

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Drahtloser Weckanruf

Alarmzeichen im Funkverkehr.

Der Anruf eines bestimmten Empfängers durch einen Sender, so wie ein Fernsprechteilnehmer über Amt oder Selbstanschlußamt jeden anderen Fernsprechteilnehmer anrufen kann, ist bis heute nicht möglich gewesen. Weder bestand eine Möglichkeit, durch Funkanruf den Teilnehmer zu „wecken“, noch ihm allein die Nachricht zu übermitteln, ohne daß Unbefugte sie hören und ausnutzen konnten. Die letzte Einschränkung wird in absehbarer Zeit noch bestehen bleiben, denn selbst nach praktischer Einbeziehung der kurzen Wellen — in den von Prof. A. Esau, Jena, erforschten Wellengebieten zwischen 2 und 6 m sollen sich ja 10 000 Sendebereiche ohne gegenseitige Störungen unterbringen lassen — wird man kaum für jede Verbindung eine besondere Welle reservieren können. Hingegen ist neuerdings von Polizeihauptmann Dr. Ristow vom „Polizeinstitut für Technik und Verkehr“, Berlin, eine Einrichtung entwickelt worden, die es ermöglicht, einen bestimmten Empfänger zu „wecken“, also auch durch ein Alarmzeichen (Klingel, Lichtzeichen usw.) zu alarmieren. Es ist beim Vorhandensein einer derartigen Einrichtung nicht notwendig, daß dauernd ein Funkdienst tut, oder daß zur Nachrichtenübermittlung bestimmte Tageszeiten vereinbart werden, was in vielen Fällen, wie gerade bei der Polizei, praktisch unmöglich ist. Die Einrichtung erspart Kosten, da der Bedienungsmann des Empfängers in der meisten Zeit andere Arbeiten leisten kann, von denen ihn das Alarmzeichen an den Empfänger abrufft. Jeder in dieser Weise angeschlossene Empfänger hat eine „Nummer“ in der Art von Morsezeichen, die aus einem langen Anfangsstrich, aus einer Reihe kurzer Zeichen und einem langen Schlußstrich besteht. Die Einrichtung ist nicht nur für die Polizei, sondern auch für andere Behörden oder Gesellschaften zweckmäßig, bei denen eine Zentralstelle mit zahlreichen untergeordneten Stellen in dauernder Funkverbindung steht (z. B. Zeitungsverlage). Die Wirtschaftlichkeit der Anlage, deren Preis verhältnismäßig erschwinglich ist, steigt, je geringer durchschnittlich die Zahl der täglich durchgegebenen Meldungen ist, und je größer die Zahl der Empfangsanlagen ist, die mit der Zentralstelle in Verbindung stehen.

Praktisch ist die Zahl der Empfänger, die jeder auf ein bestimmtes Zeichen ansprechen, unbegrenzt, da eine beliebige große Zahl von Variationen der Rufzeichen denkbar ist; denn die zwischen den beiden langen Strichen liegenden kurzen Striche können nach Zahl und Länge verschieden groß sein, und ebenso die zwischen ihnen liegenden Pausen. Innerhalb eines Zeichens für einen bestimmten Empfänger müssen die Längen für die Striche und für die Pausen allerdings gleich sein, weil die Apparatur auf einen bestimmten

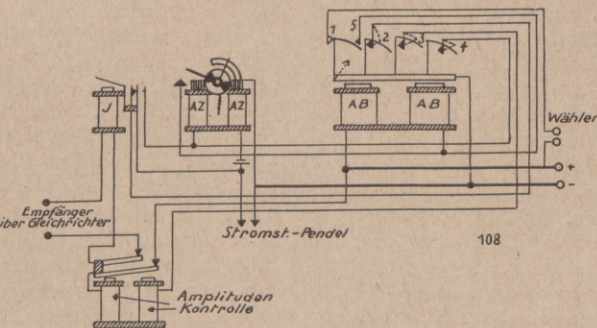
Rhythmus eingestellt ist. Immerhin hat man die Möglichkeit außerordentlich vieler verschiedener Zeichen und damit Teilnehmer. Im Schiffsverkehr gibt es seit geraumer Zeit eine ähnliche Weckeinrichtung, deren Einbau international vereinbart ist auf allen Schiffen, auf denen die Funker nicht dauernd Dienst machen. Diese Anlagen sprechen aber nicht auf Einzelanrufe an, wie die neuerdings entwickelten, sondern nur auf einen bestimmten Sammelanruf, nämlich auf das SOS-Zeichen, auf das sämtliche Empfänger im Empfangsbereich des notrufenden Schiffes reagieren.

Im Berliner „Polizeinstitut für Technik und Verkehr“ sind mit dem neuen Weckanruf, der eine einfache Zusatzeinrichtung zum Empfänger ist, durch den der technische Betrieb nicht erschwert wird, monatelange Versuche gemacht worden, in deren Verlauf 98 v. H. aller Anrufe eines

350 km entfernten 200 Watt-Senders angekommen sind. Auf Grund dieser Erfolge wird die neue Einrichtung jetzt im Polizei-Funkverkehr Preußens eingeführt. Die Schwierigkeit der Konstruktion lag vor allem darin, daß sie durch Störungen entstehende Fehlanrufe gewissermaßen durch eine Art Siebvorrichtung selbsttätig ausschalten und unbedingt auf das vereinbarte Anrufzeichen, auf das sie eingestellt ist, reagieren muß, also auf die bestimmte

Anzahl der kurzen Striche zwischen den bestimmten Pausen. Der Empfänger ist auf die Welle, auf der der Anruf erfolgt, abgestimmt, und nimmt daher auch alle anderen Anrufe und Störimpulse des betreffenden Wellengebieten mit auf.

Mit Hilfe mehrerer Relais wird ein aus der Fernsprech-Selbstanschlußtechnik bekannter Schrittwähler vorgetrieben bis zu dem Schritt, an dem sich die Alarmeinrichtung befindet, die nach Beendigung des langen Schlußstriches eingeschaltet wird. Der ganze Anruf dauert durchschnittlich etwa 10 bis 15 Sekunden, und auch in empfangsgünstigen Gegenden werden innerhalb dieser Zeit vielfach Störungen auftreten, die das Anrufzeichen verwischen, also etwa die kurzen Striche verlängern oder in den Pausen den Schrittwähler vorzutreiben versuchen. Trotz dieser Störungsmöglichkeiten soll das vereinbarte Zeichen, und nur dieses, aber bis zum Schrittwähler durchdringen, was durch folgende Anordnung erreicht wird.



Vom 12. Oktober ab wird die technische Auskunfterteilung des „Funk-Bastler-Laboratoriums“ wieder zweimal wöchentlich stattfinden. Sprechstunden sind
Mittwochs von 17.00 bis 19.00 Uhr,
Sonabends von 15.00 bis 17.00 Uhr.

Die vom Empfänger aufgefangenen Impulse wirken über einen Gleichrichter auf das Relais J, das bei bestimmten Stromstärken anspricht. Im Stromkreis der Wicklung dieses Relais liegt das wichtigste Mittel der Störbeseitigung, das als Amplitudenkontrolle bezeichnet wird. Jedes elektromagnetische Relais zieht nur bei bestimmter Stromstärke und mit einer gewissen Verzögerung (bis etwa $\frac{1}{30}$ Sekunde) an. Schon dadurch wird eine erhebliche Zahl von Störungen unwirksam gemacht. Dagegen genügen im angezogenen Zustand viel geringere Stromstärken, um das Relais festzuhalten. Ein Relais mit einer Anzugsempfindlichkeit von etwa 10 mA „klebt“ z. B. noch bei etwa 6 mA. Die meisten Störer liegen aber etwa in der Größenordnung von 6 bis 10 mA. Durch die eingeschaltete Amplitudenkontrolle wird auf einfache Weise der Anker des Relais durch kurze Stromunterbrechungen zum Abfall gebracht und zieht erst wieder an, wenn der Impulsstrom 10 mA beträgt. Dadurch ist ein Klebenbleiben infolge von Störimpulsen unter 10 mA ausgeschlossen. Die Apparatur beginnt erst zu arbeiten, nachdem der erste Impuls so lange gedauert hat, wie das Zeitrelais mit Anzugsverzögerung AZ zum Anzug des Ankers braucht. Diese Zeit entspricht der Dauer des langen Anfangsstriches des Zeichens. Dann erst wird das Relais AB zum Ansprechen gebracht, das, im Gegensatz zum Relais AZ,

nicht mit einer Anzugsverzögerung arbeitet, sondern mit einer Verzögerung des Ankerabfalles. Bei jedem Anzug des Ankers von AB macht der Schrittwähler einen Schritt vorwärts. Die weitere Steuerung der Apparatur erfolgt nicht mehr durch die eintreffenden Impulse des Anrufzeichens, sondern selbsttätig durch das Relais AB. Bei Beendigung des Ankerabfalles wird das Relais neu erregt, der Anker zieht wieder an, der Wähler macht einen weiteren Schritt vorwärts. Die eintreffenden Impulse des Anrufzeichens dienen lediglich als Kontrolle dieses Vorganges, mit dem sie synchron laufen müssen. Bei auftretendem Asynchronismus wird ein Stromstoßpendel ausgelöst, das die Apparatur in die Ausgangsstellung zurückbringt und ein Weitervorwärtstreiben des Schrittwählers, und damit schließlich die Abgabe des Alarmzeichens, verhindert. Dieses Stromstoßpendel arbeitet aber auch mit einer geringen Verzögerung, um die kurzen Störimpulse, die die Amplitudenkontrolle noch durchgelassen hat, nicht zur Auswirkung gelangen zu lassen. Praktisch wird der Weckanruf nur unmöglich gemacht durch lange Störungen hoher Amplituden, die von sich aus schon jeden Hörempfang ausschließen, also, bei einigermaßen selektiven Empfängern, hauptsächlich durch schwere atmosphärische Störungen, gegen die man heute im Funkverkehr sowieso noch machtlos ist.

Dipl.-Ing. A. Lion.

Die Rundfunkkonferenz im Haag

Auf dem Wege zur einheitlichen Berechnung der Sendeenergien. — Wie steht es um die Sendeerlaubnis? — Immer wieder Wellenverteilung.

Im Haag haben sich wieder einmal führende Persönlichkeiten des Funkwesens aller Länder zusammengefunden, um sich über Fragen der Funktechnik, die einer internationalen Regelung bedürfen, auszusprechen und eine Einigung herbeizuführen. Es handelt sich bei dieser Konferenz durchaus nicht lediglich um die Frage der Wellenverteilung, sondern um eine große Anzahl anderer Dinge, die sich aus der länderumfassenden Eigenart des Funkwesens ergeben.

Es können hier nur einige dieser Fragen, soweit sie besonders für die Rundfunkteilnehmer und den Amateur von Interesse sind, kurz gestreift werden. Zu denjenigen Fragen, über die trotz der außerordentlich vielseitigen und einander widerstrebenden Interessen am ehesten eine Einigung erzielt werden dürfte, gehören die Bezeichnungs- und Normungsfragen. Auch diese Fragen sind nicht nur von rein technisch-wissenschaftlicher Bedeutung, sondern berühren auch die Interessen vieler Rundfunkteilnehmer, sofern sie sich mit Fernempfang beschäftigen. Man hört oft Klagen darüber, daß ferne Sender großer Energie nur schwer im Empfänger zu erhalten sind, während andere, deren Energie als wesentlich kleiner angegeben wird, leicht in großer Lautstärke empfangen werden können. Das liegt zum Teil sicherlich in besonderen örtlichen Verhältnissen des Empfängers oder des Senders begründet. Zum Teil ist es aber auch darauf zurückzuführen, daß die Angaben der Sendeenergie für die einzelnen Sender auf ganz verschiedener Grundlage beruhen, so daß gleiche Zahlenangaben für die Sendeenergien keineswegs eine Gewähr dafür bieten, daß die Aussendungen zweier Sender mit gleicher Energie erfolgen. Der eine Sender gibt als Leistung die gesamte Anodenverlustenergie, der andere die abgegebene Schwingungsleistung an, ein dritter die von der Antenne aufgenommene Energie. Das sind völlig verschiedene und untereinander kaum vergleichbare Werte.

Aber selbst dann, wenn man die von der Sendeantenne aufgenommene Energie betrachtet, so ist das für die Telegraphiesender zwar eine einigermaßen eindeutige Angabe, nicht dagegen für die Telephonie. Denn hier kommt es ja im wesentlichen darauf an, bis zu welchem Betrage die Energie angesteuert ist. Bekanntlich darf man bei der Telephonie, um einen sauberen Empfang zu gewährleisten,

die Sendeenergie nicht zwischen einem Maximalwert und dem Nullwert schwingen lassen, was für die Telegraphiezwecke unbedenklich ist. Vielmehr darf die Energie nur bis zu einem gewissen Prozentsatz der maximalen Energie bei der Modulation geschwächt werden. Je kleiner dieser Prozentsatz ist, um so weniger also durchmoduliert wird, um so besser ist, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, die Klangwiedergabe im Empfänger, um so geringer ist aber auch der für die Fernwirkung in Frage kommende Prozentsatz der gesamten Antennenenergie.

Man sieht daraus, wie ungeheuer verschieden Angaben über die Sendeenergie sein können, je nachdem, welcher Teil der vom Sender erzeugten Energie als Grundlage für die Angabe benutzt wird. Es ist zu hoffen, daß es der Haager Konferenz gelingt, eine Einheitlichkeit dieser Angaben international durchzuführen.

Weitaus schwieriger dürfte es sein, eine Einigung über die vielumstrittene Frage des Amateursendens herbeizuführen. Hier hat Amerika seit langem eine verhältnismäßig freiheitliche Regelung durchgeführt und das Senden auf bestimmten Bändern an die Erfüllung verhältnismäßig leicht zu erfüllender Bedingungen geknüpft. Auch Rußland scheint in dieser Beziehung dem amerikanischen Vorbild folgen zu wollen. Auch die Stellungnahme Englands wird von den Sendeamateuren optimistisch betrachtet. Dagegen dürften sich in den meisten andern Ländern starke Bedenken ergeben, so daß es außerordentlich zweifelhaft erscheint, ob es hier zu einer einheitlichen Stellungnahme kommen wird.

Ebenso schwierig liegt die Frage der Wellenverteilung. Hier sind die Wünsche so vielseitig, und es treten stets neue Interessenten mit immer neuen Wünschen auf, daß keine Aussicht besteht, auch nur einigermaßen allen Wünschen gerecht zu werden. Bezüglich der Rundfunkwellen wäre es jedenfalls dringend erwünscht, wenn der jetzt festgelegte Wellenabstand von 9000 Hertz auf keinen Fall verkleinert würde. Im übrigen dürfte auf diesem Gebiet in absehbarer Zeit kaum eine wesentliche Besserung zu erhoffen sein, es sei denn, daß es gelänge, den Betrieb von mehreren Sendern auf gleichen Wellen in weit größerem Umfange durchzuführen, als das bisher der Fall ist.

Dreiröhren-Ortsnetzempfänger

Baubeschreibung des im Bastel-Preisausschreiben der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft mit einem ersten Preis ausgezeichneten Gerätes.

Von
Frido Kretzschmar.

