

FUNKSCHAU

MÜNCHEN, DEN 22. 1. 33

MONATLICH RM. -.60

Nr. 4

Bild-Telegraphie in 100 Zeilen

Wenn Sie einem Bekannten in Berlin möglichst schnell und billig einen längeren Text, z. B. eine wichtige Briefkopie, zukommen lassen wollen, so schicken Sie ein Bildtelegramm. Können Sie stenographieren, dann bringen Sie nämlich, ohne besonders eng schreiben zu müssen, etwa 700 Silben auf eine Fläche von 10×10 cm. Der Text ist dabei genau so schnell in Berlin wie ein gewöhnliches Telegramm. Die Gebühr beträgt etwa 4 Mark, wogegen diese für ein gewöhnliches Telegramm mit 700 Silben gar nicht auszurechnen wäre. Natürlich können Sie auch nach anderen Stationen, z. B. Wien, London oder Kopenhagen ein Bildtelegramm schicken. Übrigens haben sogar größere europäische Zeitungen Bildfunkstellen. Wie dieses Bildfunken zunächst über Draht vor sich geht, soll im folgenden gezeigt werden. Vielfach ist noch wenig darüber bekannt, obwohl seit längerem bereits die Reichspost das von Siemens-Karolus-Telefunken entwickelte System benutzt.

Das zu sehende Bild wird bei diesem System in einzelne Punkte zerlegt, die jedoch sehr nahe beisammen liegen. Immerhin würde, außerordentlich stark vergrößert, ein Ausschnitt des übertragenen Bildes wie Abb. 1 aussehen. Je größer die Punktzahl, desto besser ist also das Bild. Vollkommen ausreichend ist — wie die Praxis zeigt — eine Bildpunktzahl von 20 bis 30 pro qmm.

Wie die Zerlegung geschieht, zeigt die Abb. 2. Das von der Lampe ausgehende Licht passiert eine Sammellinse und wird dann durch eine rotierende Scheibe unterbrochen. Man erhält dadurch sehr scharfe Bilder. Wie oft, das hängt von der Frequenz, mit der gesendet werden kann, ab. Auf normalen Fernkabeln wählt man etwa 1200 Hertz, bei Übertragungen auf Freileitungen kann man bis 9000 Unterbrechungen gehen. Nach Passieren einer weiteren Sammellinse werden diese Lichtstöße durch ein Prisma abgelenkt und fallen in ein anderes, das zusammen mit einer weiteren Linse und der Photozelle in der in der Abbildung angegebenen Richtung bewegt werden kann. Die Lichtstöße fallen in einer haarfeinen Spitze auf eine Trommel, auf der das zu sendende Bild aufgespannt ist und werden dort mehr oder weniger stark reflektiert, je nachdem das Bild hellere oder dunklere Stellen aufweist. Das reflektierte Licht trifft eine Photozelle und läßt dort Ströme entstehen, die der Stärke des auffallenden Lichtes proportional sind. Wird die Bildtrommel angetrieben, so bewegt sich swagsläufig das eine Prisma mit der Sammellinse und der Photozelle

Die Bildtelegraphie bildet die Grundlage des Fernsehens. Wer die prinzipiell recht einfachen Vorgänge bei der Bildtelegraphie verstanden hat, der findet sich auch leicht auf dem komplizierteren Gebiet des Fernsehens zurecht. Übertragen wir nämlich ein Bild statt in Minuten in Bruchteilen von Sekunden und aufeinanderfolgende Bilder in stetiger Folge, so sind wir bereits beim Fernsehen angelangt.

