

Inhalt:

Der unsichtbare Groß-Lautsprecher / Wem gefällt's? / Rundfunk-Neuigkeiten / Vom Schaltzeichen zur Schaltung: Niederfrequenzlitule mit Dreipolröhre und Übertragerkopplung / Wie arbeitet der Elektronen-Vervielfacher? / Das Druckknopfpult / Tonrichtiger Lautstärkereglcr / Verbilligtes Mellen von Spannung und Strömen / Die Funkchau-Aufgabe

Der unsichtbare Groß-Lautsprecher

Es gab kein Ereignis während der Olympischen Sommerpiele Berlin 1936, bei dem das Bild nicht von den Pilzlautsprechern der Übertragungsanlagen beherrscht wurde; wir sehen kaum ein Lichtbild oder einen Film von diesen oder anderen sportlichen Großkämpfen, auf denen die Lautsprechermasten mit den „Pilzen“ nicht im Vordergrund oder doch wenigstens im Blickfeld stehen. So sehr wir die Lautsprecheranlage auch schätzen — daß die Lautsprecher rein bildmäßig hören, ist gar kein Zweifel. Oft sind sie die einzigen starren Linien in einem Bild, das von schönster Harmonie der Bewegung angefüllt ist.

Das haben gerade die Turner empfunden, bei denen die sportliche Höchstleistung ja gerade in der Harmonie der Bewegung ihren Ausdruck findet. Es ist deshalb kein Zufall, daß ein Lautsprecher, der den ikizzierten Nachteil grundfätzlich vermeidet, gerade bei einer turnerischen Großveranstaltung, dem Deutschen Turn- und Sportfest in Breslau, zum ersten Mal zum Einsatz kam. Hier wurde der neugeschaffene Bodenlautsprecher der Telefunken-Gesellschaft erstmalig der Öffentlichkeit vorgestellt — allerdings nur akustisch, denn sehen kann man ihn nicht mehr. Er ist im Erdboden verschwunden.

Am Tage vor dem Breslauer Turnfest wurde der neue Bodenlautsprecher der Presse in Berlin vorgeführt. Und da eine Fachpresse-Vorstellung ohne technischen Vortrag eine halbe Sache ist, wurde über den Lautsprecher ein Vortrag gehalten. Hand aufs Herz — es gab wohl keinen, der nicht still bei sich dachte: Was für ein Unsinn, der Schall soll aus dem Boden heraustreten? Wie groß sind denn da die Verluste? Und wie weit soll man einen solchen „akustischen Maulwurfötter“ wohl hören? Wie wird es vor allem, wenn hundert Leute um einen solchen Bodenlautsprecher herumstehen, oder wenn sich gar ein Dutzend — falls so viel Platz finden — daraufstellt? Und was tut die Membran im Regen-

wasser, das natürlich in diesen U-Lautsprecher (U = Untergrund) hineinfließt?

Gemacht, alle diese Fragen haben sich die Lautsprecher-Ingenieure bei Telefunken natürlich auch gestellt, und alle Probleme, die sich aus ihnen ergeben, haben sie gelöst. Um mit dem Regenwasser zu beginnen: Der Lautsprecherhocht könnte die gesamte Regenmenge von zwei Jahren aufnehmen, ohne daß der Lautsprecher Schaden erleidet. Eine Sintflut müßte also das Wasser zur Erde schicken, das sonst in zwei Jahren zu fallen pflegt, wenn der Lautsprecher „ertrinken“ soll.

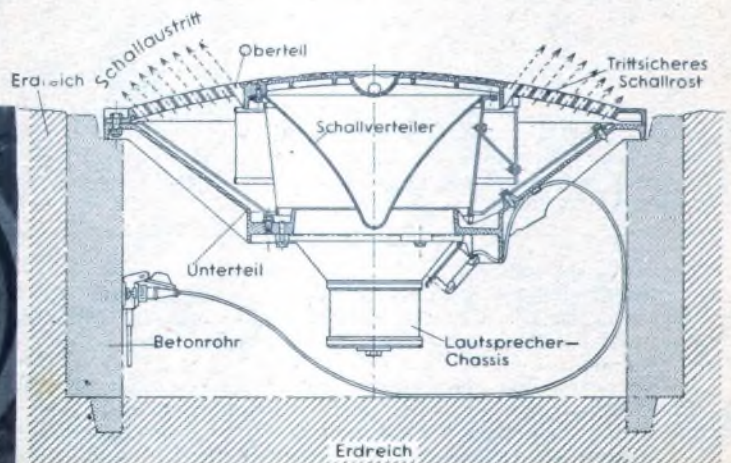
Die Schallabstrahlung des Boden-Lautsprechers ist hervorragend gut; man hat genau den Eindruck, wie bei gut angeordneten Pilzlautsprechern. Bei gelockerten Aufstellungen, wie sie bei Turn- und Sportfesten vorhanden sind, genügt ein 10-Watt-System; bei Aufmärschen, in denen das Aufmarschfeld sehr eng besetzt wird, baut man ein 20-Watt-System ein. Die Anordnung in einem Aufmarschgelände geschieht zweckmäßig so, daß zwischen quadratischen Marschblöcken „Schallstraßen“ frei bleiben, an deren Kreuzungsstellen dann die Bodenlautsprecher eingebaut werden. In Breslau wurden z. B. auf der Freifläche der Schlesierrkampfbahn 10 und auf dem Riefenplatz der Friesenwiese 63 Bodenlautsprecher eingesetzt.

Der neue Bodenlautsprecher besteht aus zwei Teilen. Das Unterteil weist an seiner Unterseite das völlig normale Lautsprechersystem auf, das den Schall von der Vorderseite der Membran nach oben strahlt, während die Rückseite auf das — allerdings sehr nachgiebige — Luftpolster in dem Betonrohr arbeitet, mit dessen Hilfe der Bodenlautsprecher in den Erdboden eingesetzt wird. Das Oberteil ist als Deckel ausgebildet; auf seiner Unterseite ist ein Schall-Streukegel angeordnet, dessen Leitflächen eine gleichmäßige Schall-Abstrahlung zur Folge haben. Der Schutz des eigentlichen

(Fortsetzung siehe nächste Seite unten)

Man kann unbeforgt auf den Bodenlautsprecher treten. Die schalldurchlässige Abdeckung ist trittsicher und die unmittelbar nach oben abgegebene Schallenergie nicht so ungeheuerlich groß, daß einem der Aufenthalt auf dem Lautsprecher verleidet würde.

Wie der Bodenlautsprecher eingebaut ist. Daß einfallender Straßentaub und Wasser dem Lautsprecher keinen Schaden zufügen können, dagegen ist durch sinnreiche Konstruktion selbstverständlich Vorforge getroffen.



Wem gefällt's?

Das Bestreben der Rundfunkindustrie, dem Publikumsgeschmack, was das Äußere der hergestellten Rundfunkempfänger betrifft, möglichst weitgehend entgegenzukommen, hat im Ausland zu einigen für deutliche Begriffe mehr oder weniger ausgefallenen Konstruktionen geführt. Jedenfalls würde z. B. für den italienischen „Bücherempfänger“, den wir hier u. a. im Bilde zeigen, in Deutschland kaum ein Käufer zu finden sein.



Links: Ein Empfänger von der diesjährigen Rundfunkausstellung in Paris im Stil der Möbel aus der Zeit Ludwigs XV.

Unten: Der Engländer legt Wert auf bequeme Bedienbarkeit. Ihr verdankt die Mode der „Armfesselgeräte“, die von oben bedient werden können, ihre Entstehung.

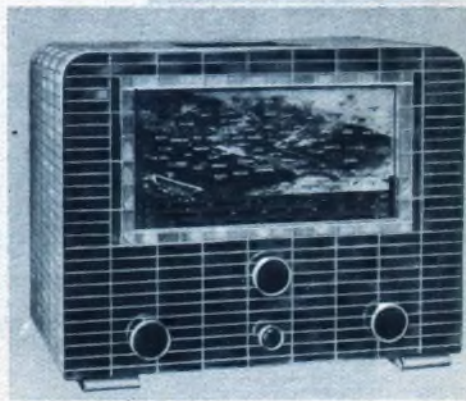


Rechts: Solche Empfänger kann man in Italien kaufen.

Unten: Ein neuer französischer Empfänger, dessen Gehäuse aus kleinen Kacheln besteht, die nach Wunsch des Käufers in rosa, blau, weiß oder schwarz geliefert werden. Der Empfänger bedient sich einer Panoramaskala mit Phantasie-Landschaft, in der die einzelnen Sendernamen zu finden sind.



(3 Bilder aus dem Archiv, 1. Aufl. A. A. Gullstrand)



RUNDFUNK-NEUIGKEITEN

Radio-Nurle

Radio als Kinderfräulein — das zu entdecken, blieb natürlich den Amerikanern vorbehalten. Doch man muß zugeben — die Sache ist gar nicht so schlecht, wie der Name reißerisch ist: Ein Mikrofon überwacht das Kind, meldet über einen irgendwo in der Wohnung, ja selbst außerhalb der eigentlichen Wohnung aufgestellten Lautsprecher, ob das Kind sich ruhig verhält oder etwa Unfug treibt oder weint. Eine Einrichtung, die schließlich auch ein Bastler schnell einmal zusammenbauen könnte.