Mit der Einführung der Röhren, welche direkt oder indirekt aus dem Wechselstromnetz geheizt werden können, trat ein Wendepunkt im Empfängerbau ein. Doch wie so viele auf dem Markt erscheinenden Neuheiten mußten auch diese Röhren verschiedene Kinderkrankheiten durchmachen, ehe sie in ihrer jetzigen Gestalt und Leistung von den verschiedenen Firmen geliefert werden konnten. Vorsichtige Bastler also, die vorher gezögert hatten, haben jetzt keinen Grund mehr, vor dem Bau von hochwertigen Empfängern mit Hochfrequenzstufen, ausgerüstet mit diesen Röhren, zurückzuschrecken. Mit der Vervollkommnung der Röhren hielt die Herstellung von Transformatoren und

Weg gezeigt werden, wie er sein vorläufig für Gleichstrom verwendbares Gerät schon im voraus so schalten kann, daß er später leicht zu Wechselstrom übergehen kann, ohne nochmals neue Leitungen verlegen zu müssen. Angenommen ist hierbei, daß bei Gleichstrombetrieb die Heizung der drei Röhren aus dem Akku erfolgt, bei Wechselstrom dagegen im Audionkreis und der ersten Verstärkerstufe indirekt geheizte Wechselstromröhren und in der zweiten Verstärkerstufe eine gewöhnliche Endverstärker-röhre Verwendung finden.

In dem preisgekrönten Apparat bewirkt ein Stecker mit sehr viel Stiften die Umleitung verschiedener Stromwege.

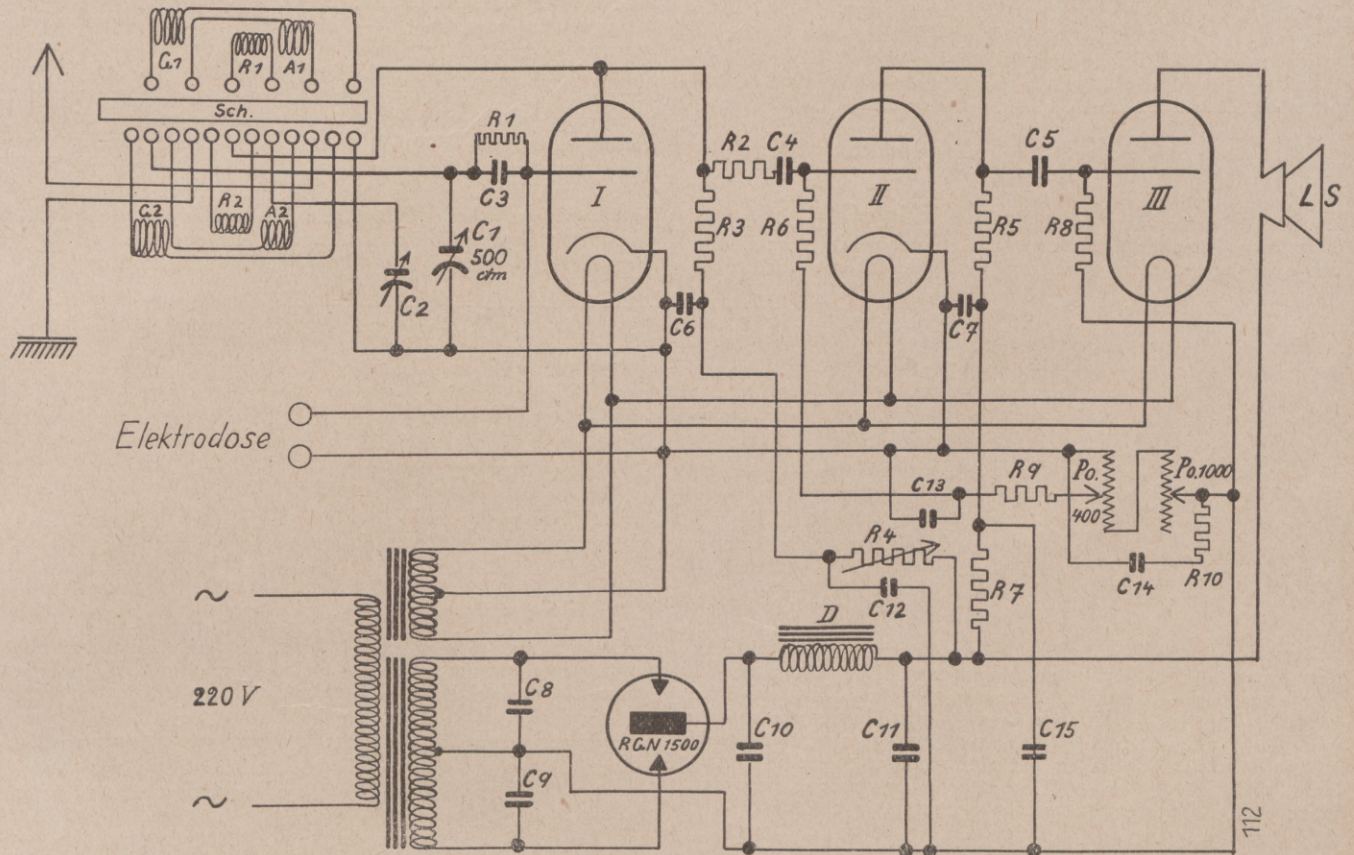


Abb. 1. Die Prinzipschaltung.

Drosseln gleichen Schritt. Es wurde danach gestrebt, die Leistungen dieser wichtigen Bestandteile zu steigern, ihre Dimensionen aber zu verkleinern. Dies wirkte sich insofern günstig aus, als hauptsächlich die von der Industrie in den Handel gebrachten Netzempfänger dem Kunden in kleiner, gefälliger Form vorgesetzt werden können.

Wenn jetzt nun noch mancher Hörer oder Bastler zögert, sich einen Netzempfänger anzuschaffen oder zu bauen, hat dies oft seinen Grund in der Befürchtung, daß, wie augenblicklich in Berlin, sein Stromnetz von Gleich- in Wechselstrom umgeschaltet wird und dadurch sein Empfänger in seiner augenblicklichen Form nicht zu verwenden sein würde. Es gibt allerdings schon Vorsatzgeräte, die diesem Übelstande abhelfen. Dadurch wird aber wieder das Inventar vermehrt, und außerdem machen sich im Empfänger mitunter Abänderungen notwendig, die nicht leicht zu überwinden sind.

Dem Bastler nun, der mehr auf universelle Verwendbarkeit seines Gerätes als auf besonders kleine Ausmaße sieht, soll durch Beschreibung des vorliegenden Empfängers ein

Die Bequemlichkeit, mit einem Griff diese Umschaltung vornehmen zu können, erfordert aber eine ziemlich komplizierte Leitungsführung, wie aus Abb. 3 zu ersehen ist. Außerdem dürfte manchem Bastler die Anfertigung eines solchen Steckers große Schwierigkeiten bereiten, und so sei darum in der Beschreibung ein einfacherer Weg gezeigt, der zum gleichen Ziel führt.

Die Schaltung.

Die Schaltung weicht nur unwesentlich von mehreren veröffentlichten Schaltungen von Netzortsempfängern ab. Es ist ein Widerstandempfänger mit Leithäuser-Rückkoppelung und Gittergleichrichtung. Zuletzt ist eine solche Schaltung im „Funk-Bastler“ 1929, Heft 4, veröffentlicht worden. Da einige kleine Abänderungen durch anders angeordnete Gittervorspannung und Verwendung eines Weilo-Transformators mit der Gleichrichterröhre RGN 1500 sich notwendig machten, sei auf das Schaltbild (Abb. 1) verwiesen. Zur Regulierung des Anodenstromes für den Audionkreis wurde ein veränderlicher Hochohmwiderstand

anstatt eines festen vorgesehen. Wenn die Gitterspannung dem Netz entnommen werden soll, spielen sehr viele Zufälligkeiten mit, die einen einwandfreien Empfang gefährden können. Außerdem sind die Aufwendungen an Be-

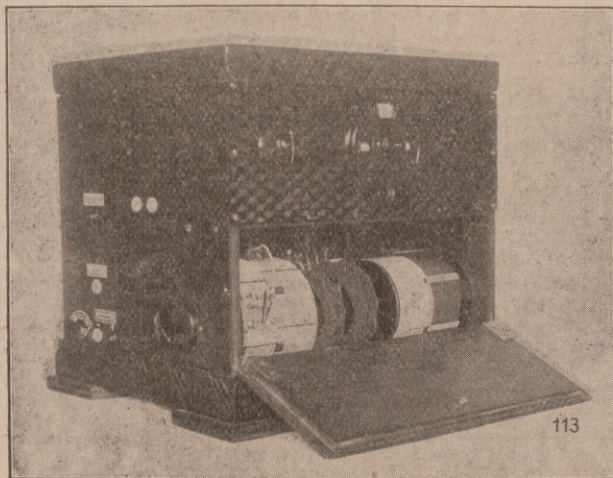


Abb. 2. Vorderansicht des Empfängers, Spulenraum geöffnet.

standteilen unverhältnismäßig hoch gegenüber der Verwendung von kleinen Gitterbatterien, welche billig sind und lange aushalten. Hauptsächlich sind die Potentiometer die

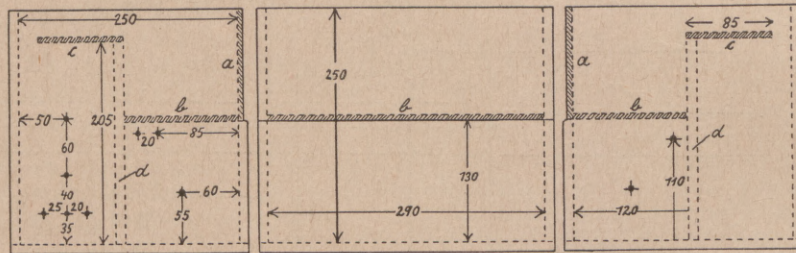


Abb. 4. Die Maße des Holzkastens.

Fehlerquelle. Der Stift, nach dem durch die Schleiffeder der Mittelabgriff Verbindung bekommt, geht meistens im Loch zu lose. Dieser mangelhafte Kontakt hat unreinen Empfang zur Folge. Wer sich den Empfänger nachbauen will, kann also, unter Weglassung der angekreuzten Teile in der Stückliste¹⁾, billiger mit viel weniger Mühe und vielleicht mehr Erfolg eine Gitterbatterie verwenden, die ihren Platz an der Unterseite der Hartgummiplatte c findet.

Der Aufbau.

Durch Verwendung von Zylinderspulen mußte der Aufbau des Empfängers gegenüber der obenerwähnten Bauanleitung vollständig verändert werden. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen den Empfänger von der Vorder- und der Rückseite. Der von jedem Bastler leicht selbst zusammenschraubbare Holzkasten ist in Abb. 4 von links, rechts und vorn im Schnitt skizziert mit Angabe der Maße für verschiedene Löcher in den Seitenteilen. Die Löcher für die zwei Drehkondensatoren in der Hartgummiplatte a richten sich nach den verwendeten Typen und konnten darum nicht angegeben werden. Der Kasten besteht aus drei Abteilen. Einmal ist der Kasten in seiner Längsrichtung durch eine Zwischenwand halbiert, so daß ein Vorder- und ein Hinterabteil entstehen. Das vordere Abteil ist noch einmal in ein Ober- und Unterabteil unterteilt. Im Oberteil sind die Röhren, die zwei Drehkondensatoren und die Schaltelemente für die Widerstandsverstärkung untergebracht, im Unterteil die Spulen und der dazugehörige Schalter. Der hintere Raum ist zur Aufnahme der Netzanschlußteile bestimmt.

Der Kasten wird aus 8 mm oder besser aus 10 mm starkem Sperrholz zusammenschraubt. Erst einmal provisorisch,

dann noch einmal auseinandergenommen, innen gebeizt, wieder zusammenschraubt und nun auch außen gebeizt. In Abb. 4 sind a, b und c Hartgummiplatten, a die Vorderplatte 310 × 120 × 6 mm groß. Auf dieser werden die beiden Drehkondensatoren montiert. Zur Vermeidung von Handkapazität ist eine Aluminiumplatte unter den Drehkondensatoren, natürlich ohne diese irgendwo zu berühren, vorteilhaft; b ist eine Hartgummiplatte, 290 × 120 × 6 mm groß, auf der die Röhrenbuchsen und die verschiedenen Hochohmwiderstände für die Verstärkung montiert sind; c ist eine Hartgummiplatte, 290 × 85 × 6 mm groß, auf deren Unterseite die Schaltelemente für die Gitterstromentnahme montiert werden. Der Hinterdeckel des Kastens kann von oben einschiebbar eingepaßt werden. Wenn die Steckerstifte für den Netzstrom im Innern des Kastens angebracht werden, dann muß zur Inbetriebnahme der Stecker durch den Hinterdeckel gesteckt oder umgekehrt der Stecker erst herausgezogen werden, ehe man zum Netzanschluß herankommt. Die Einrichtung entspricht dann den Bestimmungen des V. D. E.

Vor dem Zusammenbau ist noch der Wellenschalter anzufertigen. Es gibt mehrere Mehrfachschalter im Handel. Meistens sind sie in ihren Abmessungen zu klein oder sonstige ungeeignet. Der nachstehend beschriebene Schalter eignet sich zur Selbstanfertigung. Wenn ein im „Funk-Bastler“ 1929, Heft 4 beschriebener Schalter weniger Schwierigkeiten in der Anfertigung machen sollte, kann auch dieser verwendet werden, natürlich mit der gleichen Anzahl von Anschlußfedern. Abb. 5 gibt Aufschluß über die Maße und die Art der Ausführung. Ein 170 mm langes, 35 mm breites Stück Hartgummi a trägt auf beiden Seiten, von unten angeschraubt, zwei Stück Hartgummi b als Lager für die Achse und Walze. Die Walze c besteht aus Hart-

gummirohr von 11 mm oder 12 mm Außen- und 4 mm oder 5 mm Innendurchmesser. In dieses Hartgummirohr werden sechs Löcher an der auf der Skizze angegebenen Stelle mit

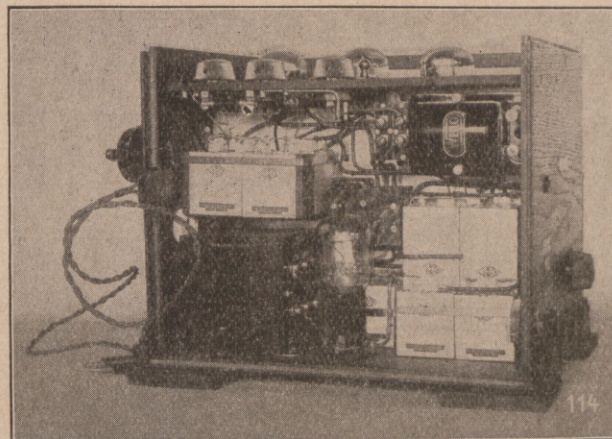


Abb. 3. Innenansicht des preisgekrönten Empfangsgerätes.

einem so starken Bohrer quer durchgebohrt, daß man 1,5 mm starke Kupferstifte, die ungefähr 2 mm länger sind, als das Hartgummirohr stark ist, und auf beiden Seiten abgerundet werden müssen, stramm hineindrücken kann. Um ein Viertel des Walzenumfanges weiter werden zwölf wei-

¹⁾ Folgt im Heft 42 des „Funk-Bastler“.

tere Löcher in gleicher Stärke gebohrt, in welche an beiden Seiten ganz kurz umgebogene Stücke desselben Drahtes eingedrückt werden. Die durch die Walze gehenden Stifte vermitteln beim Umschalten den Empfang auf den Rundfunkwellen, die obenaufliegenden Stifte dagegen bei einer Vierteldrehung des Schalters den Empfang auf langen Wellen. Es sind nun noch aus Messing- oder besser Neusilberfederblech von 0,3 mm Stärke 18 im Winkel gebogene, an einem Schenkel mit 3 mm großem Loch durchbohrte Federn d anzufertigen, von denen auf der einen Seite der Hartgummiplatte 12 Stück im Abstand von je 12 mm, auf der anderen Seite 6 Stück im Abstand von je 24 mm aufgeschraubt werden. In die Walze wird dann auf einer Seite ein kurzes, gut im Loch sitzendes Stück Rundmessing, auf der anderen Seite ein langes, noch durch die rechte Seitenwand reichendes Stück gesteckt. Dies muß mit der Walze

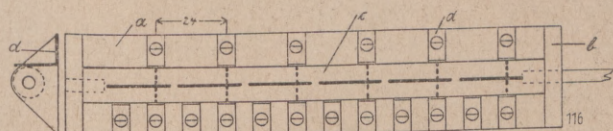


Abb. 5. Der Spulenumschalter.

verstiftet werden, damit beim Drehen des außen befindlichen Knopfes die Walze mitgenommen wird.

