

Das Problem der Verdrahtung

Wieso Problem?

„Nicht der LötKolben - der Kopf ist das wichtigste Werkzeug bei der Verdrahtung.“

Hunderte und aberhunderte Baubeschreibungen sind in der deutschen Fachpresse zu finden, vom Kopfhörer mit eingebautem Detektorempfänger über Zwischenstufen in allen Schattierungen bis zum Großempfangsgerät mit Vorselektion und Zwei- oder Dreikanal-NF-Verstärkung nebst zugehöriger Lautsprecherzahl, mit oder ohne Gegenkopplung, Fernsteuerung, Dynamikpresser, eingebautem Schallplatten-Schneid- und -Abspielgerät, mit Bandspreizung, Magischem Auge und in amerikanischem Aussehen. Aber die meisten Autoren und Schaltungsväter machen um die Verdrahtung einen großen Bogen herum, erwähnen sie höchstens ganz kurz in vier oder fünf Druckzeilen oder Schweigen sie gänzlich tot. Warum? Ist es So einfach, zu verdrahten, oder kann man bei jedem Leser und Nachbauer einer Schaltung genügend Sachkenntnis voraussetzen?

Man wird sagen: Sehr viele Bauanleitungen brächten doch Verdrahtungspläne. Stimmt, aber Hand aufs Herz: Wer hat schon einmal einen Empfänger gesehen, der wirklich bis in alle Einzelheiten dem Verdrahtungsplan nachgebaut worden wäre? Ist es nicht vielmehr so, daß statt des vorgeschriebenen Drehkondensators ein anderer, gerade vorhandener, genommen wurde, daß statt des Spulensatzes im Mustergerät ein nach Aussage des Händlers oder seiner Hilfskraft „genau so guter“, jedoch bedeutend billigerer Spulensatz verwendet wurde? Daß ein bestimmter Übertrager nicht zu bekommen war und irgendein Ersatzfabrikat eingebaut wurde? Ist es nicht so, daß vielfach ein Gerät mit dem HF-Teil nach der einen, im Demodulationsteil nach der anderen, im NF-Teil nach einer dritten Schaltung, alles in allem aber und besonders, wenn es nicht „geht“, beim Barte des Propheten „ganz genau“ nach dem Verdrahtungsplan aufgebaut wurde, und daß „bloß“ dies und „nur“ jenes andere Teil verwendet wurde? Der Wert der Verdrahtungspläne, die sich doch immer an bestimmte Gehäuseabmessungen und auf vorgeschriebene Einzelteile mit ganz spezifischer räumlicher Anordnung ihrer Anschlußstellen beziehen, ist also in der Praxis recht fragwürdig. Aber auch ganz alten Bastlern, die naserümpfend über jeden Verdrahtungsplan erhaben sind, wird manchmal klar, daß die Verdrahtung eines hochwertigen Gerätes eben doch ein Problem ist — wenn nämlich die zum Geburtstag von Onkel Otto gerade noch fertiggewordene „Kiste“ schwingt, faucht, blubbert oder fönst irgendwie enttäuscht. Natürlich ist dann der Schaltungsautor daran Schuld, bei dem die Schaltung sicher nur aus Zufall „ging“, oder auch die schlechten Einzelteile, wobei wieder einmal vollkommen ungerechtfertigt dem Krieg die Schuld gegeben wird. Und in Wirklichkeit hatte der alte, erfahrene Bastler in der stillen Hoffnung, daß er einen vielleicht — möglicherweise — (kann ja mal vorkommen) auftretenden Fehler auf Grund seiner Erfahrungen schnellstens finden würde, und damit es möglichst bald „spielt“, sein Gerät verdrahtet, wie der Pennäler Fritz seine Klingelanlage mit Türkontakten und automatischen Schreckschüssen zum Fernhalten neugieriger Familienmitglieder ...

Nach dieser — zugegeben — langatmigen Einführung wollen wir den Kernpunkt der Verdrahtung beherzt angreifen:

Gut überlegte Anordnung der Einzelteile bedeutet halbgeleistete Verdrahtung und halbe Fehleranfälligkeit.

Es wird jedem einleuchten und aus der Praxis her geläufig fein, daß eine ungünstige Anordnung der Einzelteile Umwege in der Verdrahtung bedingt, die nicht nur viel Draht verschwendet, sondern auch unnötige Verluste und unerwünschte Kopplungen verursachen. Die wichtigste Aufgabe vor dem Aufbau eines jeden Gerätes ist also, die Einzelteile möglichst günstig zueinander anzuordnen. Die Anordnung ist dabei um so günstiger, je kürzer die kritischen Leitungen werden und je weniger sie sich berühren, kreuzen oder sonst beeinflussen können. Immer wird es dabei Einzelteile geben, deren Anordnung auf dem Gestell von vornherein festgelegt ist, z. B. Bedienungsorgane, und andere Einzelteile, die beliebig gesetzt werden können. Für die Platzwahl dieser Teile ist dann neben Fragen der Wärmeabfuhr, Abschirmung und Entkopplung nur noch die Verdrahtung zuständig.

Glaukt man nun, die Teile so angeordnet zu haben, daß sich wirklich überall günstige Leitungsführungen ergeben, so wird man feststellen, daß die nächste Aufgabe jeweils in der Verbindung je zweier räumlicher Punkte miteinander besteht. Bekanntlich gibt es aber für die Verbindung zweier räumlicher Punkte eine unendliche Zahl von Möglichkeiten. Wir wollen versuchen, immer die zweckmäßigste, d. h. die kürzeste, durchzuführen, denn bei allen Geräten technischer Art kommt es weniger auf Schönheit der Linienführung, als vielmehr auf guten Wirkungsgrad an. Womit nicht gesagt sein soll, daß Verbindungen auf dem kürzesten Wege nicht auch schön aussehen können ...

Nun besteht aber folgende Gefahr: Je größer das Gerät wird, das wir bauen wollen, und je umfangreicher die Schaltung, desto schneller ergeben die kürzesten Verbindungen den wohlbekanntesten Drahtverhau. Es kommt dann der Zeitpunkt, wo man einen Unterschied zwischen „heißen“ und „kalten“ Leitungen, hochohmigen und niederohmigen Verbindungen, empfindlichen Drahtstücken und solchen, die eine hohe Wechsellspannung führen, machen muß.

„Heiße“ und „kalte“ Leitungen.

Unter „kalten“ Leitungen versteht man in der technischen Umgangssprache solche Schaltungsstücke, die kein störendes Feld um sich herum haben und die auch nicht gegen fremde Felder empfindlich sind. Dementsprechend bezeichnet man mit „heißen“ Leitungen solche, die empfindlich gegen Fremdspannungen sind oder selbst Störfelder erzeugen können, also z. B. ungeerdete Pole einer geerdeten Wechsellspannungsquelle, Gitterleitungen und dgl. Empfindliche Leitungen sind dann auch solche, die nur eine sehr schwache Spannung führen, beispielsweise wie die erste Gitterleitung eines Empfängers, und deswegen empfindlich gegen Fremdspannungen werden, weil jene leicht von derselben Größenordnung wie die Nutzsparnungen oder größer sein können, in jedem Fall aber in den folgenden Stufen mit verstärkt werden können. Die Anodenleitung der Endröhre hingegen ist als unempfindlich zu bezeichnen, weil dort aufgenommene Fremdsparnungen in der normalerweise vorkommenden Größenordnung nicht mehr störend wirken.

Mit den hochohmigen Leitungen hat es — laienmäßig ausgedrückt — folgende Bewandnis: Eine Leitung, die Wechsellspannung führt und an deren Enden hohe Impedanzen sitzen, wird immer sehr störanfällig sein, weil bei gegebener Leistung die übertragenen Ströme klein gegen die induzierten Störströme sind. Umgekehrt bei einer niederohmigen Leitung: Hier fallen zwar an den Abschlußwiderständen der Leitung kleinere Wechsellspannungen ab, jedoch sind die für gegebene Leistung übertragenen Ströme wesentlich größer, so daß die von Störfeldern induzierten Ströme so gut wie nicht ins Gewicht fallen).

Alle solche Leitungen muß man sich schon vor der Anordnung der Einzelteile genau im Schaltbild ansehen und ankreuzen, vor allem auch hinsichtlich der Frequenz, die sie führen. Das ist besonders wichtig, um von vornherein ungewollte Kopplungen und ihre Folgeerscheinungen, wie Brummen, Schwingneigung, Pfeifen usw. zu unterbinden.

Ferner gehört zur Verdrahtungsplanung die sehr wichtige Frage der Erdung. Grundsätzlich muß man unter allen Umständen sogenannte Erdschleifen und gemeinsame (und daher verkoppelte) Erdungsleiter verschiedener Stufen vermeiden. Über diese Fragen wollen wir noch im einzelnen sprechen, wobei alle Abschirmungsfragen einem gesonderten Aufsatz vorbehalten bleiben sollen.

Anordnung der Einzelteile.

Wichtigste Regel: erst die Verdrahtung, dann das Äußere. Das heißt, daß man die Einzelteile so anordnen soll, daß sich die günstigste Verdrahtung ergibt, und nicht so, daß alles schön symmetrisch über den Raum verteilt ist. Ein interessantes Extrem in dieser Hinsicht brachte die FUNKSCHAU auf Seite 22 des Jahrganges 1933 unter dem Titel „Versuche mit einem hochgezüchteten Zwei-Röhren-Empfänger“ (siehe auch Bild 1). Natürlich muß in der Anordnung der Teile ein Unterschied gemacht werden zwischen dem Netzteil und dem eigentlichen Emp-

1) Diese Vorgänge sind in Wirklichkeit viel verwickelter; ihre Erklärung übersteigt den Rahmen dieses Aufsatzes.

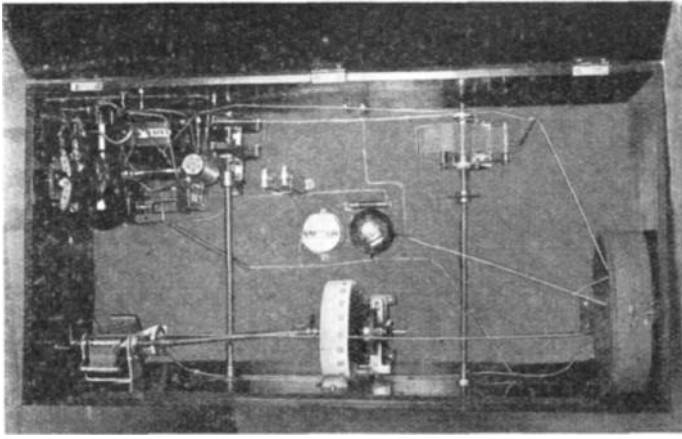


Bild 1. Eine besonders ausgefallene Einzelteilanordnung und Verdrahtung zur Erzielung größter Dämpfungsfreiheit in den Abstimmkreisen (FUNKSCHAU 1933, Seite 23).

fänger, und in diesem wiederum zwischen HF- und ZF- und NF-Kreisen. Zunächst legt man die Einzelteile auf das Gestell, oder wenn sich dieses erst nach der Anordnung der Teile richten soll, auf einen Bogen Papier und überlegt nun an Hand des Schaltschemas die günstigste Anordnung. Wir fangen mit der Abstimmskala und dem Drehkondensator an, weil beide als Einheit meist einen vorgegebenen Platz im Gerät erhalten. Dann bauen wir unter Berücksichtigung der weiter unten gegebenen Richtlinien Spulen- und Wellenschalter möglichst dicht daneben, so daß sich kurze Leitungen zwischen den „heißen“ Spulenden und den Statoranschlüssen ergeben. Daneben, bzw. bei Geräten mit Kurzwellenbereichen dazwischen, werden die Röhren gesetzt, und zwar so, daß sich nur ganz kurze (wenige Millimeter bis Zentimeter) Verbindungen zu den Röhrgittern ergeben. So kann man z. B. die Eingangsstufe zur Erreichung einer kurzen Antennenverbindung nach hinten, die darauffolgende zweite und dritte Stufe entsprechend anschließend nach vorn setzen. Im weiteren Verlauf des Schaltbildes reihen wir jetzt Stufe an Stufe, immer so, daß die „heißen“ (Gitter- und Anoden-) Leitungen möglichst kurz werden. Nach dem Audion bzw. zweiten Detektor hören wir zunächst einmal auf und beginnen den Netzteil zusammenzustellen. Bei Wechselstromgeräten fangen wir mit dem Netztransformator an, der in die äußerste Gestellecke gesetzt wird, so daß sein Streufeld möglichst gar nicht das Gitter der NF-Stufe beeinflussen kann.

Physikalische Abnormitäten

Heilende Elektrizität. Diathermie - Künstliches Fieber durch Kurzwellen - Behandlung Gemütskranker durch technischen Wechselstrom

Schon seit längerer Zeit benutzt man Hochfrequenzströme, um Wärmewirkungen auf innere Körperorgane hervorzurufen. Die Körperteile und Körperorgane haben einen mehr oder weniger großen Widerstand, an dem durch die auftreffenden HF-Ströme Wärme erzeugt wird. Es zeigte sich, daß mit Verkürzung der Wellenlänge die Tiefenwirkung stieg, und daß man sogar die Knochen erwärmen konnte. Beim Arbeiten mit Ultrakurzwellen wird der Körperteil, der erwärmt werden soll, zwischen zwei als Kondensatorplatten dienende Metallplatten gebracht; der Körperteil ist gewissermaßen das Dielektrikum. Um eine Ganzerwärmung des Körpers hervorzurufen (künstliches Fieber), werden einige Windungen Draht vom Kurzwellengenerator aus um den Körper gelegt. Durch die Wirbelströme innerhalb der auf diese Art gebildeten Spule wird der ganze Körper erwärmt, ähnlich wie bei der Herstellung der Rundfunkröhren und der Getterung die Metallteile innerhalb der Röhre durch Hochfrequenz-Wirbelströme zum Glühen gebracht werden. Der hierbei benutzte Kurzwellengenerator besteht aus zwei in Gegentakt geschalteten 500-Watt-Röhren, die benutzte Wellenlänge 20 m. Nach etwa einer halben Stunde Bestrahlung ist die Temperatur auf 40° gestiegen und bleibt bis zu 6 Stunden auf dieser Höhe. Eine derartige künstliche Fiebererzeugung wird an Stelle einer Malariakur mit bestem Erfolge bei Paralyse (Gehirnerweichung) und Rückenmarkschwindsucht angewendet.

Aber selbst der normale 50periodige Wechselstrom wird als Heilmittel benutzt; der Anwendung beim Menschen gingen umfangreiche Tierversuche voraus. Bringt man zwei Metallplatten an die Schläfen und schickt man einen kurzen Stromstoß von 50periodigem Wechselstrom (100V) hindurch, so wird der Kranke sofort bewußtlos. Der Körper verfällt in Zuckungen wie bei epileptischen Anfällen, die allmählich abebben, bis nach etwa einer Minute Ruhe und Erschlaffung eintritt. Beim Erwachen kann der Patient sich an nichts erinnern. Eine solche Behandlung zeigte bei Gemütskranken verblüffende Wirkungen. Es ist selbstverständlich, daß ein Laie niemals eine solche „Holzhammer-narkose“ vornehmen darf; nur der Arzt kann entscheiden, ob der Patient eine solche Behandlung erträgt (nicht bei Herzkranken!), und nur der Arzt kann die richtige Dosierung vornehmen und die Verantwortung übernehmen.

Fritz Kunze.

Die Gleichrichterröhre, bei Allstromgeräten ferner den Vorschaltwiderstand, und größere Belastungswiderstände setzt man möglichst nahe an die Rückseite, um eine günstige Wärmeabstrahlung zu erzielen. Elektrolytkondensatoren sind dabei von diesen betriebsmäßig heißen Teilen fernzuhalten. Eisenwasserstoff- und Eisenurdoxwiderstände müssen entweder außerhalb magnetischer Wechselfelder aufgestellt oder mit einem Eisenblechzylinder abgeschirmt werden, weil die feinen Eisendrähte sonst unter dem Einfluß des Streufeldes mechanisch schwingen und die Lebensdauer des Widerstandes erheblich verkürzen können. Zum Schluß wird die Endstufe eingefügt.

Haben wir so erst einmal eine vorläufige Anordnung gefunden, so wird an Hand des Schaltbildes die Stellung der einzelnen Teile an ihrem Platz verbessert; man dreht z. B. einen runden Spulenbecher so lange um seine Achse, bis man nach allen Seiten die kürzesten oder am besten entkoppelten Leitungen erhält. Das gleiche gilt für die Röhrenfassungen, wobei vor allem darauf zu achten ist, daß bei der Verdrahtung keine ungewollte Kopplung zwischen Anoden- und Gitterkreis auftreten kann und die Isolation der Kreise voneinander einwandfrei bleibt.

Notfalls muß man umziehen.

Ergibt sich bei diesen Überlegungen, daß irgendein Bedienungsorgan, z. B. die Bandbreiten- oder Lautstärkeregelung, das Verdrahtungsbild verzerrt, also lange Zuleitungen von dem zugehörigen Schaltungsteil her zur Bedienungsebene benötigt, so ist es besser, eine mechanische Fernbedienung mit Seilen, Gestängen oder Zahnrädern einzuführen. Dabei scheue man sich nicht, Teile aus den bekannten Metallbaukästen zu verwenden. Sie erfüllen ihren

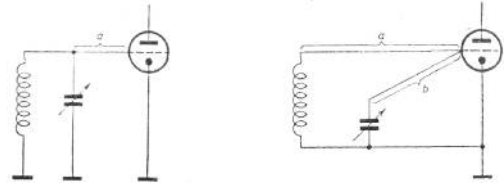


Bild 2 und 3. Schwingkreis-Verdrahtung so oder so? Die Antwort steht im Text.