Aber dabei ist noch der Witz, daß man nämlich keinerlei besondere Verbindungsleitung braucht zwischen Mikrofon und Lautsprecher: Die Lichtleitung des Hauses selber dient als Leitung. Damit erhält zudem Mikrofon (sowohl wie Lautsprecher eine denkbar große Bewegungsfreiheit; denn in jedem Raum, in dem sich nur eine Steckdose oder gar nur eine Lampe befindet, ist je nach Bedarf entweder das Mikrofon oder der Lautsprecher aufstellbar.

Selbstredend kann die Anlage unter diesen Umständen nicht einfach niederfrequent arbeiten. Vielmehr handelt es sich auf der einen Seite um einen richtiggehenden kleinen Sender (der übrigens drei Röhren besitzt und natürlich aus dem Netz gespeist wird), auf der anderen Seite um einen ebenfalls netzgespeisten Empfänger. Die Wellen werden längs der Lichtleitung verschickt, sie strahlen also nicht in den freien Raum. Außerdem sind sie nicht beliebig gewählt, sondern scharf abgestimmt, so daß in ein und demselben Haus mehrere solcher Anlagen störungsfrei nebeneinander betrieben werden können. Wie allerdings sieht's bei Wolkenkratzen aus? —er.

(Fortsetzung von voriger Seite)

Lautsprecher-System wird durch zylinderförmige Drahtsiebe bewirkt. Der Deckel stellt ein stabiles Gußteil dar; er kann ohne weiteres sechs Personen tragen, ja noch mehr, wenn sie auf ihm Platz finden.

In dem neuen Bodenlautsprecher besitzt die Übertragungstechnik ein Wiedergabegerät, das ihr neue Anwendungsmöglichkeiten erschließt und das ihren Nutzen vergrößert. Stets ist ein technisches Gerät dann am vollkommensten, wenn es überhaupt nicht mehr in Erscheinung tritt. Beim Groß-Lautsprecher für Kampfbahnen, Aufmarschgelände usw. ist dieser Zustand nunmehr erreicht.

Erich Schwandt.

Elektrizitätswerk fördert Störbekämpfung

Die städtischen Elektrizitätswerke von Polnisch-Tschchen haben ihre Lieferbedingungen in bemerkenswerter Weise im Sinne der Störbekämpfung im Rundfunk geändert, indem es heißt, daß alle an die Stromnetze anzuschließenden elektrischen Geräte unbedingt mit Störschutz versehen sein müssen. Das Werk behält sich das Recht vor, die Stromlieferung für denjenigen Abnehmer zu unterbrechen, der nicht innerhalb einer gewissen Zeit seine elektrischen Geräte entstört hat. In Polen hofft man, daß auch andere Elektrizitätswerke diesem guten Beispiel folgen.

Behördliche Erlaubnis für Rundfunkbastler in Italien

Der höchste Staatsgerichtshof Italiens hat jetzt in der Bestätigung eines provinzialgerichtlichen Spruches festgestellt, daß es italienischen Staatsangehörigen oder in Italien sich aufhaltenden Personen nicht ohne weiteres gestattet ist, sich einen Rundfunkempfänger selbst zu basteln. In Italien muß sich jedes gewerbliche Unternehmen des Rundfunkgerätebaues die behördliche Erlaubnis hierzu gegen Zahlung einer sich nach der Größe des Unternehmens richtenden Gebühr beschaffen. Das Gericht hat entschieden, daß sich auch der Bastler diese Erlaubnis einholen muß, wenn er sich nicht strafbar machen will. Obgleich in der Berufungsverhandlung angeführt wurde, daß auch bei sorgsamster Ausführung ein selbstgebautes Empfänger nicht als Handelsobjekt angefohlen werden kann, bestätigte das Gericht das Urteil.

Die Fernsehsendungen in den Vereinigten Staaten

Nach mehrmonatiger Pause hat die Radio Corporation of America in Zusammenarbeit mit der National Broadcasting Company wieder planmäßige Fernsehsendungen der Station W 2 XBS im Turm



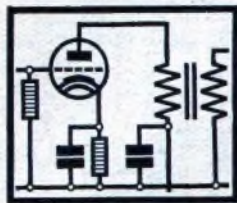
Ein Bodenlautsprecher, fertig zum Einsetzen.

(Werkauft.: Telefunken - 3)

des Empire State Building in New York aufgenommen. Allwöchentlich werden fünf Stunden lang Fernsehprogramme gefendet, und zwar je ein Programm nachmittags und abends. In den Abendstunden erscheinen lebende Personen vor dem Fernsehsender, zudem werden Sprechfilme gefendet. Die Nachmittagssendungen beschränken sich auf Bilder ohne Unterhaltungswert, deren

Aufnahme die Sendequalität der Station als auch die technische Vollkommenheit der Empfangsanlagen prüfen soll. Die Öffentlichkeit wird aufgefordert, sich auf die Fernsehprogramme einzuschalten, aber außer den Ingenieuren der RCA und NBC dürfte es kaum jemanden geben, der dieser Einladung folgen kann, denn es find in USA sonst kaum Fernlehmpfänger verbreitet.

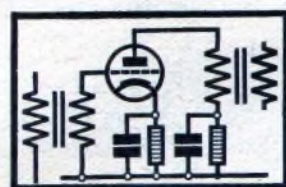
Vom Schaltzeichen zur Schaltung 52. Folge



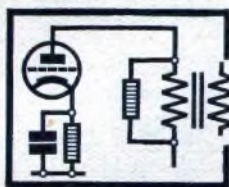
Niederfrequenzstufe mit Dreipolröhre und Übertragerkopplung

Aussehen und Bedeutung des Schaltbildes.

Im Anodenzweig der Dreipolröhre liegt hier die Eingangswicklung eines Übertragers, dessen Ausgangswicklung einerseits mit dem Gitter der folgenden Röhre und andererseits mit dem Gerätegestell in Verbindung steht. Der Gitterkondensator und der Gitterwiderstand, der Kathodenwiderstand und der Kathodenkondensator sowie der Anodenkondensator sind ebenso geschaltet wie in der Stufe mit Widerstandskopplung. An Stelle des Gitterkondensators und des Gitterwiderstandes könnte auch ein Eingangsübertrager vorhanden sein (Abb. 1). In diesem Falle



Links: Abb. 1. Übertragerstufe mit vorangehender Übertrager-Kopplung.



Rechts: Abb. 2. Widerstand neben der Eingangswicklung des Übertragers.

wäre nicht nur die von uns betrachtete Stufe, sondern auch die ihr vorangehende Stufe mit Übertragerkopplung ausgestattet. Der mit dem Gitter verbundene Teil der Schaltung gehört nämlich jeweils zur vorhergehenden Stufe.

Die Wirkungsweise der Schaltung.

Die Eingangswicklung des anodenseitigen Übertragers weist einen nur recht geringen Gleichstromwiderstand auf. Folglich ist hier die Anodengleichspannung der Röhre fast so groß wie die Spannung, die die Anodenstromquelle der Stufe zur Verfügung stellt. Wird auf das Röhrengitter eine Wechselspannung übertragen, so beeinflusst diese — wie wir schon wissen — den Elektronenübergang, der in der Röhre von der Kathode nach der Anode stattfindet: Jede negative Gitterspannungshalbwelle beeinträchtigt den Elektronenübergang und jede positive Gitterspannungshalbwelle unterstützt ihn. Das im Übertrager-Eisen auftretende Magnetfeld und der Anodenstrom, der die Übertragereingangswicklung durchfließt, können sich nur gemeinsam ändern. Das Magnetfeld aber, das einen Arbeitsinhalt hat, widersteht sich jeder Änderung. Will die Gitterspannung gerade den Elektronenübergang in der Röhre behindern, so muß das Magnetfeld einen Teil seiner Arbeit abgeben. Das geschieht, indem es den Strom von sich aus noch in der ursprünglichen Weise aufrecht zu halten sucht.

Bei Behinderung des Elektronenüberganges kommt die Magnetfeldwirkung zu der Anoden-Gleichspannung hinzu, wobei die Augenblickswerte der Anoden-Gesamtspannung wesentlich größer ausfallen können, als die Spannung der Anodenstromquelle.

Bei Unterstützung des Elektronenüberganges wirkt das Magnetfeld verzögernd, so daß die Anoden-Gesamtspannung beträchtlich geringer werden kann als die Anoden-Gleichspannung.