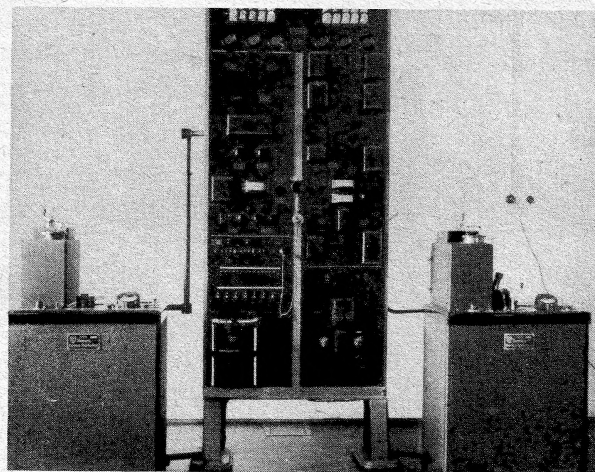
und damit auch der Lichtstrahl längs der Trommelachse. Die Schnelligkeit dieser Bewegung kann man verschieden einstellen, je nachdem, ob man mehr oder weniger Punkte pro qmm wünscht. Es läßt sich bei einer Umdrehung der Bildtrommel der Lichtstrahl um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ mm in der angegebenen Richtung verschieben. Der Hebel, auf der Abbildung des Senders und auch der des Empfängers oben zu sehen, dient zur Verstellung des beweglichen Teiles der Optik, je nachdem, ob von oben nach unten oder umgekehrt das Bild abgetastet werden soll.

Des Interesses halber sei noch erwähnt, daß die Photozelle fast trägheitslos arbeitet und daß es Zellen gibt, deren relative Empfindlichkeit gegen die verschiedenen Farben der des menschlichen Auges sehr nahe kommt.

Der Empfänger sieht ähnlich aus wie der Sender. Auch hier bewegte und feststehende Teile. Das Neue daran ist die Kerrzelle, an die die vom Verstärker gelieferte und von der Photozelle gesteuerte Spannung gelegt wird. Die Helligkeit des durchfallenden Lichtes entspricht innerhalb eines gewissen Bereiches genau der Höhe der angelegten Spannung. Der auf der Bildtrommel eingespannte Film wird also mehr oder weniger belichtet. Auch die Kerrzelle arbeitet übrigens fast trägheitslos.

Soll das Bild im Empfänger richtig entstehen, so ist Voraussetzung, daß beide Bildtrommeln sich gleich schnell drehen. Dieser Synchronismus wird durch 2 Stimmgabeln — je eine beim Empfänger und Sender — erreicht, die mit genau gleicher Schwingungszahl schwingen. Damit sich diese Schwingungszahl nicht ändert, sind die Stimmgabeln in einen luftdicht abgeschlossenen Kasten gesetzt, dessen Temperatur genau konstant gehalten wird. Bemerkenswert ist, daß diese Stimmgabeln Tag und Nacht laufen (Summerschaltung) und daß die Schalter zur Abstimmung des Temperaturreglers usw. plombiert sind. Würde man nämlich versehentlich abschalten, so dauerte es Tage, bis die Stimmgabel wieder konstant schwingt. Die Drehzahl des Motors, der die Bildtrommel antreibt, wird in Übereinstimmung gebracht mit der Stimmgabelfrequenz. Mittels einer Stroboskop-Scheibe läßt sich dann die richtige Drehzahl des Motors feststellen, wobei durch eine besondere Vorrichtung dafür gesorgt wird, daß der Motor immer gleich schnell läuft.

Haben beide Bildtrommeln (beim Empfänger und Sender) gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit und starten beide von der gleichen Stelle



So sieht Sender und Empfänger in Wirklichkeit aus.

In der Mitte ein Zwischenverstärker.

Auf dem Firmenschild steht: „Siemens-Carolus-Telefunken“.



Abb. 1.

Wenn wir ein zu übertragendes Bild stark vergrößern würden, in der Form wie wir es tatsächlich abtasten, so erhielten wir ein System von Linien ähnlich dem hier gezeigten.

