

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

Der Superheterodyne als Volksempfänger

Mitteilung über die Untersuchungen des Bastel-Laboratoriums des „Funk“.

Von
E. Scheiffler.

Außer den in Heft 1 des „Funk-Bastler“, Jahr 1929, abgedruckten Briefen sind uns viele weitere Zuschriften über das obengenannte Gerät zugegangen. Um unerfahrene Bastler durch den in mancher Hinsicht verschiedenartigen, zuweilen direkt widersprechenden Inhalt dieser Mitteilungen nicht zu verwirren, wollen wir von ihrer Veröffentlichung absehen, den Verfassern jedoch versichern, daß wir jede einzelne Anregung gewissenhaft nachgeprüft haben. Als erfreuliches Ergebnis unserer bisherigen Arbeit können wir feststellen, daß sich ein nach der von Dr. Vilbig vorgeschlagenen Schaltung gebautes Gerät in jedem Falle zu einem durchaus brauchbaren Empfänger entwickeln läßt, der sowohl auf Rundfunkwellen wie auf Langwellen Lautsprecherempfang der stärkeren Sender ermöglicht. Unter Umständen kann es allerdings einige Zeit und Mühe kosten, bis ein befriedigendes Ergebnis erreicht wird.

Die Schwierigkeiten der ersten Inbetriebsetzung des Gerätes beruhen in erster Linie auf der gewählten Eingangsschaltung mit Doppelgitterröhre, der Zwischenfrequenzverstärkung und der Schirmgitterröhre. Versagt zunächst auch nur einer dieser Teile, so bleibt der Empfänger stumm, wie es tatsächlich in vielen Fällen geschehen ist.

Wir wollen deshalb im folgenden die möglichen Ursachen eines Versagens erörtern und einfache Mittel zur Beseitigung der Fehler angeben. Obwohl wir hoffen, daß diese Hinweise genügen werden, um jedes einzelne nach der Schaltung gebaute Gerät zum einwandfreien Arbeiten zu bringen, möchten wir hinzusetzen, daß wir gern bereit sind, allen Erbauern durch Auskunft oder Prüfung ihrer Geräte beizustehen, falls sie wider Erwarten nicht allein zum Ziele gelangen sollten.

I. Die Eingangsschaltung mit Doppelgitterröhre.

Obwohl diese Schaltung mit ihren kaum zu bestreitenden Nachteilen in Veröffentlichungen über den Superhet wiederholt erörtert wurde, sei einleitend hervorgehoben, daß leicht der Fall eintreten kann, daß die erforderlichen Schwingungen aussetzen, sobald nämlich Rahmenkreis und Schwingkreis sich in Resonanz befinden. Diese Gefahr ist besonders groß bei kürzeren Wellen (unter 300 m), läßt sich jedoch durch Wahl geeigneter Anodenspannung, Heizspannung und richtiger Kopplung der Oszillatortuben so weit verringern, daß das Gerät praktisch auf allen Wellen arbeitet. Um die Eignung der Röhren für diese Schaltung zu prüfen, haben wir sechs verschiedene Röhren RE 074 d in unseren Emp-

fänger eingesetzt, die Schwingfähigkeit durch Prüfung mit Detektorkreis und Galvanometer untersucht und dann weiter beim Empfang irgendeines Senders die Röhren der Reihe nach benutzt und konnten dabei in Übereinstimmung mit Dr. Vilbig feststellen, daß sie gleichwertige Leistungen liefern, vorausgesetzt daß Anodenspannung, Heizspannung und Kopplung der Spulen auf die für die betreffende Röhre günstigsten Werte eingestellt wurden, wobei besonders auf die Heizspannung zu achten war.

II. Die Oszillatortuben.

Wir haben statt der von Dr. Vilbig beschriebenen Oszillatortuben zunächst verschiedene Steckspulen benutzt, und zwar selbstgewickelte Ledionspulen von 40, 50, 75 Windungen für den Empfang von Rundfunkwellen, und Wabenspulen von 150 und 200 Windungen für den Empfang von Langwellen. Die Empfangsversuche mit diesen Spulen in Verbindung mit den verschiedenen Doppelgitterröhren bewiesen, daß die Kopplung der Spulen ziemlich kritisch ist, die eine Röhre wesentlich andere Kopplung der Spulen erfordert als eine zweite. Da nun bei dem umgebauten Vogel-Oszillator eine Veränderung der Kopplung durch Nähern oder Entfernen der Spulen nicht möglich ist, so müssen die günstigsten Bedingungen durch Änderung der Windungszahl der äußeren Zylinderspule ermittelt werden. Bei mehreren uns zur Prüfung eingesandten Oszillatoren war die Windungszahl der Zylinderspule zu niedrig, und infolgedessen erzeugte der Oszillator keine Schwingungen.

Von einem Bastler wurde uns mitgeteilt, daß er den Vogel-Oszillator in seiner ursprünglichen Form eingebaut habe und gute Erfolge erzielen konnte, während ein anderer berichtet, daß er nur durch Veränderung der Eingangsschaltung zum Ziele gelangt sei, indem er den Abstimmkondensator des Oszillators mit den Enden der Gitterspule verbunden habe.

Beide Arten von Schaltung sind schon lange im Gebrauch und können als ungefähr gleichwertig gelten, so daß sich eine Änderung nur dann empfiehlt, wenn die zuerst benutzte unzuverlässig ist. Hinzugefügt sei, daß in beiden Fällen die Anodenspule eine größere Windungszahl haben muß als die Gitterspule. Der Oszillator arbeitet, wenn beim Durchdrehen der beiden Drehkondensatoren bei bestimmten Stellungen zwitschernde Geräusche im Kopfhörer auftreten. Ist kein Geräusch hörbar, so ist der Oszillator nicht in Ordnung oder aber der Zwischenfrequenzteil.

III. Die Zwischenfrequenzverstärkung.

Grundbedingung für das Arbeiten eines jeden Überlagerungsempfängers ist die genaue Übereinstimmung der Zwischenfrequenztransformatoren in ihrer Welle. Dr. Vilbig hat für seine Schaltung die gut abgeglichenen Radix-Transformatoren empfohlen, jedoch in der in Heft 44/28 beschriebenen Schaltung den zweiten nicht als Transformator, sondern als Sperrkreis benutzt, während die Transformatoren bei der in Heft 35/28 dargestellten Schaltung in der üblichen Weise verwendet wurden. Durch diese Schaltungsänderung, d. h. die Nichtbenutzung der Primärwicklung des zweiten Transformators, kann möglicherweise die Übereinstimmung in der Welle gestört werden, so daß wir denjenigen empfehlen, die bei der Schaltung nach Heft 44 keine deutliche Abstimmung der Zwischenfrequenztransformatoren erreichen können, zunächst die ältere Schaltung zu probieren, bei der unbedingt eine Abstimmung möglich sein muß. Wer diesen Umbau scheut, kann auch so verfahren, daß er probeweise zum Filter oder zum Sperrkreis einen kleinen Drehkondensator parallel schaltet, um so festzustellen, ob und in welchem Falle eine Abgleichung möglich ist; doch sind diese Versuche natürlich nur dann notwendig, wenn vorher keine Abstimmung zu erzielen war.

In unserem Laboratorium sind beide Schaltungen ausprobiert worden, und zwar mit Radix-Transformatoren, mit Wabenspulen, die durch Drehkondensatoren abgestimmt wurden, und endlich auch mit Schaleco-Transformatoren.

IV. Die Schirmgitterröhre.

Eingehende Untersuchungen mit sieben Schirmgitterröhren RES 044 zeigten einwandfrei, daß die in einigen Zeitschriften geäußerten und anfangs auch von uns geteilten Behauptungen nicht zutreffen, daß die Leistungen dieser Röhren stark voneinander abweichen. Wir haben beim Empfang eines fernen Senders die Röhren ausgetauscht und nur durch Änderung der Heizspannung und der Größe der negativen Gittervorspannung des Steuergitters (Batterie von 1,5—4,5 Volt zwischen Filter und Gleitkontakt des Potentiometers) bei gleichbleibender Anodenspannung und Schirmgitterspannung nahezu gleiche Ergebnisse erzielen können. Sehr wesentlich für den Verstärkungsgrad ist jedoch, daß der Schirmgitterröhre eine Anodenspannung von mindestens 120 Volt gegeben wird, weil bei niedrigerer Spannung die Verstärkung erheblich nachläßt. Im Gegensatz zu einigen Mitteilungen müssen wir feststellen, daß die Größe der Schirmgitterspannung keineswegs als kritisch zu bezeichnen ist.

Dagegen zeigten zahlreiche Versuche mit dem Variofilter von Schaleco, daß es eine günstigste Kopplung der Filterpulen gibt.

V. Anodenspannung aus einem Gleichstromnetzanschlußgerät.

Da wiederholt geäußert wurde, daß die Größe der Anodenspannungen für die Doppelgitterröhre wesentlich ist, haben wir Vergleichsversuche mit Trockenbatterie und Netzanschluß ausgeführt, die einwandfrei den Nachweis erbrachten, daß ein Netzanschluß ohne Bedenken gebraucht werden kann, wenn er mehrere Spannungen liefert (in unserem Falle 9 verschiedene Spannungen). Die von uns verwendeten Doppelgitterröhren arbeiteten sämtlich bei etwas höherer Anodenspannung (etwa 50 Volt) am besten, ebenso das Audion bei etwa 60 Volt.

VI. Beseitigung vorhandener Handempfindlichkeit.

Sollte ein Gerät eine gewisse Handempfindlichkeit zeigen, so sind zunächst die von Dr. Vilbig auf Seite 677 des

„Funk-Bastler“, Jahr 1928, angedeuteten Überbrückungskondensatoren (1 bis 2 μ F) anzubringen und gegebenenfalls die Schirmgitterröhre mit einem an —H zu legenden Stanniobelag zu versehen.

Wir werden auch in Zukunft der Entwicklung des Schirmgitterempfängers unsere besondere Aufmerksamkeit widmen, möchten aber diese erste Erörterung nicht schließen, ohne vorher allen denen verbindlichst zu danken, die uns bei diesen ersten Versuchen durch wertvolle Anregungen beigetragen haben, die Bastler durch die Mitteilungen ihrer Beobachtungen, und die Firmen Radix, Vogel, Telefunken und Schaleco, die uns bereitwilligst jede Auskunft gaben und außerdem Material für die Versuche zur Verfügung stellten.

Amateursenderverordnung in Österreich.

In Österreich ist vor kurzem eine Verordnung über die Errichtung und den Betrieb von privaten Versuchsfunkstellen erlassen worden. Entsprechend den Bestimmungen des neuen Weltrundfunkvertrags wird auf Grund dieser Verordnung die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von Funkstellen für Liebhaberzwecke nur solchen Personen erteilt, die sich aus rein persönlicher Neigung und nicht zu wirtschaftlichen Zwecken mit der Funktechnik befassen. Die Leistung der Sender darf höchstens 50 Watt, die Spannung der Antennenanlagen gegen Erde höchstens 30 Volt betragen. Die Anlage muß so eingerichtet sein, daß andere Anlagen dadurch nicht gestört werden. Ferner muß der Genehmigungsinhaber durch eine besondere Prüfung nachweisen, daß er die zum Betrieb der Anlage erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten besitzt. Von dieser Prüfung kann er ausnahmsweise befreit werden, wenn er durch seinen Beruf oder auf andere Weise die Gewähr dafür bietet, daß er die Anlage vorschriftsmäßig betreibt. Die Gebühr beträgt für Sendeanlagen mit einer Leistung bis zu 10 Watt vierteljährlich 12,50 Schilling, für die übrigen — 10 bis 50 Watt — vierteljährlich 25 Schilling.

Bildfunk in Frankreich. Die französischen staatlichen und privaten Rundfunksenderstellen beginnen, sich jetzt ernstlich mit dem Bildfunk zu beschäftigen. Seit September macht Radio-Toulouse bereits Versuche, die sehr gut ausfielen und zu einem regelmäßigen Bildfunk führten. So werden jeden Mittag und Abend die Barometerkurven der Wetterwarte gesandt. Ferner gedenkt Radio-Toulouse in kurzer Zeit die Photographien der in der Abendveranstaltung mitwirkenden Künstler nach 24.00 Uhr auf drahtlosem Wege zu senden. Ein noch weiter in Frage kommendes Problem ist die Bildübertragung der im Capitol-Theater gegebenen Opern (Szenenbilder) durch einen Kurzwellensender, während der große Rundfunksender die Musikübertragungen bringt.

Der Eiffelturm-Sender mit 50 kW auf Welle 1485 m. Mit dem 1. Januar 1929 wurde der neue 50 kW-Sender an der französischen staatlichen Sendestelle Eiffelturm dem öffentlichen Rundfunkbetrieb übergeben. Die Darbietungen werden in der Regel von der Sendestelle Paris-P. T. T. von 13 Uhr ab übernommen. Ferner wird sich der Sender auch an den zur Zeit angestrebten internationalen Programmaustauschen beteiligen. Der Sender meldet sich mit „Poste Nationale de Radio-Diffusion de la Tour Eiffel“, was in Deutschland der Benennung Deutschlandsender entspricht. Der Empfang des Senders ist allgemein sehr gut, doch stehen die Pariser Funkfreunde ihm sehr kritisch gegenüber, da er eine wesentlich Störung des Fernempfangs in Paris bedingt. Zur Zeit ist in Paris der Empfang von Daventry oder Königswusterhausen nur sehr schwer möglich, besonders da außerdem noch Radio-Paris auf Welle 1765 m mit 20 kW arbeitet.