Die Spulen.

Für den Rundfunkbereich ist eine kapazitätsarm gewickelte Zylinderspule¹⁾ vorgesehen. Sie ist mit Abstand aus 0,7 mm starkem, doppelt baumwollumspunnenem Draht in Form von 52 Windungen, 90 mm Spulendurchmesser, gewickelt. Über dieser Gitterspule sitzt, durch schwache Hartgummistäbchen zentrisch gehalten, die Antennenspule, aus gleichem Draht mit gleichem Wicklungssinn in 18 Windungen von 95 mm Durchmesser gewickelt. Vorteilhaft wird diese Spule an der 14. und 16. Windung angezapft, um sie der Antenne besser anpassen zu können. Die Träger für beide Spulen, d. h. für Rundfunk- und Langwellenbereich, sind zwei Pertinaxrohre von 80 mm Durchmesser. Das Papprohr für den Rund-

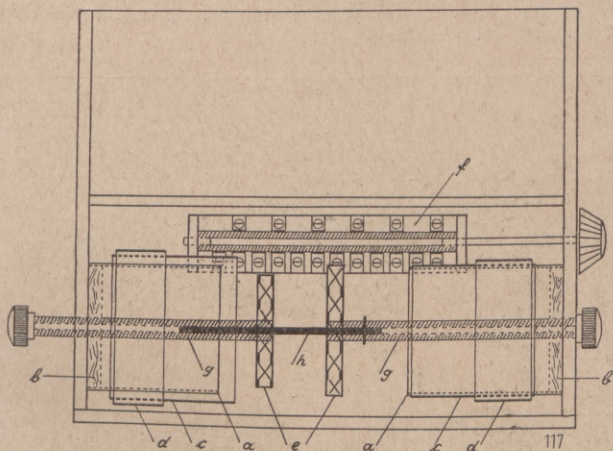


Abb. 6. Die Anordnung der Spulen.

funkbereich wird 80 mm, für die Langwellen 90 mm lang abgeschnitten.

Die Langwellenspule wird mit 205 Windungen im gleichen Wicklungssinn aus 0,3 mm doppelt mit Seide umspunnenem Draht, Windung an Windung liegend, auf den Pappzylinder gewickelt, 2 mm vom Rohrende anfangend. Die Antennenspule besteht aus 60 Windungen doppelt mit Seide umspunnenem Draht von 0,5 mm Stärke, die man auf einen Zylinder von 85 mm Durchmesser wickelt und, nachdem man sechs schmale Kartonstreifen über die Windungen geklebt hat, davon abzieht. Auch diese Antennenspule wird mit dünnen Papp- oder Hartgummistreifen zentrisch über der Gitterspule angeordnet. In je eine Öffnung der beiden Papprohre ist eine runde Holzplatte eingepaßt und ein-

¹⁾ Die hier verwendete Spule ist im „Funk-Bastler“ 1927, Heft 48, ausführlicher beschrieben. — Ein kurzer Auszug aus dieser Anleitung gelangt auf Seite 654 zum Abdruck.

geleimt oder eingeschraubt. Die Holzscheiben haben in der Mitte ein so großes Loch, daß ein Hartgummirohr von 11 mm oder 12 mm Durchmesser, vielleicht das gleiche wie für den Wellenschalter, leicht durchzuschieben geht. Abb. 6

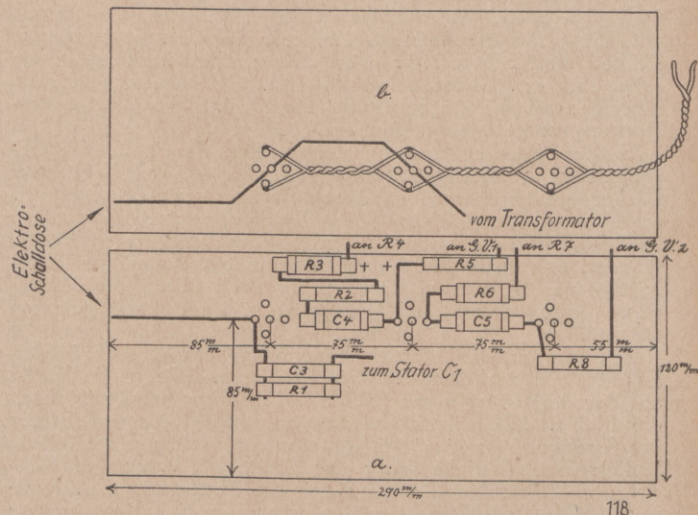


Abb. 7. Die Röhrenplatte mit den Widerständen.

gibt über die ganze Anordnung von Spulen, Rückkopplung und Wellenschalter im Schnitt Aufklärung, a sind die Pertinaxrohre, b die Holzscheiben darin, c die Gitterspulen, d die Antennenspulen, e die Rückkopplungsspulen, f der Wellenschalter, g zwei Hartgummirohre, h ein in das Loch des Hartgummirohres passendes Stück Rundmessing, das mit dem einen Rohr verbohrt ist und im anderen sich sehr leicht schieben lassen muß. Die zwei Spulen werden an die beiden Seitenwände angeschraubt und in den Kasten die gleichen Löcher wie in die Holzscheiben gebohrt. Alles zusammen muß so angeordnet sein, daß man beim Empfang die Rückkopplungsspulen, die auf irgendeine Weise auf den Rohrenden befestigt sind, mit feinem Gefühl leicht hin und her bewegen kann. Die doppelte Regulierbarkeit beim Rückkoppeln bietet große Anpassungsmöglichkeiten, hauptsächlich bei Fernempfang: Zum Grobeinstellen dient die Spulenverstellung, zum Feineinstellen und Lautstärke-regulieren der Rückkopplungskondensator. Die Rückkopplungsspulen sind die im Handel erhältlichen Korbbodenspulen. 50 Windungen für Rundfunk- und 75 Windungen für Langwellenbereich.

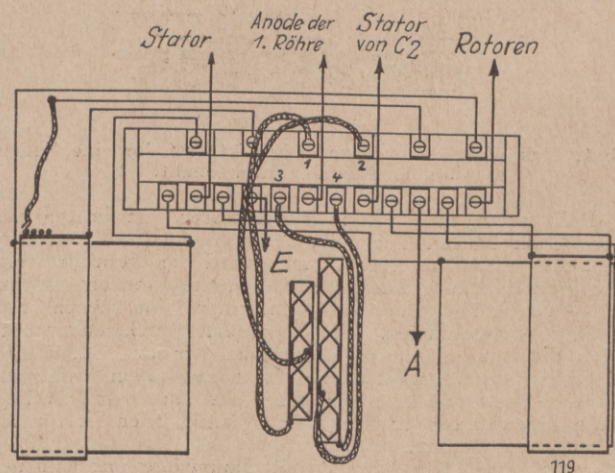


Abb. 8. Die Verbindungen zwischen Spulen und Schalter.

Die Leitungsverlegung.

Wir beginnen mit dem Schalten der Platte b (Abb. 7), die Löcher für die Röhrenbuchsen werden im angegebenen Abstand gebohrt. Die vier außenstehenden Buchsen werden von unten durchgesteckt und oben angezogen. Die Mittelbuchse dagegen von oben und von unten angezogen. Die Röhrenbuchsen müssen mit rundem Kopf und ohne Lötansatz sein. Abb. 7 zeigt a die Platte von oben, b dieselbe

von unten gesehen. Die Anschlüsse an die Hochohmwiderstände R 3, R 5, R 6 und R 8 kommen vom Netzgerät durch die Holzmittelwand und demnach auch durch die auf ihr liegende Aluminiumplatte. Das Loch für Durchgang dieser Drähte muß genügend groß sein und der Draht in Isolierrohr verlegt werden. Auf der Rückseite der Platte b wird nur mit Litze die Heizleitung, und mit Schaltdraht wird die Kathodenleitung verlegt. Von der Kathodenleitung einerseits und der Gitterbuchse der ersten Röhre andererseits führen zwei Leitungen nach zwei für Schallplattenverstärkung vorgesehenen Buchsen.

In die Platte müssen an den beiden durch Kreuze bezeichneten Punkten zwischen R 3 und R 5 (Abb. 7) zwei Löcher gebohrt werden, durch welche zwei Anschlüsse, einer nach dem Stator des Rückkopplungskondensators und der andere nach der Anodenbuchse der ersten Röhre, führen. Das freie Ende der Litze, mit welcher die Heizleitung verlegt wurde, wird später auch durch die Mittelwand gezogen und muß ungefähr 25 cm lang gelassen werden.

Den zweiten Teil der Drahtverlegung macht Abb. 8 klar. Es ist dazu nichts weiter zu erwähnen. Die zwei Drähte auf der Abbildung oben führen, wie vorher erwähnt, durch die Platte. Die beiden Zuleitungen nach Rotor und Stator des Drehkondensators verlegt man besser im Unterteil in Isolierschlauch, dicht unter der Platte bis unter den Kondensator führend und dann durch die Platte zum Anschlußpunkt. Die Anschlüsse der Spulen an den Schalter stimmen nur dann, wenn der Wicklungssinn aller Spulen der gleiche ist. Wenn die Rückkopplungsspule nicht koppeln sollte, sind die beiden Anschlüsse 1 mit 2, natürlich dann auch 3 mit 4, zu vertauschen. Wenn das Spulenabteil fertig geschaltet ist, kann die Platte b eingesetzt und auch die Platte a vorn angeschraubt werden, um die wenigen Verbindungen im vorderen Teil noch fertigzustellen.

(Fortsetzung folgt.)

*

Der Aufbau der dämpfungsarmen Spulen für den Rundfunk-Wellenbereich des Dreiröhren-Netzortsempfängers.

Auszug aus einer Bauanleitung in dem vergriffenen „Funk-Bastler“ 1927, Heft 48.

Als Wickelkörper, der zur Herstellung der Wicklung notwendig ist, auf dem die Spule aber nicht verbleibt, wird



Abb. 1. Das Wicklungsschema. Oben ist erst der eine Faden, unten sind beide durchgehäht.

ein Rohr von genau 90 mm Durchmesser, am besten aus Messing, im Notfall aus Hartpapier, benutzt; Wandstärke 1 mm, Länge 150 mm. Am Umfang wird das Rohr in sechs Teile geteilt; die gefundenen Teilstriche werden 100 mm lang — vom Ende gemessen — mit einer 1 bis 1,5 mm breiten Säge eingeschnitten. Der Sägeschnitt muß sauber entgratet, die Kanten müssen abgerundet werden. Damit sich die sechs federnden Rohrteile beim Bewickeln nicht zusammenziehen, muß oben in das Rohr ein 10 mm breiter, gerade hineinpassender Ring aus Messing oder Hartpapier eingeschoben werden.

Es sind etwa 15 m doppelt mit Baumwolle umspinnener Kupferdraht von 0,7 mm Durchmesser notwendig. Das eine Ende des Drahtes wird wie beim Richten von Schaltdraht an einer Türklinke befestigt, das andere kurz hinter dem 10 mm breiten Ring in einen Schlitz des Wicklungskörpers ein- und aus dem nächsten wieder nach außen geführt. Durch Drehen des Rohres nach sich zu, entgegen dem Uhrzeigersinne, bringt man Windung nach Windung auf, dabei den Draht nicht zu stark anziehend, bis 52 voll sind. Die einzelnen Windungen müssen sich auf dem Wickelkörper noch hin und her schieben lassen.

Zum Abbinden oder Nähen wird Perlarn, stärkste Nummer (sogenanntes Planetengarn), benutzt. Auf einen Faden von etwa 70 cm Länge werden an beiden Enden nicht zu starke Nadeln gefädelt. Man läßt, von vorn gezählt, zwei Windungen frei, sticht nach der dritten Windung mit der einen Nadel von oben durch einen Schlitz des

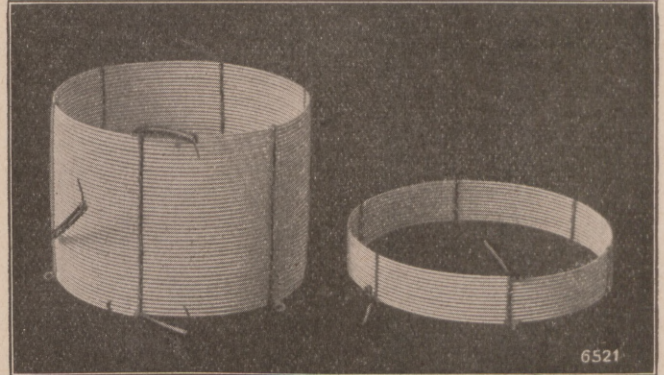


Abb. 2. Die fertig gewickelten und abgegebundenen Spulen.

Rohres nach innen, hinter der vierten wieder nach außen. Der Faden wird so weit durchgezogen, bis man zwei gleich lange Hälften hat. Nun sticht man mit der anderen Nadel neben dem eben nach außen gezogenen Faden nach innen, hinter der folgenden Windung wieder nach außen. Und nun abwechselnd weiter, so daß die Wicklung gemäß Abb. 1 festgelegt wird. Hinter der 52. Windung wird mit doppeltem Knoten abgeunden. Der Faden ist stets anzuziehen, damit die Windungen sauber zusammengenäht werden.

So werden alle sechs Nähte ausgeführt und die Spule darauf vom Rohr abgenommen. Die fertige Spule hat das Aussehen der Abb. 2.

Die Antennenspule benötigt einen Wickelkörper von 95 mm Durchmesser, 100 mm Länge, mit sechs 40 mm langen Schlitzten. Sie bekommt 18 Windungen gleichen Drahtes im gleichen Wicklungssinn und Anzapfungen nach der 14. und 16. Windung.