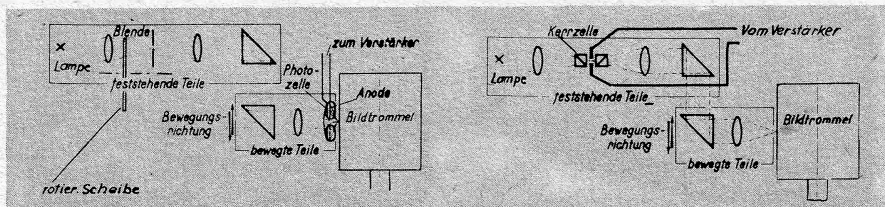


Abb. 2 und 3. Schematische Darstellung von Sender und Empfänger bei der heutigen Bildtelegraphie.

aus, dann muß das Bild also richtig auf den eingespannten Film kommen. Diese Bildtelegraphie kann natürlich auch drahtlos geschehen. Vom Verstärker aus geht es dann nicht in die Freileitung oder in das Kabel, sondern zum Sender.

Die Übertragungsdauer des größtmöglichen Bildes (18×26 cm) beträgt je nach der Anzahl der Bildpunkte pro qmm und der Größe der Sendefrequenz 1–19 Minuten. Wäre es möglich, das Bild in mindestens $\frac{1}{10}$ Sekunde (Trägheit des Auges), also 10 Bilder pro Sekunde, zu übertragen, so wäre das Problem des Fernsehens gelöst. Die erforderlich höhere Abtastgeschwindigkeit ließe sich durch besondere Vorrichtungen erreichen. Elektrisch bestehen aber grundsätzliche Schwierigkeiten. Rechnen wir nach: Bei einer Bildgröße von 10×10 cm und 20 Bildpunkten pro qmm wären pro $\frac{1}{10}$ Sekunde $100 \times 100 \times 20 = 200\,000$, also in 1 Sekunde 2 Millionen Punkte zu übertragen. Das ist unmöglich. Man ist daher gezwungen, die Bildpunktzahl erheblich herab-

zusetzen (auf 1 bis 2 Punkte pro qmm) und erhält natürlich dabei qualitativ schlechtere Bilder. Bei einer drahtlosen Übertragung kommt außerdem noch die Schwierigkeit hinzu, daß man ein sehr breites Frequenzband benötigt, wollte man mit einer Frequenz von etwa 50 000 Hertz eine 500-m-Welle modulieren. Aus diesem Grunde kommen für Fernsehsendungen die normalen Rundfunkwellen nicht in Betracht, sondern sehr wahrscheinlich nur die Ultrakurzwellen. Der neue Kurzwellensender, der anlässlich der Funkausstellung erstmalig in Betrieb genommen wird, ist ausschließlich für Fernsehsendungen gedacht, es können mit ihm noch 300 000 Schwingungen pro Sekunde übertragen werden. Die Entwicklung beim Fernsehen geht also dahin, die Bildpunktzahl zu erhöhen, um möglichst gute Bilder zu erhalten. Dabei ist man bestrebt, Empfänger und Sender möglichst einfach werden zu lassen, was jedoch in der Hauptsache wegen des nötigen Gleichlaufes der Bildtrommeln noch auf Schwierigkeiten stößt. m.o.

Warum ist der Empfang am Tage schlechter?

Wodurch werden die Wellen geschwächt? — Was heißt „Ionisation“? — Wie entsteht die Heaviside-Schicht?

Am Tage ist der Empfang schlechter als in der Nacht, diese Tatsache steht fest, fester als alle sonstigen Empfangsbeobachtungen. Sie zeigt sich um so deutlicher, je weiter der Sender entfernt ist, und je kürzer seine Wellenlänge ist.