Kurzwellenrundfunk von Eindhoven. Die Sendezeiten des Philips-Kurzwellensenders haben sich geändert. Der Sender arbeitet Donnerstags von 18.00—20.00 Uhr und 23.00—0.00 Uhr, Freitags von 0.00—3.00 Uhr und 18.00—20.00 Uhr; Sonnabends von 0.00—6.00 Uhr. Ab 1. Januar sind die Rufbuchstaben des Kurzwellensenders P C J.

Automatische und Fernbedienung von Empfangsgeräten

Von

Reg.-Rat Dr. Carl Lübben.

In wenigen Jahren hat das Rundfunkwesen einen ungeahnten Aufschwung erlebt und in der gleichen kurzen Zeit sind die Empfangsgeräte so hochwertig entwickelt worden, daß für Fachleute und Bastler der Zeitpunkt gekommen ist, sich neuen Problemen zuzuwenden, die man als automatische und Fernbedienung bezeichnen kann und die vor allem eine Vereinfachung der Bedienung und Instandhaltung der Empfangsgeräte zum Ziel haben. Automatische Lautstärkenregelung, Fernschaltung, Fernabstimmung, Fernregelung, Einknopfbedienung, Netzanschluß sind die verschiedenartigen Probleme, deren Lösung zum Teil in Angriff genommen ist, zum Teil noch der Lösung harzt. Die folgenden Zeilen mögen dem Leser zeigen, was bereits auf diesen Gebieten geleistet wurde und was noch zu leisten ist, um das Ideal eines Rundfunkempfängers zu erreichen.

1. Automatische Ein- und Ausschaltung der Empfangsgeräte.

Bei der automatischen Auslösung der Schaltvorgänge handelt es sich entweder darum, den Empfänger zu bestimmten Zeiten ein- und auszuschalten oder die Einschaltung durchzuführen, sobald der Sender zu arbeiten be-

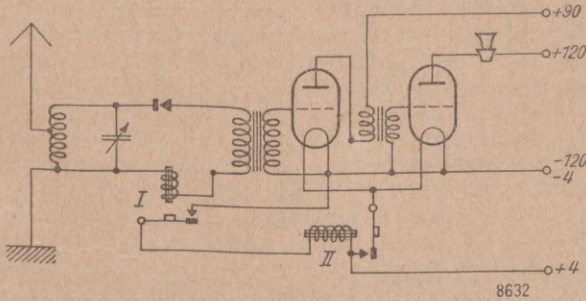


Abb. 1.

ginnt, auf den der Empfänger abgestimmt ist und wieder auszuschalten, sobald die Sendung aufhört. Für die erstgenannte Art der Schaltauslösung verwendet man sogenannte Schaltuhren. Der technische Aufbau dieser Schaltuhren ist verhältnismäßig einfach. An einer Uhr werden zu diesem Zweck ein oder zwei verstellbare Kontakte angeordnet, von denen der eine für das Einschalten, der andere für das Ausschalten vorgesehen ist und die auf die gewünschten Zeiten eingestellt werden. Der Kontakt wird durch den kleinen Zeiger der Uhr oder durch einen besonderen Kontaktzeiger geschlossen. Der Schaltvorgang, d. h. das Ein- bzw. Ausschalten der Stromquellen, wird mit Hilfe eines Relais oder bei einfachen Anordnungen auch unmittelbar ausgeführt. Für einen einfachen Schaltvorgang (Einschalten) kann auch die Weckereinrichtung einer Weckeruhr verwendet werden¹⁾.

Bei größeren Anlagen findet man gelegentlich Rundfunk-schränke, bei denen mit der Tür Schaltvorrichtungen verbunden sind, so daß beim Öffnen des Schranke der Empfänger eingeschaltet wird, während beim Schließen der Empfänger ausgeschaltet und die Antenne geerdet wird.

Wenn es sich darum handelt, den Empfänger einzuschalten, sobald der Sender zu arbeiten beginnt, so kann man diese Aufgabe entweder mit Hilfe eines Detektorempfängers bewerkstelligen, der auf ein Relais einwirkt oder mit Hilfe der Änderung des Anodenstromes einer Röhre. Die Ver-

wendung eines Detektorempfängers hat den Vorteil, daß in den Ruhepausen kein Stromverbrauch vorhanden ist, kann aber nur dann durchgeführt werden, wenn die Empfangslautstärke genügend groß ist, um ein Schaltrelais zu betätigen. Abb. 1 zeigt eine solche Einrichtung für Detektor-empfang mit nachfolgender Niederfrequenzverstärkung²⁾,

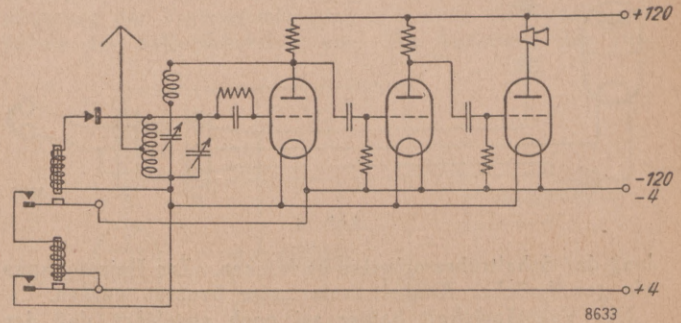


Abb. 2.

Abb. 2 einen Röhrenempfänger mit einem Detektor-Relais-Schalter. Bei der Abb. 1 liegt im Detektorkreis ein sehr empfindliches Relais I, das nach Art eines Drehspulgalvanometers gebaut ist, also wesentlich anderer Art ist als das schematisch gezeichnete, jedoch an Stelle des Zeigers eine Kontaktvorrichtung besitzt. Da der Kontaktdruck sehr klein ist, ist ein zweites Relais II vorgesehen, das durch das Relais I eingeschaltet wird und die Einschaltung der Stromquelle vornimmt. Sobald die Sendung aufhört, öffnet sich das Relais I und dann auch das Relais II, so daß der Empfänger wieder ausgeschaltet wird. Die Relais müssen sehr träge arbeiten, damit bei kleinen Stromunterbrechungen kein Ausschalten der Relais stattfindet. Die Abb. 2 zeigt im Prinzip die gleiche Anordnung, jedoch dient der Detektorkreis hier lediglich zum Schalten.

Bei den kleinen Feldstärken, die gewöhnlich zur Verfügung stehen, wird es praktisch in den meisten Fällen schwierig sein, einen sicheren Schaltvorgang zu erzielen. Sicherer gelingt dies mit Röhren. Dabei ist aber zu beachten, daß mindestens eine Röhre ständig eingeschaltet sein

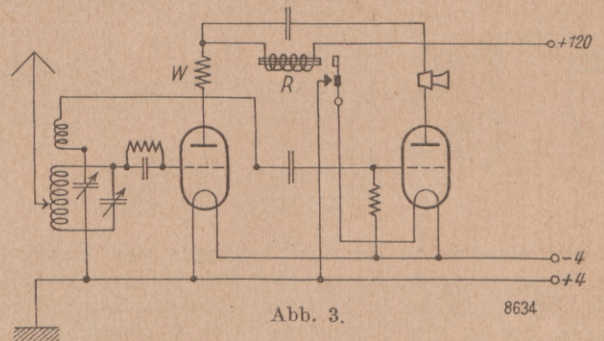


Abb. 3.

muß, d. h. man kann in diesem Falle nur die Heizung und den Anodenstrom für die übrigen Röhren sparen. Als Schaltröhre kann man die erste Röhre verwenden, in deren Anodenkreis ein geeignetes Schaltrelais eingeschaltet ist. Eine derartige Schaltung zeigt Abb. 3. Im Anodenkreis der

¹⁾ Radio-Schaltuhren: vgl. „Funk-Bastler“ Jahr 1927, S. 10, 343, 528, 621. — „Deutscher Rundfunk“ 6, 980, 1928. — D. R. P. 446 117. — Brit. Pat. 280 296.

²⁾ Automatische Schalter: Wir. World 16, 304, 1925; 22, 675, 1928.

ersten Röhre ist ein Widerstand W und das Schaltrelais R eingeschaltet. Der Widerstand W dient zur Widerstandskopplung mit der folgenden Verstärkerröhre. Das Relais spricht an, wenn der Anodenruhestrom sich unter dem Einfluß der ankommenden Wellen ändert.

Wenn man eine besondere Schaltöhre verwendet, so kann zur Dauerspeisung dieser Röhre sehr gut das Starkstromnetz benutzt werden, und zwar auch dann, wenn an sich das Empfangsgerät nicht aus dem Netz gespeist wird. Bei sachgemäßer Anordnung sind auch Störungen aus dem Netz nicht zu befürchten. Es ist natürlich zweckmäßig, das Relais möglichst empfindlich zu wählen, um mit loser Kopp-

anschlusses herbeiführen will, benötigt man vier Leitungen vom Empfänger zum Lautsprecher. Die Schaltung für diese Anordnung zeigt Abb. 5. Wie man sieht, ist nur ein Stromkreis der Heizbatterie unterbrochen und zum Lautsprecheranschluß geführt. Anstatt des Vierfachsteckers der Abb. 5 verwendet man besser einen kleinen Klinckenstecker. Wie dieser anzuschalten ist, zeigt Abb. 6. Besonderes

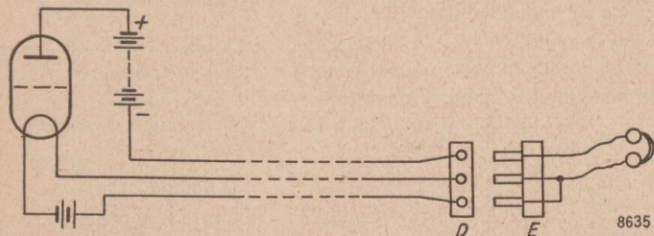


Abb. 4.

lung der Schaltöhre arbeiten zu können. Zur Heizung kann ein gewöhnlicher Klingeltransformator benutzt werden.

Der Vollständigkeit halber sei noch angeführt, daß der Ein- und Ausschaltvorgang auch von besonderen Anrufzeichen des Senders abhängig gemacht werden kann. Die Weiterbildung einer solchen Anordnung führt zu der drahtlosen Fernsteuerung, die neuerdings durch die Versuche mit der „Zählringen“ besonders in den Vordergrund gerückt worden ist.

2. Fernbedienung der Empfangsgeräte.

Häufig befindet sich das Empfangsgerät an einer anderen Stelle als der Lautsprecher. In diesem Falle ist es natürlich erwünscht, vom Wiedergaberaum aus die Ein- und Ausschaltung, Wellenänderung und Lautstärkenregelung vornehmen zu können. Viele bisher gemachten Vorschläge bezwecken in möglichst einfacher Weise den einen oder anderen Regelungs- bzw. Schaltvorgang vorzunehmen.

Es ist naheliegend für die Betätigung der Schalt- oder Regelungsvorgänge besondere Relais am Empfänger zu verwenden, von denen besondere Leitungen zum Wiedergaberaum führen. In einzelnen Fällen ist aber auch die Verwendung besonderer Relaisleitungen nicht erforderlich. Der Schaltvorgang wird dann durch das Einstecken des Lautsprechersteckers ausgelöst. Eine sehr einfache Ein- und Ausschaltung läßt sich mit der in Abb. 4 dargestellten An-

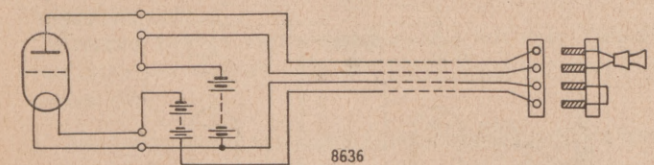
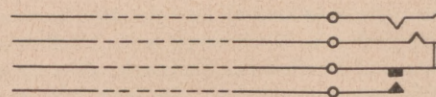


Abb. 5.

ordnung erzielen, zu der drei Leitungen vom Empfänger zum Wiedergaberaum führen, aber kein Relais erforderlich ist³⁾. Der Kopfhörer ist mit einem Dreifachstecker E verbunden, der in eine Dreifachsteckdose D eingeführt wird. Diese Schaltung ist nur bei Einröhrengeräten verwendbar, da bei Mehröhrengeräten der Lautsprecher im Anodenkreis aller Röhren liegen würde.

Wenn man in ähnlicher Weise auch für Mehröhrengeräte die Einschaltung durch das Einstecken des Lautsprecher-

³⁾ Fernschalter: vgl. Radio-Welt Wien 1928, S. 218. — „Funk-Bastler“ Jahr 1927, S. 713. — Modern Wireless 1928, S. 159. — Wireless World 22, 414, 1928; 21, 467, 1927. — „Funk-Bastler“ Jahr 1926, S. 609 (Brit. Pat. 256 773).



8637

Abb. 6.

Augenmerk ist auf die Bemessung der Heizleitung zu richten, da schon bei verhältnismäßig kurzen Leitungen der Spannungsabfall so groß werden kann, daß die Empfängerröhren zu schwach geheizt sind. Da man für größere Entfernungen sehr dicke Drähte gebrauchen würde, verwendet man zweckmäßiger ein einfaches Relais, das am Empfänger aufgestellt wird, wie dies Abb. 7 zeigt³⁾. Die Leitungen 3, 4 zum Lautsprecheranschluß können in diesem Falle sehr dünn sein. Es ist auch möglich, mit drei Fernleitungen auszukommen, indem man Leitung 2 und 3 vereinigt. Diese Anordnung zeigt Abb. 8³⁾. Man muß in diesem Falle ein hoch-

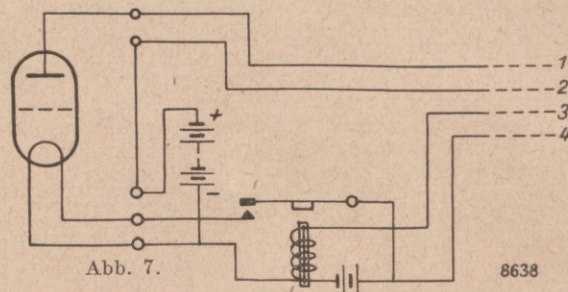
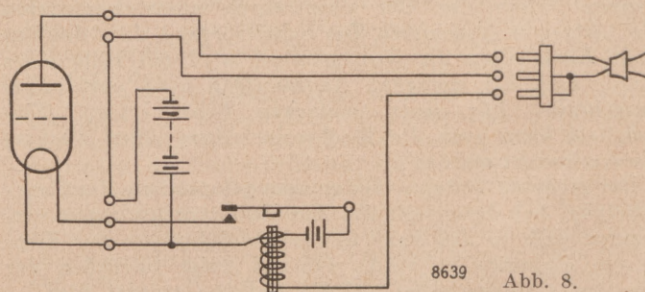


Abb. 7.

