande. Dies wirkt so, als ob zwischen Kathode und Gitter ein Belastungswiderstand eingeschaltet wäre. Da im allgemeinen die Gitterstrom-Gitterspannungs-Kennlinie keine große Krümmung aufweist, sind die Verzerrungen verhältnismäßig gering. Fünfpolröhren können in dieser Schaltung wegen des zu großen Anodenstroms nicht benutzt werden. — Ferner kann man die üblichen Endröhren in den bereits angegebenen Schaltungen verwenden. Da jedoch die Spitzen der Gitterwechselspannung durch den Gitterstrom belastet werden, sind die Verzerrungen größer als bei Verwendung von Dreipolröhren mit sehr kleinem Durchgriff. Durch Anbringung einer Gegenkopplung bei der Vorröhre lassen sich diese Verzerrungen weitgehend herabmindern.

Bei Ausnutzung des positiven Gitterspannungsbereiches werden an die Vorstufe ganz andersartige Anforderungen gestellt als bei Vorstufen für A-Verstärker oder B-Verstärker, bei denen der positive Gitterspannungsbereich

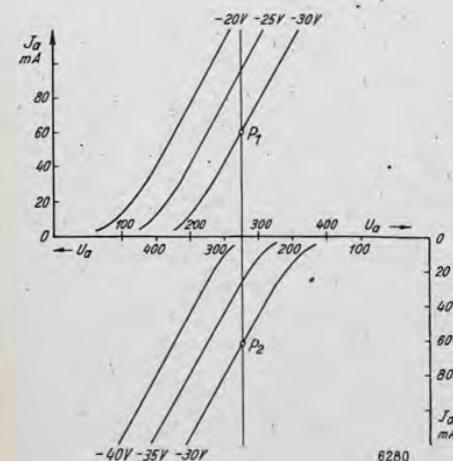


Abb. 2 (links). Kennlinienfeld einer Gegentaktendstufe in A-Schaltung

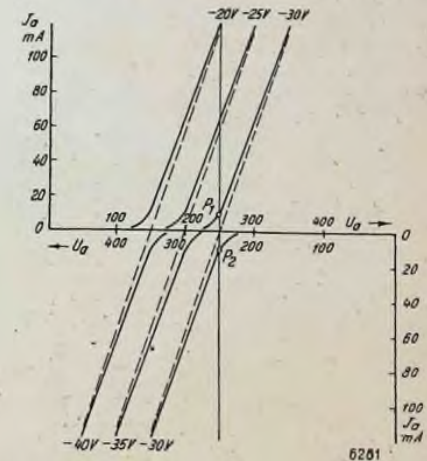


Abb. 3 (rechts). Kennlinienfeld einer Gegentaktendstufe in B-Schaltung

nicht ausgenutzt wird. Die Vorstufe muß dann nämlich eine gewisse Leistung abgeben, da die Gitterwechselspannung der Endröhren durch den Gitterstrom belastet ist. Die hier benötigte Stufe nennt man „Treiberstufe“. Um die Verzerrungen möglichst niedrig zu halten, kommen in der Treiberstufe Röhren mit möglichst kleinem inneren Widerstand zur Anwendung. Außerdem transformiert man in dem Zwischentransformator die Spannung noch herunter, da die Sekundärwicklung im Interesse eines geringen Gleichstromwiderstandes nur eine kleine Windungszahl besitzen soll.

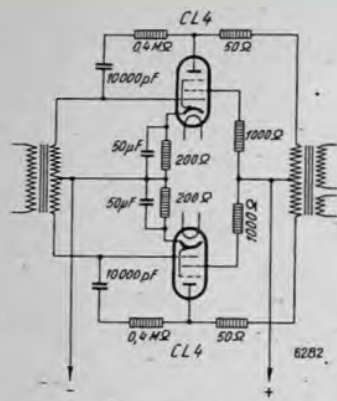


Abb. 4. Prinzipschaltbild einer Gegentaktendstufe mit Fünfpolröhren und Gegenkopplung

Auch sonst erfordern Verstärker, bei denen der positive Gitterspannungsbereich ausgenutzt wird, einen erhöhten Aufwand. Die Gittervorspannung der Endröhren darf nämlich nicht belastungsabhängig sein, d. h., sie

darf sich in ihrem Werte nicht ändern, wenn Gitterstrom fließt. Man benutzt im allgemeinen zur Erzeugung der Gittervorspannung der Endröhren eine besondere Wicklung des Netztransformators, deren Spannung gleichgerichtet wird. Durch Einschalten eines Belastungswiderstandes muß dann dafür gesorgt werden, daß sich beim Auftreten von Gitterstrom keine Änderung der Gittervorspannung ergibt.