Da Tag und Nacht sich durch die Stellung der Sonne zur Erde unterscheiden, muß wohl die Sonne mit dem schlechten Empfang am Tage zusammenhängen. Diese Vermutung hat sich im Laufe der Zeit in großem Umfang bestätigt. Die Sonne strahlt außer den sichtbaren Lichtstrahlen auch sehr viel unsichtbare Strahlen aus, sowohl ultrarote (sogenannte Wärmestrahlen) als auch ultraviolette. Die letzteren enthalten ziemlich viel Energie; eigentlich müßte man sagen „sie stellen ziemlich viel Energie dar“, aber solche modernen Ausdrucksweisen sind ohne lange Ausführungen nicht recht anschaulich. Also diese energiereichen ultravioletten Strahlen stoßen mit den kleinsten Teilchen unserer Atmosphäre zusammen, nämlich mit den Molekülen des Sauerstoffs, des Stickstoffs usw. Bei diesem Aufprall reißen sie aus den Molekülen Stücke heraus: die allbekannten Elektronen. Die Moleküle waren vorher völlig unelektrisch (neutral), durch die Strahlung werden ihnen die stets negativen Elektronen entzogen, dann bleibt also ein positiv geladener Molekülrest übrig, den nennt man „Ion“. Und das Gas, das auf diese oder ähnliche Weise in Elektronen und Molekülreste zerfallen ist, heißt „ionisiertes Gas“. Übrigens ist der Ausdruck „Molekülrest“ etwas irreführend, denn dieser „Rest“ ist kaum kleiner als ein ganzes Molekül, da die Elektronen ganz winzig gegenüber den Molekülen sind. Es ist so, wie wenn ein Millionär eine Mark verliert, sein Vermögensrest bleibt praktisch genau so groß wie vorher sein ganzes Vermögen.

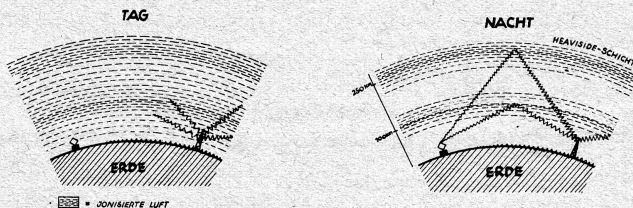
Die Ionisation ist nicht nur auf geringe Höhen beschränkt, sondern sie beginnt wahrscheinlich schon in einer Höhe von über 500 km und ist in großen Höhen sogar besonders stark. Überall ist der Grund vorwiegend in den ultravioletten Strahlen der Sonne zu sehen. Diese können aber gerade wegen ihrer Energie, mit der sie auf alle Moleküle stürzen, nicht weit kommen. Sie sind wie die Helden, die mehr Lebenskraft haben als andere Menschen, aber infolge ihrer viel häufigeren Kämpfe früher umkommen als ein gewöhnlicher Sterblicher. Was wir also hier unten an ultravioletten Strahlen antreffen, stammt eigentlich zum größten Teil gar nicht direkt von der Sonne; aber woher dann?

Die Sonne sendet auch noch andere Arten von Strahlungen aus, nämlich sogenannte „Korpuskularstrahlen“, d. h. körperliche Strahlen, in diesem Falle solche, die aus Ionen bestehen. Diese Ionen haben eine ungeheure Geschwindigkeit, nämlich über 10 000 km pro Sekunde und wirken daher wie Geschosse auf die Moleküle der Erdatmosphäre. Beim Aufprall werden nicht nur die Moleküle ionisiert, sondern auch neue Strahlen erzeugt, sehr kurzwellige, ähnlich den Röntgenstrahlen, die ziemlich tief in die Atmosphäre dringen, teils sogar bis zum Erdboden. Und auf ihrem ganzen Wege ionisieren sie die Luft und erzeugen dabei wiederum neue ultraviolette Strahlen, die schließlich bis zu uns herabkommen und uns hier auch noch die tiefsten Schichten ionisieren.

So wird durch die vielfältige Sonnenstrahlung die Atmosphäre ionisiert, die in diesem Zustand aus Ionen, Elektronen und neutralen Molekülen besteht. Gehen nun Rundfunkwellen durch dieses Gemisch hindurch, so reagieren die Ionen und Elektronen wegen ihrer elektrischen Ladung recht stark auf diese Wellen: sie geraten in Schwingungen.