Zweck recht gut und ersparen viel Arbeit. Seilzüge arbeiten betriebssicher, solange das gesamte Seil in einer Ebene bleibt und durch eine kleine, seine Enden verbindende Zugfeder gespannt wird. Muß man jedoch „um die Ecke gehen“, so empfehlen sich einfache Achsen mit Kegelrädern. In der Mehrzahl der Fälle, besonders aber bei Wellenschaltern, genügt schon ein seitliches Herausführen der Achse, um eine günstige Platzverteilung zu ermöglichen. Benutzt man Stahlröhren, die im Gegensatz zu den Mehrgitter-Glasröhren bekanntlich in jeder Lage gut arbeiten, so kann man deren Sockel auch in Senkrechte Gestell- oder Zwischenwände setzen, wenn das die Verdrahtung verbessert, ja, man kann sie sogar hängend anordnen, wenn man auf irgendeine Weise eine Wärmestauung unter dem Gestell oder Montageblech vermeiden kann. Hat man nach diesem Verfahren diejenige Einzelteilanordnung gefunden, die nach bestem Wissen und Gewissen die günstigste Verdrahtung ergibt, so zeichnet man die Stellung der Seile entweder direkt auf das Gestell oder in einen maßstabgetreuen Bauplan mit den wichtigsten Maßen. Wenn das sicherer erscheint, kann man auch die vorgesehene Drahtführung mit in den Bauplan einzeichnen, muß allerdings dabei berücksichtigen, daß die Einzelteile auf den Seitlich umgeklappten Seitenwänden im Bauplan die Leitungen länger erscheinen lassen und das Verdrahtungsbild verzerrten.

Übrigens: alle kleinen Teile, wie Blocks und Widerstände, werden nicht, wie früher üblich, in Haltern montiert, sondern unmittelbar in die Verdrahtung der Stufe, zu der sie gehören, eingelötet. Auch die Verwendung von Gruppenstreifen, wie sie die Industrie aus Gründen wirtschaftlicher Fertigung vorsieht, fällt im Selbstbaugerät weg.

Praktische Durchführung der Verdrahtung.

Bei jeder Verdrahtung, also bei jeder Anhäufung von Drähten, die Ströme und Spannungen verschiedener Stärke und Frequenz führen, treten Streuinduktivitäten und -kapazitäten auf, die mitunter in ihrer Auswirkung erhebliche Kopfschmerzen verursachen. Je komplizierter ein Gerät wird, desto mehr lohnt sich daher eine vorherige sehr eingehende Betrachtung jeder einzelnen Verbindung.

Man wird sagen: „Ich habe schon soundso viele Geräte gebaut, die Verdrahtung immer „nach Schnauze“ durchgeführt, und habe noch nie Fehlschläge gehabt.“ Nun, eine unüberlegte Verdrahtung braucht sich ja nicht immer gleich akustisch oder optisch als Fehler zu äußern. Es genügt schon verminderte Leistung gegenüber einem Vergleichsgerät gleicher Schaltung aber einwandfreier Verdrahtung, um die Vorteile überlegter Leitungsführung vor scheinbar zeitsparender Verdrahtung erkennen zu lassen. Streuinduktivitäten und -kapazitäten werden um so kritischer, je höher die Betriebsfrequenz ist. Fangen wir also mit den Hochfrequenzkreisen an.

HF-Kreise.

Bestimmend für Trennschärfe und Güte eines Gerätes ist die Dämpfungsfreiheit seiner Abstimmkreise. Dazu gehört nicht nur die Verwendung hochwertiger Einzelteile mit keramischer Isolation, sondern auch eine dämpfungsfreie Verdrahtung. Sehen wir uns dazu Bild 2 und 3 an. In Bild 2 sind Spule und Kondensator möglichst kurz miteinander verbunden und dann einerseits an zwei verschiedenen nächstgelegenen Gestellpunkten geerdet, andererseits an das Röhrengitter angeschlossen. Für lange Wellen ist das das Gegebene. Bei höheren Frequenzen aber stellt die Gitterleitung a bereits ein Schaltelement mit Induktivität, Widerstand und Kapazität gegen Erde dar, wirkt also dämpfend. Verdrahtungen wie dagegen nach Bild 3, so sind die Zuleitungen a und b zum Röhrengitter Teile des eigentlichen Schwingungskreises geworden, wirken also nicht mehr dämpfend, sondern verschieben lediglich die Abstimmung des Kreises um eine kaum erkennbare Kleinigkeit. Bei Ultrakurzwellen muß man allerdings auch noch diese Leitungstücke wesentlich verkürzen, z. B. dadurch, daß man die Spule unmittelbar an die Drehkondensator-Anschlüsse anlötet und die Röhrenfassung unmittelbar daran anbaut. Die Erdenden von Spule und Kondensator werden hingegen kurz durch ein Drahtstück miteinander verbunden (denn das Gestell ist stets ein schlechter Leiter und führt meist noch unkontrollierbare vagabundierende Ströme) und dann an den Erdungspunkt der Stufe geführt. Über Erdungspunkte und Drahtmaterial siehe weiter unten. Bei Sperrkreis-Kopplung in HF-Stufen ist der Überbrückungskondensator, der den Anodengleichstrom vom Rotor des Drehkondensators fernhält, ein Teil des Schwingungskreises! Man darf ihn also nicht unter das Gestell legen, wenn Spule und Drehkondensator über dem Gestell liegen.

Die empfindlichste HF-Leitung ist ohne Zweifel der Verbindungsdraht von der Antennenbuchse zum ersten Kreis. Er führt schwache, unverstärkte HF-Ströme und muß daher vor Störströmen aus Oszillator und anderen Streufeldern geschützt werden. Der beste Schutz ist seine möglichst kurze Ausführung und Fernhaltung aller anderen Leitungen. Läßt sich eine gewisse Länge nicht umgehen, so müssen wir abschirmen. Jede Abschirmung bringt aber eine zusätzliche Dämpfung, also Energieverluste. Sollen diese gering bleiben, so muß zwischen Abschirmung und abzuschirmendem Draht ein Isolator sein, der nicht nur sehr hohen ohmschen Widerstand besitzt, sondern auch (da er ja als Dielektrikum des Kondensators Draht : Abschirmung wirkt) einen kleinen Verlustfaktor bei niedriger Dielektrizitätskonstante aufweist. Man soll also ohne Rücksicht auf Mehrkosten in solchen Fällen keinen sogenannten Panzerschlauch, sondern Sinepertleitung oder abgeschirmtes Antennenkabel verwenden. Auch Sinepertleitung hat noch 60 pF/m Kapazität (gegenüber einigen hundert pF/m bei abgeschirmten Schaltdrähten), das sind 6 pF auf je 10 cm, was z.B. für ZF-Leitungen zur Zweipolstrecke untragbar viel ist.

ZF-Stufen.

Mit abnehmender Frequenz im weiteren Verlauf der Schaltung nehmen zwar die Sorgen um Streuinduktivitäten und -kapazitäten ab, dafür treten neue, beachtenswerte Punkte auf: nach jeder Stufe werden infolge der vorangegangenen Verstärkung die Spannungen höher. Man muß sie daran hindern, auf Leitungen unverstärkter Spannungen einzuwirken, und muß eine Rückwirkung auf vorhergehende Schaltungsteile vermeiden. Besonders empfindlich sind dagegen auch hier die zur Zweipolstrecke laufenden ZF-Drähte. Also auch hier bleibt die Forderung nach kürzesten Verbindungen bestehen, und doch sind die Leitungen noch aufnahmeempfindlich für Netzfrequenz und andere Streufelder. Sie führen zwar höhere Spannungen als die Anfangsstufen, jedoch von einer anderen Frequenz als jene, und während NF-Spannungen in den HF-Stufen wegen deren für HF großen, für NF jedoch kleinen Impedanzen dort „unter den Tisch fallen“ können, spielen sie hier eine gefährliche Rolle, denn auf die ZF-Stufen folgt ja meist eine NF-Verstärkung. Dort aber aus den Vorstufen mitgebrachten Brumm wieder herauszusieben, erfordert nicht nur zusätzlichen Aufwand, sondern benachteiligt auch die zu verarbeitenden Tonfrequenzen.

NF-Teil.

Auch hier ist jedoch noch nicht jede Störungsgefahr beseitigt. Denn einmal können die NF-Leitungen untereinander koppeln und unerwünschte Gegen- oder Rückkopplungen bis zu niederfrequenten Schwingungen verursachen, zum anderen müssen die (von den Kurzwellenamateuren ja auch als Senderöhren benutzten) Endröhren durch Schutzwiderstände daran gehindert werden, auf UKW zu schwingen, wenn nämlich z. B. Röhrenkapazität, Schaltungs- und Wicklungskapazität des Ausgangsübertragers zusammen mit der Induktivität der Leitungen und sonstiger Schaltmittel, wie Entkopplungskondensatoren, einen Schwingkreis bilden, für dessen Frequenz die Röhre günstige Arbeitsbedingungen vorfindet. Die Schutzwiderstände in der Größenordnung von einigen hundert bis tausend Ohm haben natürlich nur dann Sinn, wenn sie unmittelbar an die betr. Gitter-, Anoden- und Schirmgitterkontakte der Röhrenfassungen angelötet werden.

Die NF-Spannungen, die aus einer normalen Endstufe herauskommen, betragen zwar um 30—150 Volt, sind aber immer noch klein gegen die Transformatorspannungen des Netztes, die ja in den gleichen Frequenzbereich fallen und vor deren Einstreuung man folglich auch die Endstufe schützen muß. Ja, selbst der Ausgangsübertrager muß noch gegen den Netztransformator oder die Siebdrossel entkoppelt werden, denn eine nennenswerte magnetische Kopplung zwischen NF-Transformatoren erfolgt erfahrungsgemäß noch über eine Entfernung von 80 cm. Daher findet man auch oft in Industrie-geräten Kopplungsdrosseln, die für sich abgeschirmt und über lange, abgeschirmte Zuleitungen aus dem eigentlichen Gestell heraus irgendwo in eine leere Gehäuseecke gesetzt wurden, oder man findet Empfänger- und Netzteil auf getrennten Gestellen. Im Netzteil selbst müssen Siebdrossel und Netztransformator entkoppelt werden, indem man z. B. ihre Kernachsen gegeneinander versetzt oder im Betrieb (mit verlängerten Anschlußlitzen) ihre Stellung so lange zueinander ändert, bis man die kleinste Brummspannung erhält.

Auch bei Gleichstrombetrieb muß man vorsichtig sein, denn jeder Netzgleichstrom enthält noch vom Gleichrichter oder vom Generator her überlagerte Wechselspannungsanteile, die mitunter in unserem Empfänger viel Unfug treiben können. Herbert Mende.

Der zweite Teil der Arbeit „Das Problem der Verdrahtung“, der in Heft 12 der FUNKSCHAU erscheint, wird sich mit den Erd- bzw. Masseverbindungen, dem Drahtmaterial, der Verdrahtung der „Viel-Klemmen“-Teile und der Industrieverdrahtung befassen.

Der Taschenkalender für Rundfunktechniker 1942

wird, wie wir auf zahlreiche Anfragen mitteilen, rechtzeitig zum Jahreschluß erscheinen. Er wird wie im Vorjahr rund 350 Seiten umfassen; der technische Teil hat erneut eine Erweiterung und Verbesserung erfahren, ermöglicht durch eine Umfangsbeschränkung des eigentlichen Kalendariums. So wird unser wieder unter Mitarbeit der Fachgruppe Rundfunkmechanik im Reichsinnungsverband des Elektrohandwerks herausgegebener „Taschenkalender für Rundfunktechniker“ wie in den Vorjahren ein praktisches, unentbehrliches Taschenbuch für jeden Rundfunktechniker darstellen. — Die Auslieferung der beschränkten Auflage wird in der Reihenfolge der Bestellungen eingänge erfolgen: wir empfehlen deshalb, Bestellungen schon jetzt, unter Einzahlung von RM.4.55 (einschl. Porto) auf das Postscheckkonto 5758 (Bayer. Radio-Zeitung) vorzunehmen. Bezug ist ferner durch den Buch- und Fachhandel möglich.

Veränderungen bei Telefunken

Die außerordentlich rasche Entwicklung auf dem Funkgebiete und dessen verwandten Zweigen lassen es der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Siemens & Halske Aktiengesellschaft als zweckmäßig erscheinen, die bisher bei der ihnen zu gleichen Teilen gehörenden Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H. bearbeiteten funktechnischen Aufgaben in Zukunft selbständig nebeneinander durchzuführen.

Zu diesem Zwecke ist die Siemens & Halske Aktiengesellschaft aus der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. ausgeschieden und hat ihre Telefunken-Anteile an die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft abgetreten.

Die Firma Siemens & Halske Aktiengesellschaft wird von jetzt ab das gesamte Gebiet der Funktechnik selbständig weiter bearbeiten und ihre funktechnischen Erzeugnisse unter eigenem Namen auf den Markt bringen.

Auf Seiten der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft wird durch die 100 prozentige Angliederung Telefunkens die Verbindung mit der Funktechnik und den verwandten Gebieten verstärkt. Telefunken wird ihre Arbeiten wie bisher selbständig fortführen. Im Zusammenhang hiermit haben die AEG und Siemens auch auf anderen Gebieten bei gemeinsamen Beteiligungen Abgrenzungen vorgenommen, wobei die AEG u. a. ihre Beteiligungen an der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.G. und der Klangfilm Gesellschaft mit beschränkter Haftung an Siemens abgetreten hat. T. Pd.

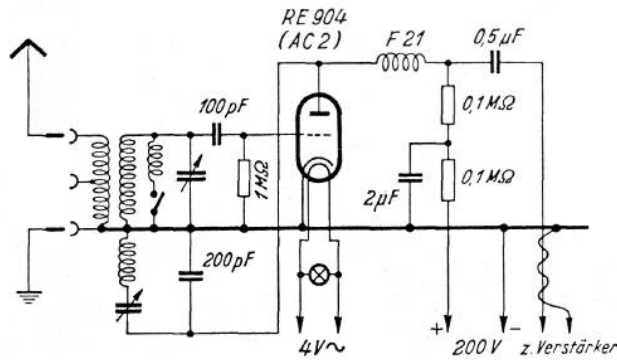
Deutsche Zeitschriften als Kulturträger in der Slowakei

In der Universität Preßburg wurde unter lebhaftester Anteilnahme der slowakischen Öffentlichkeit eine vom Reichsverband der deutschen Zeitschriften-Verleger in Verbindung mit der Slowakischen Deutschen Gesellschaft durchgeführte Ausstellung „Die deutsche Zeitschrift“ gezeigt, die mit gehaltreichen, politisch bedeutungsvollen Ansprachen des slowakischen Ministerpräsidenten Prof. Dr. Tuka, des Leiters des Reichsverbandes der deutschen Zeitschriften-Verleger, Willi Bischoff, und des deutschen Gesandten, Obergruppenführer Ludin, feierlich eröffnet wurde. Aufgeteilt in 21 Fachgruppen, die in ebensoviel künstlerisch gestalteten, für Wesensart und Umfang der Fachgruppen charakteristischen Schaubildern einen bildkräftigen Mittelpunkt haben, wurden 1200 für die einzelnen Lebens- und Schaffensgebiete besonders repräsentative Unterhaltungs-, Kultur-, Fach- und wissenschaftliche Zeitschriften gezeigt. Wurde so die Struktur und Fülle des deutschen Zeitschriftenschauspiels mitten in der Kriegszeit dem ausländischen Beschauer eindrucksvoll vor Augen geführt, so hatte er in einem wohllich gestalteten Leseraum Gelegenheit, sich in alle der hier ausgestellten Zeitschriften eingehend zu vertiefen. Eine vom Institut für Zeitungswissenschaft in Berlin beigesteuerte historische Abteilung bildete eine glückliche Ergänzung dieser für das geistige und typographische Leistungsvermögen der deutschen Zeitschriftenpresse gleich überzeugungskräftigen großen Leistungsschau.

HF-Drahtfunk- und Rundfunk-Vorsatz für Kraftverstärker

Rückgekoppeltes Audion / 2 Wellenbereiche / Selbsttätige Bereichumschaltung / Stromentnahme aus dem Hauptverstärker / Geeignet zum Anschluß an den MPV 5/3

Bei der Übertragung von Rundfunk- oder hochfrequenten Drahtfunksendungen über Kraftverstärkeranlagen bedient man sich zu meist eines normalen handelsüblichen Rundfunkgerätes, das über ein Rundfunkanschlußglied auf den Verstärkereingang oder das Mischpult geschaltet wird. Dieses Anschlußglied setzt die Ausgangsspannung des Rundfunkgerätes auf ein erträgliches Maß herab, um nicht den Kraftverstärker zu übersteuern. Bedenkt man nun, daß man eigentlich in 95% aller Fälle doch nur den Orts- oder Drahtfunktender überträgt, so erkennt man leicht, daß der Einsatz eines vollständigen Rundfunkgerätes eigentlich ein Luxus ist, zumal uns ja in der Verstärkeranlage ein ausgezeichneter Niederfrequenzteil zur Verfügung steht. Zudem ist aber noch außerdem ein vollständiges Rundfunkgerät recht umfangreich und bei „fliegend“ aufgebauten Anlagen kein zu vernachlässigender Ballast. Daher wurde das nachstehend beschriebene kleine Vorsatz-audion entwickelt, das sich zum Vorschalten vor jeden Verstärker eignet.