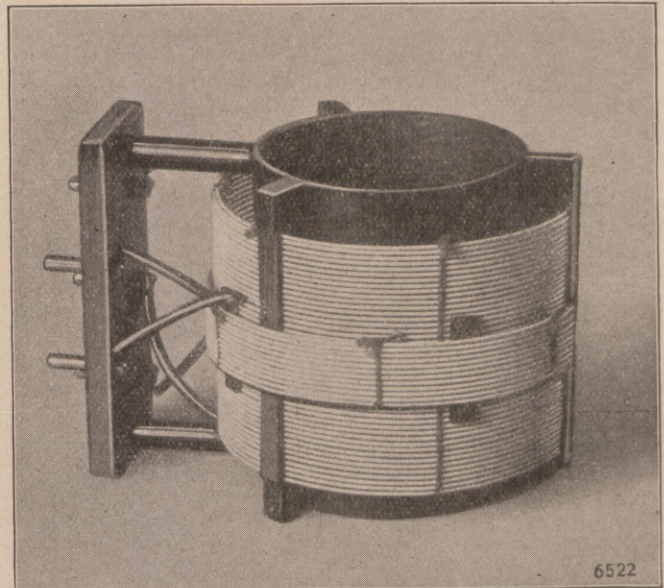


Abb. 3. Die montierte Spule.

Die Montage der Spulen geht aus Abb. 3 hervor. Als Haltekörper dient ein Pertinaxrohr von 80 mm Durchmesser, auf dem drei Hartgummileisten von je etwa 5 mm Höhe befestigt werden müssen, so daß sich die Spule ganz willig darüberschieben läßt. Zum Halten der Antennenspule auf der Gitterspule werden Pappstreifen von 1 mm Stärke zwischen Gitter- und Antennenspule eingeschoben.

Akustische und elektroakustische Fragen

Von
Albrecht Forstmann.

Inhaltsübersicht.

- I. Akustik: A. Allgemeines. B. Die Schwingungen von Sprache und Musik. C. Aufnahme und Hörbarmachung von Sprache und Musik durch das Ohr. D. Raumakustik.
- II. Elektroakustik: A. Schallempfänger: 1. Mikrophone; 2. Tonabnehmer. B. Schallsender: 1. Lautsprecher; 2. Tonschreiber.
- III. Schlußwort.

I. Akustik.

A. Allgemeines.

Die Untersuchung von Wiedergabeeinrichtungen, besonders auch von Verstärkern, ist nicht nur ein rein elektrisches, sondern in hohem Maße auch ein akustisches Problem. Besonders die Beurteilung der erforderlichen Breite des zu übertragenden Frequenzbandes, die Größe der zulässigen Benachteiligung der Grenzfrequenzen, ferner die Verstärkungsgröße von Verstärkern unter Berücksichtigung der zur Erzielung des Eindrucks der Natürlichkeit erforderlichen abzugebenden Leistung ist ohne eingehende Berücksichtigung akustischer Momente nicht möglich.

Akustische Gesichtspunkte bei der Beurteilung elektrischer Wiedergabeeinrichtungen weitgehend zu berücksichtigen, wird daher auch in letzter Zeit immer stärker gewürdigt. Ausführungen eines der hervorragendsten Vertreter exakter Behandlungsweise akustischer Probleme¹⁾ betonen diese Notwendigkeit, die im Hinblick auf die Verwendung elektrischer Wiedergabeeinrichtungen für Rundfunk- und Schallplattenmusik besondere Bedeutung gewinnen; sie seien deshalb unseren Besprechungen vorangestellt:

„Infolge der Gleichgültigkeit der Physiker gegenüber Problemen der Akustik ging die Verbindung mit den übrigen Teilen der Physik mehr und mehr verloren, und es konnte so weit kommen, daß die Akustik im wesentlichen der Physiologie und nicht mehr der reinen Physik zugerechnet wurde, eine Idee, auf die man hinsichtlich der Optik niemals gekommen wäre. Erst in neuerer Zeit haben sich die Physiker wieder darauf besonnen, daß die hydrodynamischen und die elastischen und namentlich die allgemeinen Schwingungsprobleme der Akustik nicht weniger reizvoll sind als andere physikalische Fragen, und es ist interessant, daß der Anstoß hierzu im wesentlichen durch Bedürfnisse der Technik gegeben wurde. Ein Musterbeispiel dafür, wie die Technik Anleihen, die sie bei der reinen Wissenschaft macht, mit Zinsen zurückzahlen pflegt. Wie sehr das Interesse an akustischen Fragen in den letzten Jahren gestiegen ist, geht schon rein äußerlich daraus hervor, daß Amerika Schallingenieur ausbildet, daß eine ständig wachsende Nachfrage nach gut ausgebildeten Akustikern herrscht, die übrigens in Deutschland nicht befriedigt werden kann, und daß der Verein deutscher Ingenieure vor einigen Jahren einen besonderen Schwingungsausschuß begründet hat, der jährlich tagt und für die Wissenschaft und Praxis wertvolle Arbeit leistet.“

Es ist daher auch für die Funkzeitschriften wichtig, sich mit den akustischen Grundtatsachen, den Tönen, wie sie von Sprache und Musik entstehen, sowie ihrer Aufnahme durch das Gehör, zu beschäftigen.

B. Die Schwingungen von Sprache und Musik²⁾.

Wir haben es bei den Schwingungen von Sprache und Musik nicht mit reinen Sinusschwingungen, sogenannten

¹⁾ E. Waetzmann, Unterrichtsbl. f. Math. u. Natw. 33, S. 377, 1927.

²⁾ Vgl. hierzu: H. v. Helmholtz: Tonempfindungen, 6. Aufl., 1913; L. Hermann, Arch. f. d. ges. Phys. 45, 1889; 47, 1890; 53, 1892; 58, 1894; 61, 1895; 141, 1911; 150, 1913; C. Stumpf, Tonpsychologie I. 1883, II. 1890; Berl. Ber. 17, S. 333, 1918; Beitr. z. Anal. Physiolog. u. Therap. des Ohres, Berl. Ber. 17, S. 151, 181, u. 636, 1921; W. Köhler, Zeitschr. f. Psych. 54, S. 241, 1910; H. Fletcher, Bell Syst. techn. Journ. I, S. 129 f., 1922; D. C. Miller: The science of musical sounds. 1922; R. Paget, Nature, S. 341, 1922; Ph. Ber., S. 881, 1923; G. W. Moore, Ph. Ber. 21, S. 718, 1923; S. 430, 1924; H. Fletcher, Ph. Ber., S. 429, 1924; K. W. Wagner, ETZ. 45, S. 451, 1924;

„reinen Tönen“, zu tun, sondern es handelt sich hier um zusammengesetzte Töne, die je nach der Art ihrer Zusammensetzung als „Klänge“, „Klanggemische“ oder „Geräusche“ bezeichnet werden.

Zeichnen wir die durch einen Klang verursachte Änderung des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Zeit auf, so erhalten wir beispielsweise eine Kurve, wie sie in der Abb. 1 Kurve 1 wiedergegeben ist. Wir sehen, daß es sich hier um periodisch wiederkehrende Änderungen des Luftdruckes handelt. Eine solche Kurve läßt sich nach Fourier in eine Reihe reiner Sinusschwingungen zerlegen, aus denen der Klang zusammengesetzt ist, wir erhalten dann die Beziehung

$$p_0 = p_1 \cdot (\sin \omega t + \varphi_1) + p_2 (\sin 2 \omega t + \varphi_2) + p_3 \cdot \sin (3 \omega t + \varphi_3) + \dots \quad (1)$$

Haben wir nun zwei Klänge, werden also beispielsweise bei zwei Geigen ganz willkürlich zwei Einzeltöne angestrichen, so erhalten wir, wenn wir wieder die Luftdruckänderungen in Abhängigkeit von der Zeit feststellen, eine wesentlich kompliziertere Kurve. Entsprechen die beiden

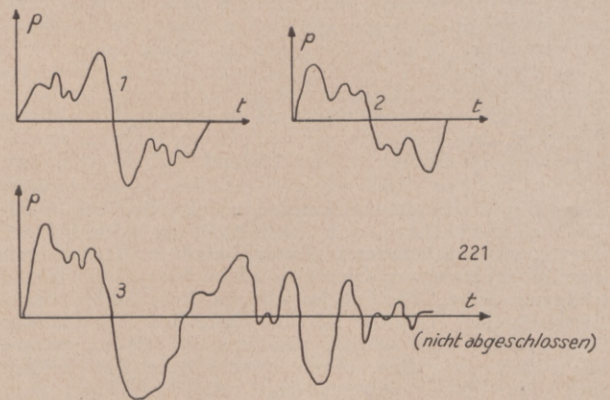


Abb. 1.

Töne beispielsweise den in der Abb. 1 Kurve 1 und 2 wiedergegebenen Schwingungen, so ist die resultierende Schwingung die in der Kurve 3 wiedergegebene. Auch diese Kurve läßt sich zerlegen, und zwar zunächst in die beiden Kurven der einzelnen Klänge und diese weiterhin in je eine Reihe von Sinusschwingungen. Wir erhalten also die beiden Gleichungen

$$p_0 = p_1 \cdot (\sin \omega t + \varphi_1) + p_2 (\sin 2 \omega t + \varphi_2) + \dots \quad (2)$$

$$p'_0 = p'_1 \cdot (\sin \omega' t + \varphi'_1) + p'_2 \cdot (\sin 2 \omega' t + \varphi'_2) + \dots \quad (2)$$

wobei dann die resultierende Kurve durch die Beziehung

$$p_{res} = p_0 + p'_0 \quad (3)$$

wiedergegeben ist. Solche akustischen Gebilde, die sich in eine Vielzahl von Klängen zerlegen lassen, bezeichnet man als „Klanggemische“.

Haben wir dagegen eine Kurve, die sich nicht in der beschriebenen Art zerlegen läßt, haben wir es also mit nicht periodischen Vorgängen zu tun, so sprechen wir von einem „Geräusch“.

Wenden wir uns nun den Musik- und Sprachschwingungen zu; hier interessieren uns vor allem die „Klänge“. Ein

Ph. Ber. S. 1908, 1924; F. Trendelenburg, Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konzern, III/2, S. 43, 1924; IV/1, S. 1 f., 1925; Ztschr. f. t. Phys. 5, S. 236, 1924; K. Küpfmüller, Wiss. Veröffentl. a. d. Siemens-Konzern III, S. 153, 1924; M. Grützmaker, Ztschr. f. t. Phys., S. 506, 1924; C. v. Raman, Musikinstrumente und ihre Klänge, Handb. d. Phys. von Geiger und Scheel, Bd. VIII, Kap. 8, 1927; H. Backhaus, Ztschr. f. t. Phys., S. 509, 1927; W. S. Kasansky u. U. S. Rschlokin, Ztschr. f. Phys. 47, S. 233, 1928; M. Grützmaker, ENT. 4, S. 533, 1927; Ztschr. f. t. Phys., S. 506, 1927; C. R. Moore u. A. S. Austis, Bell Syst. techn. Journ. 6, S. 217, 1927; A. G. Landeen, Bell Syst. techn. Journ. 6, S. 230, 1927.

solcher Klang besteht aus einem Grundton und einer Reihe harmonischer „Obertöne“, es sind also außer der Grundfrequenz f noch die Frequenzen $2f$, $3f$, $4f$ usw. vorhanden. Den Grundton bezeichnet man auch als den ersten „Teilton“, die Obertöne als den 2., 3., 4. usw. Teilton. Unharmonische Obertöne entstehen nur bei wenigen Instrumenten, deren Klangcharakter den Geräuschen mehr oder weniger nahekommt, z. B. bei scharf angeschlagenen Triangeln,

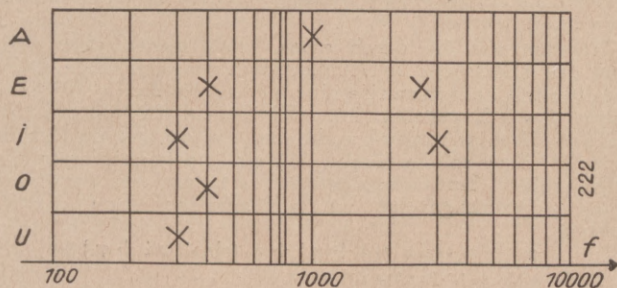


Abb. 2.

Becken, Glocken, Pauken und Trommeln. Man bezeichnet Schallvorgänge dieser Art auch als „flüchtige Klänge“.

An und für sich ist die Zahl der Obertöne unbegrenzt, nur nimmt im Durchschnitt ihre Energie nach höheren Frequenzen zu ab, auch liegen die hohen Obertöne oberhalb des Hörbereiches, jedoch können auch diese, wie wir noch sehen werden, von Wichtigkeit sein. Die Obertöne spielen namentlich auch bei den tiefen Tönen eine große Rolle, da hier viel mehr Obertöne als bei hohen Grundtönen im Hörgebiet und, was, wie wir noch sehen werden, von Wichtigkeit ist, im Gebiet größter Ohrempfindlichkeit liegen.

Die Obertöne sind wichtig für den charakteristischen Klang der einzelnen Instrumente, dieser wird nämlich lediglich bestimmt durch das Verhältnis der Intensitäten der Obertöne untereinander und zum Grundton. Ist die Intensität eines oder mehrerer Obertöne klein gegenüber den Intensitäten anderer Obertöne, so können diese fehlen, ohne daß hierdurch der charakteristische Klang des Instrumentes gefälscht erscheinen würde. Andererseits ist es wesentlich, daß solche Obertöne, deren Intensität in der Größenordnung der des Grundtones liegt oder, was auch der Fall sein kann, größer als diese ist, nicht geschwächt werden, da dann, je nach dem Grade der Schwächung, der Klangcharakter wesentlich verändert würde³⁾. Dies gilt mehr noch für musikalische Klänge für Geräusche, die durch eine Reihe von sehr hohen Obertönen charakterisiert werden, und die daher für oberflächliche, rein gehörmäßige Prüfung von Wiedergabeeinrichtungen am geeignetsten sind.

Die Wichtigkeit der ungeschwächten Übertragung beispielsweise der hohen Frequenzen erkennt man, wenn man die Wiedergabe von Geigenspiel beobachtet. Werden die hohen Schwingungen nicht proportional wiedergegeben, so klingt die Geige wie eine Flöte, mit der sie eine Reihe tieferer Obertöne gleicher Intensität gemeinsam hat. Ebenso kann man eine Flöte ähnlich wie eine Geige klingend machen, wenn man die fehlenden Obertöne ergänzt, was man annähernd dadurch erreichen kann, daß man bei elektrischer Wiedergabe den Klang durch Arbeiten beispielsweise an dem gekrümmten Teil der Röhrenkennlinie eines Verstärkers nichtlinear verzerrt.

Die Art, wie ein Klang empfunden wird, ob weich oder hart, wird ebenfalls durch die Intensität der Obertöne bestimmt. Reine Sinusschwingungen, also Töne, die keine Oberschwingungen haben, ebenso wie Klänge, bei denen nur die ersten Obertöne größere Intensität haben, klingen weich, während der Klang um so härter und schließlich schrill wird, je höhere Obertöne großer Intensität vorhanden sind. Man kann dies bei einem Empfänger beobachten, bei dem man einen sogenannten „Tonveredler“ an den Ausgang legt, der aus einem oder mehreren Kondensatoren besteht, die die Tonwechselströme höherer Frequenz am Lautsprecher vorbeileiten; der Klang wird hierdurch weicher, tatsächlich wird aber das Klangbild gefälscht. Die Bezeichnung Tonveredler ist also unangebracht. Relativ mag sie u. U. berechtigt sein insofern, als bei Übersteuerung des Verstärkers auftretende nichtlineare Verzerrungen, also klangfremde

³⁾ Vgl. auch H. Fletcher, Phys. Rev. 23, S. 427, 1924.

Oberschwingungen, durch ihn beseitigt oder reduziert werden.