8638

ohmiges Relais verwenden, um die Stromentnahme aus der Anodenbatterie klein zu halten. Sind mehrere Lautsprecher mit einem Empfänger verbunden, so kann die Verbindung der Lautsprecher nach der in Abb. 9 wiedergegebenen Schaltung erfolgen³⁾. Bei Einschalten irgendeines Lautsprechers (z. B. L₁) wird der Heizkreis eingeschaltet.

Besonders interessant sind die Schaltungen, bei denen man nur zwei Fernleitungen benötigt, die also an jeder vorhandenen Anlage angeschaltet werden können³⁾. Die einfachste Anordnung dieser Art zeigt Abb. 10, bei der die Relaispule parallel zur Röhre liegt. Die Schaltung hat jedoch den Nachteil, daß die Relaispule auch parallel zum



8639

Abb. 8.

Lautsprecher liegt und daher den Empfang schwächt. Brauchbar ist die Anordnung also nur dann, wenn die Relaispule einen sehr hohen Gleichstrom- und Wechselstromwiderstand hat. Die entsprechende Anordnung bei kapazitiver Ankopplung des Lautsprechers zeigt Abb. 11. Auch hier liegt die Relaispule parallel zum Lautsprecher, muß also ebenfalls hohe Selbstinduktion oder hohen Widerstand besitzen. Diesen Mangel beseitigt die in Abb. 12 dargestellte Schal-

tung⁴⁾. Im Ruhezustand schließt hier das Relais den Kontakt a. Beim Einschalten des Lautsprechers wird in diesem Falle das Relais durch die Anodenbatterie, Heizfaden, Kontakt a, Widerstand W betätigt, so daß der Kontakt b geschlossen wird, der die Heizung einschaltet. Der Kontakt a muß jetzt immer noch geschlossen sein. Erst wenn nach Einschalten der Heizung der Anodenstrom, der ebenfalls die

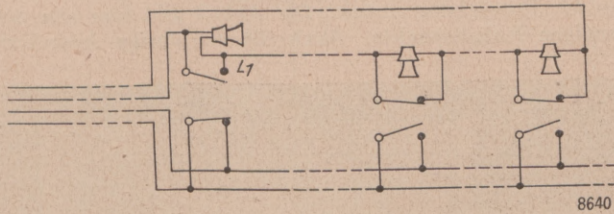


Abb. 9.

Relaispule durchfließt, genügend groß geworden ist, wird der Relaisanker noch stärker angezogen, so daß Kontakt a geöffnet wird. Das Relais bleibt nun durch den Anodenstrom der Röhre in Betrieb. Die schädliche Selbstinduktion des Relais wird in diesem Falle durch einen Blockkondensator C kompensiert.

Wenn wir bisher ein verhältnismäßig einfaches Problem erörtert haben, indem wir uns auf die einfache Ein- und Ausschaltung des Empfängers beschränkten und schon bei diesem Problem recht erhebliche Schwierigkeiten auftreten, so wird ohne weiteres verständlich sein, daß die Schwierigkeiten wachsen, wenn wir einen Schritt weitergehen und auch die Fernregelung der Lautstärke bzw. Rückkopplung und der Abstimmung in den Bereich unserer Betrachtung einbeziehen. Es ist ganz selbstverständlich, daß diese Aufgaben vorzüglich stabilisierte Empfangsgeräte voraussetzen, d. h. Empfangsgeräte, bei denen man mit einer konstanten Rückkopplung über einen großen Abstimmungsbereich und einer Abstimmung rechnen kann, die nicht durch kleine äußere Einflüsse verändert wird. Welche Gesichtspunkte bei der Entwicklung solcher Geräte zu beachten sind, wird in einem besonderen Abschnitt darzulegen sein.

Die Fernregelung der Abstimmung erfordert entweder die Regelung der Kapazität oder der Selbstinduktion des Schwingungskreises. Bei beiden Abstimm-Mitteln haben wir es unter gewöhnlichen Verhältnissen mit beweglichen Teilen zu tun. Die Fernregelung kann also zunächst einmal in der Weise erfolgen, daß durch synchron bewegte Motore oder durch geeignete Schrittrelais die Betätigung des Drehkondensators oder des Variometers durchgeführt wird. Die

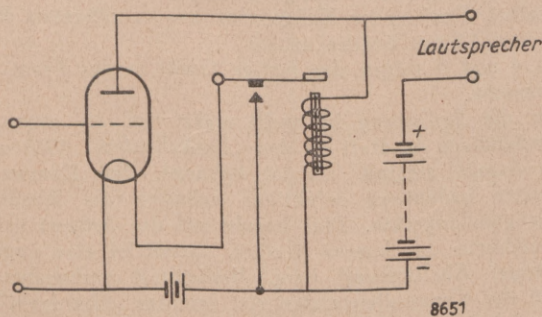


Abb. 10.

praktische Ausführung erfordert zweifellos recht komplizierte Einrichtungen, die wohl nur in vereinzelt Fällen zur Verwendung kommen können. Für die Polizei ist z. B. von dem Polizeihauptmann Ristow eine Einrichtung gebaut worden, die alle Funktionen des Empfängers mittels Fern-

⁴⁾ Schaltrelais: Wireless World 21, 241, 483, 1927; 22, 471, 1928; 23, 81, 1928. — Popular Wireless 13, 777, 1928. — Radio News 2, 248, 991, 1927.

bedienung ermöglicht. Diese Einrichtung arbeitet mit einem Bewegungsmotor, wie dies oben angedeutet wurde⁵⁾.

Es ist jedoch nicht durchaus notwendig, nur durch bewegte Einrichtungen Abstimmungsänderungen herbeizuführen. Auch auf elektrischem Wege ist eine Lösung möglich, und zwar durch Anwendung einer Hilfsmagnetisierung, wie sie bei der vormagnetisierten Steuerdrossel praktisch bereits in Verwendung ist. Man müßte zu diesem Zweck die Selbstinduktion des Schwingungskreises mit einem Eisenkern versehen, der eine Hilfswicklung trägt, die mit Gleichstrom gespeist wird. Wenn die Gleichstrommagnetisierung genügend stark ist, so daß das Eisen nahezu gesättigt ist, so hat der Eisenkern bekanntlich auf die Selbstinduktion der Spule nur einen geringen Einfluß. Bei Verringerung der Vormagnetisierung tritt dann eine starke Zunahme der Selbstinduktion ein. Die Änderung der Vor-

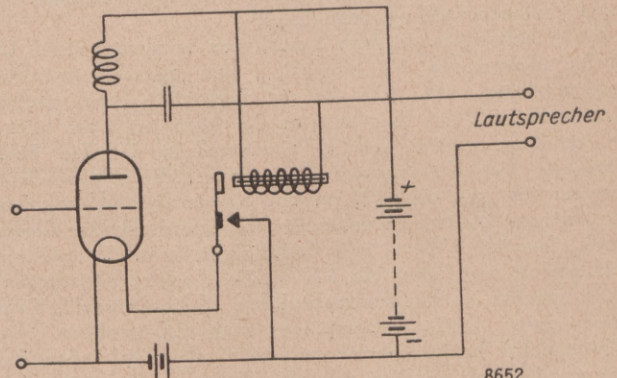


Abb. 11.

magnetisierung kann leicht über eine Fernleitung erreicht werden.

Auf die gleiche Weise, d. h. mittels einer vormagnetisierten Drossel kann auch die Regelung der Rückkopplung und der Lautstärke durchgeführt werden. Hier stehen aber auch einfachere Methoden zur Verfügung, nämlich die Änderung von Heizstrom- oder Gittervorspannung. Auf die Einzelheiten dieser Regelungsarten hier einzugehen, erübrigt sich, da sie bei der automatischen Lautstärkenregelung noch ein-

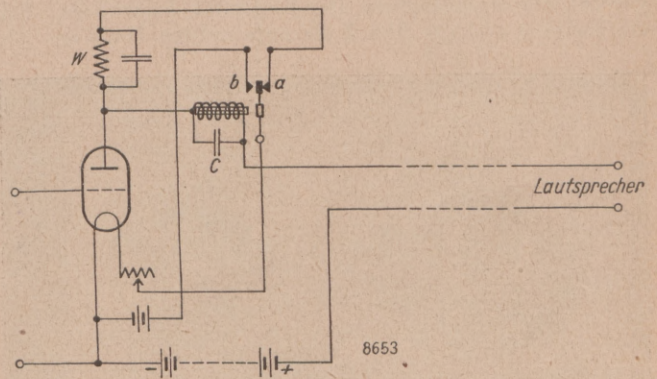


Abb. 12.

gehend zu behandeln sind. Die Lautstärkenregelung kann ohne Eingriff am Empfänger auch in einfacher Weise am Lautsprecher durch Parallelwiderstände oder angezapfte Übertragungstransformatoren erfolgen. (Fortsetzung folgt.)

Bestraute Schwarz Hörer. In den Monaten Juli bis September sind wegen nicht genehmigter Errichtung oder nicht genehmigten Betriebs von Funkanlagen 177 Personen rechtskräftig verurteilt worden.

⁵⁾ Fernbedienung: Funkwelt 5, 63, 1928 (Ristow). — Funker 7, 63, 1928.

Ein Vorsatzgerät für den Rundfunkempfänger

Von R. Wittwer.

In Heft 43 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, S. 667, hat Dr. Ewald Badendieck ein Kurzwellenvorsatzgerät beschrieben, das vor jedes vorhandene Empfangsgerät mit mindestens einer Stufe Niederfrequenzverstärkung durch einen einfachen Handgriff vorgeschaltet werden kann, also jedes Rundfunkgerät auch als Kurzwellenempfänger verwendbar wird. Dieses Gerät habe ich gebaut und bin von seinen Leistungen so begeistert, daß ich im folgenden allen Freunden der Kurzwellensache eine genaue Bauanleitung geben will. Die theoretische Grundlage zu diesem Vorsatzgerät hat Dr. Badendieck so gut beschrieben, daß heute eine reine Baubeschreibung genügt.

Die Schaltung ist in Abb. 1 nochmals wiedergegeben. Die Drehkondensatoren C_1 und C_R sind Spezialkurzwellenkondensatoren mit 100–200 cm Kapazität und großem Plattenabstand, der Kondensator C_R kann auch ein älterer 250 cm-Kondensator sein. Feineinstellung ist für beide wertvoll. Der Kondensator C_2 ist ein „NSF“-Mikro-Drehkondensator von etwa 50 cm zur kapazitiven Anknüpfung der Antenne (Antennenverkürzungskondensator). Der Gitterblock besitzt 250 cm mit Luftdielektrikum. Der Gitterableitwiderstand hat 1 bis 2 M Ω . Als Hochfrequenzdrosselspule benutze ich die auswechselbare „Saba-Drossel“, Kopfhörer- oder Lautsprecherspulen sind unbrauchbar. Der Röhrensockel kann federnd sein, muß aber auf jeden Fall so verlustfrei als möglich sein. Ein Heizwiderstand ist nicht erforderlich, da die Teile des Audions im alten Gerät hier mitarbeiten. Als günstige Röhren wären die Röhren RE 084, RE 074 und die „Valvo“ A 406 zu nennen. An Stelle der übrigen Batteriezuleitungen tritt hier eine dreiteilige, gut isolierte Litze (kein Wachsdraht), die in einem alten Röhrenfuß endigt. Die Enden der Litze verlötet man mit den Stiften des Steckers, wobei der Gitteranschluß frei bleibt. Den oberen hohlen Raum dieses Steckers gieße man alsdann mit Zeralit oder Akkuvergußmasse aus und seine Haltbarkeit ist unbegrenzt.

Als Frontplatte benutze man 2 mm-Aluminium, das geerdet die unangenehme Handkapazität ausschließt. Für die Bohrung gibt die Abb. 2 die notwendigen Maße an. Als

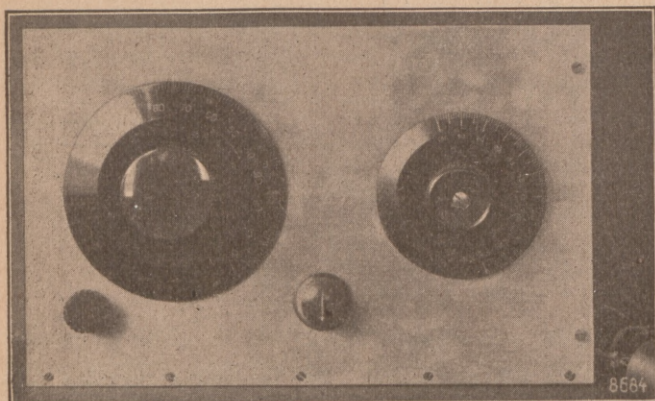


Abb. 4.

