

Funkschau

NEUES VOM FUNK DER BASTLER DER FERNEMPFANG

INHALT DES ERSTEN SEPTEMBER-HEFTES 1. SEPTEMBER 1928:
 Schwandt: Sie brauchen nur auf den Knopf zu drücken! / Bergtold:
 Frequenz und Wellenlänge / Hertweck: Rund um die Röhre / Erst
 versteh' dann dreh' / Schrage: 100 Zeilen vom Transformator / Gabriel:
 Revue der Welt-Radiopresse

DIE NÄCHSTEN HEFTE BRINGEN U. A.:
 Wie Amerika baut / Ortsempfänger und Netz-
 anschluß lassen sich / Milliampereometer und
 Verzerrung / Von der großen Deutschen Funk-
 ausstellung, Berlin / Ortsempfänger und Netz-
 anschluß schließen Freundschaft / Erst ver-
 steh', dann dreh' / Der Superacht läuft v. Stapel



Phantasie des Technikers,

die sicher recht behalten wird, stellt sich den Fernempfänger der Zukunft so vor: Neben Lichtschaltern, Anschlußdosen für den Fernsprecher usw. ist eine Druckknopfplatte in die Wand eingelassen, die ein Dutzend Knöpfe trägt. Daneben Schildchen: London, Mailand, Kallundborg, Radio-Paris, Wien, San Sebastian. Unter diesen Knöpfen zwei Steckbuchsen zum Einstöpseln der Lautsprecherstecker. Tut man das, so schaltet man den irgendwo auf dem Korridor, neben dem Elektrizitätszähler, angebrachten Fernempfangsautomaten ein; drückt man einen der Knöpfe, so erscheint der gewünschte Sender im Lautsprecher. Andere prophezeien, daß an Stelle der Druckknöpfe eine Wählerscheibe, wie beim Selbstanschluß-Fernsprecher, vorhanden sein wird, mit deren Hilfe man die fernen Sender nach Nummern wählt.

Gleichgültig, ob Druckschalter oder Nummernscheibe; der Fernempfangsautomat selbst

Ist nicht mehr Zukunftsmusik;



Abb. 4. Ein Superhet am Rahmen. Der eigentliche Empfänger dient gleichzeitig als Untersatz für den Lautsprecher

er kann von jedem geschickten Bastler verwirklicht, von der Radioindustrie erzeugt werden. Die Konstruktion liegt fest, ein Muster wurde gebaut und fand die Anerkennung der Fachleute und

der Funkpresse, die einer Vorführung beiwohnten. Es sind keine grundsätzlichen Probleme mehr, sondern lediglich Ausführungseinzelheiten zu lösen, denn das Muster wurde mit den Mitteln des Bastlers gebaut, die Massenherstellungsmöglichkeiten der Industrie konnten dabei nicht einmal ausgenutzt werden. Der Fernempfangsautomat, über den die Fachpresse bereits kurz berichtete, wird zwar noch nicht von einer Druckknopf-Wandplatte aus bedient, sondern er hat die gewohnte Form des Rundfunkempfängers und wird in dem Zimmer aufgestellt, in dem man hören möchte; Dipl.-Ing. Hanns Mendelsohn hat ihn sogar so gebaut, daß er als Untersatz zum Protos-Lautsprecher dienen kann. Aber die Frontplatte des Gerätes mutet doch insofern ganz ungewohnt an, als sich auf ihr an Stelle der gewohnten Skalen-scheiben sechs Hebelschalter befinden, mit deren Hilfe die Sender Berlin, Langenberg, Wien, Frankfurt, Königsberg, Stuttgart, Leipzig, Kattowitz, Moskau, Königswusterhausen, Kallundborg und Daventry eingeschaltet werden können. Auf Wunsch kann der Empfänger natürlich auch auf andere Sender einjustiert werden.

Ein Superhet am Rahmen

Um von den Verhältnissen einer offenen Antenne unabhängig zu sein, sollte der Rundfunkautomat am Rahmen arbeiten. Ein vollwertiger Rahmen-Fernempfänger muß nun aber entweder ein Neutrodyne mit mindestens drei Abstimmkreisen, oder ein Superhet sein. Die Wahl fiel zugunsten des letzteren aus, da die gleiche Leistung und Selektivität nur mit zwei Abstimmkreisen erreicht werden kann, was gerade für die Ausbildung als Druckknopfempfänger wesentlich ist. Jedem Sender, der mit dem Rundfunkautomaten empfangen werden soll, wurden zweieigene Drehkondensatoren zugeeignet. Der Apparat, der den Empfang von zwölf verschiedenen Sendern ermöglicht, besitzt also insgesamt vierundzwanzig Drehkondensatoren. Zwölf Kondensatoren werden für die Abstimmung des Rahmens, zwölf für die des Generatorkreises benutzt. Die vierundzwanzig Kondensatoren, sämtlich mit kleinen Drehknöpfen versehen, wurden an der rückwärtigen Seite des Empfängers angeordnet, sie sind nach Öffnung der Rückwand zugänglich. Abb. 1 zeigt die drei Reihen von je acht Kondensatoren. Es kamen gute Flachdrehkondensatoren mit festem Dielektrikum von 500 cm Kapazität zur Verwendung. Durch jeden der sechs Hebelschalter, die aus der Frontansicht des Automaten in Abb. 2 zu erkennen sind, können zweimal zwei Kondensatoren mit den Schwingungskreisen verbunden werden. Steu^{er} der Hebel in der Mitte, so ist gar kein Kondensator ein-



Abb. 1. Zu jedem Sender gehören zwei eigene Drehkondensatoren. An dem Mustergerät sind es 24 solcher Drehkondensatoren, die, einmal abgestimmt, nicht mehr bedient zu werden brauchen.

geschaltet, drückt man ihn nach oben, so werden die Kondensatoren für den einen, drückt man ihn nach unten, die für den zweiten Sender angeschaltet. Wie, das geht aus der kleinen Prinzipskizze Abb. 3 deutlich hervor.

Diese Methode erweist sich gegenüber der von anderer Seite vorgeschlagenen, die mit abgeglichenen Blockkondensatoren arbeitet, als im Vorteil. Denn benützt man Blockkondensatoren, so müßten diese, wenn ein Sender seine Welle ändert, durch eine anderer Kapazität ersetzt werden, was praktisch überhaupt nicht durchführbar wäre. Anders bei der Benutzung von Drehkondensatoren; bei einer Wellenänderung stimmt man die Kondensatoren einfach auf die neue Welle ab. Ferner ist man in der Lage, die verfügbaren zwölf Kondensatorenpaare stets auf die zwölf am besten hörbaren Sender einzustellen. Wird also ein Sender schlechter oder wird die Sendeenergie eines anderen vergrößert, so stellt man die Kondensatoren einfach neu ein. Auf diese Weise kann man dafür sorgen, daß man immer die zwölf besten Sender „auf dem Kasten hat“.

Da sich H. Mendelsohn nicht nur die Aufgabe gestellt hatte, einen brauchbaren Radioautomaten zu bauen, sondern den Apparat außerdem so klein als möglich halten wollte, damit er unter einen vorhandenen Protoslautsprecher gesetzt werden konnte, wurden vier Doppelröhren verwendet, die insgesamt acht Stufen enthielten. Die erste Doppelröhre stellte den Frequenzwandler dar, die zweite und das erste System der dritten den Zwischenfrequenzverstärker, das zweite System der dritten war das zweite Audion und die vierte enthielt die beiden Nieder-

In der Rundfunktechnik ist einmal von Frequenz und einmal von Wellenlänge die Rede. Man spricht z. B. von Hochfrequenzstufen und von den Wellenlängen der Sender.

Zwischen beiden Größen besteht ein ganz bestimmter Zusammenhang. Den wollen wir uns jetzt ein bißchen ansehen.

Der Sender schickt „Wellen“ in die Welt hinaus. Diese Tatsache läßt sich ganz schematisch durch eine Zeichnung so dar-

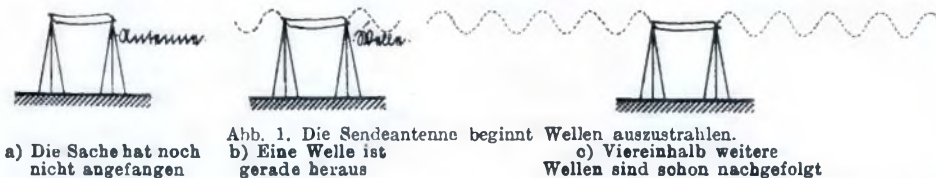


Abb. 1. Die Sendeantenne beginnt Wellen auszustrahlen.
 a) Die Sache hat noch nicht angefangen
 b) Eine Welle ist gerade heraus
 c) Viereinhalb weitere Wellen sind schon nachgefolgt

stellen, wie es in Abb. 1 geschehen ist. Man sieht darin, wie eine Welle nach der andern von der Antenne ausstrahlt. Die Radiowellen sind von den Lichtstrahlen nicht prinzipiell verschieden und pflanzen sich deshalb im Raum auch mit der gleichen Geschwindigkeit wie diese fort.