Ebenso wie der charakteristische Klang eines Instrumentes durch seine Obertöne bestimmt wird, so sind auch für die Vokale der Sprache bestimmte Frequenzgebiete, die sogenannten „Formantengebiete“, für ihre Charakterisierung ausschlaggebend⁴⁾.

In Abb. 2 sind die wichtigen Formantengebiete für die einzelnen Vokale wiedergegeben⁵⁾, es ist zu ersehen, daß das A die Formante bei 1000 Hertz hat, das E hat eine Formante bei 400 Hertz und eine weitere bei etwa 2500 Hertz, das I eine solche bei etwa 300 Hertz und eine weitere bei etwa 3000 Hertz, das O hat eine Formante bei etwa 400 Hertz und das U schließlich eine solche bei etwa 300 Hertz. Die Vokale enthalten nur harmonische Oberschwingungen, stellen also Klänge dar.

Beschneidet man nun bei einem E die obere Formante, so wird es wie ein O klingen, da dann nur die O-Formante übrigbleibt, ebenso wird ein I bei Wegschneiden der oberen wie U klingen. Werden bei einem Übertragungssystem also die den oberen Formanten entsprechenden Frequenzen nicht gut wiedergegeben, so entstehen die angegebenen Verzerrungen, die Sprache wird unverständlich, denn die Vokale sind für die Verständlichkeit der Sprache von Wichtigkeit.

Beim Rundfunk wird allerdings eine derartig scharfe Beschneidung des Frequenzbereiches kaum vorkommen, höchstens bei sehr selektiven Empfängern; besonders bei hohen Wellen, also im Zwischenfrequenzteil, ist dies möglich. Früher konnte man solche Verzerrungen beobachten, wenn beim Rundfunk Übertragungen aus anderen Städten gegeben wurden, wenn also über Kabel gegangen wurde; da der Frequenzbereich bei der Kabelübertragung aber wesentlich verbessert worden ist, so sind auch hier derartig scharfe Beschneidungen heute kaum noch vorhanden.

Die Wiedergabe der Formanten spielt eine besonders wichtige Rolle bei der gesungenen Sprache. Ein gesungener Vokal wird als solcher bestimmt durch das Hervortreten der der Formante entsprechenden Oberschwingung. Ist der der Formante entsprechende Ton nun ein sehr hoher Oberton, soll also beispielsweise ein Bassist ein I oder ein E singen, so werden die hohen Formanten nur wenig hervortreten, das I wird also nach einem U, das E nach einem O klingen, da hier die tiefen Formanten identisch sind, während die zur Charakterisierung der erstgenannten Vokale notwendigen hohen Formanten nur sehr wenig hervortreten.

Noch schwieriger liegen die Verhältnisse aber, wenn hohe Töne gesungen werden sollen, wie dies z. B. beim Sopran der Fall ist. Es wird für eine Sopranistin beinahe unmöglich sein, ein U oder ein O zu singen, da die Formante hier tiefer liegt als der gesungene Ton, es werden infolgedessen die genannten Vokale nicht zu erkennen sein, vielmehr wird leicht ein im Sopran gesungenes U nach einem I klingen. Am leichtesten ist noch der Vokal A zu singen, dessen Formante im mittleren Frequenzbereich liegt. Da die Vokale, d. h. ihre richtige Wiedergabe, ausschlaggebend sind für die Verständlichkeit der Sprache, so ist es erklärlich, warum besonders hohe Frauenstimmen schwer oder gar nicht verständlich sind, dies ist nicht nur im Rundfunk der Fall, sondern auch im Konzertsaal und im Theater, wo man allerdings eine gewisse Unterstützung durch das Auge hat. Die Unverständlichkeit der Sprache beruht, wie gesagt, auf dem Unterdrücken der charakteristischen Formanten.

Zur Verständlichkeit der Sprache ist die unbenachteiligte Übertragung eines Frequenzbereiches von etwa 250 bis 3500 Hertz erforderlich. Dieser genügt auch für die Erkennung der persönlichen Klangfarbe der Sprache, für die der Frequenzbereich von etwa 2000 bis 3000 Hertz wichtig ist. Der angegebene Frequenzbereich von etwa 250 bis 3500 Hertz ist daher auch für die Fernkabeltelephonie vorgeschrieben.

Sollen aber, wie es beim Rundfunk, Grammophon und sprechenden Film der Fall sein muß, auch alle Sprachfeinheiten übertragen werden, so müssen an den Umfang des unbenachteiligt übertragenen Frequenzbereichs erheblich weiter gehende Forderungen gestellt werden.

Hier kommt es auch auf die Konsonanten an, bei denen außer den harmonischen Obertönen auch unharmonische

⁴⁾ Vgl. L. Hermann, Pflug. Arch., S. 1, 1911; C. Stumpf, Berl. Ber. 17, S. 333, 1918; weitere Literatur auch unter 2).

⁵⁾ Vgl. F. Trendelenburg l. c., D. C. Miller l. c., C. Stumpf, Berl. Ber. 17, S. 151, 1921.

hervortreten. Das beruht darauf, daß der Mundraum eine zum Grundton des Stimmbandklanges unharmonische Resonanzfrequenz hat. Im Gegensatz zur Stimmbildung der Vokale bringt hier der Luftstrom aus der Kehle keine periodischen Schwingungen in die Mundhöhle mit, sondern sie wird nur angeblasen⁶⁾. Derselbe Fall liegt auch beim geflüsterten Vokal vor.

Bei den Konsonanten unterscheiden wir nun sogenannte „stimmhafte“ Konsonanten, dies sind die Konsonanten L, M, N und R, die Klanggemische darstellen, und die sogenannten „stimmlosen“, dies sind die Konsonanten F, S, Ch usw., die nichtperiodische Vorgänge, also Geräusche, darstellen, ebenso wie die geflüsterten Vokale.

Die für die Höhe des zu übertragenden Frequenzbereiches wichtigsten Konsonanten sind mit ihren Formantbereichen in der Abb. 3 wiedergegeben⁷⁾. Wenn eine Wiedergabevorrichtung diese Konsonanten, insbesondere die Konsonanten, S, F, Ch, Sch, die wichtige Oberschwingungen bis zu $f = 10\,000$ Hertz und mehr haben, gut wiedergibt, kann sie hinsichtlich der hohen Frequenzen als gut bezeichnet werden.

Der ganze Effekt einer Sprachübertragung kann von der unbenachteiligten Übertragung der ganz hohen Schwingungen — die, wie wir später noch sehen werden, auch indirekt von Wichtigkeit sind — abhängen. Man denke nur an ein Lustspiel, in dem jemand dadurch charakteristisch ist, daß er lispelt; das gelispelte S verlangt die gute Übertragung der höchsten Frequenzen ($f = 13\,000$), und der ganze Effekt kann hierbei dadurch vernichtet werden, daß eben diese charakteristischen Oberschwingungen nicht wiedergegeben werden.

Werden die hohen Frequenzen nicht mehr einwandfrei übertragen, fehlen beispielsweise die Frequenzen über etwa 6000 Hertz, so sind die Konsonanten S, F und Ch (Gaumen), namentlich die beiden letzten, nicht mehr zu unterscheiden. Werden die Frequenzen noch weiter beschnitten, geht man unter 4000 Hertz hinunter, so klingt ein S oder F wie ein T, das seinerseits schließlich auch nicht mehr von einem P, B oder D zu unterscheiden ist. Durch Abhören der Zisch-

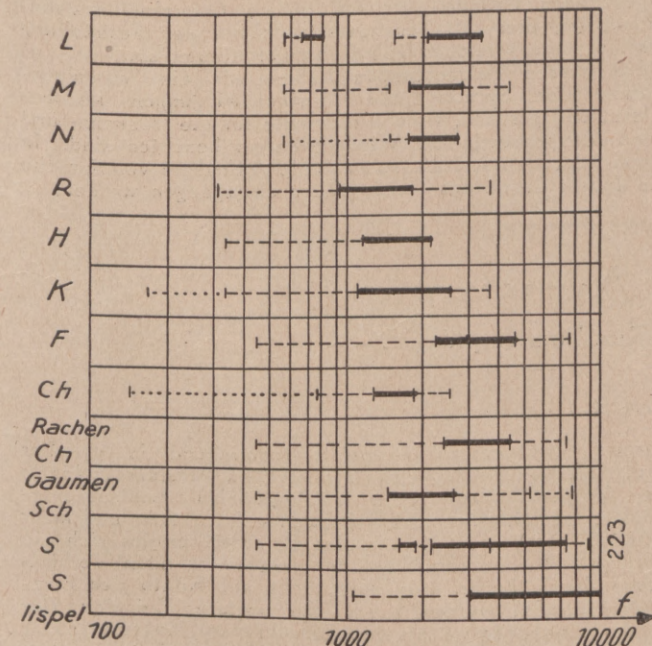


Abb. 3.

laute der Sprache läßt sich die Güte einer Wiedergabevorrichtung mit Rücksicht auf die hohen Frequenzen oberflächlich ganz gut feststellen, man kann sogar, wenn man das Vorhergesagte beachtet, in großen Zügen angeben, welche Frequenzgebiete noch gut übertragen und welche vernachlässigt werden⁸⁾.

⁶⁾ L. Hermann, Natrw., S. 772, 1925.
⁷⁾ Vgl. auch K. W. Wagner l. c. u. F. Trendelenburg l. c., Zeitschr. f. Hochf. 28, S. 84, 1927.
⁸⁾ Über Filter vgl. G. W. Stewart, Ph. Ber., S. 729, 1925; S. 986, S. 1547, 1924; B. Paecock, Phy. Rev. 23, S. 525, 1924.

Die Prüfung einer Wiedergabevorrichtung mit Rücksicht auf die gute Wiedergabe der tiefen Töne ist nicht so einfach durchführbar, hier liegen die Verhältnisse komplizierter, man hat auch hier nicht derartige verhältnismäßig günstige Vergleichsmöglichkeiten.

Bei diesen Betrachtungen ist es auch wichtig, Erscheinungen zu erörtern, die für beim Hören auftretende Vorgänge die Voraussetzung sind. Überlagert man zwei reine

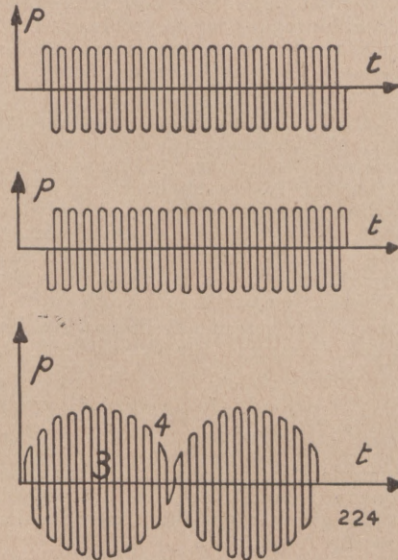


Abb. 4.

Töne, deren Schwingungszahlen differieren, so erhält man sogenannte „Schwebungen“, man erhält einen Ton, den „Schwebungston“, dessen Schwingungszahl zwischen den Schwingungszahlen der beiden überlagerten Töne liegt, und dessen Stärke mit der Differenzfrequenz der beiden überlagerten Schwingungen schwankt. Die Schwebungsfrequenz bei zwei überlagerten Tönen der Frequenzen

f und f' ist also die Frequenz $\frac{f+f'}{2}$, die Frequenz der Amplitudenänderung ist $f' - f$. Die Verhältnisse sind aus der Abb. 4 zu ersehen, die beiden überlagerten Schwingungen sind dargestellt durch die Kurven 1 und 2, die Kurve 3 ist dann der Schwebungston, und die Umrandungskurve 4 endlich ist die Frequenz, mit der die Intensität des Schwebungstones periodisch schwankt.

Die meisten Schwebungstöne liegen im mittleren Hörbereich, die hörbaren Schwebungsfrequenzen liegen etwa zwischen $f = 24$ und $f = 340$, jedoch sind diese Grenzen nicht objektiv, sondern subjektiv bestimmt⁹⁾.

Das Charakteristische der Schwebungen ist die Intensitätsschwankung des schwebenden Tones, seine Amplitudenänderungsfrequenz. Ist diese sehr niedrig, etwa um $f' - f = 15$, oder liegt sie über $f' - f = 150$ Hertz, so stört sie nicht, bei bestimmten Lagen aber, etwa bei $f' - f = 30$, können sie außerordentlich unangenehm sein. Der Charakter des Wiedergegebenen wird unangenehm flatternd. Dies kann bei Auftreten nichtlinearer Verzerrungen auf dem langen Weg vom Mikrophon bis zum Lautsprecher insofern sehr unangenehm werden, als hier Obertöne auftreten können, die ursprünglich nicht vorhanden sind, und die nicht nur an sich, sondern auch durch Bildung von Schwebungen im Gebiet der kritischen Frequenzen außerordentlich störend wirken können.

Neben den Frequenzen der Musik- und Sprachklänge ist nun weiterhin auch die Gestaltung der Lautstärke und deren Abhängigkeit von Frequenz und Amplitude von Wichtigkeit.

Bewegt sich eine Schallwelle durch die Luft, so wird der bisherige Zustand in der Luft geändert, es tritt eine Änderung der Geschwindigkeit der Luftmoleküle, der Luftdichte und

Versuche mit elektr. Filtern wurden auch durchgeführt von K. W. Wagner sowie von H. Backhaus.

⁹⁾ H. Helmholtz l. c., Rayleigh, Theorie des Schalls. C. Stumpf, Tonpsychologie, E. Waltzmann, Resonanztheorie des Hörens.

ihres Druckes sowie endlich der Temperatur ein. Die Luftteilchen erhalten eine zusätzliche Geschwindigkeit, die sogenannte „Zusatzgeschwindigkeit“. Den Schwingungsweg, den die Luftteilchen bei ihrer Bewegung zurücklegen, bezeichnet man als ihre „Verschiebung“. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Luftteilchen bei einer Schallbewegung gegenüber ihrer normalen bewegen, bezeichnet man als die „Teilchenzusatzgeschwindigkeit“; zwischen dieser und ihrer Verschiebung besteht eine Phasenverschiebung von 90°. Die bei der Schallbewegung hervorgerufene Dichteänderung der Luft ist der hierbei erzeugten Druckänderung proportional. Druck- und Dichtewelle eilen der Verschiebungswelle um 90° in der Phase voraus.

Für die Größe der physikalischen Schallstärke — mit dieser ist der Lautstärkeindruck, den das Ohr empfängt, nicht zu verwechseln — ist maßgebend die in 1 cm³ vorhandene Energie, sie ist bestimmt durch die akustische Energiedichte, die ihrerseits abhängig ist von den oben bestimmten Faktoren — Teilchenzusatzgeschwindigkeit, Teilchenverschiebung, Dichteänderung, Druckänderung und Temperaturänderungen —, die durch eine Reihe von Beziehungen miteinander verbunden sind.

Haben wir zwei Töne, deren physikalische Schallstärke S₀ gleich groß, deren Frequenz aber verschieden ist, so ergibt sich z. B. die Beziehung

$$S_0 = \frac{\rho \omega_1^2 A_1^2}{2\pi^2} = \frac{\rho \omega_2^2 A_2^2}{2\pi^2} \quad (4)$$

wobei ρ die normale Dichte der Luft, ω₁ bzw. ω₂ die jeweiligen Kreisfrequenzen und A₁ bzw. A₂ die zugehörigen Amplituden sind. Bei gleicher physikalischer Schallstärke verhalten sich also die Amplituden

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{f_2}{f_1} \quad (5)$$

also umgekehrt wie die zugehörigen Frequenzen.