Bisher wurde noch nicht darüber gesprochen, welche Röhren bei Gegentaktschaltung am vorteilhaftesten zu verwenden sind. Grundsätzlich lassen sich sowohl Dreipol-Endröhren als auch Fünfpol-Endröhren in den behandelten Schaltungen verwenden. Den größten Vorteil, d. h. die beste Wiedergabe besitzen jedoch Dreipolröhren, da bei diesen die am meisten störende zweite Harmonische in der Gegentaktschaltung fast vollständig kompensiert wird. Es kann an dieser Stelle nicht weiter abgeleitet werden, daß die dritte Harmonische sich jedoch nicht aufhebt und infolgedessen fast ausschließlich die Verzerrungen einer Gegentaktendstufe ausmacht. Bei Fünfpolröhren ist aber gerade die dritte Harmonische besonders stark ausgeprägt. Infolgedessen läßt sich durch deren Gegentaktschaltung nicht die Wiedergabegüte erzielen, wie mit Dreipolröhren. Trotzdem wird man auch mit Fünfpolröhren in Gegentaktschaltung eine Verminderung des Klirrgrades erreichen, da wenigstens die zweite Harmonische fast vollständig kompensiert wird.

Stehen geeignete Dreipolröhren nicht zur Verfügung (z. B. für Allstromgeräte), so wird es zur Erzielung einer größeren Endleistung unumgänglich sein, Fünfpolröhren zu benutzen. Es ist dabei möglich, durch Anwendung der Gegenkopplung auch die dritte Harmonische zu beseitigen und somit eine Wiedergabe zu bekommen, die der einer mit Dreipolröhren bestückten Endstufe nicht nachsteht. Abb. 4 zeigt eine Endstufe mit Fünfpolröhren und Gegenkopplung. Zeichnungen vom Verfasser hle.

Einfache Raste für beliebige Drehkondensatoren in Kurzwellenempfängern

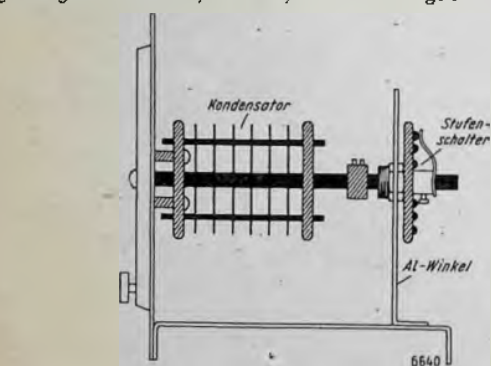
Es hat sich herausgestellt, daß es günstig ist, in den Kurzwellenempfänger neben dem eigentlichen Abstimmkondensator von etwa 20 bis 25 pF einen Parallelkondensator von etwa 100 pF Kapazität einzubauen, der durch eine Raste in etwa zehn gleiche Teile unterteilt werden kann. Es ist möglich, auf diese Art und Weise das gesamte Band von 10 bis 100 m mit nur vier Spulen lückenlos zu bestreichen. Bei einer präzisen Ausführung der Raste kann der Empfänger sogar geeicht werden.

Leider ist bis jetzt nur für einen Drehkondensatortyp ein solcher Rastmechanismus erhältlich. Für den, der aus irgendeinem Grunde einen anderen Kondensator verwenden will, sei es, daß ihm der Kapazitätswert günstiger erscheint, sei es, daß eine gute Ausführung

bereits vorhanden ist, soll im folgenden eine einfache Anordnung beschrieben werden, die erlaubt, aus jedem beliebigen Kondensator mit durchgehender Achse einen Rastkondensator zu machen.