Die dazu nötige Energie entziehen sie den Rundfunkwellen. Es ist klar, daß hierbei die Wellen nicht weit kommen. Die Teilchen werden natürlich durch kurze Wellen, die eine höhere Schwingungszahl pro Sekunde haben, häufiger zum Schwingen gebracht als durch lange Wellen, daher werden kurze Wellen schneller aufgezehrt.

Nur die Bodenwellen, die sich längs der Erdoberfläche ausbreiten, werden von der Ionisation der Luft nicht berührt und bleiben Tag und Nacht gleich. Aber die Bodenwellen sind nur bei den Sendern mit langen Wellen sehr stark, während sie bei kürzeren Wellen schnell abnehmen. Der Grund hierfür liegt in den vielfachen Hindernissen für die kurzen Wellen. Diese Hindernisse sind folgende: in jedem Haus gibt es eine Menge von elektrizitätsleitenden Gebilden (Metallteilen), die zufällig ungefähr auf die Welle des Senders abgestimmt sind, aber auch natürliche Dinge, wie Bäume und Teile von Bäumen können das sein, sie alle nehmen dabei als „natürliche Antennen“ viel Energie auf.



Tag und Nacht unterscheiden sich in der Atmosphäre und den an ihren äußersten Grenzen lagernden Schichten hinsichtlich ihrer Leitfähigkeit für elektrische Wellen; daraus erklären sich die Verschiedenheiten der Empfangsverhältnisse untertags gegenüber denen nachts.

Es ist klar, daß es viel mehr derartige natürliche Antennen für kurze als für lange Wellen gibt.

Nun gibt es noch eine weitere Tatsache, die gerade nachts die Reichweite der Sender erhöht. Gemeint sind hier die reflektierenden Schichten, die sich erst nachts in genügender Stärke bilden. Früher war nur die eine bekannt, die sogenannte Heavisideschicht, die sich etwa zwischen 200 bis 400 km Höhe befindet. Heute wissen wir, daß sich in 100 km Höhe eine andere Schicht oft bildet, und daß es manchmal sogar zur Durchbildung einer dritten Schicht in sehr großer Höhe kommt. Diese Schichten unterscheiden sich von ihrer Umgebung lediglich dadurch, daß sie viel stärker ionisiert sind. Die Heavisideschicht wird hierbei mit dem Auftreffen der direkten ultravioletten Strahlung der Sonne in Beziehung gebracht, während die Schicht in 100 km Höhe ihre Entstehung nach Appleton den Korpuskularstrahlen verdankt. Diese beiden Schichten sind auch am Tage nachweisbar, aber erst nach Sonnenuntergang nehmen sie eine ruhigere Lage ein und werden dichter und somit wirksamer. Die ionisierten Schichten reflektieren also nachts besser die Wellen, auch werden die Wellen nachts auf ihrem Wege weniger geschwächt, infolgedessen ist nachts der Empfang ferner Sender viel leichter möglich. Hans Nagorsen.

Man schreibt uns:

Ich habe bis jetzt jedem Ihre Funkschau empfohlen, da keiner an die Leistung Ihrer Funkschau ran kann, und zumal für den Preis; ich muß sagen einzig in dieser Art, für jeden bringen Sie etwas, ob Laie oder gewandter Bastler, für jeden leicht verständlich und interessant; mit Spannung erwartet man Freitag Ihre neue Nummer. Ich habe schon viele Radiozeitschriften gelesen, aber immer Enttäuschungen. F. T., Leipzig.

Daß ich Ihre Zeitung im höchsten Grade anerkenne, werden Sie wohl daraus ersehen, daß ich den Rundfunk abmeldete (weil ich auf Erholung fort war), Ihre Zeitung aber weiterbestellte. Ich habe nämlich jetzt schon 3 Jahrgänge von der Funkschau aufgehoben, und es muß gesagt sein, daß Ihre Funkschau wirklich führend und sehr lehrreich ist. J. Sch., Augsburg.