Um die Töne gleich großer physikalischer Schallstärke zu erhalten, muß also das Produkt aus Frequenz und Amplitude konstant sein, die Amplituden können bei gleichen physikalischen Schallstärken um so kleiner sein, je höher die Frequenzen sind. Wäre dies nicht der Fall, so wäre die Aufnahme von Grammophonplatten — würde man nicht ganz außerordentlich große Geschwindigkeiten, die die Menge des auf der Platte Eingezeichneten außerordentlich beschränkten und andererseits wieder die gute Wiedergabe der tiefen Töne beeinträchtigen würden, anwenden — gänzlich

unmöglich, da bei den normalen und erforderlichen Geschwindigkeiten die Krümmung an der Amplitudenspitze bei hohen Frequenzen größer wäre als die der Spitze der Abnahmenadel.

Aus der Abb. 5 sind die Amplitudenverhältnisse bei gleicher physikalischer Lautstärke in Abhängigkeit von der Frequenz wiedergegeben, und zwar gilt die Kurve 1 für lineare, die Kurve 2 für logarithmische Ordinateneinteilung.

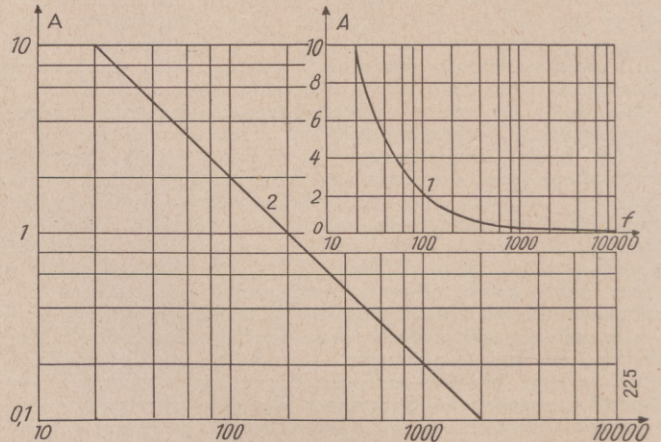


Abb. 5.

Da die Abszisse auch logarithmisch eingeteilt ist, so muß die Kurve 2, da ja das Produkt aus Frequenz und Amplitude konstant sein soll, eine gerade Linie sein.

Aus unseren letzten Feststellungen folgt, daß bei gleich großer physikalischer Lautstärke die tiefsten Töne die größte Amplitude haben. Dies ist für die Dimensionierung von Verstärkern insofern von Wichtigkeit, als eine Unabhängigkeit der Verstärkung von der Amplitude nur für eine bestimmte Maximalamplitude noch möglich ist, die aus den angegebenen Gründen für die untere Grenzfrequenz bestimmt ist; dies gilt besonders auch bei der Feststellung des Aussteuerbereiches von Röhrenkennlinien usw.*

Aus diesen Betrachtungen haben wir die Zusammensetzung der Sprach- und Musikschwingungen kennengelernt und gesehen, welche Momente für die frequenz- und amplitudenproportionale Wiedergabe zu beachten sind. In einem folgenden Aufsatz soll auf die Aufnahme von Sprache und Musik durch das Gehör näher eingegangen werden.

Negadyne mit Armstrong

Ein Einröhren-Kurzwellen-Rundfunkempfänger.

Von

R. v. Sengbusch.

Verfasser berichtet auf Wunsch einer größeren Anzahl von Funkfreunden über zum Teil schon lange Zeit zurückliegende Versuche mit einem Pendelrückkopplungsempfänger für kurze Wellen, der allerdings infolge seiner geringen Selektivität sich für den Rundfunkempfang auf kurzen Wellen, nicht aber für den reinen Amateurverkehr eignen dürfte.

Versuche, die an sich bereits empfindlichen Negadyne-Empfänger für Rundfunkwellen durch Hinzunahme einer Pendelrückkopplung, sei es Flewelling oder Armstrong, noch empfindlicher zu machen, scheiterten, sofern einiger Wert auf saubere Sprach- und Musikwiedergabe gelegt wurde, scheiterten also selbst dann, wenn man den hohen Pfeifton der Pendelfrequenz in Kauf zu nehmen gewillt war. Um so erstaunlicher ist es, daß beim Kurzwellen- und Ultrakurzwellenempfang der Negadyne mit Pendelrückkopplung ziemlich brauchbare Ergebnisse für Telephonie ergibt.

Die Empfindlichkeit des nachstehend beschriebenen Gerätes ist erstaunlich. Mehr durch einen Zufall erhielt Verfasser spätabends ohne Antenne und Erde am 20. April 1927 in ausreichender Kopfhörerlautstärke mehrere amerikanische

Kurzwellentelephoniestationen. Anschließend in gleicher Nacht unter Zuziehung eines zweistufigen Verstärkers bis in die Morgenstunden einen störungsfreien Lautsprecherbetrieb, der mit Rücksicht auf die Nachbarn mehr und mehr gedämpft werden mußte. In der Folgezeit erwies sich ein störungsfreier Amerika-Empfang nicht unter allen Verhältnissen durchführbar, was aber nicht auf Konto des Empfängers gesetzt werden kann. Ein weiteres Beispiel: Der Sender Eindhoven ist mit dem Einröhrenempfänger tagsüber ohne Antenne und Erde so laut zu hören, daß ein statt Kopfhörer angeschlossener Lautsprecher anspricht. Bei loser Ankopplung des Empfängers an eine Antenne konnten günstigenfalls mit amerikanischen Sendern um Mitternacht bereits ähnliche Ergebnisse erzielt werden.

Der hohen Empfindlichkeit des Empfängers steht als wesentlicher Nachteil eine geringe Abstimmstärke gegenüber. Wellenbenachbarte Telegraphiesender können derart stören, daß ein beabsichtigter Empfang aufgegeben werden muß.

Abb. 1 zeigt das grundsätzliche Schaltbild. R als Spule oder Drahting und C₁ stellen den auf Kurz- oder Ultrakurzwellen abzustimmenden Kreis dar. C₂ und W sind Gitterkondensator und sein Hochohm-Ableitwiderstand.

S und C_3 bilden den Schwingungskreis, in dem die Pendelfrequenz entsteht. T = Telephon mit Überbrückungskondensator C_4 . HB mit Widerständen W_1 , W_2 und W_3 dienen zur Heizung und deren Feinregelung. Die Anodenbatterie AB, durch Block C_5 überbrückt, speist die Doppelgitterröhre.

Durchaus wichtig ist es, alle Teile eng aneinander zu bauen, andernfalls in längeren Leitungen die Selbstinduktionen der Schleifen mit vorhandenen Kapazitäten in Resonanz mit eingestellten Empfangskurzwellen geraten und ein Empfang dann an den betreffenden Stellen der Wellen skala nicht mehr erfolgt.

In Abb. 2 bis 6 sind einige der vom Verfasser im Laufe der Jahre gebauten acht Modelle dargestellt. Abb. 2 und 3

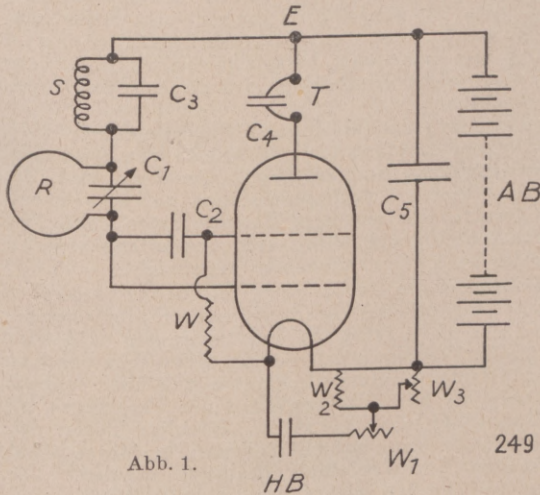


Abb. 1.

249

sind Aufnahmen eines älteren, in eine Zigarrenkiste eingebauten Versuchsmodells. Im Vordergrund die Pendelfrequenzspule mit zugehörigem Kondensator, dahinter für die Kurzwelle der Frequenzkondensator mit Feinstellung. Rechts davon Gitterluftblock und Hochohmwiderstand, dann die Doppelgitterröhre mit Sockel und einem Block.

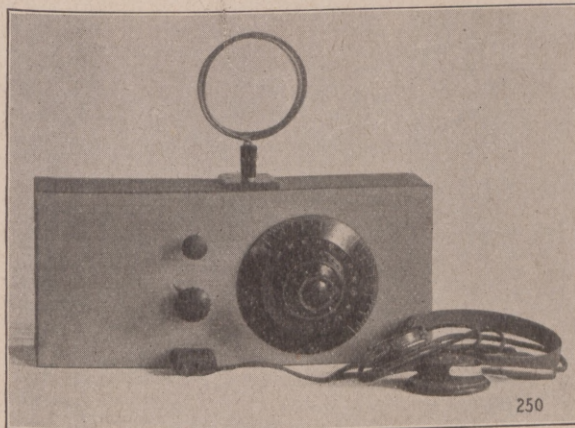


Abb. 2.

250

Andere Blocks sind unsichtbar. Ganz rechts zwei Taschenlampenbatterien zur Anodenspeisung und ein Taschenlampenakkumulator für die Heizung.

Abb. 4 und 5 sind Bilder eines neueren Modells. Verwendung fand hier ein raumsparender Frequenzkondensator. Der Röhrensockel fehlt gänzlich, die Anschlüsse für die Röhre bestehen aus starren spiralig gewundenen Kupferdrähten. Die Röhre ist mittels Schwammgummi gelagert. Unter der Pendelspule liegen horizontal zwei Minco-Blocks. Auch dieser Empfänger ist weder zur Demonstration noch für eine Veröffentlichung besonders gebaut, dient vielmehr Versuchszwecken.

Abb. 6 zeigt schließlich an dem mitaufgenommenen Maßstab die Abmessungen und die äußere Bauanordnung eines Ultrakurzwellenempfängers.

Einige Erfahrungsdaten: Um an Heizbatterie zu sparen, wurden 2 Volt-Röhren gewählt. Zuerst die mit 5 Steckern versehene Telefunken-Röhre, später die RE 072 d. Auch die U 409 D erwies sich als gut geeignet. Wer höhere Heiz- und Anodenspannungen nicht scheut, verwendet auch mit

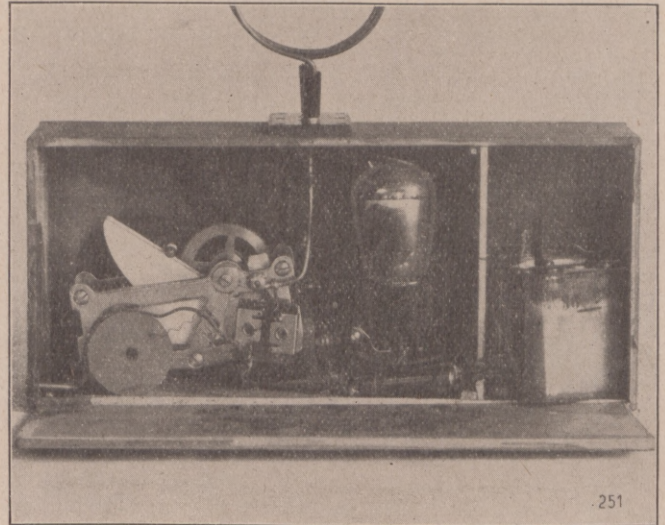


Abb. 3.

251

Erfolg die billigen DM 300. Mit anderen Röhren liegen Erfahrungen nicht vor.

Zur Heizung wurden in transportablen Geräten ausschließlich 2 Volt-Taschenlampenakkumulatoren verwendet. Als Anodenbatterie dienen gewöhnliche Taschenlampenbatterien, je nach erwünschter Lautstärke eine bis vier in Reihe geschaltet. Höhere Spannungen als 18 Volt erscheinen zwecklos.

Da beim Negadyne-Armstrong sowohl der Schwingungseinsatz für die Empfangswelle als auch für die Pendelfrequenz durch die Heizung bedingt wird, so ist ihre Feinregulierung fast unentbehrlich, muß auch von Welle zu Welle etwas nachgestellt werden. Der veränderliche Widerstand W_1 hat zweckmäßig etwa 4 bis 6 Ohm, W_2 5 bis 10 Ohm, W_3 50 bis 200 Ohm, wobei die kleineren Werte für ultrakurze Wellen günstiger sind.

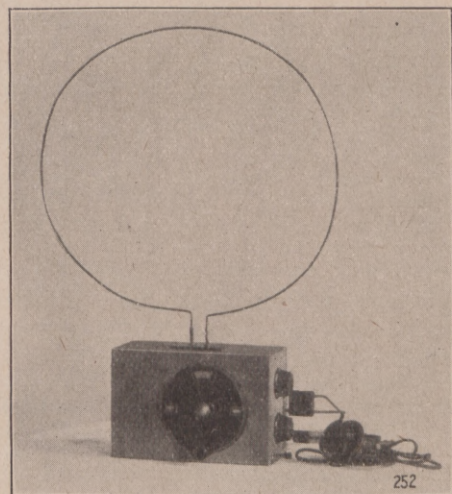


Abb. 4.

252

Der Abstimmkreis für Kurzwellen erhielt einen Drehkondensator C_1 von 250 cm Kapazität, für Ultrakurzwellen wurde verwendet ein Neutrodyne-Kondensator mit etwa 50 cm Maximalkapazität. Im ersteren Fall bestreicht man bei Verwendung eines Drahringes von rund 35 cm Durchmesser den Wellenbereich 15 bis 33 m, für einen 25 cm-Drahring gelten 12 bis 27 m. Im Ultrakurzwellenempfänger

ergaben 4 Windungen von 4 cm Durchmesser mit erwähntem 5 bis 50 cm-Kondensator etwa 7 bis 10 m Wellenlänge.

Die Bemessung des Gitterwiderstandes ist, wie beim gewöhnlichen Audion, nicht kritisch, es gelten bezüglich Stabilität und Empfindlichkeit die gleichen Gesichtspunkte wie beim Audion, 2 bis 3 Megohm ist ein guter Mittelwert. Durch Einbau eines Spannungsteilers konnte kaum etwas gewonnen werden. Auch für den Gitterkondensator gelten

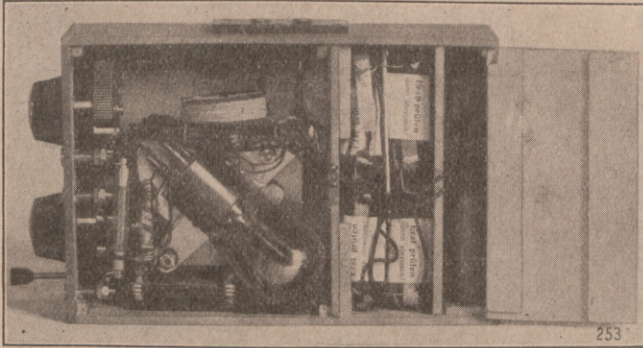


Abb. 5.

analoge Verhältnisse. Als geeignet erweisen sich bis zu Wellenlängen von 15 m abwärts ungefähr 50 cm Kapazität, ein 100 cm-Luftblock halb abgebaut. Für die kürzeren Wellen ist bei zu großer Dämpfung des Aufbaues überhaupt kein Schwingungseinsatz erhältlich. Setzen solche aber ein, so geschieht das sowohl bei 30 cm vorgeschalteter Gitterkapazität als auch schätzungsweise bei 10 cm. Ein ausgesprochenes Optimum ist auch hier nicht zu finden.