Grundbrett dient eine 10 mm starke Sperrholzplatte. Den Abstimmkondensator montiert man direkt auf die Frontplatte. Dazu ist es notwendig, den Rückkopplungskondensator um einige Zentimeter abzurücken. Dies erreicht man durch Hartgummiabstandssäulen und damit notwendiger Hartgummiverlängerung der Drehachse. Wer keine Drehbank besitzt, kann sich diese kleine Arbeit durch eine Werkstätte anfertigen lassen. Auch den „Mikro“-Konden-

sator für den regelbaren kapazitiven Anschluß der Antenne setzt man auf einem Hartgummiklötzchen einige Zentimeter von der Frontplatte zurück. Die Abb. 3 gibt hier alle notwendigen Anhaltspunkte. Auch für die übrige Anordnung

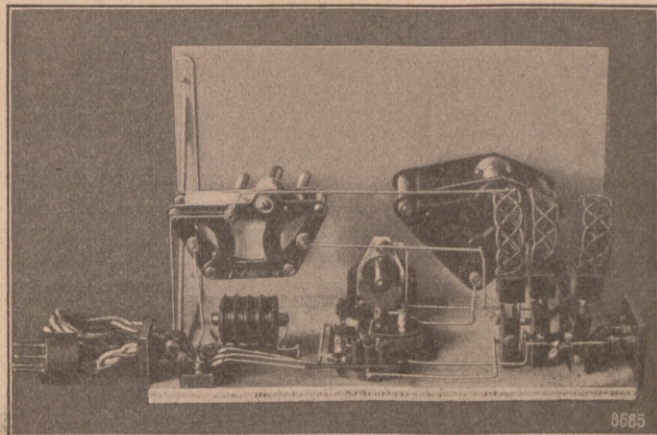


Abb. 5.

der Einzelteile ist diese Abbildung maßgebend. Die Verbindungslitze zum Stecker führe man durch eine Hartgummileiste, um die Lötstellen an der Befestigungsleiste nicht schädlichem Zug auszusetzen.

Die Schaltungsverlegung ist aus Abb. 3 zu ersehen.

Für die Spulen diene folgende Tabelle.

Bereich m	LA	LG	LR
15–30	2	4	3
30–70	4	9	7
60–90	5	11	9
80–120	8	18	16–20

Soweit die angegebenen Windungszahlen als Korbwindungen nicht erhältlich sind, wickelt man größere Spulen, z. B. 10- und 15-Windungsspulen, um einige Windungen ab, so erreicht man die notwendigen Zahlen. Oder man fertigt sich selbst Flach- oder Käfigspulen aus versilbertem Runddraht von 1,5 mm Stärke an.

Abb. 4 und 5 zeigen das fertige Gerät in der Front- und Rückansicht.

Über die Bedienung ist nicht mehr viel zu sagen, da Dr. Badendieck in Heft 43 des „Funk-Bastler“ 1928 schon genau darauf einging. Es ist bekannt, daß Kurzwellenempfänger bedeutend selektiver arbeiten als Rundfunk- und Langwellengeräte. Dies beruht auf der äußerst spitzen Abstimmkurve der kurzen Wellen. Damit ist eine ungleich schwierige Abstimmung bzw. Bedienung verbunden, es werden die Kurzwellensender viel leichter „überdreht“ als andere Landwellenstationen, d. h. man muß ganz langsam und vorsichtig abstimmen, sonst ist man über die Stelle der Skala hinweg, ehe das Ohr wahrnimmt, daß hier ein Sender „gepfiffen“ hat. Feinstellskalen können die kritische Abstimmung wesentlich erleichtern, da auf Bruchteilen der Skalengrade oft zwei oder mehr Sender, wenn auch vielfach Telegraphie- und Amateursender, erscheinen. Der Bau wie die Benutzung, d. h. Vorschalung dieses Kurzwellenzusatzes, ist so einfach, daß jeder Rundfunkhörer ein solches Gerät besitzen sollte, um auch an dem äußerst interessanten Kurzwellenempfang teilnehmen zu können.

Winke für den Bau von Netzanschlußempfängern

Von Erich Schwandt.

Die Anodenspeisung¹⁾.

Die Versuche, die sich mit der Anodenspeisung der Empfänger beschäftigten, und bei denen im Gleichrichter durchweg gasgefüllte Glühkathodengleichrichter (Rectronröhren) verwendet wurden, ergaben, daß man bei allen einfacheren Lichtnetzempfängern, d. h. den Geräten bis zu drei Röhren, gut mit einer eingliedrigen Drosselkette auskommt. Im übrigen ist der Aufbau des Anodengleichrichter-Teiles ganz normal. Als vorteilhaft erwies es sich, nicht von der Spannungsteileranordnung zur Erzielung verschieden hoher Anodenspannungen für die einzelnen Röhren Gebrauch zu machen, sondern Vorwiderstände (Belastungswiderstände, wie man früher nicht ganz korrekt sagte) zu verwenden, durch die die Spannungen auf den benötigten Wert herabgesetzt werden. Der Vorteil dieser Methode liegt vor allem darin, daß der Strom, der dem Gleichrichter entnommen und der gesiebt wird, so klein als möglich bleibt. Je geringer die Stromstärke, um so besser ist aber bei gleicher Größe der Drosselkette die Siebung. Der Spannungsteiler hat stets einen nicht unerheblichen Stromverbrauch im Potentiometerwiderstand selbst, der bei den Vorwiderständen fortfällt.

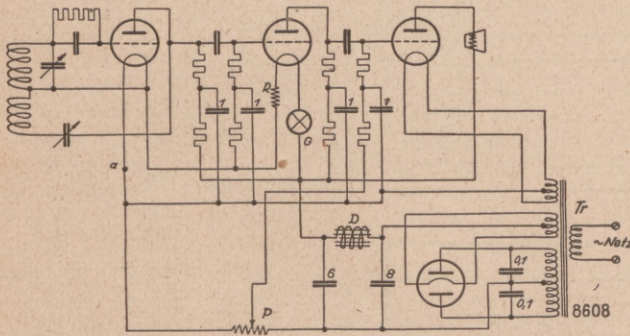


Abb. 8.

Hier wird der Drosselkette tatsächlich nur die Stromstärke entnommen, die der Empfänger verbraucht.

Als Vorwiderstände möge man aber nicht die normalen Konstantwiderstände benutzen, die sonst als Anodenkoppungs- und als Gitterwiderstände dienen. Widerstände normaler Größe sind bei den hier vorhandenen Belastungen nicht selten einer langsamen Zerstörung ausgesetzt. Ein industriell hergestellter Lichtnetzempfänger versagte schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit, weil die zur Verwendung gelangten Hochohmwiderstände die Belastung nicht ertragen konnten und durchgebrannt bzw. schadhaft geworden waren. Da die Widerstände andererseits wieder räumlich klein sein sollen, so daß Drahtwiderstände nicht in Frage kommen, und da man auch auf Selbstinduktions- und Kapazitätsfreiheit sehen muß, empfiehlt sich die Verwendung der sogenannten Polywatt-Widerstände, die die mehrfache Belastung normaler Hochohmwiderstände ertragen.

Die Vorwiderstände liegen mit ihrem einen Ende am Pluspol des Anodenstromgleichrichters, mit dem anderen Ende aber an dem betreffenden Punkt der Anodenkreise, dem die Anodenspannung zugeführt werden muß. Dieser Punkt ist durch einen großen Blockkondensator (1 μ F) mit der Kathode zu verbinden (Abb. 8). Der Widerstand wirkt dann nicht nur als Vorwiderstand, sondern er stellt in Verbindung mit dem Kondensator ein ausgezeichnetes störfreies Element dar, das besonders in Widerstandsempfängern von großer Wichtigkeit, ja, geradezu unerlässlich ist. Widerstandsempfänger, die ohne diese Vorwiderstände und Kon-

densatoren unangenehme Erscheinungen, so Netzbrummen, Brodeln, Knurren und auch ein Brummen in höherer Frequenz zeigten, konnten durch den Einbau der Widerstände und Kondensatoren völlig beruhigt werden. Die Größen der Widerstände können errechnet, besser aber durch den Versuch ermittelt werden. Die Größenordnung hat man, wenn man sie 0,1 bis 0,5 der Kopplungswiderstände wählt. Auch bei den Gitterkreisen empfiehlt sich die Anordnung derartiger aus Widerstand und Kondensator bestehender Beruhigungselemente.

Transformatoren- oder Widerstandsverstärkung?

Die Überlegung, ob sich die Transformatoren- oder die Widerstandsverstärkung besser für die Anwendung in Lichtnetzempfängern eignet, hat eigentümlicherweise nicht auf die elektrischen Verhältnisse der Schaltungen, sondern auf die Anordnungsmöglichkeit in räumlicher Beziehung Rücksicht zu nehmen. Im Prinzip kann man sowohl die transformatorische als die Widerstands-Niederfrequenzverstärkung gleich gut anwenden. Weder die eine noch die andere macht in elektrischer Hinsicht Schwierigkeiten. Eher erweist sich noch die Transformatorenverstärkung als vorteilhafter, da beim Anschluß der Gitterleitungen an das Netzanschlußgerät leicht Schwierigkeiten auftreten, denen durch das weiter vorn beschriebene Störfreielement, aus Kondensator und Widerstand bestehend, begegnet wird. Auch die Anodenleitungen erheischen diese Vorsichtsmaßregel. Bei Transformatorverstärkung kann man sich diese Maßnahmen meist sparen; sie ist in dieser Beziehung weniger empfindlich.

Es sind vielmehr Anordnungsfragen, die davon abraten, Niederfrequenztransformatoren in Lichtnetzempfänger einzubauen bzw. die erzwingen, daß der geplante Einbau auf Grund sorgfältiger Versuche vorgenommen wird, durch die die günstigste Stellung der Niederfrequenztransformatoren ausprobiert werden muß. Ich habe des öfteren festgestellt, daß der Netztransformator sehr gern die Netzfrequenz in die Niederfrequenztransformatoren hineininduziert. Besonders ein zweistufiger Niederfrequenzverstärker ist in dieser Beziehung gefährlich. Die Störfrequenz wird hier in den ersten Transformator hineingekoppelt und nun durch zwei Röhren wirksam verstärkt, so daß sie im Lautsprecher in ansehnlicher Lautstärke auftreten kann. Sie macht sich selbst störend bemerkbar, wenn der erste Transformator nur ganz geringe Spuren einer Wechselfrequenz aus dem Netz aufnimmt, denn die Verstärkung durch den Niederfrequenzverstärker ist außerordentlich kräftig. Sie ist um so wirksamer, je besser die zur Verwendung gelangenden Transformatoren sind, je kräftiger die Frequenz 50 oder die doppelte Frequenz 100 also noch verstärkt werden. Selbst ganz große Entfernungen zwischen dem Netztransformator und dem ersten Niederfrequenztransformator können diese Störungen nicht immer beseitigen. (Hier sind natürlich solche Entfernungen verstanden, als sie innerhalb eines Empfangsgerätes vorhanden sind.) Die einzelnen Niederfrequenztransformatoren verhalten sich in dieser Beziehung verschieden. So konnte ich vor allem bei kupfergekapselten, sonst ganz besonders hochwertigen Transformatoren eine große Empfindlichkeit für die Netzfrequenz feststellen, während in eisengekapselten Niederfrequenztransformatoren, noch dazu, wenn sie Doppeljochtransformatoren sind, selten etwas hineininduziert wird. Auch der Netztransformator ist von Einfluß auf die Störlautstärke; je besser sein Kraftlinienfeld geschlossen ist, um so geringer werden die Störungen sein.

Wendet man nur eine Niederfrequenzstufe an bzw. befindet sich der Transformator unmittelbar vor der Endröhre,

¹⁾ Vgl. den ersten Teil des Aufsatzes, Heft 1 des „Funk-Bastler, Jahr 1929.

oder findet die Gegentaktverstärkung Verwendung, so wird man die mitgeteilte Störung nicht entdecken können. Liegen hinter dem Transformator, in den die Netzfrequenz hineininduziert wird, aber noch zwei Stufen, so kann man sich zuweilen nur durch separate Kapselung des Niederfrequenzverstärkers und möglichst große Entfernung des ersten Transformators vom Netztransformator helfen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß die größte Entfernung nicht immer die günstigste zu sein braucht; in der Regel wird es eine ganz bestimmte Stellung sein, in der der Transformator die geringste Störenergie aufnimmt. Diese Stellung kann man ermitteln, indem man die vier Verbindungsschnüre zum Transformator aus Gummilitze wählt, sie genügend, aber doch nicht zu lang hält und nun den Transformator von Hand während des Betriebes in die verschiedensten Stel-

lungen bringt. Man wird dann deutlich hören, in welcher Stellung die Geräusche am geringsten werden, und kann den Transformator später in der gefundenen Lage montieren.

Die vorstehenden Ausführungen umfassen nur die Punkte, die ich bei meinen Versuchen als die wichtigsten gefunden habe, und die in der Literatur eine zusammenhängende Darstellung noch nicht gefunden haben. Daß sie den Konstrukteuren gut bekannt sind, daß diese im Gegenteil vielleicht schon ganz andere Bedingungen gefunden und wirksamere Gegenmaßnahmen gegen die beim Bau von Netzempfängern so leicht auftretenden Störungen ergriffen haben, darf als selbstverständlich bezeichnet werden. Dem Bastler aber werden die vorstehenden Abschnitte wertvolle Anregungen geben und ihm Zusammenhänge sagen können, die ihm bisher nicht bekannt waren.

Das Milliampereometer als Verzerrungsanzeiger

Seine Verwendung im Anodenkreis einer Röhre.

Von

Dr. Ernst Schramm.