Leider ist der Wechselstromwiderstand des Übertragers frequenzabhängig. Der Übertrager wirkt, abgesehen von der Überfetzung, wie eine Drosselpule mit nebensächlichter Kapazität. Für sehr tiefe Frequenzen hat diese Schaltung einen geringen Widerstand, da hierbei die Kapazität noch belanglos und die Induktivität der Drosselpule für tiefe Frequenzen nur wenig wirksam ist. Für sehr hohe Frequenzen dagegen wird der kapazitive Widerstand klein, was ebenfalls einen geringen Gesamtwiderstand bedeutet. Je geringer aber der im Anodenzweig wirksame Widerstand ist, desto kleiner fällt die Verstärkung aus. Das heißt: Die Verstärkung fällt nach beiden Grenzen des Tonfrequenzbereiches hin ab.

Um diesen Verstärkungsabfall gering zu halten, sind zwei Maßnahmen üblich: Zunächst einmal sorgt man dafür, daß der im Anodenzweig wirksame Gesamtwiderstand des Übertragers bis zu den Grenzen des zu übertragenden Tonfrequenzbereiches groß gegenüber dem Röhrenwiderstand bleibt. In diesem Sinne verwendet man Übertrager mit hoher Eingangs-Induktivität und

Röhren mit geringem Widerstand (Dreipolröhren). Außerdem aber legt man in manchen Fällen neben die Eingangswicklung noch einen Widerstand von etwa 0,05 bis 0,2 MΩ (Abb. 2), um so den Gesamtwiderstand für den mittleren Teil des Übertragungsbereiches auf diesen Wert herabzusetzen.

Das Kennlinienbild.

Abb. 3 zeigt die Kennlinien einer Dreipolröhre sowie einer Spannung der Anodenstromquelle und zu einem recht kleinen Widerstand gehörige Gleichstrom-Arbeitskennlinie. Diese ist wegen des geringen Widerstandes nur wenig geneigt. Auf ihr liegt der Arbeitspunkt, der hier durch eine negative Gittervorspannung von 250 V von 4 V bestimmt wird.

Wie bei der Widerstandskopplung (vgl. Folge 51) hat auch bei der Übertragerkopplung die durch den Arbeitspunkt gehende Wechselstrom-Arbeitskennlinie eine andere Neigung als die Gleichstrom-Arbeitskennlinie. Bei der Übertragerkopplung aber ist der Wechselstromwiderstand nicht geringer, sondern beträchtlich höher als der Gleichstromwiderstand. Höherer Widerstand ergibt eine flachere Kennlinie (Abb. 4). Nehmen wir an, der Wechselstromwiderstand betrage 0,1 MΩ und zum Arbeitspunkt gehöre eine Anodenspannung von 200 V, so folgt daraus für die Anodenspannung Null eine Steigerung des Anodenstromes gegenüber dem Arbeitspunkt von $200\,000 : 100\,000 = 2$ mA.

Das Kennlinienbild (Abb. 4) sagt uns, wie hoch der Anodenruhestrom ausfällt (2,5 mA), welche Anodenwechselspannung z. B. bei voller Verstärkung auftritt oder welcher Anoden Spannungsbereich hierbei angesteuert wird. Es zeigt uns, wie groß der zugehörige Anodenstrombereich ist (1,5 mA) und gibt uns die Möglichkeit, aus dem Gitterspannungsbereich (4,5 V) sowie dem Anoden Spannungsbereich (120 V) unter Zuhilfenahme des Übertragerübersetzungsverhältnisses die Verstärkung zu berechnen. Bei einem

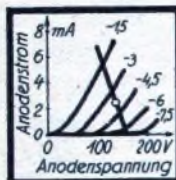


Abb. 3. Röhrenkennlinien und Gleichstrom-Arbeitskennlinie (für 160 V Spannung der Anodenstromquelle und 9 kΩ Gleichstromwiderstand, der sich z. B. aus 8,5 kΩ Beruhigungswiderstand und 0,5 kΩ Drahtwiderstand der Übertrager-Eingangswicklung zusammensetzt). Arbeitspunkt für -3,8 V Gittervorspannung.

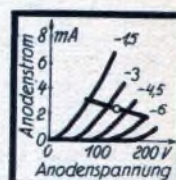


Abb. 4. Wechselstrom-Arbeitskennlinie für einen Widerstand von 0,1 MΩ und die in Abb. 3 niedergelegten Verhältnisse.

Übersetzungsverhältnis von 1 : 4 erhalten wir für die angegebenen, der Abb. 4 entsprechenden Werte eine Verstärkung von $4 \times 120 : 4,5 =$ rund 100 : 1.

Die Übertragerstufe in der Praxis.

Übertragerstufen sind selten geworden. Fünfpolröhren ergeben mit Widerstandskopplung höhere Verstärkungsgrade bei geringerer Frequenzabhängigkeit als Dreipolröhren mit Übertragerkopplung. Außerdem stellt sich die Widerstandskopplung nicht teurer, sondern meist sogar billiger als die Übertragerkopplung — selbst unter Beachtung der Röhrepreise.

Daß wir uns hier trotzdem mit den Übertragerstufen beschäftigen haben, erklärt sich einerseits aus deren Bedeutung für Gegentakt-Eingangsschaltungen, und andererseits aus deren Verwandtschaft mit den Endstufen.

Der Kathodenwiderstand wird so bemessen, wie wir das aus der vorletzten Folge dieser Aufsatzreihe erfahren haben. Sein Wert liegt meist in Tausendern von Ω.

Die Kapazität des Kathodenkondensators wählt man mit 8—25 μF (Elektrolytkondensator für geringe Spannung). Die Kapazität des Anodenberuhigungskondensators hat üblicherweise 0,5 bis 2 μF. Der Anodenberuhigungswiderstand weist 0,01 bis 0,03 MΩ auf.

F. Bergtold.

Wie arbeitet der Sekundärelektronen-Vervielfacher?

Der Sekundärelektronen-Vervielfacher gewinnt mehr und mehr an Bedeutung und seine Anwendungsgebiete sind schon heute außerordentlich groß, nachdem eine rasche Fortentwicklung eingeleitet hat, die dieser erst etwa drei Jahre alten Schöpfung noch bessere Eigenschaften verliehen hat. Man baut heute Vervielfacher, die nicht weniger als eine 50 millionenfache Verstärkung aufweisen und dabei einen Aufwand benötigen, der geradezu verwindend klein ist, verglichen mit dem, den ein gewöhnlicher Verstärker mit ähnlichen Eigenschaften voraussetzen würde. Unser bekannter Mitarbeiter O. P. Herrkind bespricht in diesem Aufsatz - dem ersten dieser Art in der Fachpresse - die neuesten Erkenntnisse und Konstruktionen auf dem Gebiet der Sekundärelektronen-Vervielfacher.

Das Prinzip des Sekundärelektronen-Vervielfachers beruht auf der Ausnutzung der Sekundäremission für Verstärkungszwecke. Die Sekundäremission ist schon seit mehreren Jahrzehnten bekannt und tritt überall dort in Erscheinung, wo Elektronen auf ein Metall oder Nichtmetall auftreffen. Die meisten „Primär“-Elektronen dringen in den bombardierten Stoff ein und geben ihre Energie an die innerhalb des Stoffgefüges vorhandenen Elektronen ab.

Die Zahl der aus der Oberfläche des beschossenen Materials austretenden „Sekundär“-Elektronen - die Stärke der Sekundäremission - hängt von mancherlei Faktoren ab. Beispielsweise von folgenden:

1. Von der Auftreffgeschwindigkeit der Primärelektronen, die das mehr oder weniger tiefe Eindringen der Elektronen in das Stoffgefüge bestimmt.
2. Von dem elektrischen Feld und dem Spannungsunterschied, der zwischen der Elektronen emittierenden Elektrode und der die Sekundärelektronen auffangenden Elektrode herrscht. Wird die Sekundäremission gewünscht, dann muß die Auffangelektrode eine höhere Spannung besitzen als die Emissionselektrode (Bild 1), wird die Sekundäremission nicht gewünscht, muß ein elektrisches „Gegenfeld“ vorhanden sein, das die Sekundärelektronen zurückhält (Bild 2). Beispiel: Das Bremsgitter in der Fünfpolröhre, das die Aufnahme von - aus der Anode herausgeschlagenen - Sekundärelektronen durch das Schutz- bzw. Schirmgitter verhindert.
3. Von der Beschaffenheit der Oberfläche der emittierenden Schicht; glatte Oberflächen ergeben keine Hindernisse (Bild 3), raue Oberflächen halten eine große Zahl der Sekundärelektronen zurück (Bild 4). Als Beispiele für die künstliche Erschwerung des Sekundärelektronen-Austrittes seien bei den Verstärkerröhren die beruhte Vollandode und bei Maschenanoden die Graphitierung der Kolbeninnenwand genannt, die beide auch den Zweck haben, die Flächen „aufzurauen“.
4. Von dem „Ausbeutungsfaktor“ (oder „Sekundäremissionsvermögen“) des Materials, aus dem die Sekundärelektronen herausgeschlagen werden sollen. Cäsium bzw. Cäsiumoxyd auf einer Silberoxydschicht gibt die besten Resultate und wird heute fast ausschließlich für die Herstellung von Sekundäremissions-Elektroden verwendet.