Die Lichtgeschwindigkeit beträgt, wie man vielleicht noch aus



Abb. 2. Bildliche Darstellung des Zusammenhanges zwischen Frequenz (16 Hertz) und Wellenlänge (28 750 000 m). Die Wellen sind in der Reihenfolge numeriert, wie sie aus dem Sender kommen.



Abb. 2. Die sechs Hebel, nach oben oder unten gedrückt, bringen den gewünschten Sender ohne alles weitere Zutun klargrein in den Lautsprecher.

frequenzstufen. Die Abbildung 4 zeigt die komplette Empfangsanlage mit Rahmen und Lautsprecher.

Die verwendete Methode der Einzel-Drehkondensatoren hat sich hervorragend gut bewährt. Die einmal gefundene Einstellung behielten die Kondensatoren so gut bei, daß noch nach Monaten die Einstellung vollkommen stimmte, so daß die Sender

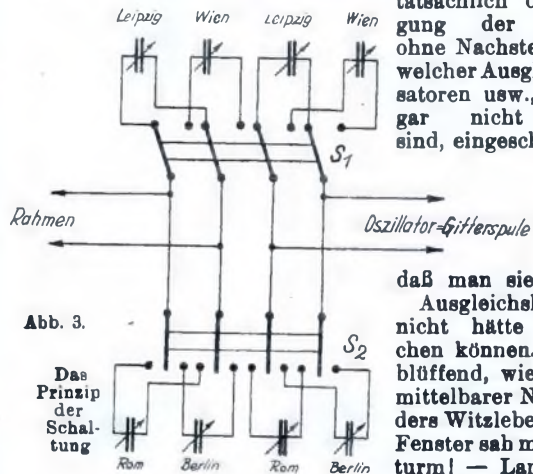


Abb. 3. Das Prinzip der Schaltung

tatsächlich durch Betätigung der Schalthebel, ohne Nachstellung irgendwelcher Ausgleichskondensatoren usw., die ja auch gar nicht vorhanden sind, eingeschaltet werden können.

Die Abstimmung ist so scharf, daß man sie auch durch Ausgleichskapazitäten nicht hätte besser machen können. Es war verblüffend, wie man in unmittelbarer Nähe des Senders Witzleben — aus dem Fenster sah man den Funkturm! — Langenberg und zehn andere Sender nur durch Drücken der Schalter empfangen konnte, und wie eine Dame aus der Versammlung, die den Automaten nie vorher gesehen hatte, jeden der angegebenen Sender durch Drücken der entsprechenden Knöpfe lautstark in den Lautsprecher brachte.

E. Schwandt.

dem Physikunterricht weiß: 300 000 km je sec., d. h. jede Welle durchläuft in dem Zeitraum von einer Sekunde eine Entfernung von 300 000 km oder 300 000 000 m.

Wenn der Sender in jeder Sekunde beispielsweise 1 000 000 Wellen nacheinander aussendet, so kann man das folgendermaßen ausdrücken: Die Senderfrequenz beträgt 1 000 000 Wellen je Sekunde oder — mit einem kürzeren Ausdruck — 1 000 000 Hertz.

Man hat nämlich zu Ehren des berühmten deutschen Physikers dessen Namen als Abkürzung für „Welle je Sekunde“ eingeführt.

Es wurde schon gesagt, daß eine Welle 300 000 000 m in jeder Sekunde zurücklegt. Wenn also eine Welle, die wir etwa mit Nummer 1 bezeichnen wollen, genau 300 000 000 m vom

Sender entfernt ist, so kommt bei der Frequenz 1 000 000 gerade die Welle Nr. 1 000 000 aus der Antenne des Senders heraus. In Abb. 2 ist das gezeigt, wobei aber — der Anschaulichkeit halber — eine für Rundfunk viel zu kleine Frequenz gewählt wurde.

Nun haben wir schon den Zusammenhang: Auf eine Entfernung von 300 000 000 m kommen so viele Wellen als die Frequenz angibt. Es ist also:

$$\text{Wellenlänge in m} = \frac{300\,000\,000}{\text{Frequenz in Hertz}}$$

oder umgekehrt:

$$\text{Frequenz in Hertz} = \frac{300\,000\,000}{\text{Wellenlänge in m}}$$

F. Bergtold.

Rund um die Röhre

Dreielektrodenröhren
und die
Grenzen
ihrer
Leistung

Wie groß der Unterschied der Leistung zweier Röhren sein kann, zeigt sich augenfällig, wenn man nur eine Röhre aus dem vorigen Jahre, also nicht einmal eine aus der Urzeit des Radioempfanges, durch eine moderne Röhre ersetzt. Es liegt der Gedanke nahe, sich zu fragen, ob und in welchem Tempo sich die Qualität der Röhren noch steigern läßt. Im Hintergrunde steht dabei das drohende Gespenst des Veraltens von Röhren und Geräten. Wohl kann man eine alte Röhre durch eine neue mit größerer Leistungsfähigkeit ersetzen, jedoch kommt man zuweilen nicht in den Genuß der größeren Leistung, weil sie das Gerät nicht zuläßt. Ein Gerät kann aus wirklich erstklassigen Teilen gebaut sein, die mechanisch eine Lebensdauer von Jahrzehnten garantieren, und doch binnen eines Jahres veraltet sein. Sein Aufbau war eben geringeren Verstärkungen pro Stufe angepaßt; ich erinnere dabei nur an die gebräuchlichen Superhets, die mit alten und neuen Röhren fast gleiche Verstärkungen abgeben. Obwohl die neuen Röhren größere Verstärkungen geben würden, steigen aber mit diesen erhöhten Verstärkungen auch die Nebenerscheinungen, wie Schwingneigung usw. und machen ein künstliches Wiederherabsetzen der Verstärkung mittels Potentiometers usw. notwendig. Niederfrequenzverstärker können u. U. mit neuen Röhren viel schlechter arbeiten als mit alten, wenn ihre Transformatoren usw. zu knapp dimensioniert sind.

Das Maximum der Leistungsfähigkeit normaler Röhren ist erreicht.

Meiner Ansicht nach ist heute schon das Maximum der Leistungsfähigkeit der normalen Röhren erreicht, außer es gelänge, einen Wunderheißfaden zu finden, der vielfach bessere Eigenschaften als die heute gebräuchlichen Fäden aufweist. Er wird wohl nicht gefunden werden; wir sind heute schon an der Grenze der Möglichkeiten des Materials angelangt, und alle Verbesserungen, die noch kommen werden, können sich fast nur auf die innere Anordnung der übrigen Röhrenteile beziehen. Man wird anstatt der bisher üblichen drei Elektroden, nämlich Faden, Gitter und Anode, zu anderen Anordnungen greifen, deren eine ganze Menge schon im Prinzip bekannt sind und bisher nicht weiter verfolgt wurden, weil die übrige Empfangstechnik noch nicht so fortgeschritten war, um diese leistungsfähigeren Modelle verwenden zu können. Man wird versuchen, vielleicht das Gitter durch eine Platte zu ersetzen und zu einer Zweiplattenröhre zu kommen; man wird vielleicht die Erscheinung der Sekundärelektronen wieder auszunutzen suchen, eine sehr zukunftsreiche Sache, oder man wird endlich, Schritt für Schritt weitergehend, die augenblicklichen Systeme durch Einführung weiterer Gitter zu verbessern suchen.

Das erste Ergebnis dieser Versuche liegt vor, die ominöse Schirmgitterröhre. Was sie ist und welche Vorteile sie bietet, soll hier erörtert werden. Zum Verständnis ihrer Wirkungsweise ist es erforderlich, in erster Linie die Wirkungsweise der normalen Dreielektrodenröhre zu kennen.

Der Heizfaden in der normalen Röhre.

Zunächst befindet sich in einer Röhre nur ein glühender Faden, sonst gar nichts, nicht einmal Luft, die man also durch Auspumpen wird beseitigen müssen. Aus diesem Faden treten Elektronen aus, eben unter dem Einfluß der Hitze. Was Elektronen sind, weiß kein Mensch, man tut nur so, als ob man es wüßte und nennt sie kleinste negativ elektrisch geladene Teilchen. Ob sie geladene Teilchen sind, also etwa nur kolossal kleine Massepartikel mit elektrischen Ladungen, wie sie etwa ein Holunderkugeln hätte, oder ob sie das sind, was man mit „Elektrizität“ bezeichnet, Ladung an sich, sozusagen, ohne

tragenden Massepartikel, das läßt sich schwer sagen, interessiert uns aber auch gar nicht. Wir dürfen uns ohne weiteres ein Elektron als einen unendlich verkleinerten Fußball vorstellen, der negative Ladung besitzt.