Für die Rasteinrichtung ist lediglich ein sogenannter Stufenschalter nötig, bei dem die Kontaktfeder stramm auf dem Kontaktwulst sitzt. Es können ohne Bedenken hochfrequenzmäßig minderwertige Ausführungen aus Hartpapier oder ähnlichem Material verwendet werden; lediglich auf gute mechanische Stabilität ist zu achten. Elektrisch wird der Schalter nicht benutzt. Wieviel Kontakte der Schalter besitzt, richtet sich nach dem Geschmack des einzelnen oder der Anzahl Bereiche, in welche der Kondensator unterteilt werden soll.

Voraussetzung dafür, daß der Zusammenbau erfolgen kann, ist, daß der vorgesehene Drehkondensator eine durchgehende Achse besitzt, die eine Verlängerung nach hinten zuläßt. Der Stufenschalter wird mit Hilfe eines Aluminiumwinkels so montiert, daß seine Achse in gleicher Höhe mit der Achse des Drehkondensators liegt. Dann werden die Achsen des Drehkondensators und die Achse des Schalters durch eine Kupplung starr miteinander verbunden, wobei darauf zu achten ist, daß der niedrigste Kapazitätswert und die Rastenstellung Null eingestellt sind. Damit ist der Rastkondensator bereits fertig. Ist der verwendete Schalter mechanisch präzise genug ausgeführt, so ist eine Eichung des Empfängers durchaus möglich, genau wie bei der oben erwähnten handelsüblichen Ausführung. Die Abbildung zeigt die Möglichkeit der Zusammenstellung der besprochenen Einheit. Zeichnung vom Verfasser hle.



Aus einem Drehkondensator läßt sich mit Hilfe eines Stufenschalters ein Rastkondensator bauen

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

Verantwortlicher Hauptredakteur: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Karl Tank, Berlin W 35, Kirchbachstr. 7. — DA IV. Vj. 1937 8066. — 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 Verlagbuchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. — Postscheckkonto: Berlin 883 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.

Funktechnische Kartei

Nr. 232. Hauptpunkt I
Nr. 233. Hauptpunkt II
Nr. 234. Hauptpunkt III
Heft 2 (1937)

Nr. 226. Hauptpunkt I
Nr. 227. Hauptpunkt II
Nr. 228. Hauptpunkt III
Heft 2 (1937)

Nr. 223. Gleichrichter
Nr. 224. Röhrenstrahl
Nr. 225. Röhrenstrahl II
Heft 2 (1937)

Nr. 220. Drosselp. f. Netze.
Nr. 221. Abstimmanlagenröhre.
Nr. 222. Röhrenstrahl
Heft 2 (1937)

Nr. 217. Netztransformatoren
Nr. 218. Drosselpolen
Nr. 219. f. Netze
Heft 2 (1937)

Nr. 214. Widerstände
Nr. 215. Netztransformatoren
Nr. 216. Netztransformatoren
Heft 2 (1937)

Nr. 208. Oszillographenröhren
Nr. 209. Richtwerte
Nr. 210. Hochvoltrohre
Heft 2 (1937)

Nr. 202. Abst.-Anzeigeröhren
Nr. 203. Fünfpol-Endröhre AL5
Nr. 204. Einbau-Lautsprecher
Heft 2 (1937)

Funktechnische Kartei
Beilage zum „FUNK“

Körting I

Empfänger 1937/38

Typ	Stromart	Leistungsaufnahme bei 220 V ~ Watt	ZF in kHz	Röhrenbestückung	Vorwiderstand bei Allstrom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						mA bei 110/150 Volt	mA bei 155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
Unix 38 R 2104 W	W	50	—	AF 7, AL 4, AZ 1	—	600 100	600 100	30 x 7	1	4	0,6	15,5 ø	K	m
Novum 38 GB 2207 W	W	60	—	AF 3, AB 1, AL 4, AZ 1	—	600 100	600 100	30 x 7	2	4	0,6	15,5 ø	K	m
Honoris S 4242 W	W	60	468	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	—	600 100	600 100	30 x 7	1	4	0,6	15,5 ø	K	m
Honoris 38 S 4244 W	W	60	468	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	—	600 100	600 100	30 x 7	1	4	0,6	15,5 ø	K	m
Supra-Selektor SB 4347 W 38	W	70	470	ACH 1, 2 x AF 3, AB 2, AL 4, AZ 1	—	2000 100	2000 100	30 x 7	5	4	0,3	15,5 ø	K	m
Transmare 38 SB 7440 W	W	130	470	4 x AF 3, ACH 1, 2 x AB 2, AC 2, 2 x AD 1, 2 x AZ 1	—	2000 300	2000 300	30 x 7	2	4	0,8	15,5 ø	K	k
Unix 38 R 2104 GW	GW	~ 60 ~ 40	—	CF 7, CL 4, AZ 1	U 1220/6	2 x 300	—	30 x 7	1	10 mit Strombrücke	0,2	15,5 ø	K	m
Novum 38 GB 2207 GW	GW	~ 60 ~ 45	—	CF 3, CB 1, CL 4, AZ 1	U 1220/6	2 x 300	—	30 x 7	2	10 mit Strombrücke	0,2	15,5 ø	K	m