Bei der Dimensionierung des Pendelfrequenzkreises hat man am weitesten Spielraum. Durchaus zu empfehlen ist Verlegung der Frequenz über den Hörbereich, also über 15 000. Verfasser bevorzugt in diesem Kreise eine geringe Dämpfung, damit die Schwingung hier unter allen Umständen vor der eigentlichen Kurzwellenschwingung einsetzt. In den ersten Anordnungen fanden 100 Ohm-Lautsprecherkapseln aus Heereskopfhörern, wie sie allerorten zu Lautsprechern verarbeitet wurden, Verwendung. Zugehörige Werte für C_s 2000 bis 3000 cm.

Im Ultrakurzwellenempfänger Abb. 6 ist wegen Raummangels die 100 Ohm-Spule beibehalten worden. Sonst fanden Verwendung: 1500 Windungen 0,15 mm-Emailledraht auf einem Spulenkörper von 4/2 cm Durchmesser und 8 bis 10 mm Wickelbreite, aber auch 500 Windungen 0,2 mm-Doppelseidendraht auf demselben Spulenkörper. Systematische Versuche mit Wabenspulenätzen und entsprechenden Kondensatoren haben die Belanglosigkeit genauerer Anpassung erwiesen. Auf einen Umstand sei an dieser Stelle hingewiesen: empfängt man mit Ankopplung an eine Antenne, so kann trotz loser Ankopplung ein auf der Pendelfrequenzwelle arbeitender Langwellentelegraphiesender merklich durchschlagen und den Telephonieempfang stören. Es ist dann die Spule S oder der Kondensator C_s versuchsweise abzuändern.

Die Überbrückungskondensatoren C_4 und C_5 , die nicht immer unbedingt nötig sind, wurden mit 2000 und 5000 cm gewählt.

Arbeitsweise: Die Inbetriebnahme des Empfängers ist außerordentlich einfach. Bei richtiger Bemessung des Pendelkreises und der Heizwiderstände wird beim Einschalten der Heizung sogleich ein leises Rauschen einsetzen, das sich mit Steigerung der Heizung verstärkt. Lautstarke Telephoniestationen, auch viele Telegraphiesender, werden beim Durchdrehen des Kondensators bereits zu hören sein. Um auch schwächere hereinzuholen, ist lose an eine Antenne, gleich welcher Art, anzukoppeln. Der Empfänger nach Abb. 2 und 3 kann in üblicher Weise an eine einzelne Windung angekoppelt werden, die in den Antennen-Erde-Weg eingebaut wurde. Ein Empfänger nach Abb. 4 und 5 wird lose an die Antenne gekoppelt durch einfaches Umschlingen der isolierten Antennenzuführung um den Drahttring. Metallische Berührung des Empfängers mit der Antenne macht jeden Empfang unmöglich. Das Erden des Empfängers steigert den Kopplungsgrad, ist sogar meist überflüssig. Zu starke Ankopplung unterdrückt das Rauschen, d. h. die

Schwingung der Empfangsfrequenz setzt aus, der Empfang verschwindet ganz oder wird unzulässig schwach.

Ein nicht modulierter Kurzwellensender macht sich dadurch bemerkbar, daß seine Trägerwelle das Rauschen auslöscht. Einsetzende Sprache und Musik sind also rein und ohne Eigengeräusche des Empfängers hörbar. Wegen geringer Abstimmbarkeit können allerdings wellenbenachbarte Telegraphiesender ganz empfindlich stören. Vielfach gelingt es, durch zweckentsprechende Heizstromregelung und Kondensatoreinstellung noch brauchbaren Empfang zu erzwingen.

Ist das Hochfrequenzfeld eines fernen Senders zu schwach, so vermag dessen Trägerwelle das Rauschen nicht zu unterdrücken, und der Empfang bleibt unbefriedigend. Ankopplung an eine gute Freiantenne kann empfangsverbessernd wirken. Beim Empfang von fernen Sendern mit starkem Fading tritt abwechselnd Rauschen und Ruhe ein, was recht an das Rauschen der Meeresbrandung erinnert. Beim Empfang von Bandoeng, beispielsweise zu Zeiten, wo die Welle noch nicht durchdringt, ist dieses Spiel regelmäßig zu beobachten.

Beim Empfang der ultrakurzen Wellen setzt das Rauschen und damit der Empfang vielfach bereits aus, wenn die Hand der abstimmbaren Empfängerspule genähert wird. Deshalb wurde das kleine Empfängerkästchen auf eine 40 cm hohe Säule gesetzt, die auf dem Batteriekasten ruhte, und die Kondensatorbedienung wird durch Schnurlauf bewirkt. Der Heizregler ist am Batteriekasten angebracht.

Eine interessante Beobachtung sei noch mitgeteilt, die die Leistungsfähigkeit des beschriebenen Einröhrenempfängers in ein gutes Licht setzt. In den Ostertagen 1926 oder 1927 verfolgte der Verfasser den Telephonieverkehr von Amateursendern. Beide Amateure beklagten sich über schwankende Lautstärke bis zum Verschwinden des Empfanges, zugleich über atmosphärische Störungen. Wichtige Daten des Verkehrs wurden zum Schluß mehrfach in Morse wiederholt und sollten noch brieflich bestätigt werden. Verfasser merkte von Fading nichts, verlor kein Wort der Unterhaltung, wunderte sich anfangs darüber, daß jeder Satz mehrfach zur Wiederholung kam, hörte keine Störungen. Der Empfänger war mit einer Zimmerantenne lose gekoppelt.

Monte Grande wird ab 20.30 Uhr hin und wieder von Telefunken-Ingenieuren in deutscher Sprache besprochen,



Abb. 6.

man kann jedes Wort wie bei Detektorempfang des Ortsenders verstehen. Desgleichen waren die versuchsweisen Übertragungen der Presseberichte auf kurzen Wellen in Süddeutschland absolut betriebssicher aufzunehmen.

Bildfunk aus Bordeaux. Der Rundfunksender Radio-Süd-Ost Bordeaux, der gegenwärtig auf der Welle 237 m Rundfunkdarbietungen bringt, sendet zweimal wöchentlich Bildübertragungen nach dem Fultograph-System. r.

Bildfunk in Italien. Der Sender Mailand wird demnächst regelmäßig Bildfunk senden. Das benutzte System ist eine französische Ausführung (Belinograph). r.

verbinden, oder einen eichelförmigen Druckknopf von der Lampe in der Zimmermitte herabhängen lassen. Naturgemäß eignet sich hierfür am besten die erstgenannte Anordnung, wo ein Druckknopf alle Funktionen erfüllt.

Die Druckknöpfe brauchen keine bessere mechanische Ausführung zu haben als gewöhnliche Klingeldruckknöpfe und brauchen auch nicht besser isoliert zu sein. Selbstverständlich führen sie nur Niederspannung (4 Volt).

Der wesentlichste Grund für die Verwendung von Druckknopfschaltern ist einmal der, daß man dabei, da alle parallel geschalteten Druckknöpfe untereinander gleichwertig sind, ohne weiteres eine Wechselschaltung erhält, und zum andern der, daß man in verhältnismäßig einfacher Weise die wahlweise Einschaltung eines von zwei Empfängern bewirken kann. Eine Wechselschaltung, d. h. eine Schaltung, die es ermöglicht, an einer beliebigen Stelle ein- und an der gleichen oder einer beliebigen anderen Stelle wieder ausschalten zu können, erhält man zwar auch mit den bekannten Wechsel- und Kreuzschaltern. Man braucht hierbei aber unbedingt drei Leitungen, während man bei Druckknöpfen mit zwei Leitungen auskommen kann, und man kann, da mit Dauerstrom gegenüber Stromstößen bei Druckknopfschaltung gearbeitet wird, keine wahlweise Schaltung mehrerer Empfangsgeräte erreichen. Zudem passen starkstrommäßig ausgeführte Wechsel- und Kreuzschalter schlecht in eine Schwachstromanlage. Man müßte also zum mindesten entsprechend wirkende Kellogg-Schalter verwenden.

Die Schaltleitungen.

Während an die Lautsprecher-Doppelleitung ziemlich hohe Ansprüche gestellt werden — man verwendet mit Baumwolle oder Seide besponnenen verdrehten Gummiaderdraht auf Rollen verlegt oder Bleikabel —, genügt für die Schaltleitungen, wie schon erwähnt, gewöhnlicher baumwollisolierter Wachsdraht (Klingeldraht) mit etwa 0,8 mm Drahtdurchmesser. Man kann ihn einfach an die Wand oder an die Scheuerleiste nageln oder, wenn er unsichtbar sein soll, in derselben Weise wie die Hausklingelleitungen in Rillen einlegen, die in die Wand gekratzt werden, gegebenenfalls zusammen mit dem Bleikabel; die Rillen werden danach mit Gips verschlossen und mit Tapete überklebt. Naturgemäß läßt sich das am besten machen, wenn das Zimmer neu tapeziert werden soll. Bei Verwendung von drei Schaltleitungen wählt man zweckmäßig verschiedene Farben, damit der richtige Anschluß der Druckknöpfe keine Schwierigkeiten macht.

Das elektromagnetische Schaltgerät.

Hier ist zunächst die Frage zu entscheiden: Fernschalter oder Fernsprechrelais? Unter Fernschaltern wollen wir

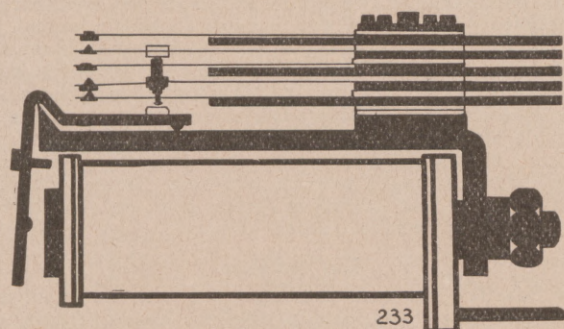


Abb. 3. Weitverbreitete Form des Fernsprechrelais.

Das dargestellte Relais hat einen Umschaltkontakt und, darüber angeordnet, einen Schließkontakt. Drei solcher oder ähnlicher Kontaktsätze können auf dem Relais nebeneinander angeordnet sein. Die Anschlüsse an die Kontaktfedern (oben rechts) und die Anschlüsse an die Wicklungen (unter der Befestigungsschraube) werden durch Lötten hergestellt. — Alle Metallteile sind schwarz dargestellt.

hier solche elektromagnetischen Schaltvorrichtungen verstehen, bei denen durch einen Stromstoß (Impuls) ein Schaltungsvorgang erzielt wird, der im allgemeinen durch einen zweiten Stromstoß wieder rückgängig gemacht wird; zwischen beiden Stromstößen ist die Erregerwicklung des Schalters stromlos. Ein Fernschalter besteht demgemäß aus einem Elektromagneten mit Anker, einer Anzahl Kontaktfedern und einem

zweckentsprechend geformten Zwischenstück, das die Kontakte abwechselnd schließt und öffnet. Im Gegensatz dazu bewirkt ein Relais in dem hier gebrauchten Sinne einen Schaltungsvorgang nur so lange, wie es angezogen ist, d. h. solange seine Erregerwicklung von Strom durchflossen ist. Ein

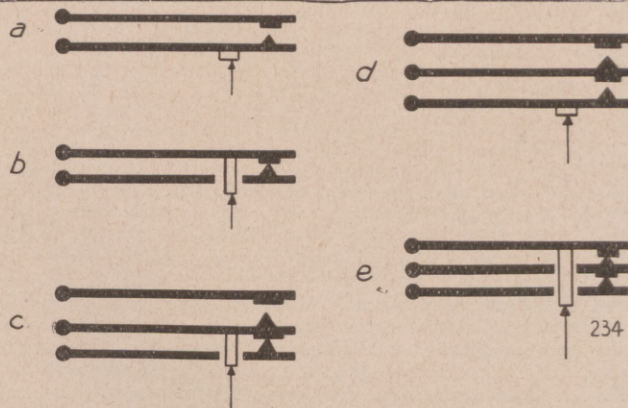


Abb. 4. Kontakte der Fernsprechrelais.

a = Schließkontakt (Arbeitskontakt), b = Trennkontakt (Ruhekontakt), c = Umschaltkontakt (Ruhe-Arbeitskontakt, Morsekontakt), d = Doppelschließkontakt, e = Doppeltrennkontakt. Der Ankerdruck wirkt nach oben in der Pfeilrichtung auf ein an einer Kontaktfeder befestigtes Isolierstück. Bei Trennkontakten führt dieses Isolierstück durch Aussparungen in den darunter liegenden Federn hindurch.

Fernschalter erfordert also zum Einschalten des Empfangsgerätes nur einen kurzen Stromstoß, während ein Relais so lange von Strom durchflossen sein muß, wie das Empfangsgerät eingeschaltet sein soll.

Abb. 3 zeigt eine weit verbreitete Form des Fernsprechrelais, Abb. 4 die am häufigsten verwendeten Kontakte. Es empfiehlt sich in den meisten Fällen, Relais zu verwenden, und im folgenden werden daher nur Relaisschaltungen beschrieben. Einmal sind Relais einfacher gebaut und billiger als Fernschalter, und insbesondere gebraucht zu sehr billigen Preisen erhältlich, und zum andern werden die hier in Betracht kommenden Relaisschaltungen im allgemeinen einfacher und betriebssicherer als Schaltungen mit Fernschaltern, weil die Relais eine bestimmte Grundstellung haben, die sie immer einnehmen, wenn sie nicht von Strom durchflossen sind.

Der Stromverbrauch der Relais ist sehr gering gegenüber dem Stromverbrauch des Empfangsgerätes; er fällt daher kaum ins Gewicht.

Das einfachste Schaltgerät für Empfangsgeräte mit Heizbatterie.

Die im folgenden beschriebene Einrichtung ist die einfachste Relais-Fernschalteneinrichtung, die überhaupt möglich ist. Sie ist in erster Linie in Verbindung mit Empfangsgeräten zu verwenden, die mit einer 4 Volt-Heizbatterie betrieben werden, kann aber mit zweckentsprechenden Änderungen auch in Verbindung mit jedem anderen Empfangsgerät gebraucht werden. Sie hat den Vorzug, daß die Heizbatterie gleichzeitig den Schaltstrom liefert, so daß also eine besondere Schaltbatterie nicht erforderlich ist.

Das Schaltgerät besteht hierbei nur aus einem Relais mit einem Arbeitskontakt. Zur Verbindung des Schaltgerätes mit den Druckknöpfen werden drei Schaltleitungen benötigt; es sind demgemäß getrennte Ein- und Ausschaltknöpfe vorgesehen. Durch Hinzufügen eines Relais und eines Druckknopfes bei gleicher Zahl der Schaltleitungen läßt sich die Einrichtung in verhältnismäßig einfacher Weise zur wahlweisen Fernschaltung von zwei Empfängern ausbauen.