Diese Elektronen treten mit sehr ungleichen Geschwindigkeiten aus dem Faden aus. Im Verhältnis zu ihrer Größe ist auch die glatteste Fadenoberfläche ein Gebirge mit steilsten Gipfeln und Schroffen, kein Wunder daher, daß die Oberfläche, obwohl anscheinend gleichmäßig glühend, doch sehr ungleichmäßig erhitzt ist. Je heißer der Faden, desto heftiger werden die Elektronen herausgeschleudert, und umgekehrt, je kälter ein Punkt, desto langsamer treten die Elektronen heraus. Die große Überzahl purzelt nur so weg und kommt nach einem Flugweg von wenigen Zehnteln eines Millimeters schon zur Ruhe, einige bringen es auch noch weiter, aber nicht viel, und eine ganze Wolke der faulen Burschen lehnt in der Umgebung des Fadens herum. Sie versperren den Elektronen den Weg, die aus heißeren Fadenteilen geschossen kommen, und nicht nur das, sie verhindern auch vermöge der Abstoßkraft ihrer negativen Ladung auf die negativen Teile im Faden, daß eine ganze Menge der letzteren den Faden gar nicht erst verlassen. Diese Erscheinung bezeichnet man mit **Raumladungseffekt**.

Die Anode.

Nun, einige wenige Elektronen sind da, die vom Faden so wuchtig hinausgeschossen wurden, daß sie unterwegs ein paar Eckensteher umgerannt haben und den letzten hinter sich ließen. Mit denen können wir etwas anfangen, wenn wir ihnen ein Blech in den Weg stellen. Geben wir dem Blech zu allem Überfluß eine positive Ladung, so fühlen sich die negativen Elektronen sofort angezogen und lassen sich auf das Blech nieder. Das Blech mit seiner positiven Ladung, die vom positiven Pol einer Anodenbatterie stammen möge, soll Verbindung mit dem Faden, aber außerhalb der Röhre haben; dann machen die Elektronen in ihrer Gesamtheit einen Strom aus, der vom Blech zum Faden außerhalb der Röhre, vom Faden zum Blech innerhalb der Röhre fließt. In der Schule hat man gelernt, der elektrische Strom fließt von $+$ nach $-$, das stimmt nicht, die Elektronenröhre belehrt uns eines Besseren. Die Elektronen (d. i. der elektrische Strom) fließen von $-$ nach $+$. Also bitte nicht erschrecken, wenn in der Skizze der Anodenstrom in der Anodenbatterie dennoch von $+$ nach $-$ fließend gezeichnet ist.

Vorhin haben wir gesehen, daß im Verhältnis zur Anzahl der Elektronen der Raumladungswolke nur recht wenige Elektronen zum Anodenblech durchschlagen, letztere selbst sind aber immer noch in recht erklecklicher Anzahl.

Nun das Gitter.

Zwischen Faden und Anodenblech, also mitten in den Strom der Elektronen, setzt man nun ein Gitter, eine durchlöchernte Elektrode. Durch die Löcher, oder sofern das Gitter als Spirale aus Draht gebildet ist, durch diese Spirale fliegen die Elektronen ungehindert durch. Sowie man aber dem Gitter eine negative Ladung gibt, wird die Wirkung der Raumladungswolke unterstützt, die durchfliegenden Elektronen werden auch vom Gitter abgestoßen und je nach der Größe der Gitterladung gebremst oder auch ganz gestoppt. Eine positive Gitterladung dagegen zieht die Elektronen an, hebt die Raumladung zum Teil, nur zum Teil, auf und zieht neue Elektronen aus dem Faden. Naturgemäß werden viele Elektronen auf das positiv geladene Gitter selbst fallen, aber wir können sie leicht verschmerzen, noch viel mehr fliegen durch die Zwischenräume durch und gelangen zum Anodenblech. Das Gitter steuert den Anodenstrom, läßt ihn stärker und schwächer werden, und zwar ist die Energie dieser Stromschwankungen bei wechselnden Gitterladungen vielfach größer als die Energie, die zur Erzeugung der Gitterladungen notwendig ist. Es kommt für uns darauf an, dieses Verhältnis so groß wie möglich zu machen.

Es gibt hiezu zwei Möglichkeiten, die man des größten Erfolges wegen möglichst gemeinsam anwendet. Einmal sucht man einen möglichst starken Strom herzustellen, damit das Gitter auch ordentlich etwas zu steuern vorfindet, und dann sucht man die Elektronen so langsam wie möglich fliegen zu lassen, damit sich die Verzögerung oder Beschleunigung durch die Gitterladung um so stärker auswirkt. Es dürfte wohl einleuchten, daß ein scharf geschossener Fußball eine ordentliche Energie braucht um gestoppt zu werden, als einer, der nur so dahertorkelt. Naturgemäß gilt dies umgekehrt auch für Erhöhung der Geschwindigkeit.

Wie kann man den Elektronenfluß in normalen Röhren steigern?

Zwecks Verstärkung des Elektronenflusses kann man zunächst den Faden heißer machen, damit er mehr Elektronen

abschießt, doch setzt uns hier das Material eine Grenze, insofern, als der Faden bei zu hohen Temperaturen zu zerstäuben anfängt und durchbrennt. Der Käufer hat nun aber kein Interesse daran, so ein Ding um zehn oder zwölf Mark alle acht Tage zu ersetzen, und so ist der Röhrenhersteller eben gezwungen, im Interesse erhöhter Lebensdauer auf übermäßige Temperaturen zu verzichten. Man hat zwar Fäden, die zufolge besonderer Präparierung auch bei niedriger Temperatur sehr viel Elektronen abgeben, doch sind auch hier die Möglichkeiten so gut wie erschöpft. Anstatt den Faden heißer zu machen, kann man ihn auch länger machen und ihn mehrfach zusammenlegen, damit Anode und Gitter nicht auch größer gemacht werden müssen. Es ist dies der Weg, der im letzten Jahre mit großem Erfolg beschritten wurde, wo uns aber das Material auch wieder eine Grenze gesetzt hat. Es sind bis jetzt nur Heizbatterien von maximal vier Volt im Gebrauch, und da darf man eben den Faden nicht länger als einen bestimmten Betrag machen, der von der Dicke des Fadens abhängt, wenn er noch den erforderlichen Temperaturgrad annehmen soll. Mit der Dicke oder vielmehr Dicke des Fadens sind uns jedoch wieder Grenzen gesetzt, wir können die Fäden einfach wegen mangelnder Festigkeit nicht unter einen bestimmten Durchmesser ausziehen, und so ergibt sich auch eine ganz bestimmte maximale Länge bei den gebräuchlichen Heizbatteriespannungen. Wenn wir Batterien von etwa zehn Volt hätten, so würden auch unsere Röhren bessere Daten haben.

Ein weiteres Mittel zur Steigerung des Elektronenflusses ist die Erhöhung der Anodenspannung, der positiven Ladung des Blechs. Je größer diese Ladung, desto mehr von den äußersten Elektronen der Raumladungswolke werden noch angezogen, der Raumladungseffekt wird dadurch herabgesetzt und neue Elektronen können aus dem Faden nachkommen. Nur ist diese Methode sehr zweischneidig. Wie ich schon oben angedeutet habe, sind zur Beeinflussung rasch fliegender Teile große Energien erforderlich, und durch die hohe Anodenspannung erhalten eben die Elektronen eine sehr beträchtliche Wucht. Wenn wir von vornherein große Energien für das Gitter haben, wie etwa in Niederfrequenzverstärkern, ist das nicht so einschneidend wie bei Hochfrequenzverstärkern.

Es wird nun erklärlich sein, weshalb man mit einem HF-Verstärker mit niedrigerer Spannung besser fährt als mit einem NF-Verstärker, sogar wenn man die gleichen Röhren verwendet. Stehen von vornherein nur sehr schwache Gitterladungen zur Verfügung, so darf man die Geschwindigkeit der Elektronen nicht zu sehr steigern, wenn man sie mit den schwachen Ladungen steuern will.

Fadenmaterial, Fadenlänge, Anodenspannung sind bis zum Äußersten ausgenutzt; wenn wir noch stärkere Wirkungen, also stärkere Ströme langsamer Elektronen haben wollen, müssen wir schon der Raumladungswolke beizukommen suchen.

Die Beseitigung der Raumladung.

Wir setzen also mitten in die Raumladungswolke, zwischen das erste, nennen wir es Steuergitter, und den Faden ein zweites Gitter. Die Raumwolke drückt vermöge ihrer negativen Ladung die meisten Elektronen wieder in den Faden zurück; wenn wir jetzt dem Hilfsgitter eine geringe positive Ladung geben, wirkt diese umgekehrt wie die Raumladung, es treten wieder Elektronen aus. Wieder fliegen eine ganze Menge auf das positive Gitter, aber unendlich viel mehr fliegen durch die Zwischenräume durch und begeben sich gemächlich auch durch das Steuergitter zur Anode, die nur mäßige Spannung führt.

Man nennt dieses Hilfsgitter Raumladegitter und erzielt damit ganz respektable Anodenströme und sehr hohe Verstärkungen auch bei geringen Gitterladungen, eben weil es sich um langsam fliegende Elektronen handelt. Nur in einer einzigen Form hat sich diese Röhre für normale Anodenspannungen gebaut halten können, es ist dies die RE 87. Sie verstärkt 25- bis 30fach, wo andere Röhren nur 10fach verstärken. Sonst baute man Röhren mit Raumladegittern dahingehend aus, daß sie mit extrem niedrigen Anodenspannungen auskamen bei Verstärkungen, die nicht höher waren als diejenigen normaler Röhren. Es sind dies die wohlbekanntesten Doppelgitterröhren.