Abb. 1. Gewünschte Sekundäremission. Die auffangende Elektrode hat eine höhere Spannung als die Sekundärelektronen ausstrahlende Elektrode.

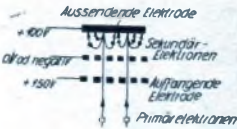


Abb. 2. Unerwünschte Sekundäremission. Zwischen der Sekundärelektronen ausstrahlenden Elektrode und der auffangenden Elektrode wird ein „Gegenfeld“ erzeugt. Die Sekundärelektronen werden zurückgehalten.

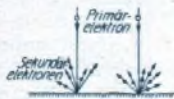


Abb. 3. Glatte Oberflächen erleichtern das Austreten von Sekundärelektronen.



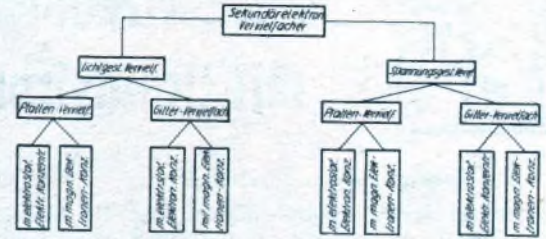
Abb. 4. Raue Oberflächen halten einen großen Teil der herausgeschlagenen Sekundärelektronen zurück.

Bei derartigen Cäsiumschichten kann man mit der 4 bis 7fachen Zahl pro Primärelektron ausgelöster Sekundärelektronen rechnen (Vervielfachungszahl). Dadurch, daß man die Primärelektronen nicht nur auf eine einzige Elektrode aufsprallen läßt (daher die Bezeichnung „Prallfläche“), sondern die aus der ersten Prallanode herausgeschlagenen Sekundärelektronen nochmals auf eine zweite Prallfläche oder noch auf weitere richtet und somit immer neue Sekundärelektronen erhält, läßt sich die Verstärkungsziffer eines Vervielfachers durch die Zahl der Prallflächen festlegen. Nehmen wir einen Vervielfacher mit Cäsium-Prallflächen und setzen die Vervielfachungszahl mit 5 ein, was etwa den normalen Betriebsverhältnissen entspricht, würden wir bei einer einstufigen Vervielfachertypen eine 5fache Stromverstärkung erhalten, bei

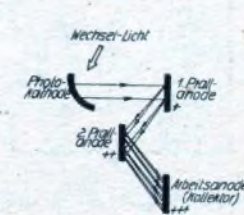
einer 6stufigen Type aber schon eine $5^6 = \text{ca. } 16000$ fache und bei einer 10-Stufen-Vervielfachung sogar eine $5^{10} = \text{ca. } \text{zehnmillionenfache}$ Verstärkung erhalten. Ein einziger Vervielfacher kann also einen mehrstufigen Verstärker mit allen seinen Kopplungs- und Aufbauelementen vollständig ersetzen.

Die Familie der Sekundärelektronen-Vervielfacher.

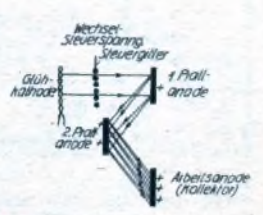
Die Vervielfacher lassen sich in folgende Gruppen einteilen:



Das Merkmal des lichtgesteuerten Vervielfachers (Bild 5) ist die Photokathode, deren Photostrom zwecks Verstärkung auf eine oder mehrere Sekundäremissionsflächen (Platten oder Gitter) gerichtet wird. Das Ganze ist also nichts anderes als eine „Photozelle mit eingebautem Verstärker“. Die praktischen Anwendungsgebiete dieser Vervielfacher umfassen das Fernsehen, den Bildfunk, die Lichttelephonie, die Tonfilmwiedergabe sowie sämtliche lichtelektrischen Steuer-, Zähl- und Alarmanrichtungen und noch anderes.



Links: Abb. 5. Prinzip eines lichtgesteuerten Vervielfachers. (Mit Photokathode.)



Rechts: Abb. 6. Prinzip eines spannungsgesteuerten Vervielfachers. (Mit Glühkathode und Steuergitter.)

Spannungsgesteuerte Vervielfacher (Bild 6) zeigen als Hauptmerkmale eine Glühkathode und ein Steuergitter. Ihr Zweck ist der Ersatz mehrstufiger Verstärker durch eine einzige Röhre, die hauptsächlichsten Anwendungsgebiete sind die Fernmelde- und Funktechnik, sowohl sender- wie auch empfangsseitig.

Über lichtgesteuerte Platten-Vervielfacher hat der Verfasser in der FUNKSCHAU (Heft 25/1936, S. 194/195) bereits berichtet, so daß wir hier nur kurz darauf einzugehen brauchen. Den ersten praktisch verwertbaren lichtgesteuerten Platten-Vervielfacher baute V. K. Zworykin bei der RCA. In dieser Röhre werden mit Hilfe eines elektrischen - innerhalb des Kolbens erzeugten - Beschleunigungsfeldes und eines äußeren elektromagnetischen Querfeldes die Elektronen so gerichtet (und gleichzeitig konzentriert), daß sie in halbkreisförmigen Bahnen nacheinander auf die in einer Ebene liegenden Prallanoden auftreffen und dort Sekundärelektronen heraus schlagen (Bild 6a). Neben der RCA. baut auch Philips derartige Vervielfacher, von denen wir in Bild 7 die Type 4698 zeigen, die 11 Stufen besitzt und eine $5^{11} = 50$ millionenfache Verstärkung gestattet. Bei der normalen Empfindlichkeit einer Cäsium-Photokathode von etwa 30 Mikroampere/Lumen erhalten wir mit dem 11-Stufen-Vervielfacher die phantastische Empfindlichkeit von ca. 1500 Ampere/Lumen.

Durch die vereinten Wirkungen des elektrischen Beschleunigungsfeldes sowie des magnetischen Querfeldes wird eine außerordentlich gute Konzentration der Elektronen erreicht (Zusammenhaltung des Elektronenbündels), so daß selbst in vielstufigen Vervielfachern nur verschwindend wenig Elektronen der Verstärkung verloren gehen. Trotzdem möchte man gern auf den äußeren Magneten verzichten und die Konzentration der Elektronen allein auf elektrischem - und nur innerhalb der Röhre - vornehmen. Diese Gedanken führten zu der elektrostatischen Fokussierung

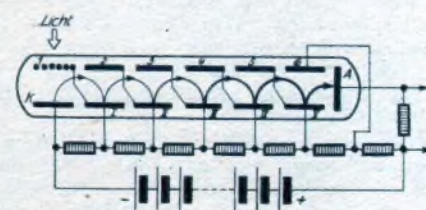
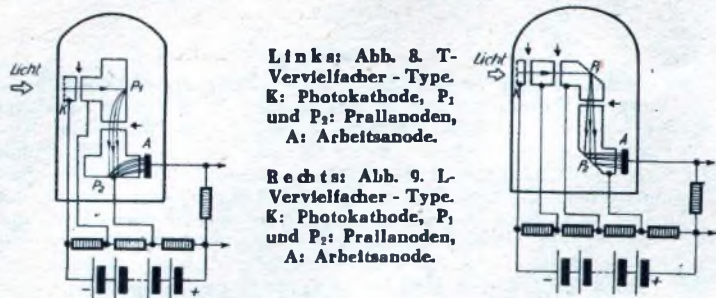


Abb. 6. A. Lichtgesteuerter Platten-Vervielfacher nach Zworykin. K: Photokathode, A: Arbeitsanode (Kollektor), 1-6 Elektroden zur Erzeugung des Beschleunigungsfeldes, 1-V: Prallanoden (Sekundäremissionsflächen). Jede Beschleunigungselektrode ist mit der nachfolgenden Prallanode verbunden. Das elektromagnetische (äußere) Querfeld liegt senkrecht zur Röhrenachse und parallel zu den Elektroden-Ebenen.

(Konzentration) des Sekundärelektronenstromes auf die nachfolgenden Prallanoden. So entstanden die L- und T-Vervielfacher-Typen, die ebenfalls von Zworykin gebaut wurden. Ihr Aufbau geht aus den Bildern 8 und 9 hervor. Diese Typen arbeiten nur mit elektrischen Feldern, die Elektronenkonzentration geschieht hier durch elektrostatische Sammellinien, die sich jeweils an den in den Bildern mit einem kurzen Pfeil gekennzeichneten Stellen bilden. Wie aber schon aus den beiden Skizzen



Links: Abb. 8. T-Vervielfacher - Type. K: Photokathode, P₁ und P₂: Prallanoden, A: Arbeitsanode.

Rechts: Abb. 9. L-Vervielfacher - Type. K: Photokathode, P₁ und P₂: Prallanoden, A: Arbeitsanode.

zu ersehen ist, fallen solche Vervielfachertypen wegen ihres komplizierten und platzraubenden Aufbaues schon bei mehreren Stufen reichlich groß aus.

Der „Gitter-Vervielfacher“.