Die Verwendung eines Milliampereometers im Anodenkreis einer Röhre als Anzeigeelement für Verzerrungen dürfte an sich im Laufe der Zeit fast Allgemeingut der Funkliebhaber geworden sein. Jedoch kann diese Methode der Verzerrungsanzeige, die neben der Prüfung der Tonwiedergabe durch den Lautsprecher mittels des Ohres, einer Methode, die infolge der Trüglichkeit unserer Sinne kein einwandfreies Resultat vermittelt, die einzig bekannte und in der Praxis anwendbare ist, bei mangelnder Kenntnis der theoretischen Grundlagen leicht zu Enttäuschungen führen. Wir wollen daher einmal untersuchen, welche Arten von Verzerrungen und unter welchen Bedingungen diese überhaupt von dem Milliampereometer angezeigt werden können.

In den folgenden Ausführungen, die auch dem Laien den erforderlichen Überblick verschaffen sollen, ist versucht worden, das Problem so ausführlich zu behandeln, wie es ohne weitschweifige mathematische Behandlung möglich ist. Für den Amateur hat wohl der letzte Abschnitt, der die Verwendung des Milliampereometers im Anodenkreis der Niederfrequenzverstärkerrohren behandelt, das größte Interesse. Trotzdem dürften auch die vorhergehenden Ausführungen nicht uninteressant sein. Der erste Abschnitt ist für das Verständnis unerlässlich, besonders, da in bezug auf die Verwendung des Milliampereometers im Anodenkreis des Gleichrichters der weitverbreiteten Ansicht entgegengetreten wird, daß das Milliampereometer an dieser Stelle nicht verwendet werden kann.

1. Das Milliampereometer im Anodenkreis bei konstanter Schwingungsamplitude verschiedener Größe.

Bekanntlich sind es die Schwankungen im Ausschlag des Instrumentes, die auf das Vorhandensein von Verzerrungen schließen lassen. Das Instrument muß so gewählt werden, daß sein Zeiger infolge der ihm eigenen mechanischen Trägheit Schwingungen in den Sprechfrequenzen und erst recht hochfrequenten Schwingungen nicht zu folgen vermag. Änderungen im Ausschlag des Instrumentes können dann nur von Änderungen des Anodengleichstromes herrühren, die in einem Zeitraum erfolgen, der groß ist gegenüber der Zeitdauer einer dem tiefsten hörbaren Ton entsprechenden Schwingung. Diese Änderungen müssen, da die Röhre eine konstante Gittervorspannung und damit auch einen konstanten Anodenruhestrom hat, ihre besondere Ursache haben, und diese ist in dem Auftreten eines Gleichrichtereffektes in den Verstärkerstufen zu suchen.

Die Kennlinie einer Röhre besteht aus dem oberen und unteren gekrümmten und dem mittleren geradlinigen Teile.

Durch Verwendung der Röhre in der Schaltung ändert sich zwar das Aussehen der Kennlinie an sich (geringere Steilheit der Arbeitskennlinie), ihre Zusammensetzung aus den genannten drei Teilen bleibt aber im wesentlichen erhalten (Abb. 1). Durch geeignete Wahl der Anodenspannung muß

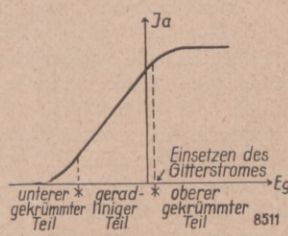


Abb. 1.

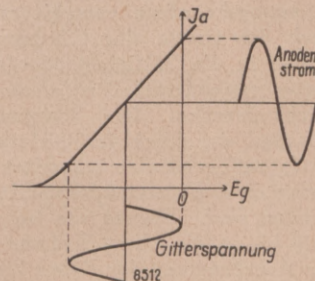


Abb. 2.

nun diese Kennlinie so gelegt werden, daß zwischen der Gitterspannung, bei der die untere Krümmung der Kennlinie beginnt, und derjenigen, bei der der Gitterstrom einsetzt, die Kennlinie geradlinig ist, und daß dieses Gebiet mindestens gleich der doppelten maximalen Amplitude der zu verstärkenden Wechselspannung ist. Die Gittervorspannung wird so gewählt, daß sie in die Mitte dieses Gebietes fällt. Werden diese Bedingungen genau eingehalten, so hat der Anodenwechselstrom die gleiche Form wie die dem Gitter der Röhre zugeführte Gitterwechselspannung (Abb. 2).

Anders ist es, wenn die Röhre bis in einen der beiden gekrümmten Teile hinein angesteuert wird. Dann wird die eine Halbwelle verzerrt, und zwar bei Mitbenutzung des unteren gekrümmten Kennlinienteiles die negative und des oberen die positive Halbwelle. Der so entstehende Anodenwechselstrom, der also, wenn die Gitterwechselspannung rein sinusförmig ist, keine sinusförmige Gestalt mehr hat, kann nun dargestellt werden als eine Summe von mehreren Sinusströmen verschiedener Frequenz. Die einzelnen Ströme werden aber um einen anderen mittleren Gleichstromwert pendeln, als er der festen Gittervorspannung entspricht. Es treten also zusätzliche Gleichströme auf, die den Anodenruhestrom vergrößern oder verkleinern. Wird z. B. durch falsche Wahl der Gittervorspannung die negative Halbwelle abgeschnitten, so wird sich der Anodengleichstrom vergrößern, bei Kürzung der positiven Halbwelle dagegen verkleinern. Man kann sich diese Verhältnisse klarer vor Augen führen, wenn man die Differenz zwischen der unverzerrten und der verzerrten Halbwelle bildet (Abb. 3 und 4

die schraffierten Teile). Man sieht, daß bei Mitbenutzung des unteren gekrümmten Teiles ein positiver, bei Mitbenutzung der oberen Krümmung ein negativer Stromüberschuß vorhanden ist. Bei unverzerrter Verstärkung einer rein sinusförmigen Wechselspannung, also beim Arbeiten im

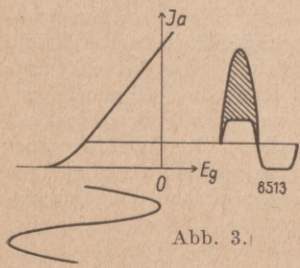


Abb. 3.

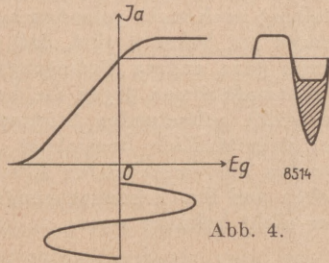


Abb. 4.

geradlinigen Kennlinienteil, wird die Differenz der beiden Halbwellen zu Null.

Die Aussteuerung der Röhre bis in Gitterspannungsgebiete hinein, in denen bereits Gitterstrom fließt, führt ebenfalls zu Verzerrungen. Der Gitterstrom ruft in dem im Gitterkreis liegenden Widerstand (Ohmscher Widerstand, Transformatorwicklung) einen Spannungsabfall hervor, der zur Verringerung der effektiven gegenüber der angelegten Gitterspannung führt. Nimmt man also bei belastetem Gitterkreis den Anodenstrom in Abhängigkeit von der angelegten Gitterspannung auf, so erhält man eine Kennlinie, die von der Gitterspannung an, bei der der Gitterstrom einsetzt, einen von der normalen Anodenstrom-Gitterspannungskennlinie verschiedenen Verlauf aufweist und je nach der Größe des Gitterkreiswiderstandes früher oder später in die Sättigung übergeht (Abb. 5). Je größer der Gitterkreiswiderstand ist, desto früher wird dieser Punkt erreicht werden. Der Übergangsknick der Kennlinie zur Geraden, der durch den Gitterkreiswiderstand „erzwungene Sättigung“, wird also besonders scharf sein, wenn die Röhren durch eine Widerstandskapazitätskopplung miteinander verbunden sind. Ebenso wie bei der Aussteuerung der Kennlinie bis in die obere Krümmung hinein tritt also auch bei der Aussteuerung der Röhre bis in Gebiete, in denen Gitterstrom fließt, eine Deformation der positiven Halbwellen und damit eine Verminderung des Anodengleichstromes auf, die sich als Ausschlagsänderung in einem in den Anodenkreis der Röhre geschalteten Milliamperemeter äußert.

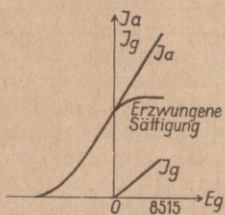


Abb. 5.

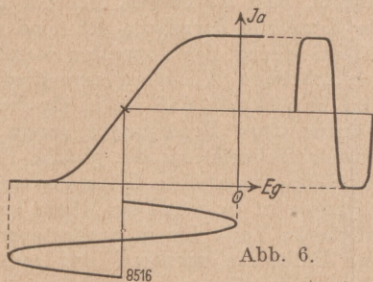


Abb. 6.

Aber nicht unter allen Umständen tritt bei Aussteuerung der Kennlinie bis in ihre gekrümmten Teile hinein ein zusätzlicher Anodengleichstrom, also eine Änderung im Ausschlag des Instrumentes, ein. Liegt die dem Gitter erteilte Gittervorspannung in der Mitte des geradlinigen Teiles der Kennlinie, und verläuft diese in beiden Zweigen symmetrisch, so werden auch die beiden Halbwellen des Anodenwechselstromes, wenn dem Gitter eine rein sinusförmige Spannung zugeführt wird, die gleiche Form haben.

Die beiden von den Halbwellen und der dem Anodenruhestrom entsprechenden Geraden eingeschlossenen Flächen sind gleich groß, ihre Differenz also Null. Eine Änderung des Anodengleichstromes tritt demnach nicht auf, obgleich der einer sinusförmigen Gitterwechselspannung entsprechende Anodenwechselstrom, wie Abb. 6 zeigt, keine

sinusförmige Gestalt mehr hat. Es treten also in diesem Falle Verzerrungen auf, die von dem Milliamperemeter im Anodenkreis nicht angezeigt werden.

2. Das Verhalten des Milliamperemeters bei Amplitudenänderungen.

Die vorhergehenden Betrachtungen zeigen, daß eine Änderung des Anodengleichstromes nur bei unsymmetrischen Verzerrungen der beiden Halbwellen des von einer an sich rein sinusförmigen Gitterwechselspannung erzeugten Anodenwechselstromes auftritt. Diese Erkenntnis gestattet uns nun, Betrachtungen darüber anzustellen, welche Arten der auftretenden Verzerrungen überhaupt von dem Anodenstrom-Milliamperemeter angezeigt werden können.

Gibt man auf das Gitter einer Röhre, bei der die oben für eine verzerrungsfreie Wiedergabe aufgestellten Bedingungen nicht erfüllt sind, eine rein sinusförmige Schwingung konstanter Amplitude, so wird sich in dem Augenblick des Einsetzens dieser Schwingung der Anodengleichstrom ändern, das Milliamperemeter aber auf dieser einmal eingenommenen Stellung beharren. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei jeder Welle die Differenz zwischen den beiden Halbwellen gleich groß bleibt. Ändert sich aber die Amplitude der Schwingung, wie dies bei den der

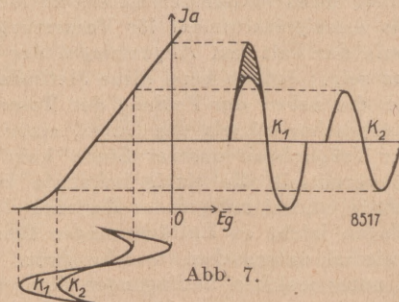


Abb. 7.

Sprache und Musik entsprechenden Schwingungen der Fall ist, so pendelt der Zeiger des Milliamperemeters dauernd unregelmäßig hin und her. Das erklärt sich daraus, daß die von einer Welle kleiner Amplitude hervorgerufene Gleichstromkomponente geringer ist als die von einer Welle großer Amplitude erzeugte und unter Umständen sogar ganz verschwindet (Abb. 7). Das Pendeln des Instrumentzeigers entspricht also Intensitäts- oder Amplitudenänderungen der zu verstärkenden Welle. Es tritt nicht auf bei Änderungen der Frequenz.

3. Das Milliamperemeter im Anodenkreis der Hochfrequenzröhre.

Wie ist es nun mit der Verstärkung modulierter Hochfrequenzschwingungen? Die Amplitude einer solchen Schwingung ändert sich im Rhythmus der zur Modulation benutzten niederfrequenten Schwingung. Bei unverzerrter Verstärkung bleibt der Anodengleichstrom, wie sich aus den vorhergehenden Ausführungen ohne weiteres ergibt, erhalten. Tritt aber eine Verzerrung auf, so müssen wir zwei Fälle unterscheiden: Die Verzerrung kann so sein, daß sämtliche oberen bzw. unteren Amplitudenspitzen in Gebiete jenseits der Krümmung der Kennlinie, also in Gebiete konstanten Anodenstromes, fallen (Fall der Gleichrichtung [Demodulation] durch Richtverstärker oder Audion), oder sie fallen zum Teil noch in Gebiete der oberen oder unteren Krümmung. Die entgegengesetzten Amplitudenspitzen mögen dabei in den geradlinigen Kennlinienteil fallen. Im ersten Fall treten zwar, jede hochfrequente Einzelschwingung für sich betrachtet, Änderungen des Anodengleichstromes auf, aber diese Änderungen erfolgen im Rhythmus der niederfrequenten Schwingung um den Wert des Anodengleichstromes. Diesen Schwingungen vermag aber das Milli-

Es zeigt sich also, daß Verzerrungen in den hochfrequenten Stufen auf jeden Fall vermieden werden müssen. Das Milliampereometer im Anodenkreis der Hochfrequenzverstärkerrohren zeigt aber diese Verzerrungen nicht in jedem Falle, an.