Die Schaltung des Vorsatzgerätes. Will man den Klirrgrad noch weiter senken, dann ist der Gitterwiderstand auf 0,3 MΩ zu verkleinern und parallel zu ihm ein Sirutor zu schalten, dessen +Pol nach Masse zeigt.

Der Verstärkereingang soll nicht allzu sehr unter 100 kΩ liegen. Auch zum Vorschalten vor den Mischpultverstärker MPV 5/3 (FUNKSCHAU 22/1939) ist das Gerät geeignet, wenn bei dem Rundfunkteneingang des MPV das Dämpfungsglied weggelassen wird.

Die Schaltung

lehnt sich an die des VE 301 an. Die Bereichumschaltung geschieht selbsttätig dadurch, daß der DKE-Abstimmkondensator Verwendung findet, der einen angebauten Wellenschalter trägt. Als Audionröhre findet bei Wechselstrom der Typ RE 904 oder AC 2 Verwendung. Soll das Gerät an einen Allstromverstärker ange-

schlossen werden, so eignet sich hierfür die Röhre CC 2. Es muß dann die negative Grundleitung isoliert im Gerät geführt und über einen Block von 0,1 μF an das Gehäuse angeschaltet werden. Der Abstimmkondensator ist in diesem Fall isoliert einzusetzen. Der Rückkopplungskondensator hat in jedem Falle stromlose Achse. Die Heizspannung für die Röhre CC 2 wird dem Heizkreis des Hauptverstärkers entnommen, der dort aufgetrennt wird, wo er an der allgemeinen Nulleitung liegt. Der Heizwiderstand ist entsprechend zu verkleinern. Die Kontroll-Glühlampe ist dann mit dem Heizfaden in Reihe zu schalten. Die technischen Daten dafür sind 4...8 V bei 0,2 Ampere Stromstärke. Bei Verwendung einer derartigen Glühlampe ist es aber Grundbedingung, daß im Heizkreis ein Eisenurdoxwiderstand eingeschaltet ist, damit der Einschaltstromstoß nicht die Lampe zerstört. Wenn ein Eisenurdoxwiderstand nicht vorgesehen ist und es wird doch auf eine optische Kontrolle Wert gelegt, dann ist dafür eine Zwergglühlampe 220 V zu verwenden, die an + und — Anodenspannung angeschaltet wird.

Der Aufbau:

Es wird ein Blechkästchen mit den Maßen 12 × 16 × 12 cm verwendet. An der Frontplatte ist mit Winkeln eine Grundplatte aus Hartpapier (Pertinax) angebracht. Die verwendete DKE-Spule wird auf die Grundplatte aufgekittet. Von der Antennenspule ist die Achse entfernt und die Spule unter der Grundplatte ebenfalls angekittet worden. Hinten ist an der Grundplatte mit Winkeln eine Buchsenleiste für Antennen- und Erdanschlüsse angebracht; letztere sind durch entsprechende Bohrungen im Gehäuse zugänglich. Tonfrequenzausgang und Stromzuführungen werden über entsprechende Litzen geführt, die gleichfalls auf der Rückseite austreten.

Eine mit einer Decklinie versehene Kontrolllampe zeigt den Betriebszustand an. Eine selbstgezeichnete und aufgeklebte Kartonskala und ein gleichfalls selbstgefertigter Zelluloidzeigerdrehknopf vervollständigen das Ganze.

Im Betrieb

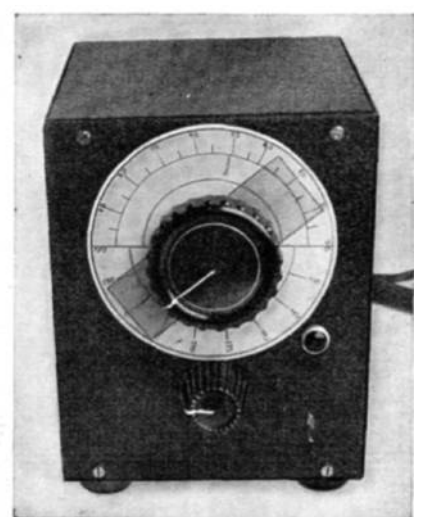
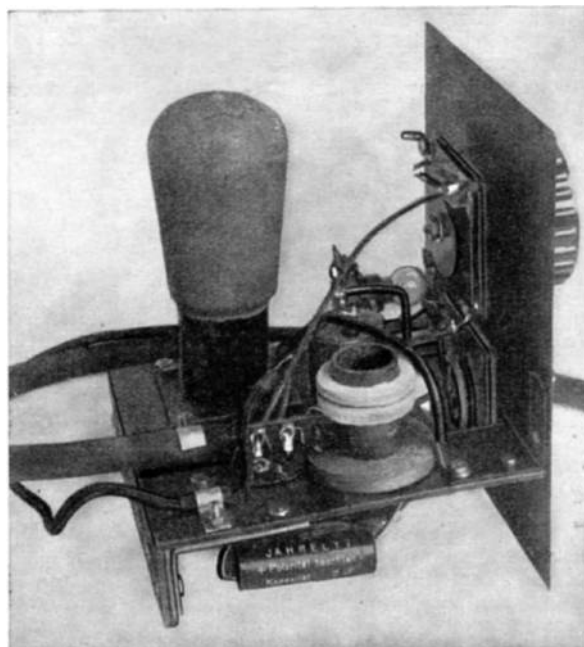
wird man mit völlig zurückgedrehter Rückkopplung arbeiten, um ein möglichst breites Frequenzband durchzulassen. Die beiden Antennenbuchsen gestatten die Ankopplung der Antenne grob zu verändern. Wenn bei größeren Übertragungen Wert darauf gelegt wird, die Rundfunksendung zu überwachen, um den richtigen Zeitpunkt zur Einblendung in die Übertragung sicherzustellen, dann kann unter Vorschaltung eines Widerstandes von 50 kΩ ein Kopfhörer an den Tonfrequenzausgang mit angeschlossen werden.

Kühne.

Liste der Einzelteile.

- 1 Blechgehäuse lt. Bild
- 1 DKE-Spulensatz
- 1 Abstimm-drehkondensator (DKE)
- 1 Rückkopplungs-drehkondensator
- Widerstände: 1 MΩ, 0,1 MΩ, 0,1 MΩ
- Rollblocks: 100 pF, 200 pF, 0,5 μF
- 1 Elektrolytkondensator 2 μF/200 V
- 1 Kontrollbirnchen 4 V/0,2 A mit Fassung
- 1 Röhrenfassung
- 1 HF-Drossel
- Div. Kleinmaterial

Röhre: RE904 oder AC 2



Der praktische Aufbau des HF-Drahtfunk- und Rundfunkvorsatzgerätes. Links: Innensicht. Rechts: Frontansicht mit Skala und Rückkopplungsgriff

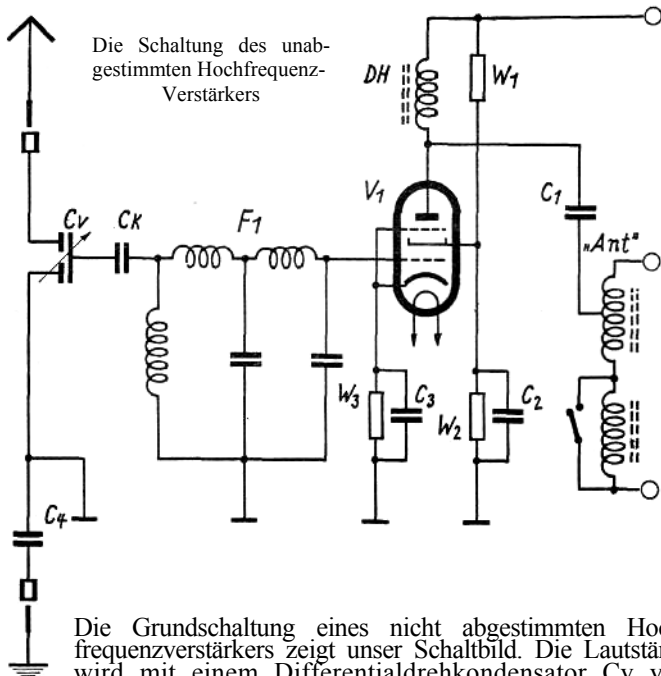
Unabgestimmter Hochfrequenzverstärker in Einbau-Ausführung

Von einem Zusatzgerät für einfache Empfänger wird in vielen Fällen nur eine Verstärkung der von der Antenne gelieferten Hochfrequenzschwingungen gewünscht. So besonders, wenn nur ganz kurze oder behelfsmäßige Antennen verwendet werden können. Die Trennschärfe ist meist ausreichend; aber die Lautstärke vieler Sender ist unzureichend. Für solche Fälle empfiehlt sich der Bau eines unabgestimmten Hochfrequenzverstärkers, den man auch als „einspannigen Antennenverstärker“ bezeichnen könnte. Der Vorteil dieses unabgestimmten Verstärkers ist sein sehr einfacher Aufbau und der Fortfall jeglicher Bedienung. Die Verstärkung erreicht natürlich keineswegs die Werte eines abgestimmten Verstärkers, und es findet auch nicht eine Erhöhung der Trennschärfe statt, vielmehr wird diese durch die allgemeine Verstärkung aller ankommenden Sendeschwingungen herabgesetzt. Ein unabgestimmter Hochfrequenzverstärker ist daher nur für solche Geräte zu empfehlen, deren Trennschärfe ohne den Verstärker schon recht befriedigend war. Kommt es vor allen Dingen darauf an, auch mit einfachen Geräten an sehr kurzen Antennen einen sicheren Empfang von einigen Sendern zu jeder Tageszeit zu gewährleisten, wie z. B. bei Reiseempfängern, so ist auch dann ein unabgestimmter Hochfrequenzverstärker angebracht.

Blockkondensatoren). Durch dieses Filter werden insbesondere auch Störungen kurzwelliger Natur, wie z. B. von Funkenübergängen jeglicher Art (wir erwähnen nur Hausglocken, Schalter, Zündkerzen usw.), von einer Verstärkung ausgeschlossen. Ohne Anwendung des Filters würde man z. B. mit dem vorgeschalteten Vorverstärker jedes vorbeifahrende Auto auch im Lautsprecher hören können. Besitzt der nachgeschaltete Empfänger jedoch auch einen Kurzwellenbereich, so muß man bei Kurzwellenempfang für eine Abschaltungsmöglichkeit des Filters sorgen.

Die von der Röhre verstärkten Hochfrequenzschwingungen werden in Drossel-Kapazitätskopplung an den Antenneneingang des Empfängers gelegt. Es sind für diese Kopplung die Hochfrequenzdrossel DH und der Kondensator C_1 vorgesehen. Mit „Ant.“ ist im Schaltbild die Antennenkopplungsspule des Empfängers angedeutet. Die Schirmgitterspannung für die Hochfrequenzverstärkeröhre wird durch die Widerstände W_1 und W_2 auf den richtigen Spannungswert gebracht. Die Gittervorspannung für die Röhre wird am Kathodenwiderstand W_3 durch den Spannungsabfall des Anodenstroms gewonnen. Die Kondensatoren C_2 und C_3 sorgen für eine hochfrequenzmäßige Überbrückung der Widerstände W_2 und W_3 . Die Anodenspannung wird auch bei diesem Hochfrequenzverstärker dem nachgeschalteten Empfänger entnommen. Dieser unabgestimmte Hochfrequenzverstärker kann für alle Stromarten gebaut werden; es ist unnötig, hier die Heizschaltungen zu geben. Soll dieser Hochfrequenzverstärker für Allnetzbetrieb geeignet sein, so wird als Röhre eine VF 7 verwendet, die über einen entsprechenden Vorschaltwiderstand ans Netz gelegt wird. Bei Ausführung als Wechselstromgerät dagegen wird die für diese Röhren übliche Heizschaltung mit besonderem Heiztransformator benutzt. Für die Batterieschaltung schließlich sind die Batterieröhren notwendig, die aus einem Akkumulator bzw. einer Trockenbatterie geheizt werden.

Der praktische Aufbau dieser unabgestimmten Verstärkerstufe ist sehr einfach und wird am zweckmäßigsten in einem Schmalrahmengestell ausgeführt. Zu beachten ist, daß für die Drossel DH auf jeden Fall eine abgeschirmte Ausführung verwendet wird. Möglichst soll auch das Sperrfilter F_1 abgeschirmt eingebaut werden. In vielen Geräten läßt sich dieser Verstärker auch ohne besonderes Aufbaugesstell noch unmittelbar in den Empfänger einbauen. Dann ist jedoch ganz besonders auf eine Abschirmung der Spulen des Vorverstärkers zu achten.



Die Schaltung des unabgestimmten Hochfrequenzverstärkers

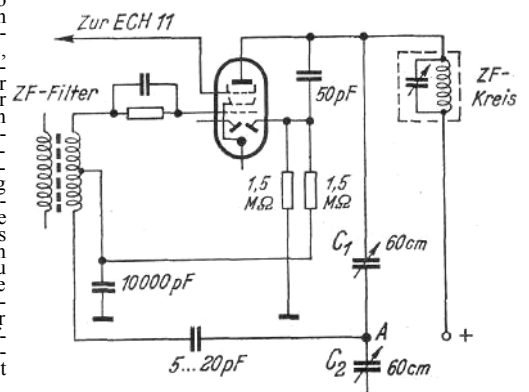
Die Grundschaltung eines nicht abgestimmten Hochfrequenzverstärkers zeigt unser Schaltbild. Die Lautstärke wird mit einem Differentialdrehkondensator C_v von 2×100 pF geregelt. Es ist gerade beim unabgestimmten Hochfrequenzverstärker notwendig, die Lautstärkeregelung im Antenneneingang vorzunehmen, da andernfalls durch die allgemeine Verstärkung aller ankommenden Zeichen die Trennschärfe und Störungsfreiheit in unerwünschtem Maße sinken würde. Die Schaltung unabgestimmter Hochfrequenzverstärker ohne einseitige Lautstärkeregelungsmöglichkeit ist deshalb für die hier in Frage kommenden Aufgaben unzweckmäßig; andererseits tritt durch die einseitige Lautstärkeregelung keinerlei Bedienungserleichterung ein, da die Lautstärkeregelung am Empfänger nach Vorschaltung des Vorverstärkers unbedient bleibt. Manche älteren oder einfacheren Einkreisempfänger weisen bekanntlich auch gar keine Lautstärkeregelungsmöglichkeit auf; diese ist jedoch bei einer durch den Vorverstärker erfolgenden Heraufsetzung aller einfallenden Sendeschwingungen erforderlich — solche Empfänger werden also in dieser Weise durch den Vorverstärker ergänzt. Um unerwünschte Verstimmungen durch die Lautstärkeregelung durch C_v zu vermindern, ist der kleine Glimmerkondensator C_k eingesetzt. Zur Verstärkung wird eine Fünfpolröhre verwendet. Vor das Steuergitter dieser Röhre ist das Sperrfilter F_1 gelegt. Wer den Verstärker möglichst einfach ausbauen möchte, kann auch nur eine einfache Hochfrequenzdrossel in möglichst verlustarmer Ausführung vor das Gitter schalten; die Verstärkung ist dann etwa die gleiche. Der Vorteil eines Sperrfilters nach bestehender Schaltung liegt in der Herabsetzung der Hochfrequenzstörungen. Das Filter ist nämlich so gebaut, daß es nur Frequenzen von 150 bis 1500 kHz fast ungehindert hindurchläßt, während darüber oder darunter liegende Frequenzen weitgehend unwirksam gemacht werden. Das Sperrfilter ist so geschaltet, daß es außer der Hochfrequenzdrossel (die Senkrechte Spule) noch zwei Siebketten für die unerwünschten Frequenzen enthält (die beiden waagerechten Spulen mit den

Liste der Einzelteile

- | | |
|---|--|
| 1 Sperrfilter F 1, Allei Nr. 90 | 2 Hochohmwiderst. W_1, W_3 , je $30 \text{ k}\Omega$ |
| 1 Differential-Kondensator C_v , 2×100 pF | 1 Hochohmwiderstand W_2 , $500 \text{ }\Omega$ |
| 1 Röhrenkondensator C_k , 20 pF | 1 Hochfrequenzdrossel DH |
| 1 Röhrenkondensator C_1 , 100 pF | 1 abgeschirmte Gitterkappe |
| 2 Röhrenkondensatoren C_2, C_3 , je $0,1 \text{ }\mu\text{F}$ | 1 Röhrenfassung |
| | 1 Fünfpol-Hochfrequenzröhre (vgl. Text) |

Bessere Rückkopplung im Einbereichsuperhet mit EBF 11

Auf Grund verschiedener Anfragen über die Möglichkeit einer besseren Rückkopplung mit weicherem Einsatz bei dem in Heft 2/1941 der FUNKSCHAU beschriebenen Koffergehäuse soll eine Schaltung besprochen werden, die sich an einen früheren Aufsatz in der FUNKSCHAU „Schwundausgleich im Einbereichsuperhet“ (Nr. 45/1937) anlehnt. Es wurde dort eine Rückkopplung in Hochfrequenzspannungsteiler-Schaltung beschrieben, die sich bei der EBF 11 vorzüglich anwenden läßt. Wie die Schaltung zeigt, wird von der Anode der EBF 11 die Hochfrequenz über zwei veränderliche kleine Kondensatoren zur Erde abgeleitet. Ein Teil der Hochfrequenz fließt vom Punkt A aus über einen Festkondensator von etwa 5 bis 20 pF (ausprobieren) zur Rückkopplungsspule des Filters. Durch Verändern des Kondensators C_2 kann nun der Schwingungseinsatz sehr schön reguliert werden, damit aber auch eine Steigerung der Empfindlichkeit des Gerätes. Außerdem läßt sich hierbei auch die EBF 11 selbst durch die an der Zweipolstrecke gewonnene Regelspannung regeln, da diese keinen Einfluß auf den Schwingungseinsatz mehr hat. Nur muß man sich daran gewöhnen, daß man, um Schwingungseinsatz zu erzielen, den Kondensator C_2 verkleinern, also nach links herum drehen muß, anstatt wie gewöhnlich nach rechts, denn dadurch fließt weniger Hochfrequenz zur Erde ab und mehr über den Festkondensator in die Rückkopplungsspule. Es wäre möglich, durch eine entsprechende Schaltung die Wirkung umzukehren, so daß man, wie gewöhnlich, nach rechts drehen müßte, um den Schwingungseinsatz zu erzielen; doch hätte man sonst keinerlei Vorteil und müßte nur mehr Einzelteile aufwenden. An der Schaltung ändert sich sonst nichts. Bernhard Heuß.