In Deutschland ist man in der Entwicklung des lichtgesteuerten Vervielfachers einen anderen Weg gegangen, wobei vor allem auf allereinfachsten Aufbau des Vervielfachers Wert gelegt wurde. Damit war dann auch von Anfang an schon der Verzicht auf äußere elektromagnetische Felder und die Fokussierung durch elektrostatische Linien festgelegt. Daneben wurde größte Unempfindlichkeit gegen äußere Störfelder gefordert, außerdem sollte der Elektronenweg ohne Reflexion und Krümmungen möglichst direkt und gerade zur Arbeitsanode laufen. In überraschend einfacher Weise wurden alle diese Aufgaben von Postrat Georg Weiß, einem Mitglied der Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost, durch die Konstruktion des Gitter-Vervielfachers gelöst. Der Gitter-Vervielfacher ist eine deutsche Erfindung; schon am 8. Januar 1935 meldete Weiß seinen Gitter-Vervielfacher zum Patent an, während Zworykin mit der Patentanmeldung seines Platten-Vervielfachers (Multiplifier) erst am 26. Juni 1935 herauskam. Wobei nicht vergessen werden darf, daß der Gitter-Vervielfacher schon damals denselben Aufbau zeigte wie die modernsten Röhren, daß aber der Platten-Vervielfacher mit der einfachen elektrischen Fokussierung bis zum praktischen Einsatz — namentlich die mehrstufigen Typen — noch manche Wandlungen erfahren dürfte.

Wie bereits der Name „Gitter-Vervielfacher“ andeutet, erfolgt hier die Vervielfachung nicht durch Platten-Elektroden, sondern durch engmaschige Gitter, die mit einem Sekundärelektronen abgebenden Überzug (Cäsium-Photoschicht) versehen sind. Die Arbeitsweise eines solchen Weißschen Vervielfachers ist aus Bild 10

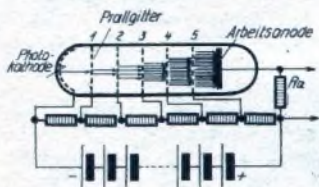


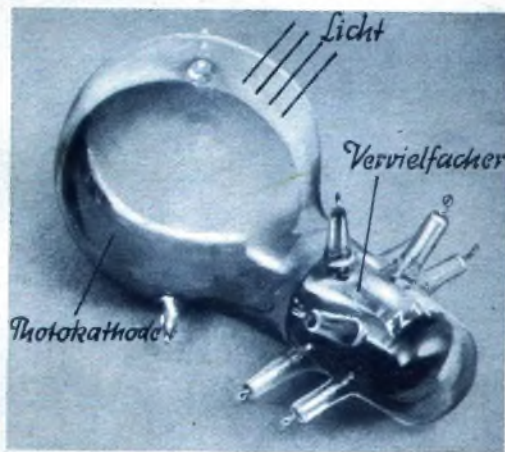
Abb. 10. Die Arbeitsweise des deutschen Gitter-Vervielfachers.

zu ersehen. Innerhalb des langgestreckten Glaskolbens sind mehrere Gitter — sogenannte „Prall-Gitter“ — eingebaut, die nach der Arbeitsanode zu von Stufe zu Stufe immer höhere Spannungen erhalten, die an einem Spannungsteiler abgegriffen werden.



Abb. 19. Loewe-Sekundär-Photozelle mit fünfstufigem Gitter-Vervielfacher. Das erste — im Bild gut sichtbare — Prallgitter ragt in den Kathodenraum hinein, um die Wirkung der Saugspannung zu erhöhen. Links ist der (verlustarm ausgeführte) Anluß der Arbeitsanode (Kollektor) zu sehen. (Werkphoto)

Die bei der Belichtung der Photokathode frei gewordenen Elektronen fliegen auf das Gitter 1 zu, das auf höherem Potential als die Kathode liegt, „prallen“ hier auf die Gitterdrähte auf und schlagen neue Sekundärelektronen heraus, d. h. der Photostrom erfährt bei Gitter 1 seine erste Verstärkung. Diese Elektronen werden jetzt durch die noch höhere Spannung des Gitters 2 von diesem angezogen, bombardieren die Gitterdrähte und machen wiederum neue Elektronen frei. Der Photostrom wird zum zweitenmal verstärkt. Das selbe wiederholt sich an den Gittern 3, 4 und 5. Zum Schluß nimmt die Auffanganode, oder besser: die Arbeitsanode, den gesamten Elektronenstrom auf, der dann auch den Arbeitswiderstand R_a durchfließt. Um die Stromausbeute des Gitter-Vervielfachers zu steigern, wird die Arbeitsanode ebenfalls als weitmaschiges Gitter ausgeführt



Links: Abb. 16. Eine der ersten deutschen Vervielfacher-Typen, die bereits 1935 ihre praktische Verwendung beim Fernsehsprechen der Deutschen Reichspost fanden. (Aufn.: RPZ-Bildstelle - 2)

Rechts: Abb. 7. Philips-Sekundärelektronen-Vervielfacher mit 11 Vervielfachungsstufen und einer 50millionfachen Verstärkung. Oben die Kathodenplatte mit der lichtelektrischen Schicht sowie die erste Beschleunigungselektrode; dann folgen 11 Vervielfachungsstufen (dem Betrachter des Bildes sind die Beschleunigungselektroden zugekehrt) und unten in der Röhre die Arbeitsanode (auch Kollektor genannt). (Werkphoto Philips, Archiv Herrnkind)



und vor die letzte Emissionselektrode eingefügt (Bild 11). Die von Gitter 4 kommenden Elektronen fliegen jetzt durch das Anodengitter A hindurch, treffen die dahinter aufgebaute Elektrode 5 und schlagen dort nochmals Sekundärelektronen aus, die dann von der Arbeitsanode A, die ein höheres Potential als die Elektrode 5 aufweist, aufgenommen werden. Wegen der größeren Ausbeute an Sekundärelektronen und wegen der höheren Belastbarkeit besteht die letzte Prallfläche aus einer Platte. Eine noch höhere Verstärkung läßt sich erreichen, wenn zwischen dem Anodengitter A und der letzten Platte noch zwei bis drei weitere engmaschige Sekundäremissionsgitter eingebaut sind, die in diesem Fall jedoch gegenüber der Anode geringere Spannungen als diese aufweisen müßten.

Würde man nach den Bildern 10 und 11 einen Vervielfacher mit einer größeren Gitterzahl, beispielsweise mit 10 Gittern, bauen, bliebe trotz der hohen Gitterzahl die Verstärkung des Vervielfachers nur gering. Denn infolge der von Stufe zu Stufe ansteigenden Raumladung werden die Elektronen von den Gittern abgedrängt, sie rutschen ab und suchen sich den bequemsten Weg zur Anode. Das ist der Weg entlang an der Innenwand des Glaskolbens. Ein sehr großer Teil der Elektronen fliegt jetzt nicht mehr auf die Prallgitter, sondern an diesen vorbei und geht somit für die Verstärkung verloren. Daher sind auch beim Gitter-Vervielfacher Einrichtungen zur Konzentration der Elektronenstrahlung notwendig.

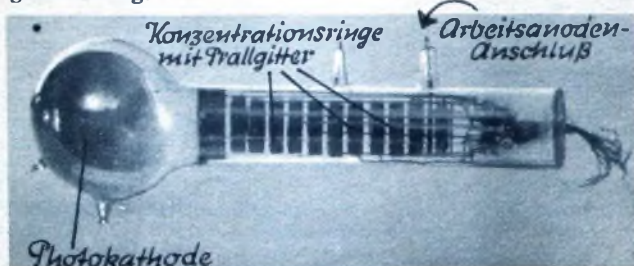


Abb. 14. Eine der neuesten Aufnahmen eines zwölfstufigen Prallgitter-Vervielfachers mit elektrischer Elektronen-Konzentration, System Weiß.

Die Fokussierung der Elektronen wird durch den Einbau von Ringelektroden, sogenannten Konzentrationsringen, vorgenommen. Wie aus dem Bild 13 hervorgeht, bildet sich zwischen den Ringelektroden eine elektrostatische Linse, die alle das Gitter verlaufenden Elektronen zusammenhält und auf das folgende Prallgitter konzentriert. Dadurch gehen keine Elektronen der Verstärkung verloren und wir erreichen eine vollkommene Ausnutzung des Sekundäremissions-Effektes. Den schematischen Aufbau eines Weißschen Gitter-Vervielfachers mit Konzentrationsringen, die gleichzeitig als Träger der Prallgitter fungieren, gibt Bild 12 wieder. Wie ein derartiger Vervielfacher wirklich aussieht — eine Röhre, die in der RPF.¹⁾ hergestellt wurde — zeigt Bild 14. Eine neue Ausführung des Weiß-Gitter-Vervielfachers, der ebenfalls in der RPF. entstanden ist, erleben wir aus Bild 15. Der Fortschritt bei dieser Type liegt darin, daß der Spannungsteiler zur Herstellung der Gitter-Saugspannungen im Innern des Kolbens mit untergebracht ist, so daß

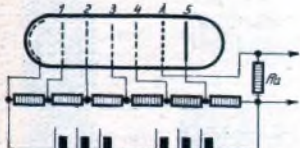


Abb. 11

Oben: Abb. 11. Der schematische Aufbau eines Gitter-Vervielfachers ohne Hilfsmittel zur Elektronen-Konzentration.