Etwas anderes ist es aber, wenn Amplitudenschwankungen auftreten, die von Änderungen in der Energie der aufgenommenen Schwingungen herrühren, sei es infolge Auftretens des Fading-Effektes oder bei sehr selektiven Empfängern infolge Schwankens der Senderwelle. In diesem Falle wird sich bei verzerrender Verstärkung, aber auch nur bei dieser, der Anodengleichstrom mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Amplitude der aufgenommenen Welle verändern¹⁾, und diese Änderung wird von dem Instrument angezeigt werden. Da diese Änderungen in der Regel verhältnismäßig langsam vor sich gehen, ändert sich die Zeigerstellung ebenfalls nur langsam, solange nicht die Demodulation unvollständig wird. Tritt aber dieser Fall ein, so geht die langsame Bewegung des Zeigers aus den obenangeführten Gründen in eine unruhige Pendelbewegung über.

4. Das Milliampereometer im Anodenkreis des Audions oder Richtverstärkers.

Dem Audion bzw. Richtverstärker in einer Empfangschaltung fällt die Aufgabe zu, die hochfrequenten Schwingungen möglichst so gleichzurichten, daß man im Anodenkreis dieser Röhre eine hochfrequente Schwingung schwächerer Modulation erhält, der aber eine niederfrequente Schwingung überlagert ist, die in ihrem zeitlichen Verlauf der Modulationsschwingung entspricht. Dieses Ziel wird erreicht, wenn die oberen oder unteren Amplitudenspitzen der hochfrequenten Schwingungen in das Gebiet der Sättigung fallen bzw. in das Gebiet, in dem noch kein Anodenstrom fließt. Wir können demnach die Betrachtungen aus dem vorhergehenden Abschnitt für die Gleichrichterstufe übernehmen. Sind die Bedingungen für eine ideale Demodulation (Abb. 8) erfüllt, so wird beim Einsetzen der Schwingungen eine einmalige Erhöhung (Richtverstärker) bzw. Verminderung (Audion) des Anodenstroms erfolgen. Ist die Demodulation aber unvollständig, so wird der Zeiger des Milliampereometers dauernd unruhige Bewegungen (entsprechend den Lautstärkeänderungen) ausführen. Einem Pendeln des Zeigers entspricht also stets eine Verzerrung, aber die Zeigerausschläge geben kein Maß für die Größe der Verzerrungen, denn auch, wenn die Demodulation sehr gering ist, wenn z. B. die oberen Amplitudenspitzen sämtlich in den gekrümmten oder z. T. sogar in den geradlinigen Kennlinienteil fallen, wird das Pendeln des Zeigers sehr gering sein, obgleich die Verzerrung der dem Niederfrequenzverstärker zugeführten Schwingungen außerordentlich groß ist. Das Pendeln des Zeigers ist am stärksten bei mittlerer Verzerrung und nimmt sowohl bei Vergrößerung als auch bei Verminderung der Verzerrungen ab.

5. Das Milliampereometer im Anodenkreis der Niederfrequenzverstärkerrohren.

Wie sich schon aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt, liegen die Verhältnisse im Niederfrequenzverstärker insofern günstiger, als alle Schwankungen des Milliampereometerzeigers auch auf Verzerrungen schließen lassen, die sich bei der Wiedergabe durch den Lautsprecher auch bemerkbar machen. Die nicht durch Amplitudenschwankungen der unmodulierten hochfrequenten Welle hervorgerufenen Lautstärkenunterschiede bedingen, wie wir gesehen haben, bei verzerrender Verstärkung das bekannte Hinundherpendeln des Zeigers im Milliampereometer und lediglich diese Schwankungen kommen bei Verzerrungen im niederfrequenten Teile des Gerätes, in dem nur die der Stimme

und Musik entsprechenden Schwingungen verstärkt werden, in Frage. Aber selbst hier erfordert die Verzerrungskontrolle, wenn sie wirklich von Wert sein soll, besondere Vorkehrungen. Legt man nämlich das Milliampereometer in die gemeinsame Spannungszuführung für alle Niederfrequenzverstärkerrohren, so kann nicht festgestellt werden, welche der Röhren übersteuert ist. Legt man aber das Milliampereometer nur in den Anodenkreis einer Röhre, so können in der Regel nur Verzerrungen festgestellt werden, die in dieser Röhre auftreten. Wird z. B. in einer vorhergehenden Stufe das Bild eines rein sinusförmigen Wellenzuges infolge teilweiser Gleichrichtung unsymmetrisch, so kann man sich diesen verzerrten Wellenzug (nach Fourier) entstanden denken durch Hinzufügung einer oder mehrerer sinusförmiger Schwingungen anderer Frequenz und Amplitude und eines Gleichstromes. Da nun nur die Schwingungen von dem Transformator (bzw. Kondensator bei W.-C.-Kopplung) dem Gitter der folgenden Röhre zugeführt werden, wird der zu diesem Gitter gelangende Wellenzug infolge des Fortfalls der Gleichstromkomponente wieder ein symmetrisches Aussehen erhalten und, wenn diese Röhre verzerrungsfrei verstärkt, im Anodenkreis dieser Stufe kein Pendeln des Zeigers mehr verursachen. Eine Ausnahme bildet der Verstärker mit völlig aperiodischer Kopplung, da bei diesem die Anodenspannung der einen Röhre die Gitterspannung der folgenden bildet und somit alle Schwankungen der Anoden-

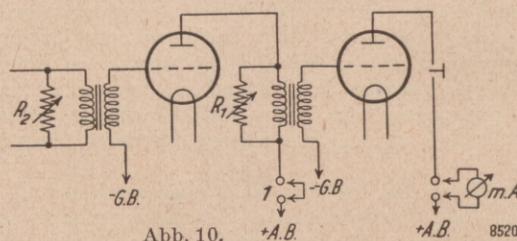


Abb. 10.

gleichspannung auch in der folgenden Röhre wirksam werden. Jedenfalls ist es aber von Wichtigkeit, das Instrument in den Anodenkreis jeder einzelnen Niederfrequenzverstärkeröhre wahlweise einschaltbar zu machen. Zum Feststellen der Verzerrungsquelle schaltet man zweckmäßig in jede einzelne Verstärkerstufe noch einen besonderen veränderlichen Dämpfungswiderstand (R_1 bzw. R_2). Eine solche Schaltung ist in Abb. 10 wiedergegeben. Man steckt das Milliampereometer in das Steckdosenpaar 2. Pendelt der Zeiger des Instrumentes hin und her, so versucht man durch Verändern des Dämpfungswiderstandes (R_1) im Anodenkreis der vorhergehenden Röhre dieses Pendeln zu beseitigen. Gelingt dies, so besagt das, daß die letzte Röhre übersteuert ist. Gelingt es aber nicht oder steht der Zeiger überhaupt still, so werden die Verzerrungen nicht in der letzten Stufe, sondern in einer der vorhergehenden Stufen hervorgerufen. Man steckt alsdann das Milliampereometer in das Steckdosenpaar 1, während man das Steckdosenpaar 2 kurzschließt, und prüft auf diese Weise fortlaufend Stufe für Stufe.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß zwar jede Bewegung des Zeigers im Milliampereometer mit Ausnahme der einmaligen Bewegung beim Einsetzen der Schwingung, wenn das Instrument im Anodenkreis des Gleichrichters liegt, auf unerwünschte Vorgänge (Verzerrung, Schwächung der Eingangsamplitude) schließen läßt, daß aber nicht jede Verzerrung sich durch eine Bewegung des Zeigers anzeigt. Bei richtiger Anwendung und genügender Kenntnis der auftretenden Erscheinungen wird man aber trotzdem das Milliampereometer als wertvolles Mittel zur Ermittlung der Verzerrungsursachen schätzen lernen. Seine Verwendung im Mikrofonverstärker des Senders ist ja wohl hinreichend bekannt und hat sicher viel dazu beigetragen, daß die uns vom Sender zugeführten Übertragungen der Sprache und Musik an Klarheit gewonnen haben.

¹⁾ Bei unverzerrter Verstärkung tritt dieser Effekt nicht auf, obgleich z. B. bei stetiger Abnahme der Amplitude jede Halbwellen um ein wenig geringeres als die vorhergehende ist, denn die infolgedessen auftretende Gleichstromkomponente ist derartig gering, daß sie keine sichtbare Ausschlagsänderung bedingt.

Der Wirkungsgrad beim Überlagerungsvorgang

Von
Ing. Robert Kratzenstein.

Im allgemeinen stellt sich der Bastler den Überlagerungsvorgang im Zwischenfrequenzempfänger sehr einfach vor. Er weiß, daß sich aus der Überlagerung zweier verschiedener Frequenzen als Interferenzfrequenz eine Frequenz gleich der Differenz der beiden miteinander überlagerten Frequenzen ergibt und ist mit der Feststellung dieser Tatsache zufrieden. Im folgenden wird gezeigt, daß in Wirklichkeit der Vorgang nicht ganz so einfach verläuft, sondern daß außer der Differenzfrequenz noch eine ganze Reihe leicht Anlaß zu Störungen geben können, andererseits aber, da sie nicht nutzbar gemacht werden, Energieverluste darstellen, die man berücksichtigen muß, wenn man den Wirkungsgrad der Überlagerung feststellen will. Schon in Heft 44 des „Funk-Bastler“ hatte Dr. Wilhelm Altar, Wien, die Frage aufgeworfen, wie die beim Überlagerungsvorgang entstehende Resultierende, die sogenannte Zwischenfrequenz, ihrer Größe und Zusammensetzung nach beschaffen ist. Da diese Frage für die Fortentwicklung des Überlagerungsempfängers von Bedeutung ist, aber noch sehr der Klärung bedarf, werden die Betrachtungen darüber hier fortgeführt.

Die bildliche Darstellung der Zusammensetzung zweier Sinuskurven zu einer Schwebung und Ableitung der Schwebungs- oder Zwischenfrequenz ist schon oft wiedergegeben worden. Jedoch scheint es mir angebracht, die einfachen physikalischen Tatsachen, besonders im Hinblick auf die Amplitudenverhältnisse, kurz zu wiederholen. In Abb. 1 sind zwei Sinuskurven (die hier zwei hochfrequente Spannungen oder Ströme versinnbildlichen sollen) gleicher Amplitude aber etwas voneinander abweichender Periodenzahl dargestellt, durch Addition zu einer Schwebungskurve zusammengesetzt und dann der negative Teil der Kurve weggenommen, d. h. im elektrischen Sinne gleichgerichtet (Abb. 1, a, b, c, d). Die Gleichrichtung ist hier linear angenommen worden; das Bild ändert sich natürlich, wenn quadratische Gleichrichtung (Abb. 1, d.) oder auch Vollweggleichrichtung angenommen wird. Wir haben jetzt die Kurvenform vor uns, die in das erste Filter des Überlagerungsempfängers hineingeschickt wird und möchten wissen, wie groß die Amplitude wird, die das Filter als sogenannte Zwischenfrequenz herausfiltriert, und zwar für den günstigsten Fall, daß nichts verlorengeht.

Die übliche Beantwortung dieser Frage lautet¹⁾: Die zwischenfrequente Amplitude ist gleich der kleineren hochfrequenten; in unserem Fall also gleich einer der beiden hochfrequenten. Das scheint auf den ersten Blick richtig zu sein, nämlich wenn man nur die äußere Begrenzungskurve der Schwebung betrachtet, aber es erweist sich als falsch, sobald man auf den Grund des physikalischen Vorganges geht. Das Zwischenfrequenzeingangsfilter zieht nur von derjenigen Frequenz, auf die es abgestimmt ist, so viel Energie als möglich heraus. Das bedeutet mathematisch genommen eine Subtraktion, die in Abb. 1, d, e, f durchgeführt ist. Es ist ohne weiteres zu erkennen, daß die Amplitude der zu eliminierenden Zwischenfrequenz erstens kleiner ist als eine der Eingangsfrequenzen und daß zweitens noch ein Rest übrigbleibt.

Es sind also nicht nur bei den komplizierten Schwebungsbildern, wie sie Dr. Altar auf Seite 683 („Funk-Bastler“ 1928) als Beispiel anführte, außer der allgemein bekannten Schwebungsfrequenz ($n_1 - n_2$) noch andere Frequenzen enthalten, sondern auch bei jeder Schwebung. Die in Abb. 1, f erhaltene Restkurve läßt sich noch weiter zerlegen, indem wir Sinuslinien anderer Periodenzahl herausziehen

und mit dem übrigbleibenden Rest ebenso verfahren, bis nichts mehr zurückbleibt als der durch die Gleichrichtung bedingte Gleichstrom (Abb. 1, g, h). Der Wirkungsgrad bei der Überlagerung, d. i. das Verhältnis der gewonnenen Zwischenfrequenzamplitude zu der hineingesteckten Hochfrequenzamplitude, ist mithin kleiner als 1.