Die Vorträge dieser Woche

Freitag: ca. 18.50: Breslau, Glettritz: „Beseitigung von Rundfunkstörungen“ 20. I.

Samstag: 19.00: München, Augsburg, Nürnberg, Kaiserslautern: „10 Minuten für die Empfangsanlage — Funknachrichten“ 21. I.

Lautsprecher nach Maß

VON DER SOG. "ANPASSUNG" DES LAUTSPRECHERS

Vergleiche hinken zwar immer, haben aber den Vorzug, eine Situation in ihren Konturen klar zu umreißen; darum sei dieser Weg heute auch von uns begangen.

Ein hundertpfündiges Auto kann seine Schnelligkeitskunst nur zeigen, wenn die Straße seine Leistung zuläßt, das heißt schön glatt, gerade und ohne Hemmnis ist. Im Verkehrsgewühl einer Großstadt muß es sich weitgehend bescheiden und resignierend das gemüthliche Tempo des Kleinwagens einhalten. Ebensovien nützt einem Kleinwagen die vorbildlichste Landstraße, wenn seine Höchstgeschwindigkeit nur etwa 90 km in der Stunde beträgt. Auf gut Deutsch: Straße und Auto müssen bestimmte Voraussetzungen haben, um eine bestimmte Leistung zu ermöglichen. Sie müssen zueinander passen.

Ähnlich ist es mit den beiden Hauptgeräten einer Radioanlage, mit Empfänger und Lautsprecher. Sie hängen weitgehend voneinander ab. Besteht zwischen ihnen keine Harmonie, so können sie ihre Fähigkeiten nicht zeigen, ja es treten sogar offensichtliche Mängel in der Klangqualität ein.

Das ganze Problem nennt man die Anpassung des Lautsprechers an den Empfänger, genauer gesagt, an dessen Endröhre, die ja den Sprechstrom liefert. Der Lautsprecher muß diesen Sprechstrom bequem verarbeiten können, sonst sind häßliche Verzerrungen die unausbleibliche Folge. Das heißt vor allem: wer sich eine neue stärkere Endröhre einbauen will, muß sich vorher davon überzeugen, ob sein Lautsprecher auch die größere Belastung verträgt.

Nun kommt es aber nicht nur darauf an, daß sich die beiden Ehe-kandidaten, Empfänger und Lautsprecher, gegenseitig keine Gewalt antun, sondern sie müssen sich in allen Lagen gleichmäßig gut vertragen, das heißt: in allen Tonlagen. Stellt es sich nämlich heraus, daß die hohen Töne stärker hervortreten als die tiefen oder umgekehrt, so ist der bestmögliche Zustand nicht erreicht. Der Techniker sagt: Der (innere) Widerstand der Endröhre steht nicht im richtigen Verhältnis zum (Wechselstrom-) Widerstand des Lautsprechers.

Jedes Mißverhältnis im Kräftespiel zwischen Endröhre und Lautsprecher beseitigt der sogenannte Ausgangstransformator, auch Anpassungstransformator genannt, dessen Übersetzungsverhältnis von den beiden erwähnten Werten der Endröhre und des Lautsprechers abhängt. Damit braucht sich der Hörer jedoch nicht den Kopf zerbrechen; er gibt dem Händler einfach die Typen an, die er in Gebrauch hat, bzw. sich zulegen will, und läßt sich den entsprechenden Transformator geben. Notfalls hilft ein Brief an die Fabrik aus der Klemme. Wen es interessiert, der mag noch erfahren, daß der Wechselstromwiderstand eines

Lautsprechers bei den verschiedenen Tonlagen schwankt. Die kleinsten Abweichungen zeigen die niederohmigen elektrodynamischen Lautsprecher, weshalb bei ihnen ein Trafo gleichmäßige Arbeit gewährleistet, während der Widerstand bei den einfachen magnetischen, den Freischwinger- und den induktor-dynamischen Lautsprechern in den einzelnen Tonlagen über die unmerklichen 20% hinaus differiert.