Das Raumladegitter stellt also einen Weg dar, durch Beseitigung des Raumladeeffektes ungewöhnliche Verstärkungen zu erzielen. Nun hat aber eine Röhre noch eine andere unangenehme Eigenschaft, den Durchgriff.

Wie wir gesehen haben, soll in einer Eingitterröhre allein das Gitter bestimmen, ob und wieviel Elektronen aus dem Faden bzw. aus der Raumladungswolke herausdürfen. Die Anodenspannung beeinflusst nun nebenbei durch die Zwischenräume des Gitters hindurch auch die Emission. Das wäre ja gleichgültig, aber leider entstehen mit den Schwankungen des Ano-

denstromes auch Schwankungen der Anodenspannung, und damit ist die Wirkung der Anodenspannung auf die Elektronenemission nicht mehr konstant, die Emission ändert sich im Takt der Anodenspannungsänderung, und das ausgerechnet entgegen der Wirkung der Gitterladungen.

Möglichst kleinen Durchgriff!

Je größer der Durchgriff, der in Prozenten angegeben wird, desto geringer die Verstärkung. Wir werden also zusehen, ihn möglichst herabzusetzen. Wir müssen zwischen die Anode und das Steuergitter etwas hereinsetzen, was der Anode die Arbeit des Herbeiziehens der Elektronen abnimmt und keinen Spannungsschwankungen unterworfen ist. Naturgemäß wird dies wieder ein gitterartiges Gebilde sein, dem man eine nahezu so hohe Anodenspannung gibt wie der Anode selbst. Es fischt sich selbst zwar einen Teil vom Anodenstrom, da aber die Anode eine noch etwas höhere Spannung hat, geht doch der Löwenanteil zur Anode und durch die Maschen des jetzt Schutzgitter genannten Hilfsgitters hindurch. Das Schutzgitter weist nun eine konstante Gleichspannung auf, da an ihm außerhalb der Röhre keine abgestimmten Kreise und derlei Sachen liegen, die Spannungsschwankungen verursachen. Weiter liegt es dem Faden und dem Steuergitter näher als die Anode, übernimmt somit zum größten Teil die Arbeit des Herbeiziehens der Elektronen. An der Anode können sich Spannungsschwankungen ausbilden, soviel sie wollen, sie werden die Emission der Röhre kaum mehr beeinflussen können.

Solche Röhren mit Steuergitter und Schutzgitter zeigen gegenüber der 10fachen Verstärkung gewöhnlicher Röhren Verstärkungen bis zu 40fach. Was dies bedeutet, ersieht man daraus, daß ein Dreifachverstärker mit normalen Röhren eine Gesamtverstärkung von 1000 zeigt, ein Dreifachverstärker mit Schutzgitterröhren dagegen 64000, ein Zweifachverstärker immer noch 1600.

Damit sind wir bei der Schirmgitterröhre angelangt.

Die heute unter dem Namen Schirmgitterröhren gebräuchlichen Röhren sind solche mit Schutzgitter und extrem niedrigem Durchgriff.

Noch eine weitere sehr kostbare Eigenschaft haben Schirmgitterröhren, die innere Röhrenkapazität ist bei ihnen so klein, daß sie glatt vernachlässigt werden kann. Unsere ganzen schönen Neutrodynsachen werden im nächsten Jahre zum alten Eisen zählen, da ein Schirmgitterröhrengerät auch ohne Neutralisation stabil bleibt. Diese Eigenschaft wurde nur ganz nebenbei entdeckt; Hull, der auf den Arbeiten von Langmuir und Schottky fußend, die Schirmgitterröhren entwickelt hat, legte den größten Wert auf die erhaltene riesige Verstärkung, erhielt er doch nach seinen Angaben in The Physical Review von einem Dreifachverstärker eine Verstärkung von 75000. Wenn die Kapazitätsarmut auch mindestens gerade so wichtig ist wie die hohe Verstärkung, so soll sie doch erst in einem folgenden Aufsatz gebührend beleuchtet werden. Hier kam es ja hauptsächlich darauf an, zu zeigen, wie sich die Verstärkungsleistung einer Röhre steigern ließe.

Sehr nahe liegt der Gedanke, in eine Röhre Zug- und Schutzgitter gleichzeitig einzuführen, so daß sie dann also drei Gitter hätte. Schon vor dem Kriege wurden solche Monstra gebaut, kamen aber vom Experimentiertisch nicht herunter, trotz der tausendfachen Verstärkung pro Röhre. Erst heute sind wir in der Lage, so hohe Verstärkungen sicher zu meistern, wenn wir auch alles Raffinement zusammennehmen müssen, und es ist eine Frage von Monaten, wann die erste Dreigitterröhre auftauchen wird.

Mit der ersten Dreigitterröhre werden die Superhets und ähnliche Riesenmöbel verschwinden und neue Probleme der Selektionssteigerung für Ein- und Zweiröhrengeräte auftauchen. Es handelt sich jedoch hierbei fast ausschließlich um aufbautechnische Dinge, die im nächsten Aufsatz erledigt werden sollen.

C. K.

Frankreich. In den letzten Wochen läßt sich an Wochentagen, jedoch zu unregelmäßigen Zeiten, ein Kurzwellensender hören. Die Darbietungen bestehen aus Schallplattenkonzerten. Der Sender ist sehr lautstark und gut moduliert, jedoch zeitweise Fading. Der Ansager meldet nur in französischer Sprache an und zwar: „Ici radiophonie de l'Europe, microphone deux.“ Der Sender gibt auf Welle 38,2 Meter. Bei den bisherigen Ansagen ist der Standort noch nie angegeben worden.

Kurzwellensender Eindhoven. Der Ansager meldet in vier Sprachen und zwar holländisch, englisch, deutsch und französisch mit: „Hallo, hallo, hier P. C. J. J., der Kurzwellensender von Philips Radio Eindhoven Holland“, die Station an, die Welle ist 31,4 Meter. Die Darbietungen sind sehr mannigfaltig. Musikstücke wechseln mit Chord- und Sologesängen sowie Rezitationen ab. Seit dem Beginn der Olympischen Spiele werden auch Berichte hierüber gegeben, so z. B. kürzlich über die Fußballspiele in deutscher Sprache. Der Sender ist sehr lautstark zu hören, jedoch nicht immer konstant. Die Modulation ist dagegen immer gut. Als Empfänger wurde in beiden Fällen Isaria A 3 benutzt.



Erst versteh... dann dreh...

Eine Erklärung des Rundfunks für Laien und Anfänger.

9.

DIE RÜCKKOPPLUNG

Bei den bisher betrachteten Röhrensaltungen benützten wir immer nur die Verstärkerwirkung. Auch beim Audion wurden die Schwingungen neben der Gleichrichtung gleichzeitig verstärkt. Genügt die Verstärkung einer Röhre nicht, so nahmen wir eben deren zwei oder mehrere und ließen die Ströme durch jede Röhre weiter verstärken.

Nun kann man die Sache aber auch einmal anders machen. Warum soll man den verstärkten Strom immer in eine andere Röhre schicken? Warum soll man ihn nicht durch die gleiche Röhre nochmal treiben und dabei nochmals verstärken können? Der Versuch hat ein Ergebnis, das für die Anwendung der Elektronenröhre in der ganzen Funktechnik von allergrößter Bedeutung geworden ist. Es ist dies die sog. Rückkopplungsschaltung. Das Wesen der dazu nötigen Schaltanordnung ist in dem Namen schon enthalten. Statt wie bei anderen Verstärkern den Anodenstrom durch Transformatoren oder dergl. auf das Gitter einer anderen Röhre zu übertragen, „koppelt“ man diesen Strom zurück auf das Gitter der gleichen Röhre. Eine geeignete Schaltung zeigt z. B. Abb. 1. Wir sehen, daß im Anodenkreis eine Induktionsspule liegt, die mit der Gitterkreisspule einen Transformator bildet, mit ihr „gekoppelt“ ist.

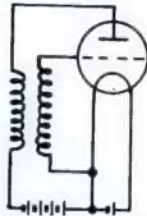
Tritt im Gitterkreis aus irgendeinem Grund, z. B. von einem Sender kommend, eine Schwingung auf, so entsteht im Anodenkreis eine entsprechend der normalen Röhrenwirkung verstärkte Schwingung. Die Kopplung der Anodenkreisspule mit dem Gitterkreis bewirkt, daß die verstärkte Schwingung auf das Gitter übertragen wird. Dabei können zwei Fälle auftreten: 1. Die durch die Rückkopplung auf das Gitter übertragene Spannung wirkt der ursprünglich am Gitter vorhandenen Spannung entgegen. Die Rückkopplung bewirkt dann eine Schwächung der Schwingung, die zur Folge hat, daß die Röhre nicht nur keine Verstärkung mehr zeigt, sondern sogar eine Schwächung der vorhandenen Schwingung eintritt. Es ist der Fall der „falsch gepolten“ Rückkopplung.