Die hier geschilderte Analyse der gleichgerichteten Schwebung habe ich auf graphischem Wege an einigen

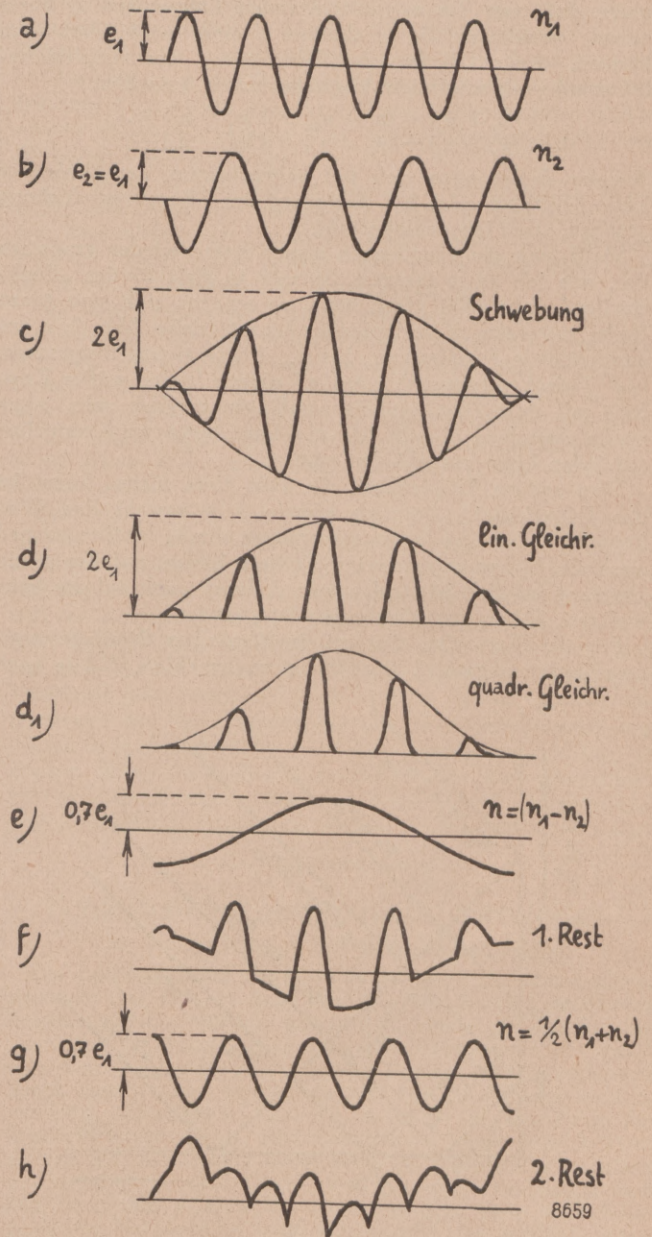


Abb. 1.

Beispielen zu lösen versucht, jedoch kein eindeutiges Resultat erhalten können. Das liegt besonders an der Ungewißheit über die jeweils zu eliminierende Amplitude. Ich erhielt oft einen Rest, der zu unübersichtlich zur Weiterbehandlung war, was vielleicht an zu ungenauer Zeichnung oder auch an Ausdehnung der Analyse auf zu wenige Perioden gelegen hat. Die untersuchten Schwebungen waren

¹⁾ Vgl. z. B. den beachtenswerten Aufsatz von G. v. Kurnowsky in Heft 5, S. 73 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928.

zusammengesetzt aus Sinuskurven mit den Frequenzverhältnissen 19:9, 15:5, 5:3, 5:4; es wurde dabei Vollweggleichrichtung angenommen, um mit möglichst wenig Perioden auszukommen, da das Zeichnen ziemlich mühselig ist. Die Ergebnisse der Analyse waren im Mittel 40 v. H. der Frequenz $(n_1 - n_2)$ und 40 v. H. $(n_1 + n_2)$ bei $n_1 = n_2 = 100$ v. H.; der Rest setzte sich zusammen aus Frequenzen, die regelmäßig ein geradzahliges Vielfaches von $(n_1 - n_2)$ oder $(n_1 + n_2)$ waren. Den von Dr. Altar erwähnten Gehalt an der Frequenz $\frac{1}{2}(n_1 + n_2)$ konnte ich gar nicht oder nur in geringem Maße nachweisen.

Am besten wäre es freilich, wenn das Problem auf mathematischem Wege ein für allemal gelöst werden könnte, wie es Dr. Altar vorschlug. Aber wer wagt sich an die Aufgabe, das Fourierintegral aufzulösen? — Ich vermute, daß man die neu entstehenden Frequenzen in Form einer verhältnismäßig einfachen Reihe wird darstellen können, deren Glieder (bei Weglassung der Amplitudenfaktoren) wahrscheinlich folgendermaßen aussehen:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}(n_1 + n_2) + (n_1 + n_2) + 2(n_1 + n_2) + \dots \\ & + \frac{1}{2}(n_1 - n_2) + (n_1 - n_2) + 2(n_1 - n_2) + \dots \end{aligned}$$

Welche Änderungen sich bei gebrochenem Verhältnis der Periodenzahlen oder bei Änderung der Phasenverschiebung ergeben, lasse ich dahingestellt.

Stellt man die Frequenzen dieser Reihe wieder graphisch dar, wie ich es in meinem Aufsatz in Heft 27 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, getan habe, so ergeben sich eine ganze Reihe symmetrisch verlaufender Linien (siehe Abb. 2; n_1 zu empfangende Frequenz, n_2 bis n_{10} Überlagerungsfrequenzen, n_{zw} Zwischenfrequenz). Auf all diesen Linien müßte Empfang mit dem Überlagerungsempfänger möglich sein, wenn meine Annahme richtig ist; die Lautstärke wird natürlich auf jeder Linie verschieden sein.

Eine andere Möglichkeit, die zum Ziele führen kann, ist das Experiment. Dadurch könnte man sowohl den Wirkungsgrad des Überlagerungsvorgangs direkt bestimmen und auch die bisher unbekannt Gebiete finden, auf denen ein Empfang möglich ist, und würde dadurch auch auf die Spur weiterer Störungsmöglichkeiten kommen.

Für die Versuche, die mit gewöhnlichen Überlagerungsempfängern angestellt werden, ist zu beachten, daß je nach

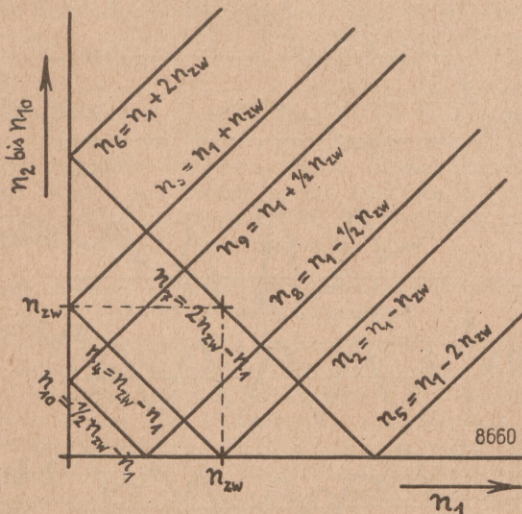


Abb. 2.

Art der Gleichrichtung (unvollständige, totale, Halbweg-, Vollweg-, lineare, quadratische Gleichrichtung mit allen Zwischenstufen) die Analyse der Schwebungskurve ein anderes Ergebnis liefert, oder ins Praktische übersetzt, daß die Lautstärke und das Vorhandensein der verschiedenen Empfangseinstellungen (auf einer Linie der Abb. 2) bei jedem Überlagerungsempfänger mehr oder weniger verschieden sein wird. Fraglich ist noch, ob das Amplituden-

verhältnis der zur Überlagerung kommenden Wellenzüge von Einfluß ist. Abb. 3, a, b, c zeigt zum besseren Verständnis die Kurvenform der Schwebung bei zunehmendem Anteil der einen Komponente (e_2 bleibt konstant, e_1 nimmt zu; die Frequenzen n_1 und n_2 bleiben dieselben). Für den

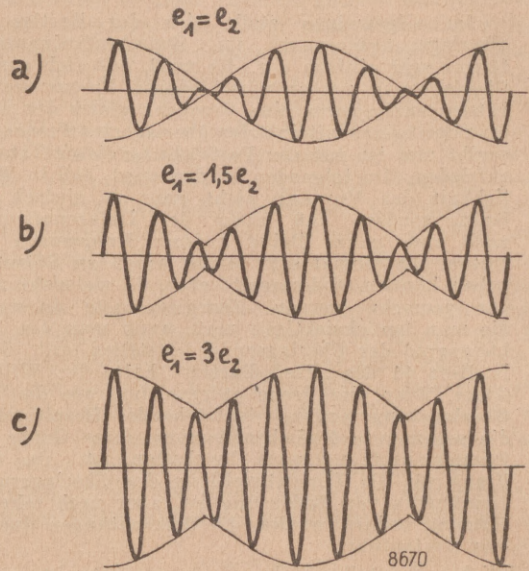


Abb. 3.

praktischen Betrieb des Überlagerungsempfängers hat eigentlich nur die Kurvenform Abb. 3, c Bedeutung.

Daß man beim Studium des Überlagerungsempfängers noch manche Überraschungen erleben kann, merkte ich vor kurzem bei der zufälligen Auffindung der Störmöglichkeit eines normalgeschalteten Ultradyne-Empfängers durch kurze Wellen. Ich war beim Ausprobieren eines Hochfrequenz-Heizgerätes beschäftigt, das bei einer Frequenz von etwa $5 \cdot 10^6$ ($\lambda = 60$ m) rund 2 Watt ungedämpfte Energie lieferte (netzgespeist, selbstverständlich ohne Antenne). Der Ultradyne-Empfänger (mit Rahmenantenne) stand im Zimmer einige Meter entfernt auf Rundfunkempfang eingestellt. Beim Verstimmen der kurzen Welle war an vielen Punkten das bekannte Überlagerungsgezwitschere im Lautsprecher zu hören! Man fragt sich: „Wie geht das zu?“ — Der Ultradyne empfängt eine Rundfunkwelle, die Welle des Oszillators ist in derselben Größenordnung und die vorhandenen Oberwellen des Kurzwellengerätes sind doch kleiner als $\lambda = 60$ m. Beim Nachmessen aller in Frage kommenden Wellen ergab sich, daß die Oberwellen des Oszillators (im Ultradyne-Empfänger) die Schuldigen waren. Es handelte sich um die vierte bis fünfte Oberwelle. Ein Zahlenbeispiel, wie ich es gemessen habe, dürfte interessieren: Empfangswelle 365,8 m ($n_1 = 820\,000$, ist hierbei ohne Bedeutung), Oszillator $\lambda_2 = 327,1$ m ($n_2 = 917\,000$), Zwischenfrequenz $n_{zw} = 97\,000$ ($\lambda_{zw} = 3090$ m), Kurze Welle 66,85 m ($n_3 = 4\,488\,000$). Die fünffache Periodenzahl des Oszillators ist $5 \cdot 917\,000 = 4\,585\,000$ ($\frac{1}{5} \cdot \lambda_2 = 65,41$ m), diese interferiert mit $n_3 = 4\,488\,000$, und die Differenz gibt die Zwischenfrequenz $n_{zw} = 97\,000$. Beim Abschalten der Rahmenantenne (auch noch beim Entfernen der Modulatorröhre) war die Kurzwellenüberlagerung noch nachweisbar. Demnach können auch Kurzwellensender den Rundfunksuperhet stören. Helfen würde dagegen nur eine gute Panzerung des Oszillators und Vergrößerung der Trennschärfe an der Eingangsstufe, falls durch andere Oszillatorabstimmung nicht von dem Störer freizukommen ist.

Es würde mich freuen, wenn einer der Leser des „Funk“ einen Weg angeben könnte, der das Problem der Lösung näherbringt. Vielleicht existieren auch schon Veröffentlichungen, die mir nur noch nicht bekannt sind.

Wie wünschen Sie sich die Röhrenkennzeichnung?

Der Verwendungszweck, Durchgriff und die Verstärkungseigenschaften sollten angegeben werden.

Auf die Umfrage, die Eduard Rhein im Auftrag der Normengruppe Rundfunk beim Zentralverband der elektrotechnischen Industrie veranstaltete, äußerte sich in Heft 51 und 52 des „Funk-Bastler“ 1928 Erich Schwandt; in Fortsetzung dieser Meinungsäußerungen veröffentlichen wir heute die Stellungnahme Manfred v. Ardenne's.

Bei dem heutigen Stande der Entwicklung ist der Vorschlag des Normenausschusses besonders zu begrüßen, die Typenbezeichnungen und auch die Darstellung der Kennlinien für alle Röhren einheitlich zu gestalten. Mir scheinen die folgenden Gesichtspunkte für die Normung von besonderer Wichtigkeit zu sein. Zur Kennzeichnung der Röhren sind in erster Linie die Interessen des Verbrauchers, d. h. des Käufers, zu berücksichtigen. Jedoch sollten für den funktechnisch weiter Vorgebildeten und besonders für den wissenschaftlich arbeitenden Amateur noch einige Angaben zur Beurteilung der Güte der Röhre hinzukommen.

Das Hauptkennzeichen einer jeden Röhre ist ihr Verwendungszweck. Er ist für die Auswahl einer Röhre und noch mehr für den Ersatz einer unbrauchbar gewordenen Röhre unbedingt erforderlich. Wie die verschiedenen Typen der Röhrenfabriken zeigen, ist hier eigentlich nur zwischen drei Gattungen zu unterscheiden: 1. Anfangsröhren (Hochfrequenz-, Audion- und Niederfrequenzröhren), 2. Endröhren, 3. Widerstandsverstärker-röhren. Die Kennzeichnung des Verwendungszweckes könnte, wie von E. Rhein vorgeschlagen, durch je einen Buchstaben geschehen. Zu diesen drei Typen könnten evtl. noch Großkraftverstärker-röhren und Gleichrichter-röhren kommen.

Für den Betrieb der Röhren ist in erster Linie die Heizspannung wichtig. Hierbei wird unter Heizspannung nicht die Fadenspannung, sondern die Spannung der Stromquelle verstanden. Im allgemeinen sind jetzt fast alle Firmen dazu übergegangen, ihre Heizläden so zu dimensionieren, daß diese ohne Schaden direkt an die betreffende Stromquelle angeschlossen werden können, so daß in diesem Falle beide Spannungen identisch sind. In der Hauptsache kommt hier die Spannung 4 Volt, seltener 2 Volt, und für mit Wechselstrom direkt geheizte Röhren 1 Volt in Frage. Der Heizstrom ist nur von geringem Interesse, da er in der Hauptsache schon durch die obengegebene Dreiteilung bedingt ist. Durchschnittlich können hierbei für Anfangsröhren 50 bis 80 mA, für Endröhren ungefähr 150 mA angenommen werden. Für die Errechnung des Gesamtstromverbrauches eines Empfängers genügen diese Werte.