Ladegerät für 4-Volt- und 2-Volt-Akkumulatoren

Da in heutiger Zeit der Kofferempfänger wieder erhöhte Bedeutung gewonnen hat, die Zahl der Fachgeschäfte zum Laden der dafür benötigten Akkumulatoren jedoch infolge Einberufungen geringer geworden ist, möchte mancher Hörer seinen Sammler selbst laden. Er hat dabei den Vorteil, die Ladung jeder Zeit und fachgemäß vornehmen zu können, ohne die Hilfe eines überlasteten Geschäftes des Elektrohändlers in Anspruch nehmen zu müssen. Ein dauerhaftes Gerät ohne bewegliche Teile oder Elektrolytflüssigkeiten sei nachstehend beschrieben.

Die Schaltung.

Wie die Schaltung zeigt, ist der Aufbau denkbar einfach. Zur Gleichrichtung wird die Gegentaktschaltung angewandt, weil man hierbei mit der geringstmöglichen Anzahl von Selenelementen für Zweistrom-

überein, die durchschnittlich folgende Abmessungen haben: Breite \times Höhe = 60×50 mm; Kernquerschnitt $Q = 4$ cm²; Fensterquerschnitt $F = 3$ cm².

Der Regelwiderstand.

Der Drehwiderstand (Heizwiderstand 10Ω) dient zum Einregeln des Ladestromes. Es ergeben sich bei einer Spannung von 7 Volt am Gleichrichter und einer Akkuspaltung von 4 V/2 V folgende Einstellwerte:

Ladestrom in Ampere	Einzuregelnder 4-V-Akkum.	Widerstand 2-V-Akkum.
0,5	6 Ω	10 Ω
0,8	3,75 Ω	6,25 Ω
1,2	2,5 Ω	4,2 Ω

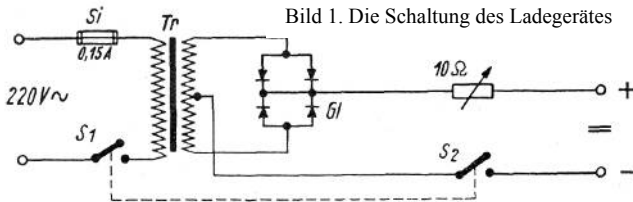


Bild 1. Die Schaltung des Ladegerätes

Gleichrichtung auskommt. Damit liegt aber gleichzeitig die Transformatorspannung von 9 Volt je Zweig fest, da jedes Gleichrichterelement in Sperrrichtung nur mit höchstens 18 Volt ~ belastet werden darf. Die am Gleichrichter zu entnehmende Gleichspannung beträgt etwa 7 Volt.

Das hier beschriebene Gerät wurde für einen höchsten Ladestrom von 1,2 Ampere entwickelt. Demzufolge wurden je zwei Gleichrichterelemente mit 45 mm Plattendurchmesser parallel- und gegeneinandergeschaltet. Laut Angaben der Herstellerfirma sind bei Gegentaktschaltung folgende Stromstärken je Element zugelassen:

Plattendurchmesser in mm	Strom in Ampere
18	0,05
25	0,125
35	0,3
45	0,6

Je nachdem, welche Plattendurchmesser vorhanden sind, muß man die entsprechende Anzahl der parallel zu schaltenden Elemente bestimmen, um die gewünschte Strombelastung zu erhalten.

Der Transformator.

Die Sekundärleistung des Transformators errechnet sich zu $9 \times 1,2 = 10,8$ Watt; bei einem Wirkungsgrad von 70 % ergibt sich eine Primärleistungsaufnahme von 14 Watt für den benötigten Kleinsttransformator. Der Primärstrom errechnet sich damit zu:

$$\frac{14}{220} = 0,064 \text{ Amp.}$$

der Primär-Drahtdurchmesser bei einer Stromdichte von $\Delta = 2,55$ A/mm² zu 0,18 mm. Für den benötigten Eisenkern ergeben sich folgende Werte: Kerngewicht = $23,5 \times 14 = 330$ g; der Faktor 23,5 g Eisen/VA ist ein Erfahrungswert. Kernquerschnitt = 4 cm². Die Berechnung der Windungszahl ergibt:

$$\frac{10^8}{4,44 \times D \times f}$$

$$\varnothing = B \times Q \times 0,9 = 12000 \times 4 \times 0,9 = 43000;$$

$$\frac{10^8}{4,44 \times 43000 \times 50} = 10,5 \text{ Wdg. / Volt.}$$

Auf Grund der inneren Spannungsabfälle rechnen wir für die Primärseite mit 10 Wdg./Volt und für die Sekundärseite mit 11 Wdg./Volt und erhalten:

$$\text{Primär: } 220 \text{ Volt} = 2200 \text{ Wdg. } 0,18 \varnothing \text{ CuL.}$$

$$\text{Sekundär: } 2 \times 9 \text{ Volt} = 2 \times 99 \text{ Wdg. } 0,8 \varnothing \text{ CuL.}$$

Vorgehende Daten stimmen gut mit denen der Kerne handelsüblicher Lautsprecher-Anpassungsübertrager

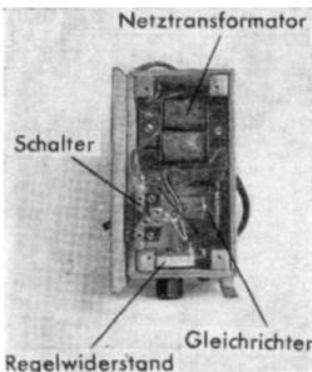


Bild 2. Innenansicht des Gerätes.

Während der Ladung steigt die Klemmenspannung der Sammler auf 5,7 bzw. 2,85 Volt an. Hierdurch sinkt naturgemäß der Ladestrom, jedoch ist ein Nach-

regeln nicht erforderlich, da der Rückgang nur etwa 20 % des jeweils eingestellten Ladestromes ausmacht.

Der praktische Aufbau.

Bild 2 zeigt den äußerst einfachen Aufbau des Gerätes. Die Außenabmessungen des Kästchens betragen $150 \times 80 \times 65$ mm. Am Deckel ist der doppelpolige Schalter angebracht, dessen beide Schalterstellungen mit „Laden“ und „Entladen“ gekennzeichnet werden. Der Schalter ermöglicht es, den Sammler dauernd angeschlossen zu lassen, z. B. bei Schalltafelspannung, ohne daß eine selbsttätige Entladung über das Ladegerät erfolgen kann. Auf der Achse des $10\text{-}\Omega$ -Widerstandes wird ein kleiner Zeigerknopf angebracht, unter den eine Skala mit zwei verschiedenfarbigen Segmenten entsprechend 4-Volt- und 2-Volt-Akkumulatorladung gelegt wird. Die beiden Farbsegmente erhalten je drei Einstellmarken für 0,5, 0,8 und 1,2 Ampere Ladestrom. Die Seitenwände des Kästchens werden mit mehreren Reihen kleiner Löcher von etwa 2 mm Durchmesser versehen, um die im Gerät entstehende Wärme an die Außenluft abführen zu können.

Es ist nicht zweckmäßig, die 0,15-Ampere-Sicherung weglassen zu lassen, da sonst bei Plattenschluß eines angeschlossenen Akkumulators die Selengleichrichter und der Transformator beschädigt werden können. Für einen Sammler mit einer Kapazität von 18 Ah und höchstzulässigem Ladestrom von 1,2 Ampere ergibt sich eine Ladezeit von 15 Stunden, bei einem Strompreis von 20 Rpf. für die kWh belaufen sich somit die Stromkosten pro Ladung auf 4 Rpf. Das Gerät kann im übrigen auch zur Speisung niederohmiger Feldspulen von dynamischen Lautsprechern verwendet werden. Ing. Ernst Hannausch VDE.

Rundfunkstörungen, wo lie keiner vermutet

Wenn irgendwo das Wort „Rundfunkstörungen“ fällt, dann denkt man unwillkürlich an Staubsauger, Haartrockner und was dergleichen an schönen Dingen alles gibt, von des Hochfrequenz-Heilgeräten ganz zu schweigen. In der Tat sind das auch die am häufigsten auftretenden Störer. Dafür ist ihre Entstörung verhältnismäßig einfach, zumal die Besitzer solcher Geräte auch meist selber Rundfunkhörer sind. Schlechter ist es allerdings, wenn das störende Gerät nicht ausfindig gemacht werden kann; aber eine abgeschirmte Antennenführung, genügend hoch über den Störnebel hinaus verlegt, wirkt hierbei oft Wunder, so daß auch dann ein ausreichend störungsfreier Empfang erzielt werden kann.

Doch soll jetzt von all diesen Störungen, die mehr oder weniger allgemein und bekannt sind, keine Rede sein, sondern — wie es in der Überschrift heißt — von Rundfunkstörungen, „wo sie keiner vermutet“.

Da hören wir z. B. ein dauerndes Brodeln und Krachen im Empfänger, das manchmal gänzlich verschwunden ist, manchmal aber bis zur Unerträglichkeit ansteigt. Oftmals ist unsere Lichtleitung schuld; sei es, daß irgendwo eine Glühlampe locker ist, wobei es ganz gleich ist, ob sie brennt oder nicht. Oder aber, wir haben noch eine aus dem Weltkrieg stammende Zinkleitung in der Wohnung, die im Verein mit eisernen Klemmschrauben in den Abzweigdosen Zersetzungerscheinungen hervorruft. In den meisten Fällen ist das jedoch sehr augenfällig; das daran angeschlossene Licht brennt unruhig und flackert oft wie eine Wachskerze im Zugwind. Aber auch wenn die Lichtleitung aus bestem Material besteht und vollkommen in Ordnung ist, können wir oft Krach- und Kratzgeräusche im Empfänger beobachten. Da ist zunächst die Antenne. Sie hat vielleicht schon jahrelang treu und brav gedient, der Sturm hat sie schon ein paarmal heruntergeholt, aber wir haben sie, einfach wieder zusammengeknotet, und sie dient treu und brav weiter. Nach geraumer Zeit treten dann die gefürchteten Kratzgeräusche auf, der Empfang wird dabei gleichzeitig leise und plötzlich wieder laut. Und das alles nur, weil sich an der Verknüpfungsstelle Oxyd gebildet hat. Schwankt jetzt die Antenne im Winde hin und her, so findet durch die Oxydbildung eine Unterbrechung der wirksamen Antennenleitung statt, die das Schwanken der Empfangslautstärke zur Folge hat, da ja die Antenne bald in ihrer ganzen Länge, bald nur von der Verknüpfungsstelle ab arbeitet. Derartige Verbindungsstellen sind, soweit es sich um Bronzelitze handelt, grundsätzlich säurefrei zusammenzulöten. Bei Verwendung von Aluminiumlitze, die sich nicht so ohne weiteres zusammenlöten läßt, sind Aluminiumklemmen zu verwenden. Klemmen aus anderem Metall bilden unter dem Einfluß der Luftfeuchtigkeit galvanische Elemente, was wiederum Zersetzungerscheinungen zur Folge hat. Es ist daher besser, man verzichtet überhaupt auf solche Flickstellen und erneuert die ganze Antenne, auch ein Erdschalter, der im Freien angebracht ist, kann solche Störungen verursachen. Ein Erdschalter gehört stets in das Innere des Hauses, wo er vor Witterungseinflüssen geschützt ist; er hat im Freien nichts zu suchen.

Doch nicht nur die Antenne, auch die Erdleitung ist oft schuld an Störungen. Daß die Verbindung mit

dem Wasserrohr, Gasrohr oder Heizungsrohr einwandfrei und vor allen Dingen frei von Grünspan, Rost und dergleichen sein muß, ist wohl selbstverständlich. Es können aber auch noch andere Störquellen in Erscheinung treten, die oft so heimtückisch verborgen liegen, daß man meist nur durch Zufall darauf stößt. Die Erdleitung ist ja in den meisten Fällen blank verlegt, wogegen an sich nichts einzuwenden ist, denn die Wasserleitung liegt ja auch blank vom obersten Stockwerk bis zur Erde. Die Sache hat allerdings einen Haken: Kreuzt nämlich die blank verlegte Erdleitung jetzt irgendwo den Metallmantel der Lichtleitung und ist die Berührungsstelle nur lose, so tritt bei der geringsten Erschütterung, etwa wenn man durch das Zimmer schreitet, ein donnerndes Krachen im Empfänger auf. Als Erdleitung ist in diesem Fall auch das Wasserrohr selbst zu betrachten. Hat man so eine Berührungsstelle gefunden, so hilft man sich am besten durch Zwischenschieben eines Stückchens Isoliermaterial. Man könnte zwar auch die Stelle miteinander verlöten, was allerdings nicht immer möglich ist, wenn z. B. der Metallmantel oder die Erdleitung selbst aus Aluminium besteht.

Nun muß es durchaus nicht die Erdleitung selbst sein, die sich mit der Lichtleitung „reißt“. Man sieht sehr viel, daß Gas- oder Wasserleitungen dicht neben der Lichtleitung verlegt sind. Da aber der Metallmantel der Lichtleitung kapazitiv immer unter Spannung steht, wenn auch die Kapazität noch so gering ist, so treten bei leiser Berührung mit anderen Metallrohren winzige elektrische Fünkleinchen auf, die ein lautes Kratzen und Prasseln im Empfänger hervorrufen können. Man tut demnach gut, seine Lichtleitung einmal nach diesen Gesichtspunkten hin zu kontrollieren. Es braucht auch nicht immer eine fremde Leitung zu sein, die mit der Lichtleitung in Berührung kommt, es kann auch ein Kettchen von der Nachttisch- oder Schreibtischlampe verursachen, wenn es an den Metallfuß der Lampe schlägt und dergleichen mehr.

Was es auf diesem Gebiet alles geben kann, konnte der Verfasser an einem Beispiel in feiner eigenen Wohnung beobachten. Die häusliche Nähmaschine wird durch einen angebauten Motor betrieben. Der Motor sowie der Anlasser sind durch handelsübliche Kondensatoren vollständig entstört. Trotzdem war während der Nähpausen ein prasselndes Geräusch im Empfänger wahrnehmbar, das nur von der Maschine herrühren konnte, denn nach Entfernen des Steckers aus der Steckdose waren die Geräusche vollständig verschwunden. Die nähere Untersuchung ergab nun, daß die Kette, mit welcher der Anlasser vom Fußtritt der Maschine aus betätigt wird, der Übeltäter war. Während des Nähens war die Kette straff angespannt und die einzelnen Glieder infolgedessen gut leitend miteinander verbunden. Während der Nähpausen jedoch, wenn die Kette lose hin und her schwankte, bildete jedes einzelne Glied einen Wackelkontakt und somit die Ursache der Kratzgeräusche. Ein isolierendes Zwischenstück zwischen Anlasser und Kette beseitigte die Störung sofort.

Mögen die obengenannten Beispiele dazu beitragen, weiteren Störherden auf die Spur zu kommen und somit den Rundfunkempfang zu einem wahren Genuß zu gestalten. R. Rieger.

Kleine Meßreihe für den Funkpraktiker

Die nachstehend beschriebenen Geräte sollen es dem Bastler und Amateur, aber auch dem Funkpraktiker in der Rundfunkwerkstatt ermöglichen, verschiedene Prüfungen und Meßversuche an Empfängern und ähnlichen Geräten durchzuführen. Die beschriebenen Geräte haben vor allem den großen Vorzug der Einfachheit und Billigkeit; auch können für sie, was man gerade heute begrüßen wird, vielfach alte Bauteile verwendet werden.

Welches Gerät ist für den Praktiker am wichtigsten, und mit welchen Hilfsmitteln kommt man am besten zum Ziel? Das sagt uns die nachstehende Reihenfolge der zur Baubeschreibung kommenden Geräte.