2. Richtige Rückkopplung. Die durch die Rückkopplung auf das Gitter übertragene Spannung verstärkt die dort schon vorhandene Spannung. Dieser Fall läßt sich durch richtigen Anschluß der Anodenkreisspule, die in dieser Schaltung Rückkopplungsspule heißt, immer erreichen.

Die stärkere Gitterspannung bewirkt eine stärkere Wirkung der Röhre, die Stromänderung und damit die Induktionswirkung der Rückkopplungsspule wird größer. Dadurch wird die Gitterspannung noch größer und so steigert sich die Wirkung so lange, bis die Größe der Röhre einem weiteren Anwachsen des Anodenstroms eine Grenze setzt.

Wir wollen den Vorgang nun noch einmal genau im einzelnen betrachten. In einem bestimmten Augenblick werde z. B. das Gitter der Röhre durch die ankommende Senderschwingung schwach negativ geladen. Durch diese Ladung tritt eine kleine Schwächung des Anodenstroms ein. Jede Stromänderung bewirkt einen Induktionsstrom in der Sekundärspule des Transformators, der aus der Rückkopplungsspule (Primärspule) und der Gitterkreisspule gebildet wird. Die kleine Schwächung des Anodenstroms erzeugt also eine Spannung an den Enden der Gitterkreisspule. Dabei hatten wir ausgemacht, daß die Richtung der Spannung so ist, daß sie die ursprüngliche Gitterspannung unterstützt. Die zunächst sehr kleine negative Spannung des Gitters wird also stärker. Die dadurch bewirkte stärkere Abnahme des Anodenstroms induziert am Gitterende des Gitterkreises immer stärkere negative Spannung, die schließlich so hoch wird, daß überhaupt kein Anodenstrom mehr fließen kann. Dieser Zustand ist wichtig. Eine noch so große

Abb. 1. Bei der Rückkopplung wirken die in der Röhre verstärkten Ströme über einen Transformator (hier die zwei Spulen) nochmals auf das Gitter derselben Röhre zurück.



Gitterspannung kann keine weitere Schwächung des Anodenstroms mehr herbeiführen. Induktionswirkung tritt aber nur auf, wenn die Stärke des Stroms in der Primärspule sich ändert. Die Induktion von der Rückkopplungsspule auf die Gitterspule hat also aufgehört. Es beginnt natürlich sofort ein Rückfluß der negativen Ladung vom Gitter durch die Spule zum Glühfaden. Dabei verringert sich die Gitterspannung allmählich und der Anodenstrom beginnt wieder zu fließen.

Ein Stärkerwerden des Anodenstroms macht sich sofort auch in unserem Transformator geltend. Entsprechend wie vorher seine Schwächung negative Spannung am Gitter induzierte, überträgt das Wachsen des Anodenstroms positive Spannung. Diese positive Ladung unterstützt den Abfluß der negativen vom Gitter. Durch den dabei auftretenden Anstieg des Anodenstroms wird das Gitter immer stärker positiv geladen. Der Anodenstrom wächst so weit an, bis die Grenze dessen erreicht ist, was das Rohr zu leisten vermag.

Der sofort einsetzende Abfluß der positiven Gitterladung ist der Beginn des beschriebenen Spiels von Neuem. Die Röhre fällt also tatsächlich von einem ins andere Extrem.

Die Geschwindigkeit, mit der sich der ganze Vorgang abspielt, hängt von der Schwingungszahl ab, auf die der aus Selbstinduktionsspule und Kondensator bestehende Gitterkreis abgestimmt ist.

Die Röhre erzeugt in der Rückkopplungsschaltung also selbsttätig elektrische Schwingungen. Die Schwingungszahl kann von einer Schwingung innerhalb mehrerer Sekunden bis zu etwa 400 Millionen in einer Sekunde betragen.

Jeder Röhrensender benützt die Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung seiner Wellen.

Durch Rückkopplung ist aber auch eine außerordentlich kräftige Verstärkung bei Empfängern möglich. Wir müssen es dabei allerdings vermeiden, die Röhre in selbständige Schwingungen geraten zu lassen. Abgesehen von den Störungen, die ein schwingender Empfänger in seiner Nachbarschaft hervorruft — wir haben dabei ja tatsächlich einen kleinen Sender vor uns — wird durch die Erzeugung der Schwingungen auch die ganze Leistungsfähigkeit der Röhre in Anspruch genommen, so daß für den gewünschten Telephonieempfang wenig übrig bleibt. Ein schwingender Empfänger ist wie ein durchgehendes Pferd. Das entwickelt wohl all seine Muskelkräfte, aber wir können sie nicht ausnutzen und für die lieben Mitmenschen ist es auch kein Segen.

Um in den Genuß der hohen Verstärkung zu kommen, ohne die Nachteile der Rückkopplung in Kauf nehmen zu müssen, dürfen wir die Rückführung der verstärkten Ströme nur so weit treiben, daß gerade noch keine Schwingungen einsetzen, aber fast alle Verluste, die durch die Unvollkommenheit der irdischen Dinge, hier also hauptsächlich der Antenne und des Schwingungskreises entstehen, ersetzt werden.

Der richtige Grad der Rückkopplung läßt sich wohl am besten wieder durch ein Bild erläutern. Wir denken uns einen Radfahrer, dem durch irgendeinen Umstand die Bremsen unbrauchbar geworden sind. Der Mann sei naturliebend und auch sonst friedfertig veranlagt und möchte daher die Möglichkeit haben, an schönen Punkten und bei der Begegnung mit zwei- oder vierbeinigen Wesen anzuhalten. Am bequemsten hat es unser Mann sicher dann, wenn er ständig bergab fahren kann, also die Verluste durch Reibung usw. durch die Anziehungskraft der Erde ersetzt werden. Wie steil darf der Berg sein, damit nichts passiert? Um die Möglichkeit des Anhaltens trotz fehlender Bremsen zu wahren nur so steil, daß das Rad gerade noch nicht von selbst läuft — dann könnte er nämlich nicht halten — sondern so, daß noch ein ganz schwaches Treten der Pedale zur Fortbewegung nötig ist.

Kehren wir zu unserm Empfänger zurück! Zur Aufnahme des Senders ist es nötig, daß die Schwingungen im Empfänger entsprechend der Stärke der modulierten Senderschwingungen stärker und schwächer werden. In unserm Bild entspricht das dem Anhalten und wieder Anfahren des Radfahrers. Das Stärkerwerden der Schwingungen geht zwar auch mit kräftiger Rückkopplung, nicht aber das Abschwellen. Trotzdem ist es natürlich günstig, wenn ein Teil der Arbeit, die in den Schwingungen enthalten ist, durch die Rückkopplung und damit durch

die Anodenbatterie geleistet wird, da wir dann mit viel schwächeren Senderschwingungen schon auf eine genügende Lautstärke kommen. Genau so war es bei dem Radfahrer, der auch beim leichten Bergabfahren viel weniger Kraft aufzuwenden braucht.

Eine Regelung der Rückkopplung ist auf dreierlei Art möglich:

1. Regelung der Verstärkerwirkung der Röhre. Nimmt bei fest eingestellter Rückkopplung die Verstärkerwirkung der Röhre.

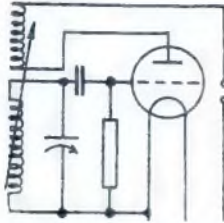


Abb. 2. Bei der gewöhnlichen Rückkopplung wird die Stärke der Rückwirkung aufs Gitter genau dosiert durch Nähern oder Entfernen der (oberen) Rückkopplungsspule zu der (unteren) Gitterspule

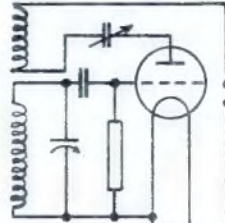


Abb. 3. Bei der Leithäuser-Rückkopplung stehen die beiden Spulen fest. Die Stärke der Ströme in der (oberen) Rückkopplungsspule, die über die (untere) Gitterspule auf die nämliche Röhre zurückwirken sollen, wird dosiert durch Auf- und Zudrehen eines (u. z. des oberen) Drehkondensators.

ab, so sinkt dabei gleichzeitig die Rückkopplung. Haben wir überhaupt keine Verstärkung, so hört auch die Rückkopplung ganz auf. Diese Regelart wird heute wohl nur bei Spezialschaltungen (Negadyn) durch Regelung der Röhrenheizung und der wirksamen Anodenspannung oder Gitterspannung angewendet.

2. Regelung durch Änderung der Spulenkopplung. Gemäß Abb. 2 kann die Rückkopplungsspule von der Gitterspule entfernt werden. Dabei wird durch die geringere Induktionswirkung die auf das Gitter übertragene Spannung kleiner. Diese Art der Rückkopplungseinstellung ist recht bequem und sehr wirksam und wird daher sehr häufig angewendet.