Karte Nr. 238. 15. I. 1938

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel (mit Zwergsockel), k = klar, m = matt

Funktechnische Kartei
Beilage zum „FUNK“

Körting II

Empfänger 1937/38

Typ	Stromart	Leistungsaufnahme bei 220 V ~ Watt	ZF in kHz	Röhrenbestückung	Vorwiderstand bei Allstrom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						mA bei 110/150 Volt	mA bei 155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
Honoris 38 4242 GW	GW	~ 60 ~ 48	468	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, AZ 1	U 1220/6	2 x 300	—	30 x 7	1	10 mit Strombrücke	0,2	15,5 ø	K	m
Supra-Selektor 38 SB 4347 GW	GW	~ 55 ~ 60	470	CK 1, 2 x CF 3, CB 2, CL 4, CY 1	EU XII alle Spg. = 110-125 U 920 = 140-160 EU XX = 200-240 EU XII	2 x 600	—	30 x 7	5	10 mit Strombrücke	0,2	15,5 ø	K	m
Wimar 38 R 5202 B	B	H 0,6A A 10mA	—	2 x KF 4, KC 3, KDD 1	—	1 x 200	—	30 x 7	2	2	0,2	15,5 ø	K	k
Tourist KS 6230 B	B	—	470	KK 2, KF 3, KB 2, KF 4, KC 3, KDD 1	—	1 x 200	—	30 x 7	—	—	—	—	—	—
Auto-Super ASE 6341	B	ca. 40 W a. d. Starterbatterie	470	AF 1, AK 2, AF 3, ABC 1, 2 x EL 1	—	Auto 15 Amp.	—	26 x 6	1 Auto	6 Swan/Leistung	1,5 W	11 ø	K	k
Auto-Super ASC 6341	B	desgl.	470	CH 1, CK 1, CF 3, CBC 1, 2 x CL 1	—	Auto 15 Amp.	—	26 x 6	1 Auto	12 Swan/Leistung	1,5 W	11 ø	K	k

Karte Nr. 239. 15. I. 1938

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel (mit Zwergsockel), k = klar, m = matt