1. Kleiner Prüfgenerator für drei Wellenbereiche mit eingebautem Modulationsteil (19—50, 200—600, 700—1000 m).
2. Tongenerator für vier verschiedene Frequenzen zur Prüfung von NF-Verstärkern usw.
3. Meßinstrument zur Messung der Gleich- und Wechselspannung, ebenfalls als Ausgangsleistungsmesser zu benutzen.
4. Doppelweggleichrichter, der die einzelnen Spannungen für den HF- und Tongenerator liefert (stabile Spannungen!).
5. Kurzwellenfrequenzmesser, besonders für den KW-Amateur. (Eine verbesserte Ausführung des Standardfrequenzmessers des DASSD.)

Der Prüfgenerator

Der Bau eines Prüfgenerators ist nicht schwieriger als der eines Empfangsgerätes. Es ist wichtig — auch für alle anderen Geräte —, daß alle Leitungen und Lötstellen sauber und einwandfrei ausgeführt werden; man spart hierdurch Arbeit und Ärger bei der späteren Benutzung.

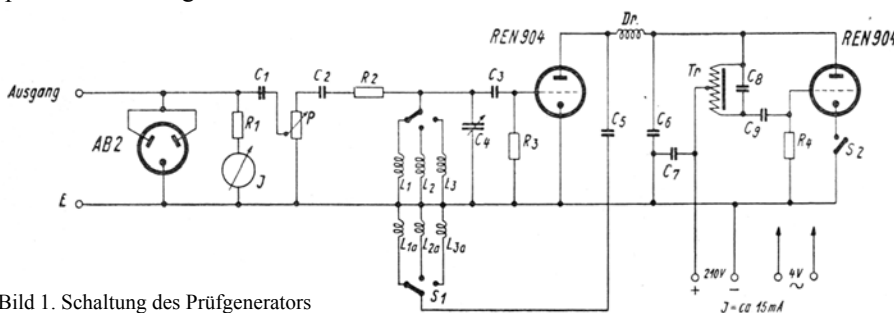


Bild 1. Schaltung des Prüfgenerators

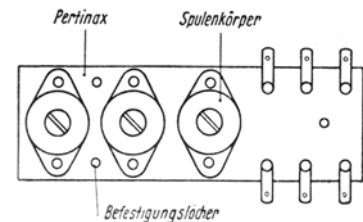


Bild 2 Der Zusammenbau der Spulen

Die im Gerät angewendeten Abschirmungen müssen ebenfalls sauber ausgeführt werden, da eine HF-Spannung nur über die Ausgangsbuchse nach außen kommen soll. Das Gerät wurde in normaler Gestellbauweise ausgeführt und später in einen dazugehörigen Aluminiumkasten gesetzt.

Folgende Bauelemente müssen sauber abgeschirmt werden:

1. der Ausgang gegenüber dem Gitter- und Anodenkreis,
2. die gesamte NF-Leitungsführung gegen Gitter und Anode,
3. die Modulationsstufe gegenüber allen HF führenden Teilen des Generators.

Das Gerät wurde auf einem Gestell der Größe 190×140×60 mm aufgebaut. Die Abschirmwände werden mit kleinen Winkeln am Gestell befestigt. Das Mustergerät wurde mit den Röhren REN 904 und der Gleichrichterröhre AB 2 ausgerüstet; diese Röhren waren bereits vorhanden. Als Spannungsquelle dient das Doppelweggleichrichtergerät, welches auch die Heizspannung liefert. Das Schaltbild des Generators (Bild 1) wurde denkbar einfach gehalten, so daß beim Bau keine Schwierigkeiten auftreten können. Der HF-Oszillator ist ein rückgekoppelter Sender, bei dem die Rückkopplung durch den Kondensator C₅ fest eingestellt ist. Die vom Oszillator erzeugte Hochfrequenz gelangt über einen Widerstand R₂ und einen Kondensator C₂ an einen Regler von 10 kΩ, der von sehr guter Ausführung sein muß.

Mit Hilfe des Schleifers greifen wir die an diesem Widerstand liegende HF-Spannung ab und führen sie über einen Kondensator C₁ direkt an die Ausgangsklemme. Mit einer Zweipolröhre (AB 2) wird diese Spannung gleichgerichtet und der Strom, der durch die

Röhre fließt, gemessen. Das Instrument (0,2 mA) wird später in Volt geeicht. Wir erhalten so eine dauernde Kontrolle der Spannung, die an der Ausgangsklemme liegt; in ihrer Genauigkeit genügt diese Kontrolle für die allgemeinen Messungen vollauf. Bei besonders großen Ansprüchen muß man einen bedeutend größeren Aufwand an Material und Arbeit leisten, um zum Ziele zu gelangen. Das beschriebene Gerät soll jedoch lediglich zu allen einfachen Messungen herangezogen werden.

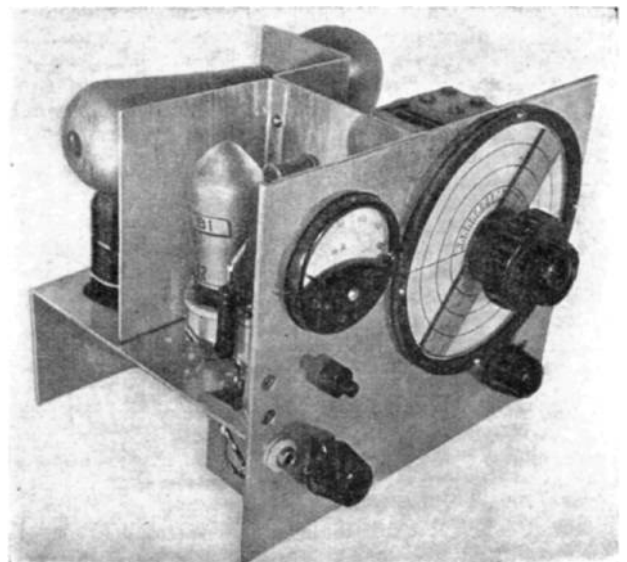
Wie bereits erwähnt, liefert das später zur Beschreibung kommende Gleichrichtergerät alle Spannungen. Zur Kontrolle kann man noch ein Milliampere-meter in die Anodenleitung des Oszillators schalten, um dessen Anodenstrom zu messen. Die vom Tongenerator gelieferte Spannung (zweiter Oszillator) wird dem HF-Generator aufgedrückt; wir erhalten so eine tonmodulierte Hochfrequenzspannung (Anodenmodulation). Diese ist für Abgleichzwecke unbedingt erforderlich, und zwar aus folgendem Grunde:

Bei Abgleichmessungen geben wir, wie bereits bekannt, die Ausgangsspannung des Prüfgenerators auf den Empfänger. Um nun festzustellen, ob z. B. beim Abgleich irgendwelcher Filter die letzteren zu der Frequenz des Prüfgenerators in Resonanz sind, müssen wir am Ausgang des Prüflings die Spannung messen. Eine einfache unmodulierte HF können wir so ohne weiteres aber nicht am Ausgang messen. Wir modulieren deshalb den HF-Prüfgenerator mit einer Tonfrequenz und messen am Ausgang des Prüflings mit Hilfe unterer Instrumentenanordnung diese Tonfrequenz. Das Instrument wird auf den kleinsten Bereich geschaltet (~ Spannung). Im Resonanzfall erhalten wir an diesem Instrument den größten Ausschlag, d. h. wir müssen so lange trimmen, bis der größte Ausschlag erreicht ist. Das Voltmeter arbeitet in diesem Fall als sog. Ausgangsleistungsmesser (Outputmeter).

Der Frequenzwahlschalter muß ein gutes Fabrikat sein. Die Kontakte müssen einen möglichst geringen Übergangswiderstand be-

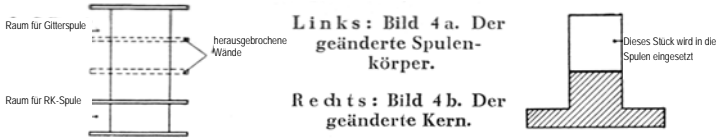
Bau, Besitz und Betrieb von Meßsndern ohne Genehmigung der Deutschen Reichspost sind verboten (Schwarzsender-Gesetz). Vor der Zusammenstellung bzw. dem Bau des Gerätes und vor Inbetriebnahme muß die Genehmigung der Deutschen Reichspost eingeholt werden.

Unten: Bild 3. Ansicht des Prüfgenerators ohne Gehäuse.



Größen der Einzelteile des Prüfgenerators

Kondensatoren:	Widerstände:
C ₁ , C ₂ 100 pF	R ₁ 8 kΩ, 0,5 Watt
C ₃ 200 pF	R ₂ 10 kΩ, 0,5 Watt
C ₄ 500 pF	R ₃ 50 kΩ, 0,5 Watt
C ₅ , C ₇ , C ₉ 10000 pF	R ₄ 5 kΩ, 0,5 Watt
C ₆ 1000 pF	P ₁ 10 kΩ, 0,5 Watt (Kohle)
C ₈ 4000 pF	



sitzen, soll nicht sonst unter Umständen die Eichung des Gerätes leiden.

Nach der Herstellung der einzelnen Verbindungen im Gerät ist es ratsam, diese mittels Zwirn festzulegen, um sie so gegen Verschieben zu sichern. Die Modulationsröhre wurde wegen Platzersparnis liegend angeordnet.

Der Bau der Spulen ist ebenso einfach wie der des gesamten Gerätes. Die drei Spulen werden gemeinsam auf einen Pertinaxstreifen montiert (Bild 2) und dann mit drei Schrauben an der Unterseite des Gestells befestigt. Als Spulenkörper verwenden wir solche handelsüblicher Bauart; die Wickelraten entnehmen wir der zugehörigen Wickeltabelle. Gutes Entlacken und Verlöten der HF-Litze ist unbedingt erforderlich.

Und nun einige Winke zum Bau dieser Spulen:

Die Spulenkörper bestehen aus

- a) einem Gehäuse aus Bakelit,
- b) einem kleinen roten Wickelkörper,
- c) einem von unten eingesetzten Eisenkern (Ferrocort),
- d) einer Trimmerscheibe, ebenfalls aus Ferrocortisen.

Der rote Spulenkörper wird bei allen Spulen dahingehend geändert, daß wir drei der vorhandenen Wickelräume durch Ausbrechen der Wände vergrößern (Bild 4 a). In den so entstandenen großen Raum wickeln wir die Gitterspule, und in den kleinen Raum wickeln wir die Rückkopplungsspule. Für den Kurzwellenbereich wird der pilzförmige Kern (Trimmerscheibe) entsprechend Bild 4b abgeändert. Wir benötigen lediglich das obere Stück dieser Trimmerscheibe. Die im Handel erhältlichen kompletten Spulenkörper besitzen außer den oben angeführten Einzelteilen noch einen Ferrocort-Ring, der die gesamte Spule umschließt. Diesen Ring benötigen wir zu unserem Zusammenbau nicht. Haben wir die Spulen alle entsprechend den Wickelraten gewickelt und die einzelnen Enden verlötet, so legen wir diese Enden an vorher mit Nummern versehene Lötösen, diese Lötösen werden auf dem Pertinaxstreifen befestigt (Bild 2).

Die einzelnen Bauelemente werden folgendermaßen montiert: In dem Gerät ordnen wir rechts vorn den Gleichrichter an, davor auf der Frontplatte das dazugehörige Voltmeter zur Ablesung der Ausgangsspannung. Hinter der Abschirmwand sitzt als erstes die liegende Modulationsröhre und darunter steht der Schwingtransformator dieser Stufe. Dahinter wieder befindet sich die zweite Röhre, die Röhre des HF-Generators.

Die Frontplatte erhält durch Montieren eines schwarzen Hartgummiringes ein gediegenes Äußeres. Dieser Ring drückt die gezeichnete Skala fest auf die Frontplatte und verhindert so ein Verschieben derselben.

Rechts unten befindet sich ein Knopf, der den Bereichswahlschalter S_1 betätigt; ein weiterer Knopf links dient zur Regelung der Ausgangsspannung.

Hat man den Generator vollkommen fertiggestellt und alle Verbindungen einer genauen Kontrolle unterzogen, so kann das Gerät in Betrieb genommen werden. Sollte auf einem der Bereiche die Rückkopplung nicht arbeiten, so muß die entsprechende Rk-Spule umgeklemmt werden. Sobald der Generator auf allen Bereichen arbeitet und genügend HF-Spannung liefert, kann zur Eichung geschritten werden.

Winke für die Eichung des Gerätes: Besteht die Möglichkeit, einen bereits geliehenen Generator zur Eichung heranzuziehen, so ist diese Art der Eichung die beste. Im anderen Fall müssen wir die Rundfunksender zur Eichung benutzen. Wir gehen folgendermaßen vor:

Zuerst nehmen wir sog. Millimeterpapier zur Hand und tragen waagrecht die Gradeinteilung der selbstgefertigten Skala auf und senkrecht die Einteilung des Frequenzbereiches, den wir für die Eichung brauchen. Wir benötigen ein solches Blatt für den Bereich von 19—50 Meter, ein zweites Blatt für den Bereich von 200—600 Meter und ein drittes für den Bereich von 700—2000 Meter. Jeder gute Rundfunkempfänger besitzt heute diese drei Bereiche. Haben wir diese Arbeit hinter uns, so beginnen wir mit der Eichung. Zuerst stellen wir z.B. für den Mittelbereich die letzte Station im Empfänger ein (wenn möglich einen Super benutzen). Es sei dies ein Sender auf Welle 213 m (1411 kHz). Nun drehen wir die Generatorskala langsam durch; sobald wir einen Pfeifton hören, stellt man den Generator genau auf Schwebungslücke ein. Die nun auf der Skala abzulesende Zahl tragen wir dann auf das Millimeterpapier auf. Aus diese Art werden so viel Stationen als möglich eingetragen und die Punkte später durch eine dünne Linie miteinander verbunden. Achtung! Ausländische Sender dürfen nicht empfangen werden!

Hat man alle Bereiche auf diese Art aufgetragen, so schreiten wir zur Anfertigung der Skala (endgültige Ausführung). Nachdem die

Größe der Skala bestimmt worden ist, schneidet man aus gutem Zeichenpapier diese Größe aus und klebt die Scheibe auf eine gute Unterlage, damit man später beim Zeichnen der Skala besser arbeiten kann.

Nun zeichnen wir mit einem Zirkel entsprechend der Anzahl der Bereiche drei Kreise auf und tragen mit Hilfe einer Kreisscheibe, auf der eine 180-Grad-Einteilung vorhanden ist, diese Einteilung aus unsere Skalenscheibe auf. Es genügen z. B. alle Zehnerpunkte. Die im letzten Absatz beschriebene Anordnung müssen wir für die Eichung gesondert anfertigen.

An Hand der Kurve, die wir durch die Eichung erhalten haben, kann nun jede zu dem entsprechenden Bereich gehörende Frequenz eingetragen werden.

Aus sauberes Arbeiten kommt es hier ganz besonders an. Die Eichung soll, wenn möglich, zweiteilig ausgeführt werden, d. h. auf die eine Hälfte der Skala wird die Frequenz und auf die andere Hälfte werden die Stationsnamen aufgetragen. Sind diese Arbeiten erledigt, so prüfen wir das Gerät nochmals durch einen Vergleich mit dem vorhandenen Empfänger. Arbeitet das Gerät zur vollen Zufriedenheit, so gehen wir zum Bau des Tongenerators über.

Der Tongenerator

Der Tongenerator ist vor allen Dingen zu Übungszwecken für Telegraphie-Schulung gedacht. Es können natürlich auch NF-Verstärker mit ihm geprüft werden, z. B. zur Bestimmung des Verstärkungsgrades, zur Untersuchung der Brummneigung eines Verstärkers u. dgl. mehr.

Der Generator kann etwa 20 bis 30 Kopfhörer betreiben; er liefert eine Wechselspannung von rd. 100 Volt. Das Schaltbild zeigt einen einfachen Oszillator mit der Röhre AL 2; es kann natürlich auch jede andere eventuell vorhandene Röhre benützt werden, nur ändern sich die einzelnen elektrischen Daten dabei etwas.

Der als Schwingkreis-Transformator arbeitende NF-Transformator ist ein gewöhnlicher handelsüblicher Typ. Das Übersetzungsverhältnis ist nicht kritisch. Die Rückkopplungswicklung soll nicht zu groß sein. Schalter S_1 dient zum Abschalten des Gerätes; Schalter S_2 betätigt die Frequenzumschaltung.

Der Transformator Tr_2 arbeitet als Ausgangsübertrager; es ist dies ebenfalls eine gewöhnliche Ausführung mit einem Übersetzungsverhältnis 1:4.