3. Regelung durch einen Hochfrequenzzahn. Schaltet man nach Abb. 3 in die Leitung zur Rückkopplungsspule einen Drehkondensator, so läßt sich mit seiner Hilfe die Stärke der durch die Rückkopplungsspule fließenden Schwingungen sehr fein und bequem regeln, genau wie wir an einem Gashahn die Stärke der Flamme einstellen. Dem Anodengleichstrom muß ein anderer Weg geschaffen werden, da er ja nicht über den Kondensator fließen kann. Um ein Entweichen der Hochfrequenz zu hindern, ist eine Drosselspule in diesen Weg geschaltet. Die Schaltung ist unter dem Namen Leithäuserschaltung sehr verbreitet und wegen der ausgezeichneten Regelbarkeit besonders zu empfehlen. Ein großer Vorteil ist weiter die feste Montage der Rückkopplungsspule, die die Schaltung besonders auch bei großen Geräten sehr erleichtert.

100 Zylinder vom Transformator.

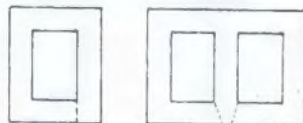
Es ist doch eigentlich recht eigentümlich, daß die hauchfeinen, unhörbaren und unfühlbaren Radioströme, die den Äther vom Sender bis zu unserem Empfänger in Bruchteilen einer Sekunde durchdringen, urplötzlich so stark und kraftvoll aus dem Lautsprecher, in Schallform umgewandelt, entströmen. Daß man Radiowellen hörbar machen kann, ist ja eine bekannte Sache. Dazu braucht man keine großartigen Apparate, das geht ja schließlich auch mit einem gewöhnlichen Stückchen Detektor-Kristall. Aber diese durch unsere Radioapparate erzielte Lautstärke! Wie kommt die zustande?

Diese so geheimnisvoll anmutende Angelegenheit ist, wie wir gleich sehen werden, in Wirklichkeit gar nicht so schwer verständlich. Bleiben wir einmal bei der Annahme, wir hätten einen einfachen Detektorempfänger und die bekanntlich nur geringe Lautstärke sei uns zu schwach. Was würden wir da tun? Nun ganz einfach, einen Verstärker anschalten. Was meinen Sie wohl, was in dem Verstärker mit dem schwachen elektrischen Stromchen geschieht, das aus dem Detektorapparat kommt?

Sie kennen doch gewiß den Namen Verstärkerröhre. Diese sehr stark an eine Glühbirne erinnernde Glasröhre hat die Eigenschaft, den Strom zu verstärken. Wie sie das macht, soll uns hier nicht näher kümmern. Nur das eine wollen wir beachten, daß der Strom, bevor er in die Röhre geschickt wird, in elektrische Spannung umgewandelt werden muß, denn unsere Röhre reagiert nur auf Spannungen. Je höher aber die Spannung ist, die man in die Röhre hineinschickt, um so besser arbeitet sie.

Die Umwandlung des Stroms in eine hohe Spannung besorgt der Niederfrequenztransformator, ein ziemlich kleines, viereckiges, schweres Ding, das manchmal mit Blech verkleidet ist und an dem meist vier Anschlußschrauben befestigt sind. Steht dieser Transformator mit zwei Verstärkerröhren in elektrischer Verbindung, dann sagt man, die beiden Röhren wären transformatorgekoppelt.

Abb. 1. Aus so geschnittenen, sehr dünnen Eisenblechen ist der Kern des Transformators zusammengesetzt.



Wir wollen einmal einen solchen Niederfrequenz-Transformator ein wenig auseinander nehmen und von innen betrachten. Wir finden dann, daß der Transformator aus einem Paket dünner Bleche und aus einer Spule besteht. Die Bleche sind zumeist, wie auf Abb. 1 dargestellt ist, ausgestanzt. Wenn sie sehr dünn sind, so läßt das auf eine besonders gute Qualität des Transformators schließen. Die kaum sichtbaren Einschnitte

in den Blechen interessieren uns nicht weiter, denn sie dienen nur dazu, die Bleche beim Zusammenbau des Transformators bequemer in die vorhin erwähnte Spule einschieben zu können. Wenn wir jetzt unser Zerstörungswerk fortsetzen und von der Spule den Draht abwickeln, so finden wir, daß derselbe nicht fortlaufend aus einem Stück hergestellt ist, sondern aus zwei getrennten Stücken besteht, und daß das kürzere Stück bedeutend stärker im Durchmesser ist, als das andere längere.

In unserer Radiosprache bezeichnen wir die verhältnismäßig wenig Windungen aus dickem Draht als primäre Wicklung, die sehr zahlreichen Windungen aus dünnem Draht dagegen als sekundäre Wicklung. „Primär“ heißt erst und „Sekundär“ zweit, womit ausgedrückt sein soll, daß zuerst der Strom die primäre Wicklung durchlaufen muß, bevor in der sekundären Wicklung die gewünschte Spannung entstehen kann. Die Benutzung gerade solcher Drahtver-

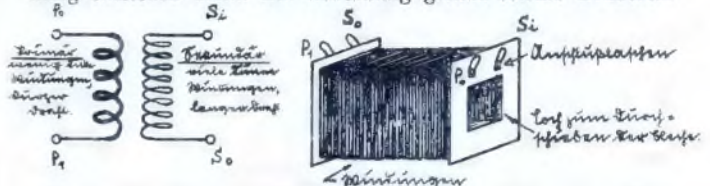


Abb. 2. Die beiden Wicklungen eines Transformators. Die primäre Wicklung hat verhältnismäßig wenig Windungen dickeren Drahtes, die sekundäre Wicklung hat sehr viele Windungen dünner Drahtes. Links das Schema, rechts die praktische Ausführung der Wicklung als Spule.

hältnisse beruht auf der physikalischen Feststellung, daß in den vielen sekundären Windungen eines Niederfrequenztransformators eine um so höhere elektrische Spannung entsteht, je mehr Windungen die sekundäre Wicklung gegenüber der primären besitzt. Wenn man nämlich primär 1000 (dicke) Windungen (Abb. 3) und sekundär 4000 (dünne) Windungen

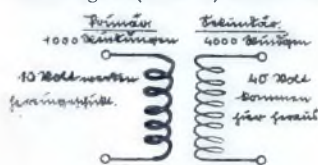


Abb. 3. Ein Beispiel, das zeigen soll, was das Übersetzungsverhältnis beim Transformator zu bedeuten hat.

nimmt, dann entsteht in den sekundären Windungen eine zweimal so große Spannung, als wenn man anstatt der 4000 Windungen sekundär nur 2000 Windungen benützen würde.

Wenn wir jetzt auf einem Transformator die Hieroglyphen 1:2, 1:10 usw. sehen, dann wissen wir, daß hiermit das gegenseitige Windungsverhältnis bezeichnet wird (z. B. 1000 zu 4000 = 1:4, bzw. 1000:2000 = 1:2). Auch wissen wir dann, daß ein Transformator mit großem Windungsverhältnis (Übersetzungsverhältnis) auch eine besonders große Spannung sekundär herausgibt.

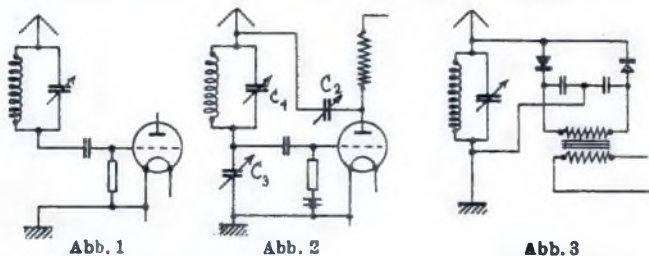
Diese Entdeckung wäre eigentlich eine fabelhafte Sache, um eine beliebige hohe Spannung herzustellen. Da unsere Röhren, wie wir gesehen haben, um so stärkeren Strom in den Lautsprecher liefern, je höher die über den Transformator angelegte

REVUE

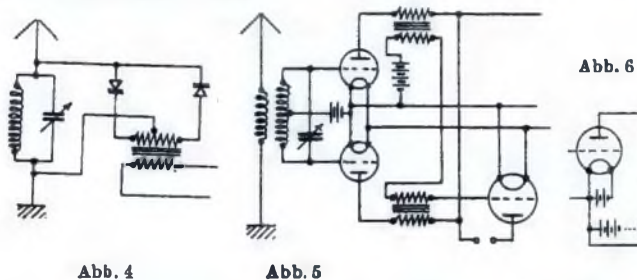
DER WELT-RADIO PRESSE.

Neuartige Empfangsschaltungen.

In Heft 464, S. 65 der „Wireless World“ (London) gibt F. M. Colebrook „A new aerial coupling“ an. Diese neue Antennen-Kopplung zeigt Abb. 1. Der Gitterschwingungskreis befindet sich nicht zwischen Gitter und Kathode sondern in der Antenne. Es soll auf diese Weise eine größere Empfangslautstärke erreicht werden können. Wenn eine Rückkopplung gewünscht wird, so kann diese nach Abb. 2 ausgeführt werden. Hier ist D eine Hochfrequenzdrossel. Der Drehkondensator C_1 dient zur Abstimmung, während sich mit Hilfe der Drehkondensatoren C_2 und C_3 die Rückkopplung sehr genau einregeln läßt.