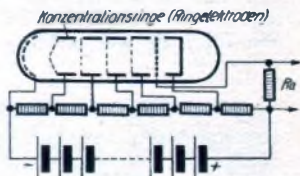


Abb. 12

Oben: Abb. 12. Der Aufbau des Gitter-Vervielfachers nach Weiß mit eingebauten Konzentrationsringen zur Fokussierung der Elektronen. Zur Erhöhung der Saugwirkung hat das erste Prallgitter eine in den Kathodenraum hineinreichende Wölbung (Hütchen) erhalten.



Abb. 13

Rechts: Abb. 13. Die Äquipotentialflächen zwischen den Ringelektroden, welche die Linienwirkung hervorrufen und damit für eine Zusammenhaltung des Elektronenbündels (Strahlkonzentration) sorgen.

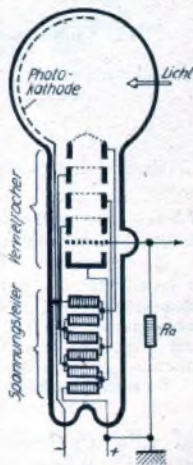


Abb. 15

Rechts: Abb. 15. Bei der neuesten Ausführung der in der Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost gebauten Prallgitter-Vervielfacher nach Weiß sind Vervielfacher und Spannungsteiler in einem gemeinsamen Kolben untergebracht, was zu einer beachtlichen Vereinfachung der Geräteschaltung führt.

Sämtl. Zeichn. nach Angaben des Verfassers

nur noch ganz wenige Elektroden-Anschlüsse nach außen führen. Das Ergebnis ist eine beachtliche Vereinfachung der Geräteschaltung.

Die Zahl der pro Primärelektron ausgeflogenen Sekundärelektronen ist beim Gitter-Vervielfacher in erster Linie abhängig von der Maschenzahl der Gitter, vom Material, mit dem die Gitterdrähte behandelt sind, sowie von der Höhe der Saugspannung. Je höher die Spannung, desto höher die Primärelektronengeschwindigkeit, desto größer die Stromausbeute. Durchschnittlich gibt man pro Stufe zwischen 100 und 300 V Spannung. Die Gitterdrähte bestehen aus Silber als Trägermetall, auf dessen Oxydschicht Cäsium bzw. Cäsiumoxyd niedergeschlagen ist. Die Maschenzahl beträgt ungefähr 10000 auf dem Quadratcentimeter, ist die Zahl der Maschen zu klein, so fliegen zu viel Elektronen unverstärkt hindurch, ist sie aber zu groß, kann die Ansaugspannung des folgenden Gitters wieder nicht stark genug hindurchgreifen.

Unter den üblichen Betriebsbedingungen läßt sich mit 10000-Maschen-Gittern pro Stufe ein Vervielfachungsfaktor von 4—5 erzielen. Ein Vervielfacher mit 6 Gittern bringt demnach eine $4^6 = \text{ca. } 4000$ fache Verstärkung, mit 10 Gittern ist eine $4^{10} = \text{ca. } 1$ millionenfache Verstärkung möglich.

Gitter-Vervielfacher nach Weiß finden beim Gegensehen der Deutschen Reichspost schon seit Jahren Verwendung und haben im praktischen Betrieb alle Erwartungen erfüllt. Bereits im Jahre 1935 wurden Photozellen mit Gitter-Vervielfachern erstmalig betriebsmäßig in Gegenseh-Anlagen benutzt. Eine dieser Zellen, die schon eine etwa 500fache Verstärkung liefert, bringt Bild 16. Heute ist man dank der außerordentlich hohen Verstärkung der Sekundär-Photozellen in der Lage, Fernseh-Übertragungen durchzuführen, ohne dabei auch nur eine einzige Glühkathoden-Verstärkerröhre verwenden zu müssen.

(Schluß folgt)

O. P. Herrnkind.

¹⁾ RPF. = Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost.

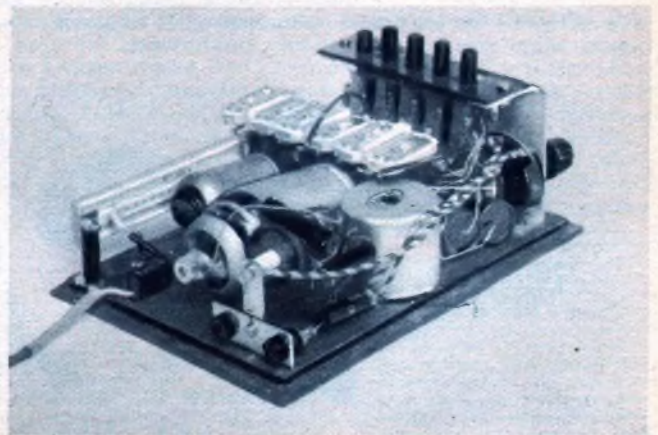
DAS DRUCK

Ein Vorschlag für einen Super

Der Gedanke, die Senderabstimmung durch Druckknopfschalter zu bewerkstelligen, hat in der Geschichte der Funktechnik schon einige Male seine Verwirklichung gefunden. Die praktische Ausführung dieser Schaltungen entsprach jedoch nicht der Einfachheit der Idee und so blieb es auf diesem Gebiet mehr oder weniger bei Versuchen, die zum Teil recht teuer erkaufte waren. Im letzten Jahre ist von seiten der Industrie nun wiederum ein Empfänger auf den Markt gebracht worden, der als Spitzengerät die Annehmlichkeit der Druckknopfsteuerung besitzt, ein Beweis, daß die Konstrukteure das Druckknopfsteuerungsprinzip längst nicht aufgegeben haben. Warum sollte sich hier der Bastler nicht einmal versuchen? Die Möglichkeit, sich auf einfacher Basis mit der Druckknopfsteuerung zu beschäftigen, ist ja gegeben, seit die FUNKSCHAU das Einbereichsuperprinzip aufgegriffen und wahrlich populär gemacht hat. Und die Vorteile der Druckknopfsteuerung liegen klar auf der Hand: An einem kleinen Bedienungspult, das auf dem Schreibtisch, in der gemütlichen Raucherecke oder sonstwo stehen mag, wählen wir die Sender und regeln die Lautstärke — ganz wie es uns gefällt . . .

In allen Einbereichsuperhets, dem „Vorkämpfer-Superhet“, dem „Quick“ und wie sie alle heißen mögen, dient zur Senderabstimmung bekanntlich nur ein Kreis, der Oszillatorkreis. Der sonst notwendige Vorkreis kann infolge der Anwendung einer hohen ZF-Welle (1600 kHz) entfallen und durch aperiodisches Eingangsfiler ersetzt werden (siehe Heft 45 FUNKSCHAU 1934). Wenn man also den Oszillatordrehkondensator durch Trimmer ersetzt, die, auf verschiedene Sender abgestimmt, wahlweise eingeschaltet werden, so hätte man doch Druckknopfsteuerung? Ganz recht. Und wenn man die Mischstufe eines Einbereichsupers für sich nimmt, sie als Vorfatz baut, so entsteht in Verbindung mit jedem größeren Empfänger eine Anlage mit Druckknopfsteuerung! Dieser Gedanke hat in unserem Druckknopfpult, das als Anregung zu eigenen Entwürfen der Bastler gedacht ist, greifbare Gestalt angenommen.

Soweit die Schaltung der des Einbereichsuperhets VS 1937/38 entspricht, können wir uns deren Bepredung denken. Zum ZF-Teil sei jedoch einiges bemerkt: Im VS findet eine ZF-Welle von 1600 kHz Anwendung. Für unser Druckknopfpult ist diese ZF nicht geeignet, weil sie sich in keinem gewöhnlichen Rundfunkempfänger weiterverarbeiten ließe. Wir müssen die ZF daher in den Bereich von 200 bis 600 m rücken, was vorteilhaft in die Nähe der 200-m-Welle geschieht. Bei einer ZF von z. B. 1300 kHz ergibt sich ein Oszillatorbereich, in dem die Endkapazität des Kreises rund viermal so groß ist wie die Anfangskapazität. Die übliche Oszillatorpule für 150-cm-Drehkondensatoren zugrundegelegt, können mit Hilfe von 50- bzw. 100-cm-Trimmern und zugeschalteten kleinen Einzelkondensatoren alle Oszillatorfrequenzen zwischen 2800 kHz und 1450 kHz erfassen. Die Zahl der Druckknöpfe kann nach Belieben gewählt werden. Im Originalgerät ist ein fünfpoliger Druckknopfschalter enthalten, der mit einem mehrpoligen Stufenschalter in Verbindung steht. Auf diese Weise lassen sich z. B. mit ein und demselben Knopf zwei Stationen nacheinander einschalten, wenn der Umschalter 5×2 Kontakte besitzt, oder drei Sender, wenn der Stufenschalter drei Kontaktstellungen aufweist (siehe auch Schaltbild). Erwäh-



Das Versuchsgerät ist für Allstrom. Hinter der Tastenreihe die Trimmer, dahinter wieder die Gleichrichter- und Mischröhre.