Auch dieses Gerät wird nach der Inbetriebnahme in ein Aluminiumgehäuse gesetzt. In der Mitte des Metallgestells befindet sich die Schwingröhre AL 2, links davor der Schwingtransformator

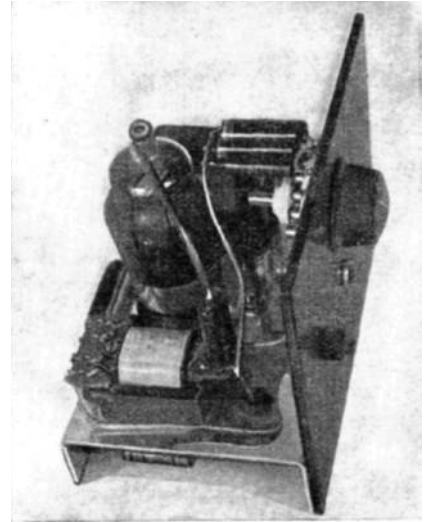


Bild 5. Der Tongenerator

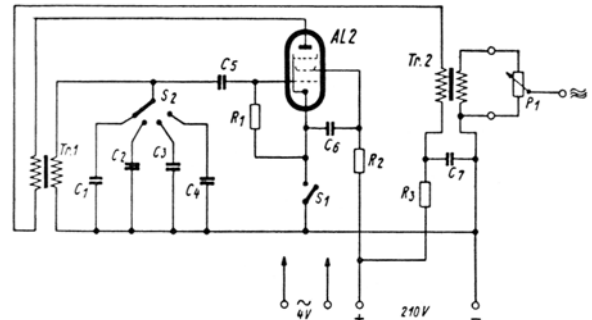


Bild 6. Schaltung des Tongenerators

Größen der Einzelteile des Tongenerators

Kondensatoren:	Widerstände:
C_1 2000 pF	R_1 50 k Ω , 0,5 Watt
C_2, C_3 5000 pF	R_2 20 Ω , 1 Watt
C_3 10000 pF	R_3 5 k Ω , 2 Watt
C_4 15000 pF	P_1 100 k Ω
C_6, C_7 0,1 μ F	
Tr. 1, Tr. 2 NF-Transf. 1:4 (oder ähnlich)	

T_1 hinter der Röhre der Ausgangstransformator. Auf der Frontplatte wird in der Mitte der Umschalter S_2 montiert; außerdem wurde zu Kontrollzwecken eine kleine rote Linse eingebaut und von hinten durch eine kleine Glühlampe beleuchtet. Als Schwingtransformator kann u. a. ein Übertrager aus einem älteren Telephon eingebaut werden. Es ist aber ratsam, die einzelnen Wicklungen einmal umzutauschen, und hierdurch ein einwandfreies Arbeiten des Generators zu erzielen. Auch bei diesem Gerät werden die Verbindungen zweckmäßig durch Zwirn festgelegt. Die Prüfung des Gerätes erfolgt wie bereits oben beschrieben.

Das Meßinstrument

Der Bau dieser Meßanordnung und die gewählte Zusammenstellung sollen lediglich eine Anregung geben, ältere Instrumente zweckmäßig zu verwenden. Die im Mustergerät eingebauten Instrumente waren im Rahmen eines Gelegenheitskaufs erstanden worden. Die Instrumente wurden folgendermaßen verwandt:

- a) ein Instrument zur Messung der Gleich- und Wechselspannung,
- b) ein Instrument zur Messung des Gleichstromes.

Jeder Bastler hat unter seinen alten Bastelteilen irgendein Drehspulinstrument, welches er für diesen Verwendungszweck benutzen kann. Wie oft muß man bei Versuchen eine Wechselspannung messen und kann dies nicht, da kein entsprechendes Instrument zur Verfügung steht; auch ist der Anschaffungspreis eines Universalinstrumentes vielen Bastlern zu hoch. Die beschriebene Anordnung kommt deshalb wegen der billigen Zusammenstellung jedem zugute. Sollten keine Instrumente vorhanden sein, so ist es ratsam, sich ein einfaches System zu kaufen (möglichst geringer Eigenstromverbrauch) und dieses System mit der im Folgenden beschriebenen Anordnung zusammenzubauen.

Das Instrument muß einen geringen Eigenstromverbrauch und somit eine große Empfindlichkeit besitzen. Dies ist wichtig zur Messung von kleinen Wechselspannungen (Ausgangsleistungsmessungen).

Für Wechselspannungsmessungen wurde das Mustergerät mit einem kleinen Siemens-Meßgleichrichter (5 mA) ausgerüstet.

Das Schaltbild Bild 7 zeigt die Verbindungsführung im Inneren des Gerätes. Auch dieses Schaltbild ist denkbar einfach. Es wurden

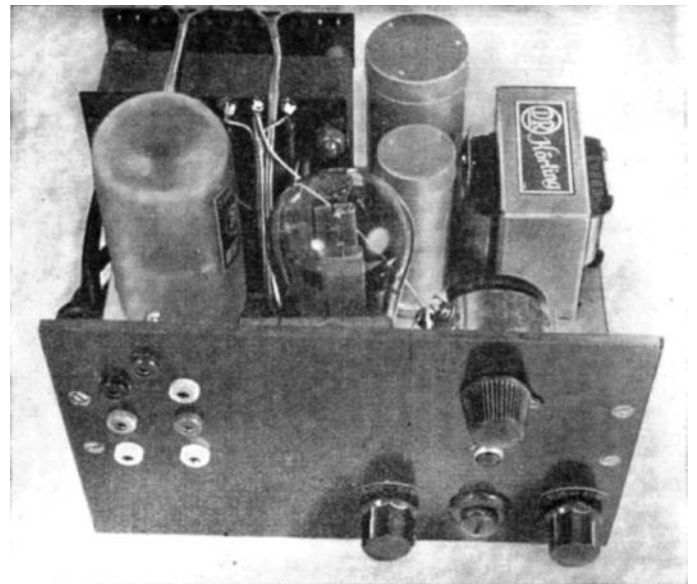


Bild 11. Das Netzgerät

gesamte Anordnung wird in ein Aluminiumgehäuse eingebaut. Eine pultförmige Anordnung der Instrumente erleichtert im Betrieb die Ablesung. Die einzelnen einzustellenden Meßbereiche sind am Mustergerät durch kleine Bezeichnungsschildchen, welche mittels „Alleskitt“ aufgeklebt werden, kenntlich gemacht worden. Man erkennt links das Voltmeter und rechts das Milliampere-meter. Unter diesen Instrumenten sitzen die dazugehörigen Spannungs- bzw. Stromwahlschalter. Ein kleiner Hebel in der Mitte des Gerätes dient zur Umschaltung von Gleich- auf Wechselspannung. Von unten gesehen erkennen wir im Hintergrund der Anordnung den Siemens-Gleichrichter und davor das Schauzeichen (alte Postausführung). Die Vorwiderstände wurden auf ein kleines Stück Pertinax gesetzt.

Das Gerät ist für eine ganze Reihe Messungen zu gebrauchen, z. B. als Ausgangleistungsmesser, bei Abgleichmessungen eines Empfängers, für Spannungsmessung, Strommessung, Bestimmung der Leistung bei gleichzeitigem Arbeiten beider Instrumente usw.

Das Netzgerät

Und nun kommen wir zum Bau des Netzgerätes mit eingebautem Stabilisator (Bild 12). Es liefert folgende Spannungen:

1. eine regelbare Gittervorspannung von 0 bis 70 Volt,
2. eine stabilisierte Spannung von 140 V/40 mA,
3. eine stabilisierte Spannung von 210 V/40 mA,
4. eine maximale Spannung von etwa 350 V/70 mA.

diese Spannungen können für die verschiedensten Versuche herangezogen werden. Die stabilisierte Spannung von 210 Volt benötigen wir für die Inbetriebnahme des HF-Generators und des Tongenerators. Beide Geräte belasten das Gerät mit etwa 40 mA. Sollen irgendwelche Batteriegeräte geprüft werden, so nimmt man am besten die stabilisierte Spannung von 140 V. Außer den Gleichspannungen liefert das Gerät auch die Heizspannungen für die oben beschriebenen Geräte (4 Volt Wechselstrom).

Der Netztransformator muß die Belastung des Stabilisators und eventuell auch noch eine zusätzliche Belastung vertragen können. Im Mustergerät wurde ein Transformator eingebaut, der ungefähr folgende Daten besitzt:

- 2×2 Volt 6 Ampere Heizwicklung für Empfangsröhren,
- 2×2 Volt 2 Ampere Heizwicklung für Gleichrichterröhre,
- 2×450 Volt 120 mA Anodenwicklung.

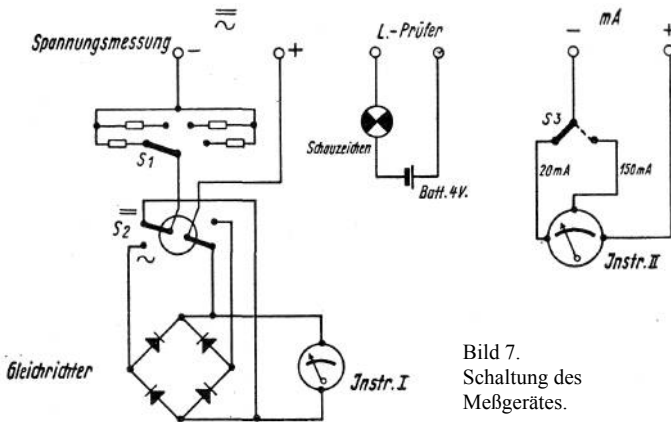


Bild 7. Schaltung des Meßgerätes.

aus folgendem Grunde zwei Instrumente eingebaut:

Wird irgendeine Spannung gemessen, z. B. eine Gleichrichter-Spannung unter Belastung, so ist man bei einem Instrument gezwungen, bei Strom- oder Spannungsmessung entsprechend umzuschalten. Bei der hier beschriebenen Anordnung können dagegen der Strom und die Spannung gleichzeitig gemessen werden. Die

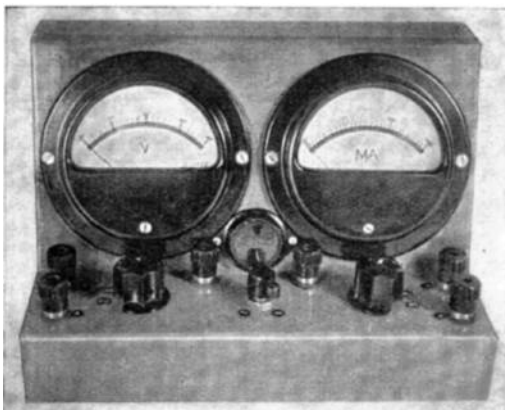


Bild 8. Das fertige Meßgerät in der Vorderansicht

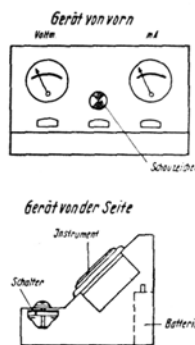


Bild 9. Die Anordnung der Teile beim Meßgerät

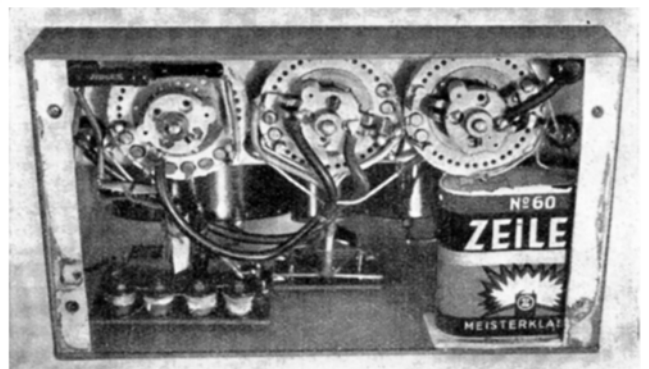


Bild 10. Innenansicht des Meßgerätes

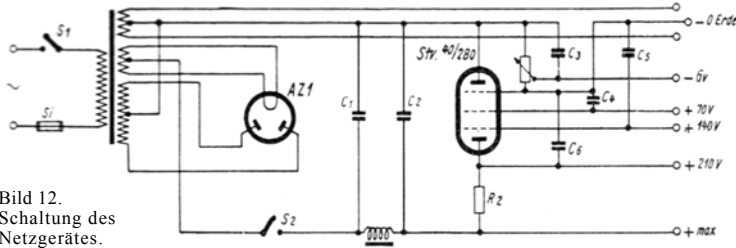


Bild 12. Schaltung des Netzgerätes.

Das Schaltbild zeigt uns nichts Neues. Der Einbau eines Stabilisators ist denkbar einfach. Als Vorwiderstand für den Stabilisator wurde ein 6-Watt-Typ gewählt; es kann auch ebensogut ein Drahtstreifenwiderstand eingebaut werden. Letzterer hat den Vorzug, daß man den richtigen Widerstandswert mittels einer Schelle einstellen kann.

Amplitudenkontrolle mit der Resoröhre

In dem Aufsatz „Die Aussteuerungskontrolle bei der Tonfolienaufnahme“ in FUNKSCHAU 1940, Heft 5, wurde u. a. eine Gegenüberstellung des Tonfrequenzvoltmeters und der Amplitudenröhre als objektive Amplitudenmeßinstrumente bei der Schallaufnahme gegeben. Der Vergleich der Meßergebnisse macht es interessant, einmal grundsätzliche Überlegungen anzustellen über die Möglichkeit der Anzeige des Übersteuerungspunktes durch ein objektives Instrument. Im Betrieb zeigt es sich nämlich, daß das Tonfrequenzvoltmeter in seinem Ausschlag den empirisch festgelegten Übersteuerungspunkt in allen Fällen gut reproduziert, daß die Amplitudenröhre dagegen durchaus nicht immer einen Gleichlauf zwischen Fadenlänge und Übersteuerungspunkt aufweist. Eine richtige Anzeige ist offenbar nur möglich, wenn das Instrument auf den bei einem bestimmten Punkt zur Übersteuerung führenden Effektivwert der mechanischen bzw. elektrischen Energie geeicht ist. Dieser Effektivwert ist nun aber keineswegs allein dem spannungsmäßigen Höchstwert der Amplitude proportional, sondern es spielt bei der Erfassung der Aussteuerungsgrenze die Zeit eine entscheidende Rolle.

Als Übersteuerung bezeichnet man bei der Schallplattenaufnahme bekanntlich zwei an sich völlig verschiedene Erscheinungen: Einmal die durch zu große unverzerrte Energie hervorgerufene Rillenüberschneidung, zum anderen die durch zu geringe Bemessung von Verstärker oder Tondose hervorgerufene Verzerrung. Die Bedeutung der Zeit bei dem Meßwert für die Rillenüberschneidung, also der unmittelbaren Größe der Schneidstichelauslenkung, erkennt man sofort, wenn man bedenkt, daß der Stichel durch die enorme Dämpfung des zähen Mediums der Platte die Eigenschaften eines Stoßgalvanometers besitzt. Sein Ausschlag ist (natürlich nur für die kleinen Zeitintervalle der Tonfrequenzen) direkt dem Produkt aus Stromstärke und Zeit proportional. Die beiden in Bild 1 dargestellten Halbwellen ergeben also trotz gleicher Amplitude verschiedene Stichel ausschläge (Ausschlag proportional der Fläche der Halbwellen!).

Wie zeigen nun die beiden Meßinstrumente die zwei Halbwellen an? Das Tonfrequenzvoltmeter liefert uns als Instrument endlicher Dämpfung ein dem Stichel ausschlag proportionales Meßergebnis. Die Amplitudenröhre gibt uns dagegen, infolge ihrer absoluten Dämpfungsfreiheit, ein falsches Bild.

Bei der als Übersteuerung bezeichneten Verzerrung betrachten wir nur eine der alle in gleicher Richtung wirkenden Tatsachen. Die zwei Halbwellen in Bild 2 haben gleiche Amplituden und gleiche Länge; jedoch stellt die Welle b den verzerrten Anteil der gestrichelten Welle dar. Das Voltmeter mit seiner Trägheit würde die Übersteuerung bei b durch einen größeren Ausschlag als bei a richtig angeben. Die Amplitudenröhre würde auch hier nur gleiche Ausschläge ergeben.

Die Überlegungen wurden zwar für einfache Kurvenzüge angestellt, gelten aber auch für das komplizierte Klangbild. Die ebenfalls komplizierten subjektiven Erscheinungen der Amplitudenzusammenfassung wirken übrigens in gleicher Richtung, wie die beschriebenen einfachen Vorgänge. Als Ergebnis der Überlegungen stellen wir fest, daß zur objektiven Kontrolle der Aussteuerung ein Meßinstrument endlicher und passend zu wählender Dämpfung erforderlich ist. Dem Tonfrequenzvoltmeter scheint also die weitere Überlegenheit

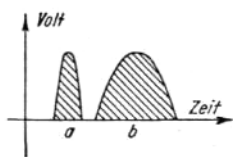


Bild 1. Halbwellen gleicher Amplitude, aber verschiedener Zeitdauer

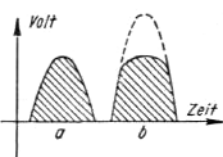
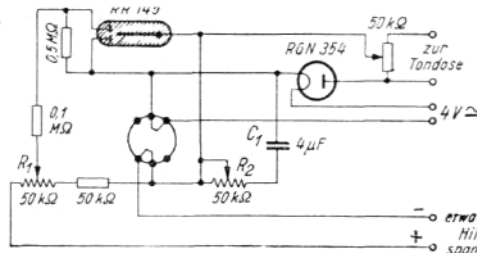
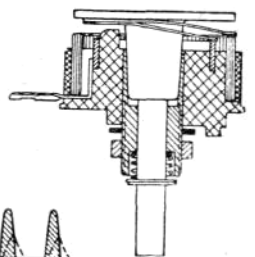


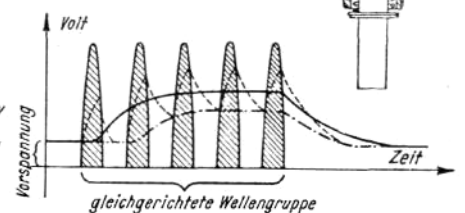
Bild 2. Unverzerrte und verzerrte Halbwellen



Rechts: Drehregler mit Konusklemmchse



Links: Bild 3. Schaltung der Resoröhre zur Amplitudenkontrolle



Rechts außen: Bild 4. Zusammenraffung mehrerer Wellenhälften bei verschiedener Dämpfung. — bei größter Dämpfung für die Bewegung der Nullmarke maßgebliche Spannung, - - - desgl. bei etwa halber Dämpfung, - - - bei halber Dämpfung für die Bewegung der Spitzen der Lichtbedeckung maßgebende Spannung.