Bei der Gleichrichtung mit einem Detektor wird bekanntlich nur die halbe Welle der Hochfrequenz ausgenutzt. Wenn man beide Halbwellen ausnutzen will, so kann man dies mit Hilfe von zwei Detektoren erreichen. Hierfür verwendbare Schaltungen werden in Heft 28, S. 57 der „Radio Welt“ (Wien) unter dem Titel „Doppeldetektorschaltungen“ angegeben. Abb. 3 zeigt eine solche Schaltung für den Fall, daß nur ein gewöhnlicher Transformator zur Verfügung steht. Ist dagegen ein angezapfter Transformator verfügbar, so kann die Schaltung einfacher nach Abb. 4 ausgeführt werden.



Eine recht gute Übersicht über die Wirkungsweise der „Elektronenröhren als Detektoren“ gibt Ferdinand Hellpapp im Juli-Heft, S. 599 des „Radio Amateur“ (Wien). Im Anschluß hieran ist ein Artikel „Die musikalisch richtige Gleichrichtung“ in Heft 26, S. 58 der „Radio Welt“ (Wien) zu erwähnen. Bekanntlich ist diese musikalisch richtige Gleichrichtung weder mit dem Audion noch durch die gewöhnliche Anodengleichrichtung zu erzielen. Sie soll sich aber bei der Schaltung gemäß Abb. 5 ergeben. Diese Schaltung ist eine Art Gegentakt-Anordnung, bei der jedoch die Transformatoren auf der Anodenseite der Röhren im Gleichtakt geschaltet sind. Man kann daher prinzipiell statt zweier Transformatoren auch nur einen zur Anwendung bringen.

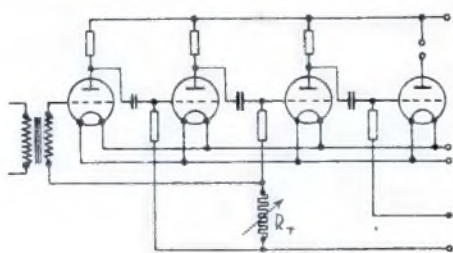


Abb. 7

Dieselbe Zeitschrift gibt in Heft 29, S. 88 eine Transformator-Kopplung (Abb. 6) an, bei der der Transformator T in ähnlicher Weise mit Hilfe einer Eisenkerndrossel D und eines Kondensators C angeschlossen ist, wie dies heute vielfach bei Lautsprechern geschieht. Bei richtiger Wahl der Drossel und des Kondensators soll diese Kopplung eine bessere Wirksamkeit bei tiefen Frequenzen haben als die übliche Transformator-Kopplung ohne Drossel und Kondensator.

Der „Radio Amateur“ (Wien) bringt im Juli-Heft, S. 627 eine Schaltung, die bei Widerstandsverstärkern eine Rückkopplung zu bewirken gestattet. Diese Schaltung zeigt Abb. 7, in der Rr ein regulierbarer Widerstand von einigen Hundert Ohm ist, der weder induktive Wirkungen aufweisen noch wesentliche kapazitive Überbrückungen haben soll. Von der Reinheit des Widerstandes (rein ohmisch) hängt die Frequenzunabhängigkeit der Rückkopplung ab.

Eine interessante Superhet-Schaltung ist in Abb. 8 wieder gegeben. Sie ist Heft 2, S. 20 der Zeitschrift „Ugens Radio“ (Kopenhagen) entnommen. Mit dem Drehkondensator C kann hier die Amplitude der Überlagerungsschwingung, die der Eingangsröhre zugeführt wird, reguliert werden. Der Drehkondensator I dient zur Abstimmung auf die Empfangswelle und der Drehkondensator II zur Abstimmung der Überlagerungsschwingung. Bei ZF ist der Zwischenfrequenz-Verstärker anzuschließen. Die Verwendung der Doppelgitterröhren gewährt auch den Vorteil, daß man gemäß den Angaben in der Zeichnung mit sehr kleinen Anodenspannungen auszukommen vermag.

Grammophon-Verstärker.

Hier ist „The Connoisseur's Six“, ein 6-Röhren-Apparat aus dem August-Heft, S. 20 des „Wireless Magazine“ (London) anzuführen (Abb. 9). Dieser Apparat ist mit zwei Schaltern versehen, die gestatten, das Gerät entweder als Fernempfänger oder als Ortsempfänger oder auch als Grammophon-Verstärker zu benutzen. Für Fernempfang ist der Schalter S_1 in die linke Schaltstellung zu bringen, bei der alle sechs Röhren eingeschaltet sind, für Ortsempfang dagegen in die rechte Schaltstellung, bei der nur die letzten vier Röhren Strom erhalten. Die rechte Schaltstellung von S_1 ist auch bei Grammophonwiedergabe zu benutzen, bei der man im übrigen auch den Schalter S_2 in die rechte Schaltstellung zu bringen hat. Der Anschluß der Abnahme-Dose erfolgt bei SD. Die Drehkondensatoren C_a dienen zur Abstimmung, die veränderlichen Kondensatoren C_n zur Neutralisierung der beiden ersten Stufen und der Drehkondensator C_r zur Rückkopplung. Die Schaltung ist auch insofern absolut modern, als eine der neuesten Gegentakt-Schaltungen bei den

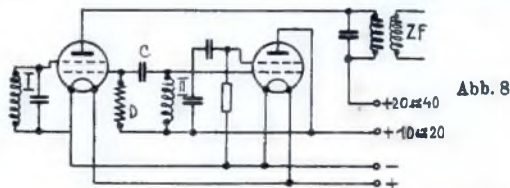


Abb. 8

Endröhren verwendet ist und Beruhigungsketten für die Widerstandskopplung zwischen der dritten und vierten Röhre vorgesehen sind.

Kurzwellen-Schaltungen.

Auf dem Kurzwellen-Gebiet ist über eine ganze Reihe in letzter Zeit erschienener Aufsätze zu berichten. Vor allen Dingen sei auf einen Aufsatz „Ausbreitung der Kurzwellen“ von Prof. O. Pedersen im Juli-Heft des „Funkmagazin“ (Wien), S. 500 hingewiesen. Prof. Pedersen weist experimentell nach, daß sich alle Eigentümlichkeiten der Fortpflanzung kurzer Wellen, nämlich das Auftreten von Schwächungs- und Schwundgebieten, leicht erklären lassen, wenn man annimmt, daß das

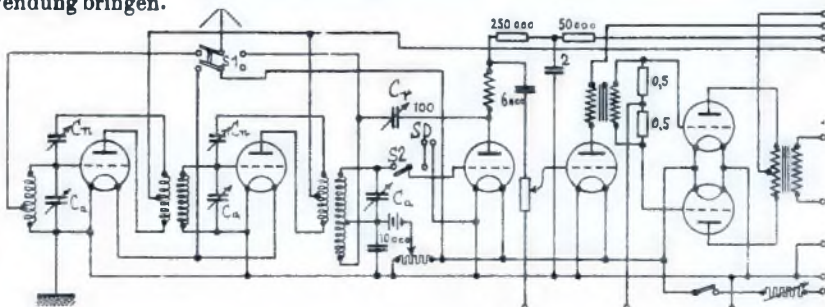
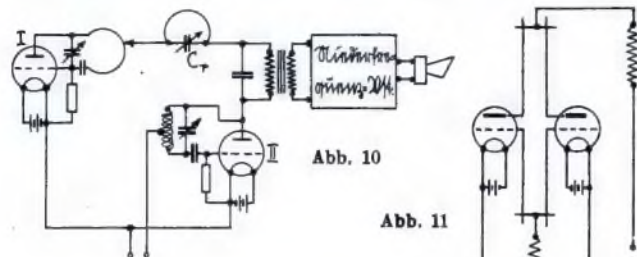


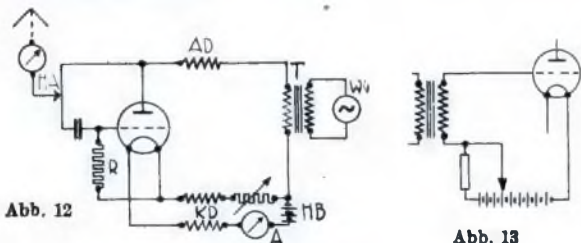
Abb. 9

Brechungsverhältnis für elektrische Schwingungen in der Atmosphäre mit irgendeiner Gesetzmäßigkeit abnimmt, die etwa von der Sonneneinstrahlung abhängig ist. Er zeigt, daß sich ganz ähnliche Verhältnisse ergeben, wenn man einen Lichtstrahl, der ja bekanntlich auch eine elektrische Schwingung darstellt, in eine Flüssigkeit eintreten läßt, deren Brechungsindex in Richtung senkrecht zum Lichtstrahl fortlaufend geringer wird.