(Aufnahmen vom Verfasser - 2)

KNOPFPULT

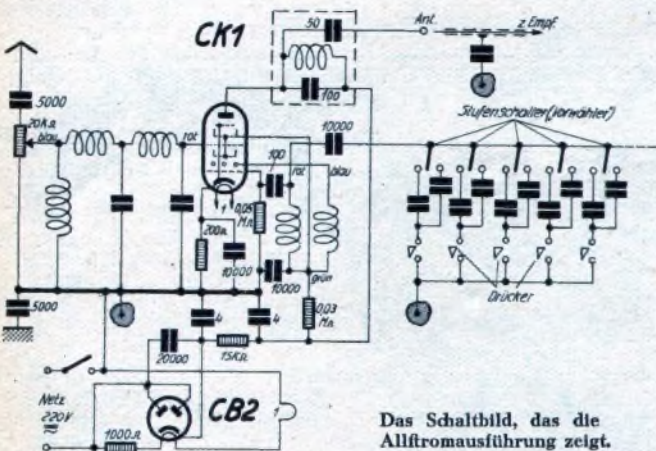
Vorplatz mit Druckknopfsteuerung

nung verdient auch der Netzteil des Vorplatzgerätes: Die bekannte Doppel-Zweipolröhre CB2 befindet sich in der Gleichrichterstufe; infolge der niedrigen Gleichstrombelastung erfüllt sie hier vollends ihren Zweck. Daß diese Röhre auch sehr wenig Raum beansprucht, läßt sie für ein kleines Vorplatzgerät ebenfalls geeignet erscheinen.

Allgemeine Hinweise.

Der handelsübliche ZF-Kreis ist auf 1600 kHz abgestimmt, weshalb wir besser an den Selbstbau des Kreises gehen. Geeignet ist dafür der Topfkern; seine Wicklung besteht aus 4×20 Windungen Hochfrequenzlitze (20×0,05). Zur Herabsetzung der Dämpfung und zur Verringerung der Kreisverfälschung versucht man auch eine Anzapfung des Kreises bei einem Drittel der Windungszahl. Die Spule wird samt Parallel- und Kopplungskondensator abgeschirmt.

Auf gute Siebung der Betriebsströme kann man nicht verzichten, weil die übertragene ZF sonst netztonmoduliert ist! Die zwei unpolarisierten Elektrolytkondensatoren von 4 µF reichen in Verbindung mit einem Siebwiderstand von 15 kΩ jedoch aus. Beim Niederdrücken eines Druckknopfes entsteht ein verhältnismäßig kräftiges Schaltgeräusch. Wer dies verhindern will, dreht während dieses Augenblickes den Lautstärkereglern in die Leifestellung. — Wie man die Druckknopfleiste (die aus Telephonbeständen stammt) und die Trimmer nebst den übrigen Teilen des Oszillators praktisch zusammenstellen kann, ohne viel Raum zu beanspruchen, zeigen die verschiedenen Bilder. Natürlich kann man auch einen anderen Aufbau wählen; nur achte man darauf,



daß die ZF-Leitung auf kürzestem Weg nach außen geführt wird. Die Verbindung zum Empfänger, die nach Möglichkeit nicht länger als einige Meter sein soll, schirmen wir ab (kapazitätsarmes Kabel verwenden) und legen den Mantel über einen Kondensator an den Minuspol des Vorplatzgerätes.

Anwendungsmöglichkeiten.

Unter Druckknopf ist praktisch immer verwendbar; es wird jedoch je nach der Leistung des Stammempfängers einmal bessere

Einzelteil-Liste

Fabrikat und Type der im Mustergerät verwendeten Einzelteile teilt die Schriftleitung auf Anfrage gegen Rückporto mit. Bezahlen Sie diese Einzelteile durch Ihren Radiohändler! Sie erhalten sie hier zu Originalpreisen.

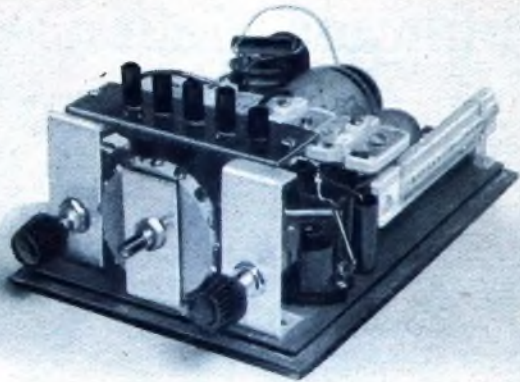
- 1 Sperrholz-Grundplatte
- 1 Sperrholz-Zwischenplatte (für Röhrenbefestigung)
- 1 Topfkern
- 1 Abschirmhaube
- 1 „1600-kHz“-Oszillator
- 1 Stufenschalter 5×2 oder 5×3 Kontakte mit Winkel
- 1 Lautstärkereglern 20 kΩ mit Winkel
- 1 einpoliger Auswähler mit Winkel
- 1 Widerstand 1000 Ω mit 2 Winkel
- 1 Eingangsfiler „1600 kHz“
- 1 acht- und 1 fünfpoliger Topfsockel (2-Lochbefestigung)
- 2 Elektrolytkondensatoren 4 µF/250 V unpolarisiert

- Rollkondensatoren: 50, 100, 100, 5000, 5000, 10 000, 10 000, 10 000, 20 000 pF
- Widerstände (0,5 Watt): 15 kΩ, 0,03, 0,05 MΩ; (1 Watt): 200 Ω

Kleinmaterial:

- Schrauben, kleine Winkel, 2 m Schweißdraht mit Schlauch, 1 Clip, 1 Lüsterklemme, Trimmer und Kondensatoren für Druckknopfsteuerung, Netzlitze, Netzstecker, 1 Druckknopfleiste mit Auslösevorrichtung

Röhren: CK 1, CB 2



Links der Lautstärkereglern, rechts der Ein-Aus-Schalter, in der Mitte der Umwähler, der den einzelnen Tasten eine zweite oder dritte Station zuweist.

Ergebnisse liefern und einmal weniger gute. Allgemein wird man feststellen, daß die Verstärkung eines Zweikreifers bereits voll ausreicht, um die Druckknopfsteuerung auf eine Auswahl gut empfangbarer Stationen anwenden zu lassen, und wenn wir einmal die Bequemlichkeit kennengelernt haben, uns vom gemütlichen Sessel aus mit Sang und Klang zu beschenken, werden wir unseren beweglichen Druckknopfvorplatz nicht mehr entbehren wollen. Die FUNKSCHAU wird die Idee der Druckknopfsteuerung jedenfalls weiter verfolgen und gelegentlich weitere Arbeiten zur Veröffentlichung bringen.

F. Debold.

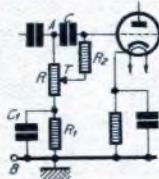
Tonrichtiger Lautstärkereglern

Nach der englischen Patentschrift Nr. 476 396 von E. K. Cole, London und H. A. Brooke ist die beifolgende gezeichnete Schaltung geeignet, den bekannten Nachteil verschiedener Lautstärkereglern zu beseitigen, daß nämlich beim Herabregeln der Lautstärke hohe und tiefe Töne benachteiligt werden.

Die Lautstärkereglern selbst wird vorgenommen durch einen Drehregler mit dem Schleifer T. Steht dieser Schleifer ganz unten, so ist die Lautstärke am kleinsten. Die Wirkung insgesamt kann man sich etwa folgendermaßen klar machen:

Die zwischen A und B zugeführte Spannung wird aufgeteilt durch die Widerstände R und R₁. Diese Aufteilung würde für alle Frequenzen gleich erfolgen, wenn nicht C₁ vorhanden wäre. Die Kombination C₁/R₁ bewirkt nämlich, daß für tiefe Frequenzen an R₁ ein verhältnismäßig großer Spannungsabfall entsteht im Vergleich zu dem der hohen Frequenzen. An R entsteht für tiefe Frequenzen ein verhältnismäßig kleiner Abfall. Eine Verschiebung von T ändert also für die tiefen Frequenzen die Spannungsverhältnisse bezüglich des Röhrgitters weniger als für die hohen Frequenzen. Mit anderen Worten: Die Verringerung der Lautstärke beeinflusst die tiefen Frequenzen weniger, sie bleiben stärker im Vordergrund.

Umgekehrt die hohen Frequenzen: Ihre Hauptspannung fällt ab an R. Sie wird wieder aufgeteilt durch den Kondensator C und den Widerstand R₂. Diese Spannungsteilung gewinnt um so größere Bedeutung, je größer die an den Endpunkten liegende Spannung ist, je weiter also T nach unten rutscht, je kleiner also die Lautstärke wird. Dabei überwiegt die Spannung an R₂ im Vergleich zu der an C um so mehr, je höher die Frequenz ist. D. h.: Eine Verringerung der Lautstärke bewirkt durch diesen Spannungsteiler eine Bevorzugung der hohen Frequenzen.