Funktechnische Kartei
Beilage zum „FUNK“

Lorenz und Lumophon

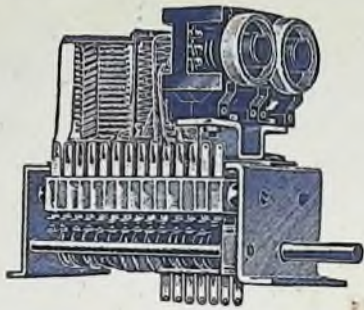
Empfänger 1937/38

Typ	Stromart	Leistungsaufnahme bei 220 V ~ Watt	ZF in kHz	Röhrenbestückung	Vorwiderstand bei Allstrom	Sicherungen			Skalen- und Bereichsanzeigelampen					
						mA bei 110/150 Volt	mA bei 155/240 Volt	Größe mm	Stück	Volt	Amp.	Größe mm	Form	Farbe
Lorenz 100 W	W	72	—	AB 2, AF 2, AC 2, AD 1, AZ 1	—	1500	800	30 x 8	1	4	0,8	15,5 ø	K	m
Super 200 W	W	65	468/473	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	—	110/125 = 1000 150-800	600	30 x 8	1	4	0,8	15,5 ø	K	m
Super 300 W	W	90	468/473	ACH 1, AF 3, AF 3, ABC 1, AC 2, AD 1, AZ 1	—	2000	1200	30 x 8	1	4	0,6 0,3	15,5 ø	K R	m m
100 GW	GW	52	—	CF 7, CL 4, CY 1	U 920	400	—	30 x 8	1	15	0,2	15,5 ø	K	m
Super 200 GW	GW	60	468/473	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1	U 920	2 x 600	—	20 x 5	1	15	0,2	15,5 ø	K	m
Lumophon WD 328	W	54	—	AF 7, AC 2, AL 4, AZ 1	—	800	400	20 x 5	2	4	0,6	15,5 ø	K	k
WD 468	W	60	468	AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1	—	800	400	20 x 5	1	4	0,6	15,5 ø	K	k
GW 328	GW	55	—	CF 3, CF 7, CL 4, CY 1	—	500	500	20 x 5	2	15	0,2	15,5 ø	K	k
GW 468	GW	59- 51~	468	CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, AZ 1	—	500	500	20 x 5	1	15	0,2	15,5 ø	K	k

Karte Nr. 240. 15. I. 1938

In den letzten Spalten bedeuten: K = Kugel, R = Röhre (beide mit Zwergsockel), k = klar, m = matt

GÖRLER



Universal-HF-Spulensatz F 270

Wellenbereich von ca. 13 m bis 2000 m

Zwischenfrequenz-Bandfilter F 158

veränderliche Bandbreite von der Frontplatte aus

Görler-Leuchtskala F 151

passend für jeden Kondensator und jede Spule

Mikrophon - Anschlußglied Mi 179

verbesserte Frequenzkurve durch Höhen- und Tiefen-Entzerrung

Verlangen Sie noch heute die illustrierten Druckschriften 391 und 392 mit dem großen Bauteil- und Bauplan-Programm von

J.K. GÖRLER

BERLIN-CHARLOTTENBURG



Basteln

heißt heute nicht nur einer Liebhaberei nachgehen, sondern Fachmann und Konstrukteur sein.

Der Radiofachmann verwendet in seinen selbstgebauten Geräten nur die Lautsprecher-Chassis der

Gemeinschaft der Lautsprecher - Spezialfabriken



6Pm 365

Wesentlichste Daten der Gemeinschafts-Chassis:

Type	Belastbarkeit Watt	Feldstärke Gauß	Sprechspannung Impedanz b. 1000 Hz	Trafo	Korb cm Ø	Gewicht kg	Preis RM.
GFe 341	1,5	—	—	—	24,5	0,67	11,40
GPm 366	1,5	6200	6 Ohm	Uni 1017 10, 15 kO	13	0,8	17,60
GPm 342	3	7500	4 Ohm	Uni 3012 9, 18 kO	20	1,8	24,70
GPm 377	4	8000	4 Ohm	Uni 3126 1000—11000	21,5	1,95	30,90
GPm 365	4	10200	4 Ohm	Uni 3056 1, 3, 5, 7 kO	24,5	3,5	55,10

Bitte verlangen Sie Prospekte bei den Mitgliedern der **Gemeinschaft der Lautsprecher - Spezialfabriken**

Die neue Feinbau-Serie

Bitte beachten Sie:

die saubere Ausführung der wunderbaren Gehäuse;
den präzisen Innenaufbau, beste Schwarzwälder Werkmannsarbeit;

den herrlichen natürlichen Ton;

die riesengroße Skala mit den farbigen, leicht lesbaren Stationsnamen;

die Störfreiheit der Geräte;

die zuverlässige Arbeitsweise;

**und für Sie besonders wichtig:
den leistungsfähigen Kurzwellenteil**



Fordern Sie sofort und unverbindlich
den **SABA - HAUPTKATALOG**

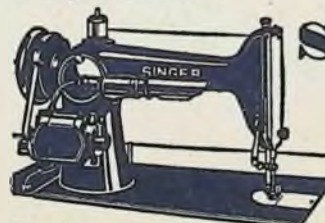
SCHWARZWÄLDER APPARATE-BAU-ANSTALT

**AUGUST SCHWER SÖHNE
VILLINGEN-SCHWARZWALD 30**

Seine Träume von Schönheit



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



SINGER

SINGER NAHMASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT

BERLIN W 8 • KRONENSTRASSE 22