Weiterhin ist ein sehr interessanter Artikel „Ultrakurze Wellen“ zu erwähnen, der in den Heften 25, 26 und 27 der „Radio-Welt“ (Wien) erschienen ist. Diesem Artikel ist die Abbildung 10 entnommen. Abb. 10 zeigt einen Superregenerativ-Empfänger für ultrakurze Wellen, das heißt für Wellen von weniger als 10 m Wellenlänge. I ist die eigentliche Empfangsröhre. Die Selbstinduktion ihres Anodenkreises besteht aus einer einzigen Drahtschleife. Bei der geradezu unglaublichen Empfindlichkeit der Superregenerativ-Empfänger ist eine besondere Antenne meist überflüssig. II ist die zur Erzeugung der Superregenerativ-Schwingung erforderliche Röhre, die eine Frequenz von 30 bis 10 000 Hertz liefern mag. Der Drehkondensator Cr bildet zusammen mit einem Drahtbügel einen Zwischenkreis. Sobald dieser Zwischenkreis auf dieselbe Welle abgestimmt wird, wie der Anodenkreis der Röhre I, tritt Rückkopplung ein. Die abgeordnete Niederfrequenz wird über einen Transformator mit parallel geschaltetem Kondensator einem Niederfrequenzverstärker und von diesem dem Telefon oder Lautsprecher zugeführt.

Die Verwendung ultrakurzer Wellen eröffnet bekanntlich die Möglichkeit, die eigentliche Senderwelle zunächst mit Hochfrequenz und dann erst mit Niederfrequenz zu modulieren. Man kann auf diese Weise auf demselben ultrakurzen Wellenband eine ganze Reihe verschiedener, nämlich mit unterschiedlicher Hochfrequenz modulierter Sender unterbringen. Es können zum Beispiel mehrere Stationen die 6 m Welle senden, aber einmal mit einer 300 m Welle, einmal mit einer 400 m Welle, einmal mit einer 500 m Welle usw. moduliert. Es ist dann möglich, trotz der gemeinsamen Grundschwingung (6 m) diese Wellen gesondert zu empfangen. Auch hierüber berichtet der genannte Aufsatz in der „Radio Welt“.



Die „Proceedings of the Institute of Radio Engineers“ (Newyork) veröffentlichten in Nr. 6, S. 715 eine Arbeit von Hidetsugu Yagi mit dem Titel „Beam transmission of ultra short waves“.¹⁾ Es handelt sich um höchst interessante wissenschaftliche Versuche mit einer Schaltung gemäß Abb. 11 ultrakurze Wellen von 60–200 Zentimeter Länge zu erzeugen und diese in gerichteter Form auszustrahlen und aufzunehmen. Bei diesen Wellen von 500 000 000 Schwingungen in der Sekunde nehmen sowohl der Sender wie die Strahlungseinrichtung ganz unwahrscheinliche Formen an, so daß man sie eher für Kinderspielzeuge als für wissenschaftliche Geräte ansehen könnte. Man sieht dies beispielsweise an der Abb. 11, bei der der Anodenkreis des im Gegentakt arbeitenden Senders aus einzelnen Längs- und Querdrahten besteht, die einem Lecher'schen System vergleichbar sind.

Ebenfalls sehr interessant ist der Aufsatz „Röhren-Generator großer Leistung für sehr kurze elektrische Wellen“, von Hans Wechsung in Heft 6, S. 176 des Jahrbuches. Auch hier hat der Sender eine äußerst einfache Form, die in Abb. 12 wiedergegeben ist. Zur Heizung der Röhren dient eine Akkumulatoren-Batterie

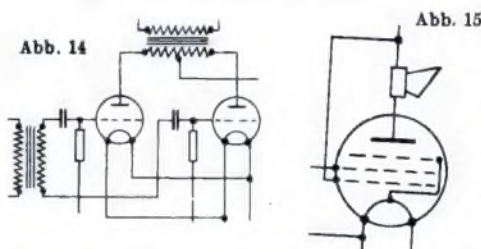
¹⁾ „Gerichtete Strahlung ultrakurzer Wellen.“

HB, deren Strom durch einen Regulierwiderstand auf 3,8 Amperes einzustellen ist, was mit dem Amperemeter A kontrolliert werden kann. In den Zuführungsleitungen des Heizstromes befinden sich die beiden Drosseln KD. Den Anodenstrom liefert über einen Transformator T ein Wechselstrom-Generator WG von 5 Kilowatt und 500 Perioden. In der Anodenstrom-Zuführung ist die Drossel AD vorgesehen. Der Gitter-Ableitungswiderstand R von 1000 Ohm besteht aus Glühlampen. Der Anodenschwingungskreis ist wieder ein Drahtbügel, an den die Antenne angeschlossen wird. Die Antenne hat 75 cm Länge, entsprechend einer Wellenlänge von 3 m des Senders. Mit dem Hitzdrahtamperemeter HA wurde ein Antennenstrom von 2 Ampere gemessen, was einer ausgestrahlten Leistung von 150 Watt gleichkommt. Wechsung hat die Betriebsbedingungen dieses Senders aufs genaueste untersucht.

Es sei hier schließlich noch ein Aufsatz „Mäthing av ultrakorta våglängder“ von E. Andersén in Heft 7, S. 190 des „Radio Amatören“ (Göteborg) erwähnt, der eine sehr brauchbare und einfache Meßeinrichtung für ultrakurze Wellen angibt.

Endverstärkung und Endröhren

In Heft 462, S. 13, der „Wireless World“ (London) findet sich die in Abb. 13 wiedergegebene Schaltung, bei der ein hochohmiger Schutzwiderstand an der Gitterbatterie der Endröhre vorhanden ist. Dieser Schutzwiderstand soll verhindern, daß üble Folgen eintreten, wenn die Gitterspannung der Endröhre während des Betriebes geändert wird.



Dieselbe Zeitschrift bringt in Heft 464, S. 62, die wenig gebräuchliche Push-Pull-Schaltung Abb. 14, die den Vorteil gewährt, daß man auf der Eingangsseite einen ge-

wöhnlichen Transformator zur Anwendung bringen kann.

Erwähnt sei ferner der Aufsatz „Endverstärkerprobleme“ aus dem Laboratorium der Firma Philips in Heft 6, S. 183 des Jahrbuches. Dieser Aufsatz läuft in ein Loblied auf die neuen, als Penthoden bezeichneten Endröhren aus. Mit diesen Penthoden beschäftigt sich auch eine sehr ausführliche Arbeit in der „Wireless World“ (London), Heft 463 und 464. Es ist hier nicht der Raum, auf die Wirkungsweise der Penthoden einzugehen. Es sei nur kurz in Abb. 15 die Gitteranordnung einer Penthode gezeigt. Das Gitter vor der Anode ist mit der Mitte der Kathode verbunden. Das Raumladegitter vor dem Steuergitter ist an die Anodenspannung angeschlossen.

Lautsprecher

Mit der Abhängigkeit der Lautsprecher-Wiedergabe von der Aufstellung des Lautsprechers und den räumlichen Verhältnissen beschäftigt sich ein Aufsatz „Loud speaker location“²⁾ in Heft 461, S. 678 der „Wireless World“ (London).

Ein interessantes Verfahren zur Bestimmung der Obertöne eines Lautsprechers ist in einem Aufsatz von G. v. Bekesy in Heft 5, S. 236 der E. N. T. angegeben.

Messungen

Ein Kompensations-Röhrevoltmeter gibt H. M. Turner in Nr. 6, S. 799, der „Proceedings“ (Newyork) an. Die „L'Onde Electrique“ (Paris) bringt in ihrem Juli-Heft S. 217 einen recht interessanten Aufsatz über Wesen und Wirkungsweise der Superregenerativ-Schaltungen von Pierre David. Ebenso wichtig und interessant sind zwei Aufsätze im Juli-Heft der „Experimental Wireless“ (London), von denen der eine, von L. T. Bird verfaßte einfache Methoden zur Berechnung komplizierter Schwingungskreise nachweist, während der andere von H. E. Kirke sich auf die Berechnung von Niederfrequenz-Transformatoren bezieht.

²⁾ „Lautsprecher-Aufstellung.“

(Schluß von Seite 278)

Spannung ist, so könnte man nämlich auch eine beliebig hohe Verstärkung erzielen.¹⁾ Dem steht freilich die Tatsache entgegen, daß die Röhren nicht jede beliebig hohe Spannung auch wirklich verarbeiten können und daß ferner die Transformatoren mit großem Übersetzungsverhältnis die Wiedergabe gerne verzerren.

Zuletzt sei noch erwähnt, daß die Spannungserhöhung mittels eines Transformators nur mit Wechselstrom gelingt. Nur weil der Strom, der durch die Primärwindungen des Transformators fließt, wechselnd ist, gelingt das Kunststück mit der Spannungsheraufsetzung durch den Transformator. *W. Schrage*

¹⁾ Die Erklärung der Verstärkung im einzelnen mag für ein anderem vorbehalten bleiben.