Die Abb. 5 und 6 zeigen das Prinzip der Schaltung in zwei verschiedenen Darstellungen, die sich durch die gegenseitige Lage der Relaiswicklung und des Relaiskontaktes unterscheiden. In der Darstellung Abb. 5 ist die Arbeitsweise des Relais deutlich zu erkennen; dieses Bild ist daher zunächst anschaulicher. In Abb. 6 sind Relaiswicklung und -kontakt unabhängig voneinander angeordnet. Da man hierbei das Schaltbild, besonders bei verwickelteren Schaltungen, erheblich übersichtlicher gestalten kann, indem

Kreuzungen nach Möglichkeit vermieden werden, soll diese Darstellungsweise im folgenden bevorzugt werden. Man bezeichnet dabei die Relaiswicklung mit einem großen Buchstaben mit angehängter Ohmzahl und den Kontakt mit dem entsprechenden kleinen Buchstaben, hier also Wicklung

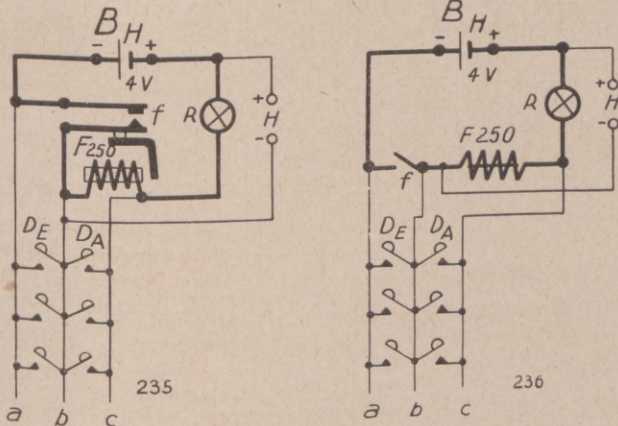


Abb. 5 und 6. Die einfachste Fernschalteinrichtung in zwei verschiedenen Darstellungsarten.

BH ist die Heizbatterie, F ein Relais mit etwa 250 Ohm Widerstand und einem Kontakt f, R ist eine Glühlampe für 4 Volt. Die Druckknöpfe DE dienen zum Einschalten, DA zum Ausschalten. Die Heizanschlüsse des Empfangsgeräts werden mit den Klemmen H verbunden. Die stark ausgezogenen Teile der Schaltbilder zeigen den Stromlauf nach dem Einschalten. Der Kontakt f ist dabei geschlossen.

F 250 und Kontakt f. Wicklung und Kontakt werden getrennt voneinander in zweckmäßiger Weise in geeignete Stellen des Schaltbildes eingefügt. Die Wirkungsweise der Schaltung ist folgende:

Wie man sich leicht überzeugen kann, fließt in dem gezeichneten Zustand der Schaltung kein Strom (Abb. 5 oder 6). Drückt man einen der Einschaltknöpfe DE, so fließt ein Strom vom Plus-Pol der Batterie BH über den Widerstand R, die Relaiswicklung F 250 und den gedrückten Druckknopf zur Batterie zurück. Das Relais F wird er-

Zum Ausschalten drückt man einen der Ausschaltknöpfe DA. Dadurch wird die Relaiswicklung F 250 kurzgeschlossen, so daß das Relais abfällt und dabei seinen Kontakt f öffnet. Relaisstromkreis und Heizstromkreis werden dadurch unterbrochen, so daß das Empfangsgerät nunmehr ausgeschaltet ist. Der Widerstand R ist dazu da, beim Ausschalten einen Kurzschluß der Batterie zu verhüten. Man verwendet dafür zweckmäßig eine Glühlampe für 4 Volt, die dann beim Ausschalten kurz aufleuchtet und durch ihr Erlöschen erkennen läßt, daß die Ausschaltung vollzogen ist. Weiteres Drücken auf Ausschaltknöpfe hat dann keine Wirkung mehr auf das Schaltgerät, ebenso wie nach dem Einschalten weiteres Drücken auf Einschaltknöpfe wirkungslos ist. Es empfiehlt sich nicht, eine Taschenlampenbirne für R zu verwenden, da sie schneller durchbrennt als eine 4 Volt-Glühlampe und dabei das Schaltgerät außer Betrieb setzt.

Bei dem angegebenen Widerstand beträgt der Stromverbrauch des Relais $4 : 250 = 0,016$ Amp und fällt also nicht ins Gewicht. Der angegebene Widerstand des Relais von 250 Ohm ist nicht kritisch, er kann kleiner oder auch größer sein. Man wähle ihn aber nicht zu groß, da das Relais sonst bei 4 Volt nicht mehr sicher anzieht. Wenn das Relais bei 3 Volt noch anzieht, so hat man ausreichende Sicherheit.

In Abb. 7 ist angedeutet, wie man das Relais mit der Glühlampe R und den erforderlichen Anschlußklemmen zusammenbaut und mit dem Empfangsgerät und den Schaltungen verbindet. Die Fernsprelrelais besitzen für die Montage eine mit Gewinde versehene Verlängerung des Eisenkerns mit Mutter. Die Lage der Relais muß im allgemeinen wagerecht sein, da in den meisten Fällen die Schwerkraft als Rückzugskraft für den Anker verwendet wird. Die Relais müssen daher an einer senkrechten Platte oder auf einem wagerechten Brett mit Hilfe eines Winkelstückes befestigt werden. Häufig wird man das Schaltgerät auch im Innern des Empfangsgeräts anbringen können.

(Fortsetzung folgt.)

Ausbau des Rundfunks in Frankreich.

Der Pariser Staatliche Sender Paris PTT, der mit 0,8 kW seit 1924 arbeitete, ist einem völligem Umbau unterzogen worden und sendet gegenwärtig mit einem neuen 5 kW starken Sender. Die Erhöhung der Sendeleistung soll in der Hauptsache einen besseren Detektorempfang in Paris gewähren und in den Provinzen den Teilnehmern erlauben, die Darbietungen der Pariser Station abzuhören.

Laut Beschluß der französischen Oberpostdirektion soll in der Stadt Dijon ein neuer Zwischensender mit einer Maximalleistung von 1,5 kW errichtet werden. Der Sender wird die Darbietungen der Pariser Staatlichen Sendestelle Paris PTT übernehmen.

*

WINKE FÜR DEN BASTLER.

Schrauben an unzugänglichen Stellen einzudrehen.

Das ist immer ein kleines Kunststück für den Bastler! Verblüffend einfach wird die Arbeit, wenn man die Schneide des Schraubenziehers ein wenig in flüssig gemachtes Wachs taucht und dann schnell die Schraube ansetzt. Sobald das Wachs erstarrt ist, sitzt auch die Schraube so fest am Werkzeug, daß sie ohne jede Mühe auch an den unzugänglichen Stellen im Empfänger eingedreht werden kann.

Empfangsverbesserung an warmen Tagen.

Die Beobachtung, daß an heißen Sommertagen der Empfang besonders schlecht ist, liegt keineswegs immer an atmosphärischen Einflüssen, sondern, häufiger als mancher denkt, an der Erde. Daß eine mangelhafte oder gar schlechte Erdung den Empfang entsprechend beeinflusst, weiß ja jeder Amateur; an heißen Tagen kann nun aber auch eine sonst vorzügliche Erdung schlecht sein, weil durch die starke Sonnenbestrahlung der Boden um die Erdungseinführung herum sehr austrocknet und damit eine bedeutende Verringerung der Leitfähigkeit bewirkt. In solchen Fällen läßt sich einfach dadurch Abhilfe schaffen, daß man an der Stelle, wo der Draht in die Erde gebettet ist, ein bis zwei Eimer Wasser hinschüttet. Der Erfolg für die Empfangsverbesserung ist oft geradezu verblüffend.

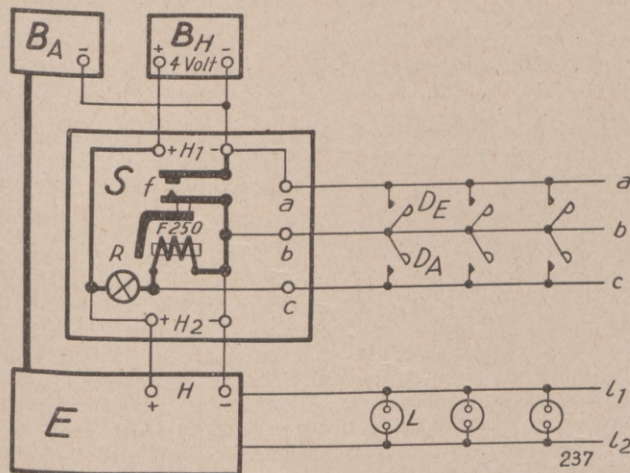


Abb. 7. Zusammenbau der Fernschalteinrichtung nach Abb. 5 und 6 und Verbindung mit dem Empfangsgerät E, den Batterien BH und BA und den Schaltungen a, b, c. L1 und L2 sind die Lautsprecherleitungen.

regt und schließt seinen Kontakt f. Da dieser Kontakt parallel zu den Einschaltknöpfen liegt, wird der Erregerkreis des Relais nicht unterbrochen, wenn man den Druckknopf wieder losläßt, d. h. das Relais bleibt angezogen. Man sagt, das Relais „klebt“, und f ist ein Klebekontakt. Der Kontakt f schaltet gleichzeitig den Heizstrom für die an die Klemmen H angeschlossenen Röhren ein. Das Empfangsgerät ist also nunmehr eingeschaltet.

Das französische Funknetz

Frankreichs Funknetz für den öffentlichen Verkehr ist noch immer nicht endgültig ausgebaut, obwohl seit Beendigung des Krieges daran gebaut wird. Der Ausbau ist aber jetzt zu einem gewissen Abschluß gekommen.

Die hauptsächlichsten Küstenfunkstellen (Algier, Bonifacio, Bordeaux, Boulogne, Le Havre, Nizza, Marseille und Saintes-Maries-de-la-Mer) besitzen Sender mit einer Leistung von 2 bis 5 kW. Die letztgenannte versieht, wie in Deutschland die Hauptfunkstelle Norddeich, den Verkehr mit Schiffen auf weite Entfernungen, ebenso wie die mit einem 10 kW-Sender ausgerüstete größte französische Küstenfunkstelle in Quessant. Außer diesen von der französischen Post- und Telegraphenverwaltung betriebenen Funkstellen für den beweglichen Dienst betreibt die Marine noch Stationen in Cherbourg, Dunkerque, Lorient, Oran, Rochefort und Nantes, von denen die letztere mit einem 100 kW-Sender ausgerüstet ist.

Für den Verkehr innerhalb des Landes besitzt die Staatseisenbahn eine Funkstelle in Dieppe. Ferner besteht eine funktelegraphische Verbindung zwischen dem Festland (Brest, La Roche-sur-Yon und Cros-de-Cagnes) und den Inseln Ouessant, Noirmoutier, Yeu und Korsika. Außerdem besitzt Frankreich ein Landfunknetz für den funktelegraphischen und funktelephonischen Verkehr des Heeres, für den Wetterdienst und für die Luftfahrt. Für die Zwecke der Luftfahrt einschließlich des Flugsicherungs-, insbesondere des Wetterberaterdienstes, bestehen 31 Funkstellen.

Das zur Verbindung des Mutterlandes mit den Kolonien während des Weltkrieges begonnene Kolonialfunknetz ist im Sommer 1928 fertiggestellt worden. Ihm dienen die Funkstellen auf den Antillen, in Nordafrika, in Französisch West- und Äquatorialafrika, in Französisch-Ozeanien, in Guyana, auf Madagaskar, in Djibouti und in Französisch-Indochina. Von diesen Funkstellen besitzen die in Bamako, Brazzaville, Tananarivo und Saigon besonders leistungsfähige Sender, die den Verkehr der anderen Kolonien mit dem Mutterlande vermitteln.

Für den Auslandsfunkverkehr verfügt Frankreich über eine große Zahl teilweise sehr leistungsfähiger Großfunkstellen. Die Compagnie Radio-France betreibt die Großfunkstelle in Sainte-Assise (bei Melun), die einen Sender von 1500 kW für den Überseeverkehr und außerdem mehrere Sender für den Europaverkehr besitzt (Hochfrequenzmaschinen und Röhrensender). Die für diese Sender erforderlichen Antennen werden von siebzehn 250 m hohen und zwei kleineren Masten getragen. Wie bei allen modernen Großfunkstellen ist zur Sicherstellung einer möglichst schnellen Abwicklung des Verkehrs eine Betriebszentrale eingerichtet, die mit dem Pariser Haupttelegraphenamt räumlich vereinigt ist. Von dieser Betriebszentrale aus werden die Sender betätigt, dort findet auch der Empfang vom Auslande statt. Die Station nimmt den Verkehr mit

Argentinien, Brasilien, Japan, Kanada, Sibirien, den Vereinigten Staaten von Amerika und den meisten europäischen Ländern (Balkanstaaten, Großbritannien, Norwegen, Schweden, Spanien, Syrien u. a.) wahr.

Die zweitgrößte Großfunkstelle befindet sich im Süden des Landes, in Bordeaux (Croix d'Hins). Sie ist mit Hochfrequenzmaschinen und Röhrensendern (500 kW) ausgerüstet und dient dem Verkehr mit den Kolonialfunkstellen auf den Antillen, in Französisch-Äquatorialafrika, in Französisch-Indochina, in Französisch-Somaliland und auf Madagaskar sowie mit Mittelamerika.

Die Großfunkstelle Lyon (La Doua) besitzt ebenfalls Hochfrequenzmaschinen und Röhrensender (200 kW); sie verkehrt mit Französisch West- und Mittelafrika, Marokko und Nordafrika, ferner wird sie zur Verbreitung von Nachrichten allgemeiner Art, wie Pressedienst, Zeitzeichen u. a. benutzt.

Die älteste aller Großfunkstellen, der Eiffelturm, dient in der Hauptsache militärischen und wissenschaftlichen Zwecken. Sie verbreitet Wetternachrichten, Zeitzeichen (und zwar für wissenschaftliche Zwecke — Koinzidenzzeichen —, ähnlich wie sie unsere Großfunkstelle Nauen gibt) und amtliche Nachrichten, ferner versieht sie den Telegrammverkehr mit Polen und Ungarn. In den Abendstunden steht sie außerdem im Dienst des Rundfunks. Sie arbeitet mit einer Sendeleistung von 12 kW auf Welle 2650 m, daneben neuerdings versuchsweise mit einem 1 kW-Sender auf der Welle 1400 m.

Erwähnt seien ferner die Marinefunkstelle in Nantes, die Nachrichten aller Art für die Schifffahrt verbreitet, sowie die Heeresfunkstellen in Saint-Pierre-des-Corps und in Issy-les-Moulineaux.

Wie alle größeren Länder, so besitzt Frankreich seit einiger Zeit auch einen Kurzwellensender für den kommerziellen Verkehr, der bei der Großfunkstelle Sainte Assise untergebracht ist und zunächst mit Argentinien, Brasilien und Französisch-Indochina in Verkehr steht. Der Rundfunkdienst hat sich infolge des Fehlens einer einheitlichen Organisation in Frankreich weniger günstig als anderwärts entwickelt. Dies ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß neben den von der Post- und Telegraphenverwaltung errichteten, für die Versorgung des gesamten Landesgebiets mit Rundfunkdarbietungen nicht ausreichenden Sendestellen noch eine große Zahl privater Sender im Betriebe sind, deren Leistung aber vielfach so gering ist, daß sie nur zur Versorgung des betreffenden Stadtgebiets ausreicht. Vielfach läßt auch die Güte des Programms zu wünschen übrig; hierfür liegt der Grund darin, daß keine Rundfunkgebühren erhoben werden und die privaten Sendestellen keine Zuschüsse erhalten. Erst das seit langem in Vorbereitung befindliche neue Gesetz dürfte die Verhältnisse in absehbarer Zeit bessern.