Bei der Anodenspannung und dem Anodenstrom lassen sich bestimmte Daten nicht festlegen, da diese je nach den Betriebsbedingungen schwanken. Wichtig sind jedoch die höchstzulässigen Werte, bei denen die Röhren noch betrieben werden können, ohne Schaden zu nehmen. Was bei Thorium- und Oxydröhren sowie Bariumröhren sehr wichtig ist. Der Emissionsstrom ist nur von geringem Interesse, da bei den modernen Röhren einerseits die Sättigung nicht stark ausgeprägt, andererseits die Emission praktisch nicht ausgenutzt werden kann. Bedeutungsvoller ist hier der Anodenruhestrom, der besonders bei Endröhren und beim verzerrungsfreien Betrieb normalerweise einzustellen ist bzw. eingestellt werden darf.

Neben den Betriebsspannungen sind auch die Daten, die für die Verstärkungseigenschaften der Röhre maßgebend sind, für den Käufer wichtig. Die Daten können dazu dienen, innerhalb einer der drei obengenannten Gruppen die geeignetste Röhre auszusuchen. Zunächst wäre der innere Widerstand R_i zu erwähnen. Die Größe des inneren Widerstandes ist bei der Anpassung von Lautsprechern und Transformatoren an die Röhre von Wichtig-

keit. Außerdem kann aus dem inneren Widerstand durch den wissenschaftlich vorgebildeten Käufer auf die Frequenzabhängigkeit, die diese Röhre in bestimmte Schaltungen ergibt, geschlossen werden. Ebenso wichtig wie die Kenntnis des inneren Widerstandes ist die Kenntnis des Durchgriffes D , der mit dem inneren Widerstand in bestimmtem Zusammenhang steht. Der Durchgriff D kann dazu dienen, um annähernd durch Wahl einer entsprechenden Gittervorspannung den Arbeitspunkt auf der Kennlinie einzustellen. Im Auslande, besonders in Amerika, wird nicht der Durchgriff, sondern der reziproke Wert, der Verstärkungsfaktor μ , angegeben. Innerhalb der drei obengenannten Gruppen muß man hierbei für Anfangsröhren mittlere Durchgriffe bzw. Verstärkungsfaktoren ($D = 6$ bis 10 v. H.), für Endröhren große Durchgriffe bzw. kleine Verstärkungsfaktoren ($D = 10$ bis 30 v. H.) und für Widerstandsverstärker-röhren kleine Durchgriffe bzw. große Verstärkungsfaktoren (D unter 6 v. H.) wählen.

Die dritte Größe, die in diesem Zusammenhang immer angegeben wird, die Steilheit S , kann in gewissem Sinne zur Beurteilung der Qualität einer Röhre herangezogen werden. Dies trifft jedoch nur für Röhren ohne hohe Ohmsche Widerstände im Anodenkreis zu.

Um dem wissenschaftlichen Arbeitenden eine einwandfreie Beurteilung aller Röhrentypen hinsichtlich ihrer Qualität zu ermöglichen, wäre zu wünschen, daß außer den bisher genannten Größen auch die Röhrenkonstante k in dem Langmuir-Schottkyschen Raumladungsgesetz angegeben wird. Unabhängig vom Verwendungszweck kann man den Wert dieser Konstante direkt als Maß für die Güte einer Röhre ansehen.

Bei einer Vereinheitlichung der Typenbezeichnungen der Röhren muß man voraussetzen, daß die Entwicklung so weit fortgeschritten ist, daß sich, wie eingangs erwähnt, bestimmte Standardtypen herausgebildet haben. Hierbei läßt es sich nicht umgehen, daß Spezialtypen, wie es z. B. jetzt die Schirmgitter-Hochfrequenz- und -Endröhren sind, aus dem System herausfallen. Falls diese Spezialröhren zu Standardtypen werden, muß darauf später ebenso wie seinerzeit bei der Entwicklung der Widerstandsverstärker-röhren zum Standardtyp Rücksicht genommen werden. In diesem Sinne kann daher besonders bei den Verstärker-röhren eine Normung immer nur für eine bestimmte Entwicklungsperiode Gültigkeit haben. *Manfred v. Ardenne.*

Schadhafte Röhren nicht fortwerfen.

Der Fehler kann in den Röhrenfüßen liegen.

Die Leitungen, die aus dem Innern der Empfängerröhren kommen und die mit den Steckern des Sockels verbunden werden müssen, wurden bisher fast immer an die Stecker angelötet. Teilweise zog man die dünnen Drähte durch eine Bohrung im Stecker bis zum Beginn des Schlitzes und durch diesen nach außen, um sie hier abzukneifen und zu verlöten, teilweise wurden sie auch bis an das Ende des Steckers geführt und hier angelötet. Neuerdings bürgert es sich ein, die Drähte nicht mehr an die Stecker zu löten, sondern nur anzukleppen. Das geschieht so, indem man den Draht am Beginn des Schlitzes (das dem Sockel zugewandte Schlitzende) nach außen zieht, ihn festlegt, indem mit Hilfe einer Zange oder einer Stanzvorrichtung ein Körnerpunkt in den Stecker gedrückt wird, der den Draht innerhalb des Schlitzes festquetscht, und das herausstehende Ende der Leitung nun abschneidet. Diese Verbindung ist keineswegs so dauerhaft als die durch Lötung. Mir sind bereits zwei Röhren in ganz kurzer Zeit dadurch schadhafte geworden, daß sich der Draht in einem Stecker löste. Durch mehrmaliges Auswechseln der Röhren und durch eventuelles Auseinanderbiegen der Stecker wird das

Lockerwerden des eingequetschten Drahtes sehr begünstigt. Er liegt nun lose innerhalb der Steckerbohrung bzw. des Steckerschlitzes. Wenn es ihm paßt, gibt er Kontakt, und die Röhre arbeitet, wenn es ihm aber anders paßt, gibt er auch keinen Kontakt, und der Empfang setzt aus. Ist er ganz heimtückisch, so bildet er zum Stecker einmal einen großen, dann wieder einen geringen Übergangswiderstand, so daß der Empfang abwechselnd laut und leise wird. Klopft man an den Empfänger oder an die Röhre, bewegt man das Gerät oder dgl., so ändert sich die Lautstärke. Schließlich setzt man eine andere Röhre ein, mit der der Empfänger nun wieder richtig arbeitet, so daß man geneigt ist, die alte

Röhre als schadhaf anzusehen und sie zu vernichten. Das wäre sehr verfehlt, denn dadurch, daß man die einzelnen Stifte des Sockels mit dem LötKolben heiß macht, Zinn in die Schlitze hineinfließen läßt und wartet, bis es mit dem Stift wie mit dem lose in ihm liegenden Draht abbindet, kurz, den Draht an den Stift anlötet, kann man die Röhre ohne Kosten wieder in stand setzen. Von den Röhrenfabriken aber muß man fordern, daß sie die Röhrenverbindungen in Zukunft so sorgfältig und dauerhaft an den Steckerstiften befestigen, daß man nicht enorm teure Röhren derartig geringfügiger, ja geradezu leichtsinniger Fehler wegen wegwerfen muß. — dt.

BRIEFKASTEN DES „FUNK“

Ist jede Glimmlampe zur Gleichrichtung verwendbar?

Was für eine Art von Glimmlampen — wie sie auch zur Beleuchtung benutzt werden? — kann man zum Laden von Anodenakkumulatoren als Gleichrichter nehmen? Wir versuchten es mit einer Osram-Glimmlampe, die zwei Drahtspiralen hatte, doch richtete diese nicht gleich.

Lehrer H., Oberlausitz.

Antwort: Zur Aufladung von Anodenbatterien sind Glimmlampen mit zwei Spiralen im Innern ungeeignet. Diese Lampen richten nur dann gleich, wenn die Elektroden ungleiche Form haben, also Stift und Platte oder Stift und Spirale. Einigermaßen brauchbar sind sogenannte Buchstabenlampen, z. B. Buchstabe M oder W, wie sie für Reklamebeleuchtung benutzt werden. Aber auch diese Lampen halten bei der hohen Beanspruchung, die für rationelles Aufladen nötig sein würde, nur verhältnismäßig kurze Zeit. Es ist daher zu raten, für diese Zwecke Speziallampen zu benutzen, wie sie z. B. von der AEG zum Preis von etwa 12 bis 15 RM. geliefert werden.

Die harte Rückkopplung. Bei meinem Empfänger setzt die Rückkopplung sehr hart ein. Wie kann ich diesen Mangel beheben?

W. N., Celle.

Antwort. Der harte Einsatz der Rückkopplung wird sich beseitigen lassen, wenn Sie einmal versuchen, Gitterableitwiderstände verschiedener Größe zu benutzen, und wenn Sie ferner die Anodenspannung richtig wählen; meist wird diese zu hoch gewählt. Je nach Röhrenart kommt für das Audion eine Anodenspannung von 30—60 Volt in Frage.

Gemeinsame oder getrennte Gittervorspannung.

Ist es günstig, den beiden Verstärkerrohren meines Gerätes nur eine gemeinsame Gittervorspannung sowie gemeinsame Anodenspannung zu geben?

W. N., Celle.

Antwort: Für größere Ausgangsleistungen ist dringend zu empfehlen, den beiden Verstärkerrohren sowohl getrennte Gittervorspannungen als auch getrennte Anodenspannungen zu geben und als Ausgangsröhre eine gute Endröhre, z. B. RE134 zu benutzen und dabei höhere Anodenspannungen, 150 Volt und mehr, und entsprechende negative Gitterspannungen, 6—8 Volt, zu verwenden.

Selbsterstellung eines Hochohmwiderstandes. Kann man sich gute Hochohmwiderstände selbst herstellen?

A. W., Nieder-Lausitz.

Antwort: Die Selbsterstellung hochwertiger Hochohmwiderstände dürfte nicht möglich sein. Es gibt zahlreiche Angaben, solche Widerstände in Form von Tusche-Strichen auf Papier oder Graphitstrichen auf Schiefer oder Glas oder mittels in Tusche getränkter Hölzchen herzustellen. Wir glauben aber nicht, daß dieses Verfahren zu wirklich guten und rauschfreien Widerständen führt. Soviel wir wissen, werden sie zum Teil nach einem Spritzverfahren mittels feines Graphits, das in Wasser aufgeschwemmt wird, hergestellt. Doch ist das Verfahren nicht einfach; eine Nachbehandlung der Widerstände ist nötig. Ihre Herstellung ist Fabrikgeheimnis.

Der Anschluß eines Morseschreibers. Wie kann ich einen Morseschreibapparat hinter meinen Kurzwellenempfänger schalten?

H. B., Breslau.

Antwort: Die Anschaltung eines Morseapparates an einen Kurzwellenempfänger bedingt zunächst die Einschaltung eines normalen Niederfrequenzverstärkers hinter den Empfänger. Hinter diesen Verstärker ist dann noch eine besondere Gleichrichterröhre zu schalten, von der ein Relais in Tätigkeit gesetzt wird. Dieses Relais erst arbeitet dann

zusammen mit einer Ortsbatterie auf den Morseschreiber. Wir veröffentlichten im „Funk-Bastler“ eine Bauanleitung für einen Bildempfänger, bei dem auch eine Gleichrichterschaltung mit Relais in Frage kommt, die Sie ohne weiteres für den Morse-Empfang benutzen können. Allerdings ist das Arbeiten mit einer solchen Anlage nicht ganz einfach, da das funkende Relais bisweilen auf den Empfangsapparat zurückwirkt. Man muß daher die einzelnen Teile vorsichtig, eventuell in getrennten Zimmern, aufbauen.

*

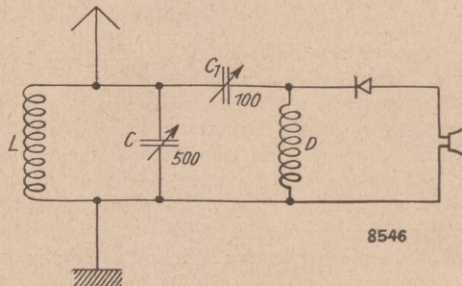
AUSLÄNDISCHE ZEITSCHRIFTEN- UND PATENTSCHAU.

Bearbeitet von Regierungsrat Dr. C. Lübben.

Eine neue Detektorschaltung.

Nach Amateur Wireless 12. 895. 1928/Nr. 315, 23. Juni.

Eine hochselektive Detektorschaltung veröffentlichte Amateur Wireless (vgl. Abbildung), bei der der Detektorkreis mit dem Antennenkreis CL über einen besonderen Zwischenkreis gekoppelt ist, der einen Kondensator C₁ und



eine Hochfrequenzdrossel D enthält. Der Kondensator C₁ dient nicht etwa zur Abstimmung des Zwischenkreises, sondern zur Änderung der Kopplung, so daß diese für die gewünschte Selektivität eingestellt werden kann.

*

Die Membran im Konuslautsprecher.

Brit. Pat. 297 539.

Gegenstand des Patentes ist eine besondere Befestigung der Membran eines Konuslautsprechers. Am Gehäuse und am Konus sind Ringe angebracht, durch die ein biegsamer

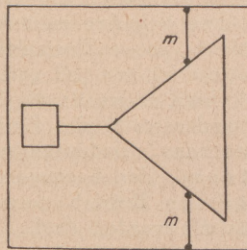


Abb. 1.

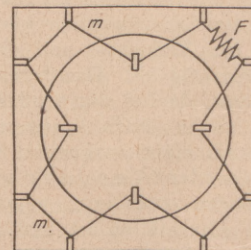


Abb. 2.

8543 b

Faden m (vgl. Abb. 1 und 2) hindurchgeht. Die Enden des Fadens werden durch eine Feder F verbunden und so der Faden straff gehalten.