Größen der Einzelteile des Netzgerätes

Netztransformator 2 × 400V, 125mA	Drehspannungsteiler R ₁ , 25kΩ
Netzdrossel 80mA	3 Watt
Elektrolytkondensatoren C ₁ , 4μF	Widerstand R ₂ , 3000 Ω, 200mA
500 V; C ₂ , 16μF, 500V	Kondensatoren C ₃ bis C ₆ , 1μF, 300V

Die Elektrolytkondensatoren sind für 500 Volt Arbeitsspannung bestimmt; als Drossel wurde eine solche für 100 mA gewählt und eingebaut. Der Widerstand P₁ regelt die Gittervorspannung von 0 bis 70 Volt; es ist dies ein 3-Watt-Typ.

Beim Bau dieses Gerätes ist besonders auf gute Lötstellen zu achten! Hat man es fertiggestellt, so werden mit Hilfe unseres Meßinstrumentes die einzelnen Spannungen gemessen. Ein kleiner einpoliger Schalter sorgt dafür, daß das Gerät anodenseitig abgeschaltet werden kann. Dies ist wichtig beim Experimentieren innerhalb eines zu prüfenden Gerätes.

Hans Müller-Schlösser.

über die Amplitudenröhre sicher zu sein. Dennoch kann man durch einen einfachen Kunstgriff in der Schaltung der Röhre das Verhältnis umkehren, indem man der Röhre nicht nur die gewünschte Trägheit in der Anzeige erteilt, sondern außerdem diese Trägheit genau einstellbar gestaltet.

In der Schaltung Bild 3 wird die Wechselspannung durch eine Zweipolstrecke oder eine gewöhnliche alte Einweggleichrichter röhre gleichgerichtet. Die durch C₁ gesammelten Halbwellen werden als Spannungsstoß der einen Anode der Resoröhre zugeleitet, während über die zweite Anode die bekannte Vorspannung erteilt wird. R₁ gestattet die Einstellung der durch diese Vorspannung erzielten Nullmarke, während R₂ der Regelung der Dämpfung dient. Man erkennt im Betrieb sofort einen weiteren Vorteil der Schaltung, indem nämlich die gedämpfte Röhre statt des über der feststehenden Nullmarke huschenden Glimmlichtes nur eine relativ langsam bewegte Nullmarke zeigt, die sich ausgezeichnet skalarmäßig beobachten läßt. Bei teilweise eingeschaltetem Widerstand R₂ zeigen sich über der bewegten Nullmarke noch die Amplituden spitzen. Die Erklärung dafür geht aus Bild 4 hervor. Das kleine Gerät gestattet eine quantitative Erfassung aller Aussteuerungsvorgänge und ermöglicht interessante Untersuchungen, wie z. B. an bereits geschnittenen Schallplatten usw. Becker.

Drehregler mit Konusklemmchse

Für den Bau von Meß- und Verfußgeräten sind Drehwiderstände bzw. -Spannungsteiler erwünscht, bei denen nach der Einstellung eine selbsttätige Arretierung eintritt, so daß sie nicht unbeabsichtigt verstellt werden können oder sich gar durch Erschütterungen, beim Transport eines solchen Gerätes oder dgl. von selbst verstellen. Drehregler mit selbsttätiger Arretierung, bei denen diese durch eine besondere Konusklemmchse ausgeübt wird, sind jetzt nach der Konstruktion von F. Stüwert herausgebracht worden. Bei der Entwicklung dieses Reglers hatte man sich die Aufgabe gestellt, daß die Arretierung selbsttätig eintreten muß und daß zu ihrer Lösung zwecks Veränderung der Einstellung kein zusätzlicher Bedienungsgriff erforderlich sein darf. Außerdem muß die Arretierung ohne nachteilige Einwirkung auf die Kontaktgabe des Schleifers zur Widerstandsbahn bleiben.

Die Achse, die den Schleifer trägt, ist konisch ausgebildet; diese Konusachse wird unter Federdruck in eine entsprechende, fest im Reglerkörper angebrachte Konusbuchse eingepreßt. In dieser Ruhestellung drückt der Schleifer so stark auf die Widerstandsbahn, daß einwandfreie Kontaktgabe gewährleistet ist. Zur Verstellung des Reglers wird die Achse leicht eingedrückt; die Konusklemmung wird gelöst, und der Schleifer läßt sich verstellen. In dieser Arbeitsstellung findet eine so weitgehende Entspannung der Kontakt-abnahmefeder statt, daß der Kontaktdruck für die Einstellung noch ausreichend ist, eine Beschädigung der Widerstandsbahn aber auf alle Fälle verhindert wird. Nach dem Verstellen geht die Achse selbsttätig in ihre Ruhestellung zurück, um so ihre eigene Festhaltung zu bewirken. Um zu verhindern, daß bei der Verstellung des Schleifers das Gehäuse mit verdreht werden kann, ist der Gehäusepreßling mit einer Nase versehen, die in eine entsprechende Bohrung der Geräteplatte eingreift.

Der Phasenabgleich bei der Meßbrücke

Wie Anfragen aus dem Leserkreis zu dem in Heft 7, Seite 99, der FUNKSCHAU 1941 veröffentlichten Aufsatz „Meßbrücken und Normale — Selbst angefertigt“ zeigen, ist eine einfache Universalmeßbrücke mit Phasenabgleich durch einen Widerstand wenig bekannt. Nachstehend soll daher ausführlich auf die Eigenarten einer solchen Brücke und auf ihre Handhabung eingegangen werden.

Wie der Abgleich erfolgen soll.

Nehmen wir einmal an, daß wir eine dünnadrätige Luftspule messen wollen und als Normal eine Spule mit HF-Eisenkern und entsprechend wenigen Windungen dickeren Drahtes zur Verfügung haben. Dann haben diese Spulen infolge ihrer verschiedenen Drahtquerschnitte und Windungszahlen verschiedene ohmsche Widerstände und verschiedene große Verluste. Solange das der Fall ist — und es wird nur Selten vorkommen, daß die X- und die N-Spule genau gleiche Verluste haben —, läßt sich die Brücke nicht genau auf Tonminimum abgleichen, weil im Meßzweig eine erhebliche Phasenverschiebung und damit eine Spannung auftritt (die Teilspannungen an X und a sind nicht phasengleich!). Ein einwandfreier Abgleich wird erst möglich, wenn man die Verlustzahlen von X und N gleichmacht. Dazu wird der Widerstand R in Bild 1 in diesem Fall an N gelegt, weil N offenbar verlustärmer ist. Nun legt man bei U eine Wechselspannungsquelle, z. B. einen Tonsummer) an, steckt bei J den Kopfhörer ein und beginnt mit dem Abgleich. Zuerst wird der Schleifdrahtabgriff auf Tonminimum eingestellt. Der Ton ist dann selbst bei der leisesten Stellung noch deutlich zu hören. Nun wird R ebenfalls auf Minimum abgeglichen, bis der Ton also noch leiser geworden ist, und so werden abwechselnd der Schleifdrahtabgriff und der Widerstand R verstellt, bis man ein scharfes Tonminimum erzielt hat, bei dem praktisch kein Ton mehr zu hören ist.

Für höhere Anforderungen an die Genauigkeit müßte die Brücke geerdet und abgeschirmt sein, worauf wir hier nicht eingehen können).

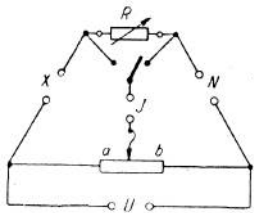


Bild 1. Die Wheatstonsche Brücke mit Phasenabgleich zur Messung von Selbstinduktionen und Kapazitäten

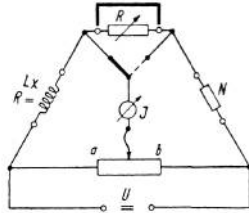


Bild 2. Messung des Gleichstromwiderstandes einer Spule

dabei R_2 größer als R_1 geworden, so beträgt der gesuchte Verlustwiderstand:

$$R_V = R_2 - R_1$$

Ist R_2 jedoch kleiner geworden, so ist

$$R_V = \frac{a}{b} \cdot (R_1 - R_2)$$

Wer öfter solche Messungen vornehmen will, kann die Brücke nach Bild 4 umschaltbar machen.

Bestimmung des Verlustfaktors $\text{tg } \delta$

Die Meßschaltung für Kondensatoren zeigt Bild 5. Der Abgleich erfolgt ebenso wie bei der Spulenmessung. Ist ein scharfes Tonminimum erzielt, so ist:

$$C_X = \frac{a}{b} \cdot C_N$$

und für den Fall, daß $\text{tg } \delta_N$ vernachlässigbar, C_N also ein sehr verlustarmer Kondensator ist:

$$\text{tg } \delta_X = R \cdot \omega \cdot C_{N\text{Farad}}$$

wobei ω das 6,28fache der benutzten Meßfrequenz ist. Man sieht, daß man R direkt in $\text{tg } \delta$ eichen kann, wenn immer die gleiche Meßfrequenz und das gleiche C-Normal verwendet werden. Anmerkung: Bei der Kapazitätsmessung wird der unbekannte Kondensator an N, das Normal an X gelegt, weil ja die (wirklich zu messenden) kapazitiven Widerstände den Kapazitäten umgekehrt verhältnismäßig sind!

Werte der Einzelteile.

Zur Wahl der Einzelteile für eine solche Brückenschaltung noch einige Bemerkungen:

Die günstigsten Abgleichbedingungen und die größte Meßgenauigkeit ergeben sich, wenn bei Gleichstrommessungen

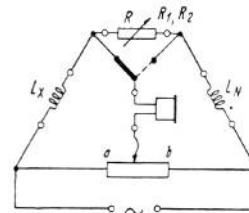


Bild 3. Messung der Selbstinduktion

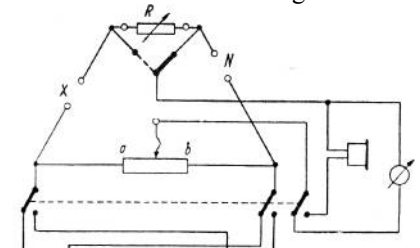


Bild 4. Für Gleich- und Wechselstrommessungen umschaltbare Brücke

Der Phasenabgleichwiderstand.

Der Phasenabgleichwiderstand R ist natürlich nur bei Wechselstrombetrieb erforderlich; bei Gleichstrom-, also Widerstandsmessungen, wird er kurzgeschlossen oder sonst irgendwie gleich Null gemacht. Er soll nach Möglichkeit geeicht sein, d. h. in Stufen von je 0,1 bis 1 Ω bei einem Gesamtwert von mindestens 100 Ω einstellbar sein. Das ist notwendig, um die Größe der Verluste bestimmen zu können. Die Verluste werden bei Spulen in dem Verlustwiderstand R_V und bei Kondensatoren in dem Verlustfaktor $\text{tg } \delta$ zusammengefaßt.

Bestimmung des Verlustwiderstandes und der Dämpfung einer Spule.

Die L_X -Spule und ein R-Normal werden nach Bild 2 in die Brücke gesteckt, bei J ein empfindliches Drehspulinstrument oder Galvanometer mit Null-Mitte und bei U eine Batterie angeschlossen. In dieser Anordnung wird der Gleichstromwiderstand R_N der Spule L_X gemessen. Dann wird ein L-Normal eingesteckt, bei J statt des Galvanometers der Kopfhörer und bei U statt der Batterie eine Tonfrequenzquelle. Der Kurzschluß von R wird aufgehoben (Bild 3) und dann wird — wie oben beschrieben — abgeglichen. Nach beendetem Abgleich ist:

die gesuchte Induktivität: $L_X = \frac{a}{b} \cdot L_N$

die Dämpfung: $\alpha \approx \frac{R_V}{\omega L}$; $\omega = 6,28 f$
 $f = \text{Meßfrequenz}$

Jetzt wird der Wert von R abgelesen (er sei R_1), die Brücke bei unverändertem Schleifdrahtabgriff auf Gleichstrom umgeschaltet und der Widerstand R so lange verändert, bis das Galvanometer wieder auf Null steht, wobei sich an R der Wert R_2 ergibt. Ist

1. der Schleifdrahtwiderstand $\approx R_N + R_X$ ist,
2. der Widerstand des Null-Instrumentes J vom Instrument aus gesehen gleich dem äußeren Brückenwiderstand ist (siehe dazu Bild 6).

Die Brücke ist am empfindlichsten, wenn die Bedingung

$$R_N = R_X \sqrt{\frac{R_{\text{Instr.}}}{R_X + a + R_{\text{Instr.}}}}$$

für konstantes U in Bild 2 erfüllt ist.

Praktisch muß man bei einer Universalmeßbrücke, also einer Brücke, die universell verwendbar sein Soll, natürlich einen Kompromiß schließen; man macht dazu den Schleifdrahtwiderstand (evtl. Schicht-Potentiometer mit arithmetischer Charakteristik) größenordnungsmäßig 200 Ω oder größer. Beim Null-Instrument stellt man durch probeweises Parallel- oder Serienschalten von Widerständen fest, ob man irgendwo günstigere Abgleichverhältnisse erreicht.

Eichung von Schleifdraht- und Phasenabgleichwiderstand.

In der Zuschrift eines Lesers wurde gefragt, wie der Schleifdraht und der Phasenabgleichwiderstand zu eichen wären. Nun, der Phasenabgleichwiderstand kann wie jeder andere Widerstand geeicht werden, d. h. durch Stromspannungsmessung, durch Messung an einer geliehenen geeichten Brücke oder dgl.

Der Schleifdrahtwiderstand hingegen wird aus Gründen der bequemerer Ablesung direkt im Verhältnis $X : N = a : b$ geeicht. Das macht man folgendermaßen:

„Man nehme“ zwei dem Wert nach möglichst genau bekannte Widerstände, angenommen 100 und 200 Ω . Zuerst wird der 100- Ω -Widerstand in N gesteckt, der 200- Ω -Widerstand in X und die Brücke abgeglichen, bis das Null-Instrument keinen Strom mehr anzeigt. Die Zeigerstellung des Schleifdrahtwiderstandes wird nun möglichst genau markiert und an den Markierungsstrich das ermittelte Verhältnis $a : b = 200 : 100 = 2$, also eine 2 geschrieben. Dann

1) FUNKSCHAU, 1938, Heft 24, Seite 188, und 1941 Heft 7, Seite 103.

2) Vergl. hierzu ATM J 025 und J 921—15.

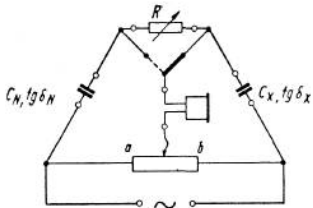


Bild 5. Kapazitätsmessung

vertauscht man X und N und erhält einen neuen Abgleich, dessen Stellung man entsprechend festlegt und mit 0,5 bezeichnet, weil jetzt $a : b = 100 : 200 = 0,5$ ist.

So fährt man fort, bis man genügend Eichpunkte hat. Zwei Widerstände gleichen Werts ergeben dabei den Punkt $a : b = 1$. Auch

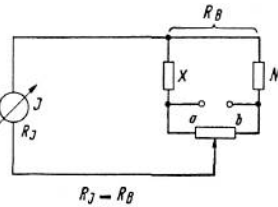


Bild 6. Der Widerstand des Nullinstrumentes muß gleich dem äußeren Brückenwiderstand sein.

hier empfiehlt sich ein Vertauschen, um kleine Abweichungen der „gleichen“ Widerstände zu eliminieren. Bei einer Abweichung zwischen den beiden Widerständen erhält man nämlich dann zwei Stellen für $a : b = 1$ dicht nebeneinander, deren Mitte der gesuchte Punkt „1“ ist.

Hat man nun genügend Eichpunkte, so kann man die Zwischenwerte durch Rechnung ermitteln und einzeichnen, bis die Skala vollständig ist. Danach gilt dann für jede Messung die Formel

$$X = \text{Ablesung} \times N.$$

Zum Schluß noch eine Warnung: Man verlange nichts Unmögliches von einer einfachen Universalmeßbrücke. Die genaue Messung eines Widerstandes von einigen Zehnteln Ohm ist mit dieser Anordnung nicht möglich. Das gleiche gilt für sehr kleine Kondensatoren und Induktivitäten sowie für mittlere, wenn man keine genügend hohe Meßfrequenz wählt. H. Mende.

Einfache Wege zur Erhöhung der Spiegelfrequenzsicherheit

Um mit Überlagerungsempfängern einen ausreichend pfeiffreien Empfang zu gewährleisten, müssen solche Empfänger bekanntlich eine genügend große Spiegelfrequenzsicherheit aufweisen. Besonderer Beachtung bedarf diese Forderung bei Geräten mit einer niedrigen Zwischenfrequenz. Da die Spiegelfrequenz um den zweifachen Betrag der Zwischenfrequenz höher liegt als die Empfangsfrequenz, braucht der Spiegelfrequenzsicherheit dagegen mit wachsender Zwischenfrequenz immer weniger Aufmerksamkeit geschenkt werden. So fallen bei genügend hoher Zwischenfrequenz die Spiegelfrequenzen vollkommen aus dem Empfangsbereich heraus, und ihre Unterdrückung bereitet keinerlei Schwierigkeiten mehr.