Ein Lautstärkereglern, der ohne Droffeln auskommt

Alles in allem ergibt sich mithin eine Benachteiligung der mittleren Frequenzen, und das ist gerade das, was erreicht werden sollte. Daß die Wirksamkeit dieser Schaltung, die übrigens sehr ähnlich ist der in Heft 13, Seite 103 veröffentlichten, entscheidend davon abhängt, wie die Werte für die verschiedenen Einzelteile genommen werden, ist klar. Genaue Angaben sind nicht bekannt. Man wird aber nicht fehlgehen in der Annahme, daß C verhältnismäßig klein sein muß (einige 100 pF etwa) und R₂ etwa zehnmal so groß als der Widerstand einer mittleren aus dem hohen zu bevorzugenden Frequenzband. R₁ wird wohl am besten zwei- bis dreimal so groß genommen wie R, C₁ dementsprechend zwei- bis dreimal so klein wie C.

—er.

Verbilligtes Messen von Spannungen und Strömen

Das Messen von Spannungen und Strömen gehört allgemein zur Inbetriebnahme oder zur Instandsetzung von Empfängern, da die richtigen Betriebsspannungen die ersten Voraussetzungen für das richtige Arbeiten der Röhren und die vorgeschriebenen Stromstärken ein guter Anhaltspunkt für den Zustand der Röhren selber sind. Wer jedoch nur selten solche Messungen auszuführen hat, wird nicht geneigt sein, viel Geld dafür auszugeben, beispielsweise kann man beim Bastler, der sich ein bis zwei Empfänger der Hundertmark-Klasse baut, nicht gut voraussetzen, daß er sich für RM. 50.— mit Meßinstrumenten eindeckt. Es sollen daher einige Anleitungen zur erweiterten Verwendung bereits vorhandener Instrumente gegeben werden:

1. Erweiterung von Spannungsmesser-Bereichen.

Es sind z. B. viele Spannungsmesser im Gebrauch, besonders Tafelspannungsmesser, die unabänderlich für einen bestimmten Meßbereich eingerichtet sind. Einen kleineren Meßbereich als den vorhandenen können wir nicht hinzufügen, wenn es nicht gelingt, das Instrument zu öffnen und die eingebauten Widerstände zu umgehen. In diesem Fall würden die Regeln für die Spannungsmessung mit Stromzeigern (siehe unter 2) anzuwenden sein. Größere Meßbereiche lassen sich jedoch ohne weiteres zufügen, wenn wir einen Widerstand R_v in Reihe mit dem Instrument schalten (siehe Abb. 1). Die Größe von R_v in $k\Omega$ läßt sich folgendermaßen berechnen:

$$R_v \text{ in } k\Omega = \frac{\text{Gewünschter Spannungsbereich} - \text{Vorhandener Spannungsbereich}}{\text{Strombedarf des Instruments in mA bei Vollausschlag}}$$

Der Strombedarf läßt sich leicht errechnen, wenn der Innenwiderstand des Instrumentes bekannt ist. Dieser ist jedoch fast immer auf der Skala oder auf der Rückseite der Spannungsmesser angegeben. Findet sich dort z. B. die Angabe 900 Ω und beträgt der Meßbereich 6 V, so errechnet sich der Strombedarf bei Vollausschlag zu $\frac{6 \text{ V}}{900 \Omega} = 0,0067 \text{ A} = 6,7 \text{ mA}$. Findet sich in einem anderen Falle die Angabe 50 Ω und ein Meßbereich von 0,1 V, so beträgt der Strombedarf $\frac{0,1}{50} = 0,002 \text{ A} = 2 \text{ mA}$. Selbstverständlich kann man diesen Strombedarf auch mit einem entsprechenden Strommesser ermitteln oder in einem Fachgeschäft ermitteln lassen.

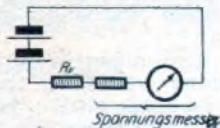


Abb. 1. Ein Vorwiderstand erweitert den Meßbereich des Spannungsmessers.

Hier muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß Weidheisen-Meßinstrumente manchmal einen Stromverbrauch von 20 mA und mehr besitzen, so daß sie zur Messung der Spannung in Rundfunk-

empfängern auch nach der beschriebenen Zuführung eines Widerstandes meist ungeeignet sein werden.

2. Erweiterung von Strommesser-Bereichen.

Auch bei Strommessern können wir im allgemeinen keinen kleineren Meßbereich einführen als den bereits eingebauten, wohl aber einen größeren. Zu diesem Zweck wird dem Instrument ein Widerstand R_p parallel geschaltet, der bei dem gewünschten Meßbereich allen überflüssigen Strom am Instrument vorbeileitet. (Siehe Abb. 2.) R_p kann nur berechnet werden, wenn der Spannungsbedarf oder der Innenwiderstand unseres Instrumentes bekannt ist. Andernfalls muß der richtige Wert durch Versuch ermittelt werden, was insofern nicht schwer ist, als es sich meist um sehr niederohmige Drahtwiderstände handeln wird, d. h. wir spannen ein geeignetes Stück Widerstandsdraht aus und schalten davon eine solche Länge ein, daß der gewünschte Meßbereich er-

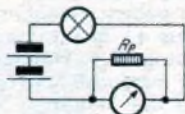


Abb. 2. Die Erweiterung des Strommeßbereiches geschieht durch einen Parallelwiderstand.

reicht wird. Dieses Problem wird man stets mit möglichst kleinen Drahtlängen beginnen, um das Meßwerk nicht der Gefahr einer Überlastung auszusetzen. Im selben Sinn muß der Widerstandsdraht R_p über sehr zuverlässige Kontaktstellen angeschlossen werden, weshalb auch zu einer etwaigen Umschaltung auf verschiedene Meßbereiche nur besonders gut geschliffene Spezialschalter mit extra starken Federn in Betracht kommen.

Wenn der Innenwiderstand bekannt ist, so läßt sich der Spannungsbedarf des Instrumentes ähnlich wie oben leicht errechnen. Angenommen, der Innenwiderstand betrage 50 Ω , der Strommeßbereich 2 mA. Der Spannungsbedarf ist dann $\frac{50 \cdot 2}{1000} = 0,1 \text{ V}$.

(Fortsetzung folgt im nächsten Heft) H. J. Wilhelmy.

Die FUNKSCHAU-Aufgabe

Lösung zu Aufgabe Nr. 3

Der Wechselstrom, der einen Rundfunkempfänger speist, ist gegenüber der Netzwechselspannung zeitlich etwas verschoben. Wären Strom und Spannung miteinander in Phase, so ergäben sich für einen wirklichen Wert der Wechselspannung von 220 V und einen wirklichen Wert des Wechselstromes von 0,4 A eine Leistung von $220 \times 0,4 = 88 \text{ W}$.

Die Phasenverschiebung rührt im wesentlichen von dem Netzwan- dler her. Sein Eisenkern wird unter dem Einfluß der Wechselspannung magnetisiert. Dabei ist zum Feldaufbau jeweils eine Arbeit nötig, die jedesmal beim Abbau des Feldes wieder an das Netz zurückgegeben wird.

Mit andern Worten: Der Netzwan- dler nimmt außer dem Strom, der zum Betrieb des Empfängers notwendig ist, und außer dem Strom, der zur Deckung der in ihm auftretenden Verluste dient, noch einen weiteren Strom auf, der lediglich das Eisen magnetisiert. Dieser Strom leistet keine Arbeit, da die Magnetisierung des Eisens ja zwischendurch immer wieder zu Null wird. Folglich erhöht dieser Strom wohl die Stromaufnahme, nicht aber die Leistungsaufnahme des Empfängers.

Aufgabe 4: Kopplungsblockkondensator bei Niederfrequenz-Widerstandskopplung

Wir haben in einer Widerstandsstufe einen Gitterblockkondensator ausgewechselt. Nun klingt die Wiedergabe leer. Die Tiefen fehlen. Ist der Block nicht in Ordnung?

Verantwortlich für die Schriftleitung: Dipl.-Ing. H. Monn, München; für den Anzeigentell: Paul Walde, München. Druck und Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer, München, Luitfenstraße 17. Fernruf München Nr. 536 21. Postcheck-Konto 5758. - Zu beziehen im Postabonnement oder direkt vom Verlag Preis 15 Pf., monatlich 60 Pf. (einschließlich 3 Pf. Postzeitungs-Gebühr) zuzüglich 6 Pf. Zustellgebühr. - DA. 2 V. 1938: über 13 000 o. W. - Zur Zeit ist Preisliste Nr. 4 gültig. - Für unverlangt eingelangte Manuskripte und Bilder keine Haftung. Nachdruck sämtl. Aufsätze auch auszugeweise nur mit ausdrückl. Genehmigung d. Verlags.