Es ist jedoch ungünstig, die Zwischenfrequenz erheblich zu erhöhen. Die Bandfilter können dann ohne künstliche Entdämpfung unmöglich den heutigen Anforderungen genügen; auch geht die Verstärkung durch die Filter selbst infolge des geringen Gütefaktors bei höheren Frequenzen stark zurück. Bei der Wahl der Zwischenfrequenz mußte man sich also zunächst für eine möglichst niedrige entscheiden. Besondere Aufgaben stellt dann aber das Problem der Spiegelfrequenzsicherheit. Bisher war man gezwungen, in solchen Geräten mehrere Vorkreise anzuwenden. Heute sollen zwei Wege gewiesen werden, wie die Erhöhung der Spiegelfrequenzsicherheit auf sehr einfache Weise möglich ist.

Spiegelfrequenzunterdrückung mit dem abstimmbaren Kurzschlußkreis.

Wie Bild 1 zeigt, liegt parallel zur Antennenspule ein abstimmbarer Kurzschlußkreis, der stets auf die Spiegelfrequenz eingestellt ist. Für eine Zwischenfrequenz von 468 kHz ergibt sich für den Mittelwellenbereich der folgende Spiegelfrequenzbereich:

$$\begin{aligned} f_z &= 468 \text{ kHz} \\ f_e &= 500 \dots 1500 \text{ kHz} \\ f_o &= 968 \dots 1968 \text{ kHz} \\ f_{sp} &= 1436 \dots 2436 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Durch den Kurzschlußkreis muß also der Bereich 1436 bis 2436 kHz unterdrückt werden. Bei einer Induktivität von etwa 0,11 mH ist hierfür eine Kapazitätsänderung von 40 auf 110 pF erforderlich (Werte laut Sirufer-Uhr).

Für den Langwellenbereich ergibt sich:

$$\begin{aligned} f_z &= 468 \text{ kHz} \\ f_e &= 150 \dots 350 \text{ kHz} \\ f_o &= 618 \dots 818 \text{ kHz} \\ f_{sp} &= 1086 \dots 1286 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Zur Unterdrückung dieses Bereiches wird bei einer Induktivität von 0,3 mH eine Kapazitätsveränderung von etwa 50 auf 75 pF erforderlich.

Dieselben Rechnungen seien noch für eine Zwischenfrequenz von 110 kHz durchgeführt:

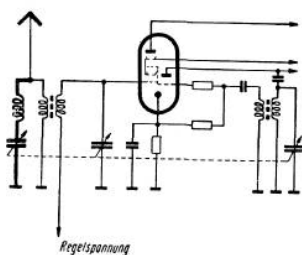


Bild 1. Abstimmbarer Kurzschlußkreis am Eingang des Superhets

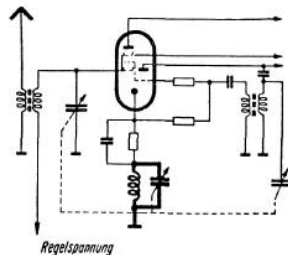


Bild 2. Sperre in der Kathodenleitung der Mischröhre

$$\begin{aligned} f_z &= 110 \text{ kHz} \\ f_e &= 500 \dots 1500 \text{ kHz} \\ f_o &= 610 \dots 1610 \text{ kHz} \\ f_{sp} &= 720 \dots 1720 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Induktivität 0,21 mH; Kapazitätsänderung von etwa 40 bis 230 pF.

$$\begin{aligned} f_z &= 110 \text{ kHz} \\ f_e &= 150 \dots 350 \text{ kHz} \\ f_o &= 260 \dots 460 \text{ kHz} \\ f_{sp} &= 370 \dots 570 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Induktivität 1,5 mH; Kapazitätsänderung von etwa 50 bis 120 pF. Aus den gezeigten Rechnungen geht hervor, daß die Kapazitätsänderung in allen Fällen verhältnismäßig gering ist. Konstruktiv könnten dem eigentlichen Drehkondensatorsatz einige Platten zusätzlich gegeben werden, die dann zur Abstimmung des Kurzschlußkreises dienen. Bei serienmäßiger Herstellung dieser Kondensatoren dürfte der Mehraufwand kaum ins Gewicht fallen; gegebenenfalls kann der Veränderungsbereich eines normalen Drehkondensators durch Parallel- und Serienschaltung fester Kapazitäten verkleinert werden. Diesem geringen Aufwand steht die Einsparung eines oder mehrerer Vorkreise gegenüber, bei denen nicht nur die Fabrikation, sondern auch der spätere Abgleich eine Rolle spielen. Der Abgleich der Sperre dürfte sich wesentlich einfacher gestalten als der eines Vorkreises. Bei Umschaltung von Mittel- auf Langwelle muß die Sperre ebenfalls umgeschaltet werden. Diese Umschaltung kann beliebig erfolgen. Es hat verschiedene Nachteile, die Sperre parallel zur Antennenspule zu legen, wiewohl bei hochinduktiver Ankopplung kaum eine nachteilige Beeinflussung zu erwarten ist. Aus diesem Grunde sei für die Ausführung solcher Sperren die Schaltung nach Bild 2 vorgeschlagen. Eine solche Schaltung ergibt durch geschickte Ausnutzung der Stromgegenkopplung eine Sperrwirkungsverbesserung von etwa 1 : 4. Da eine derart hohe Sperrwirkung zumeist nicht erforderlich ist, kann der Kreis mit größeren Verlusten behaftet sein, wodurch der Abgleich wesentlich erleichtert wird. Es ergibt sich eine breite Resonanzkurve, so daß auch an Stellen ungenauen Gleichlaufes für eine genügende Unterdrückung der Spiegelfrequenzen gesorgt ist.

Die Spiegelfrequenzsperre im Einbereichsuper.

Besonderer Beachtung bedarf die Unterdrückung der Spiegelfrequenzen im Einbereichsuper. Statt des Vorkreises wird hier nur ein Kurzschlußkreis verwandt oder die Sperre wird nach Bild 2 ausgeführt. Die Antenne wird dann zweckmäßig kapazitiv angekoppelt.

Für den Kreis ergeben sich die folgenden Werte bei einer Zwischenfrequenz von 468 kHz:

$$\begin{aligned} f_z &= 468 \text{ kHz} \\ f_e &= 150 \dots 1500 \text{ kHz} \\ f_o &= 618 \dots 1968 \text{ kHz} \\ f_{sp} &= 1086 \dots 2436 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Bei einer Selbstinduktion von etwa 0,09 mH ergibt sich eine Kondensatoränderung von 50 bis 240 pF.

Der Einbereichsuper könnte also ein vollkommen neues Bild erhalten. Ohne Anwendung einer doppelten Überlagerung oder eines ähnlichen Prinzips lassen sich nunmehr normale Zwischenfrequenzfilter verwenden; die künstliche Entdämpfung der Zwischenfrequenzkreise, wie sie bei 1600-kHz-Filtern nötig ist, fällt fort. So wird ein stabileres Arbeiten der fönst sehr guten Einbereich Superhet-Schaltung erzielt. Da sich der Einbereichsuper besonders für die Fernabstimmung eignet, dürfte die neue Schaltungsart viele Leser zum Bau solcher Empfänger anregen. Hinzu kommt, daß das Interesse am Einbereichsuper bereits durch die Schaffung der Röhren der harmonischen Serie erheblich gestiegen ist; die Mischröhren dieser Serie arbeiten besonders gut, so daß Kreuzmodulationen und die Entstehung von Oberwellen in der Mischröhre selbst wenig zu befürchten sind. Rudolf Schumann.

Elektrische Leistung, elektrische Arbeit

Für die Berechnung der elektrischen Leistung genügt es, den jeweiligen Strom- und Spannungswert zu wissen. Es gilt dann die einfache Formel

$$N = U \cdot I \quad (1)$$

N = Leistung in Watt
U = Spannung in Volt
I = Strom in Ampere.

Leistungsbestimmung aus Strom- und Spannungsmessung.

Zur Ermittlung des Strom- und Spannungswertes müssen wir mittels Amperemeter bzw. Milliampere- und Voltmeter eine Strom- und Spannungsmessung durchführen. Dabei schaltet man grundsätzlich das Amperemeter in Reihe in den Stromkreis, und das Voltmeter parallel, wie üblich. Wie aus den Bildern hervorgeht, gibt es für die Schaltung des Voltmeters zwei Möglichkeiten: So kann man das Voltmeter (V) unmittelbar parallel zum Verbraucher legen, der in unserem Beispiel ein Rundfunkempfänger ist. In diesem Fall wird die am Verbraucher herrschende Spannung gemessen. Da durch das Amperemeter (A) außer dem durch den Verbraucher fließenden Strom noch der Strom des Voltmeterkreises fließt, messen wir in diesem Schaltungsbeispiel zu viel Strom, jedoch die richtige Spannung.

Man kann aber auch das Voltmeter vor den Strommesser schalten; dabei mißt man nur den durch den Verbraucher fließenden Strom. Die Strommessung ist also richtig. Berücksichtigt wird bei der Spannungsmessung jedoch nicht der Spannungsabfall, der durch das Amperemeter entsteht. Beide Meßverfahren haben also gewisse Nachteile; die Fehler sind um so größer, je kleiner die zu messende Leistung ist. Bei größeren Leistungen (z. B. von etwa 100 Watt ab) kann man den auftretenden Fehler unberücksichtigt lassen, da ja die Meßinstrumente nur ganz geringe Leistung verbrauchen.

Als Berechnungsbeispiel wollen wir aus Strom- und Spannungsmessung nach der oben angegebenen Formel die Leistung für ein Bügeleisen wählen.

Gegeben: Gemessene Netzspannung 220 Volt, gemessener Strom 0,7 Amp.

Gesucht: Leistungswert in Amp.

Lösung: $N = U \cdot I = 220 \cdot 0,7 = 154 \text{ Watt.}$

In der Rundfunktechnik und Elektrotechnik hat man oft die Belastung eines Widerstandes zu bestimmen. Man rechnet hier nach der Formel

$$N = I^2 \cdot R$$

N = Leistung in Watt
I = Strom in Ampere
R = Widerstand in Ohm.

Es sei in einem Netzteil ein Vorwiderstand zur Verringerung der Anodenspannung aus den Anschlußwert der Rundfunkröhren einzubauen und dessen Belastbarkeit zu bestimmen. Man mißt hier zunächst den durch den Widerstand fließenden Strom. Die Messung ergibt einen Wert von 50 mA. Es gilt dann:

Gegeben: Gemessener Strom durch den Widerstand 0,05 A, Widerstandswert 5000 Ohm.

Gesucht: Belastbarkeit des Widerstandes in Watt.

Lösung: $N = I^2 \cdot R = 0,05^2 \cdot 2000 = 0,0025 \cdot 2000 = 5 \text{ Watt.}$

Die letzten Bilder lassen Meßschaltung und praktische Ausführung der Messung erkennen. Die Messung ist natürlich bei Belastung vorzunehmen.

Leistungsbestimmung mittels Elektrizitätszähler.

Die Bestimmung der jeweils verbrauchten Leistung läßt sich ferner auf einfache Weise vornehmen, sofern es sich um einen aus dem Lichtnetz betriebenen Verbraucher handelt. Erforderlich ist dabei lediglich der sowieso vorhandene Elektrizitätszähler (Motorzähler) und eine mit einer Uhr vorzunehmende Zeitmessung. Es berechnet sich dann die Leistung aus der Formel

$$N = \frac{3600 \cdot u}{t \cdot U} \cdot 1000 \quad (2)$$

N = Leistung in Watt
u = Umdrehungszahl für die beobachtete Zeit
U = Umdrehungszahl für eine Kilowattstunde
t = Zeit in Sekunden

Damit wir uns mit der Formel näher befunden, wollen wir ein Beispiel durchrechnen:

Gegeben: Beobachtete Zeit $t = 60 \text{ sec.}$, Umdrehungszahl des Motorzählers für die beobachtete Zeit $u = 4$ Umdrehungen, Umdrehungszahl der Zählerscheibe für eine Kilowattstunde $U = 400$ Umdrehungen.

Gesucht: Leistung in Watt

Lösung: $N = \frac{3600 \cdot u}{t \cdot U} \cdot 1000 = \frac{3600 \cdot 4}{60 \cdot 400} \cdot 1000 = \frac{14400}{24000} \cdot 1000 = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ Watt}$

Die Kilowattstunde.

Falls wir es mit einer elektrischen Leistung zu tun haben, die ihren Wert ständig beibehält, ist es möglich, aus der gegebenen Betriebszeit und der in dieser Zeit gleichmäßig verbrauchten Leistung die elektrische Arbeit zu bestimmen. Für stets gleichbleibende Leistungen lautet die Formel

$$A = N \cdot t \quad (3)$$

A = Arbeit in Wattstunden
N = Leistung in Watt
t = Zeit in Stunden

Das folgende Berechnungsbeispiel gilt für einen Rundfunkempfänger der Superhet-Mittelklasse.

Gegeben: Leistung = 50 Watt, Betriebszeit 8 Stunden.

Gesucht: Arbeit in Wattstunden.

Lösung: $A = N \cdot t = 50 \cdot 8 = 400 \text{ Wattstunden.}$

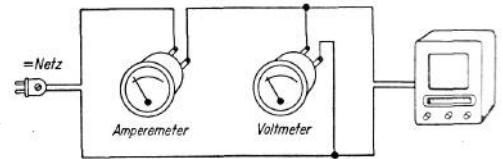
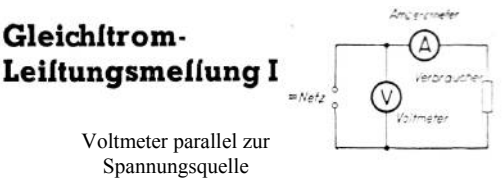
Berechnung der Betriebskosten.

Häufig ist es erwünscht, die Betriebskosten eines Gerätes je Tag oder Monat zu berechnen. Rundfunkhörer interessiert vielfach zu wissen, wie hoch sich die Stromkosten für den Betrieb des verwendeten Empfängers belaufen. Da der Tarif stets in Kilowattstunden rechnet (1 Kilowattstunde = 1000 Wattstunden), wird die elektrische Arbeit, wie das sonst im allgemeinen üblich ist, in Kilowattstunden nach Formel 3 umgerechnet. Es soll berechnet werden, wie hoch sich die monatlichen Betriebskosten für einen Rundfunkempfänger mit 60 Watt Stromverbrauch bei täglich vierstündigem Betrieb belaufen. Der Strompreis betrage RM. —.20 je Kilowattstunde.

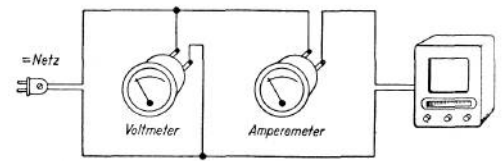
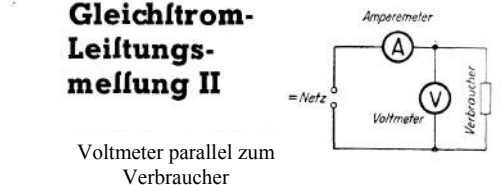
Gegeben: Leistung = 60 Watt, Zeit = $4 \cdot 30 = 120$ Stunden, Strompreis = 0.20 RM. je Kilowattstunde.

Gesucht: Monatliche Betriebskosten bei täglich vierstündiger Betriebszeit.

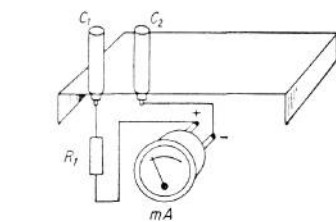
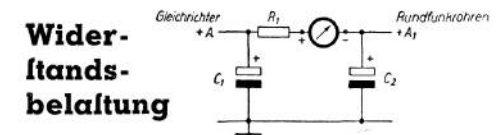
Gleichstrom-Leistungsmessung I



Gleichstrom-Leistungsmessung II



Widerstandsbelastung



Lösung: I) Elektrische Arbeit
 $A = N \cdot t = 60 \cdot 120 = 7200 \text{ Wattstunden,} = 7,2 \text{ Kilowattstunden (KWh).}$
II) Monatliche Betriebskosten
 $= 7,2 \text{ (KWh)} \cdot 0,20 \text{ (RM),} = 1,44 \text{ RM.}$
Werner W. Diefenbach.

Inhalt der Reihe „Wir messen und rechnen“

1. Das Ohmsche Gesetz für Gleichstrom Nr. 10/1940.
2. Elektrische Leistung, elektrische Arbeit: Gleichstrom, Nr. 11/1940.
3. Spannung und Strom: Wechselstrom, Nr. 12/1940.
4. Elektrische Leistung, elektrische Arbeit: Wechselstrom.
5. Kapazität I.
6. Kapazität II.
7. Selbstinduktion I.
8. Selbstinduktion II.
9. Statische Röhrenmessungen I: Gleichrichterröhren.
10. Statische Röhrenmessungen II: Dreipolröhren.
11. Statische Röhrenmessungen III: Fünf- und Sechspolröhren.
12. Statische Röhrenmessungen IV: Dreipol-Sechspol- und Achtpol-Mischröhren.