Besonders praktisch sind natürlich immer Ausgangstransformatoren, deren Wicklungen in mehrere Widerstandswerte unterteilt sind. Das heißt für den Laien: Die Seite, auf der die Endröhre angeschlossen wird, enthält für mehrere Typen Anschlüsse, ebenso die Ausgangsseite für mehrere Lautsprechersysteme. Da die heutigen Empfänger verschiedene Endröhren besitzen, andererseits viele Arten Lautsprecher mit unterschiedlichem Wechselstromwiderstand im Handel sind, ist ein derartig unterteilter Ausgangstransformator von größter Bedeutung, ja Notwendigkeit dann, wenn man zum Beispiel von früher her noch einen magnetischen Veteran stehen hat und diesen gleichzeitig oder abwechselnd anschließen will. Viele moderne Geräte werden übrigens schon mit eingebautem Ausgangstransformator geliefert; doch tut man gut daran, sich vor dem Anschluß, bzw. vor jeder Änderung an der Endröhre oder am Lautsprecher die Übersetzungsverhältnisse genau daraufhin anzusehen, ob sie auch passen.

Weiterhin hat der Ausgangstransformator noch die Aufgabe, den Anodengleichstrom, der sonst von der Stromquelle durch den Lautsprecher zum Anodenanschluß der Röhre fließt, vom Lautsprecher fernzuhalten. Abgesehen davon, daß jetzt auch bei großen Lautstärken die Verzerrungsgefahr verringert ist, kann ein Unterbrechen des Anodenstroms (z. B. durch Herausziehen der Lautsprecherschnüre) für die Endröhre nicht mehr schädlich sein; auch ist durch die heruntertransformierte Anodenspannung keine Gefahr mehr, beim Berühren der leitenden Lautsprecherteile einen elektrischen Schlag zu bekommen.

Zusammengefaßt: Der Lautsprecher muß zur Endröhre passen wie ein Maßanzug dem Besteller. Durch richtige Auswahl der entsprechenden Typen (siehe oben!) läßt sich eine gute Zusammenarbeit ermöglichen; sobald man jedoch einen von beiden Teilen verändern will, paßt der andere nicht mehr: Baut man eine stärkere Endröhre ein, so verzerrt der Lautsprecher unter der neuen Überbelastung; kauft man einen größeren Lautsprecher, so kann er nicht voll zur Geltung kommen, weil die bisherige Endröhre nunmehr zu wenig Sprechleistung abgibt. Man müßte also beide Teile gleichmäßig erweitern. Da greift vermittelnd zwischen alt und neu, zwischen schwach und stark, der Ausgangstransformator ein. Er ist der Ruhespender, der Ausgleichschaffende zwischen zwei Generationen.

lg.



Funkschau-Winke

Was man von der Skalenlampe wissen muß.

Die Skalenbeleuchtungslampe brennt und kann daher wie jede Glühlampe auch einmal durchbrennen. Man muß folglich Ersatz vorrätig halten, und zwar Ersatz genau der gleichen Type. Die Lämpchen sind nämlich meistens so in den Stromkreis des Gerätes eingeschaltet, daß dann, wenn das Lämpchen „durch“ ist, der Empfänger nicht mehr arbeitet.

Das Skalenlämpchen dient, vor allem in älteren Empfängern, nicht nur zur Beleuchtung der Skala, sondern auch als Sicherung. Wenn im Gerät etwas schadhaft geworden ist, so brennt das Lämpchen durch, ehe den teuren Verstärkerröhren etwas passieren kann. Das heißt aber nicht, daß jedesmal, wenn das Lämpchen nicht brennt, im Empfänger etwas defekt ist. Auch normale Abnutzung läßt das Lämpchen einmal versagen. Passiert das Durchbrennen aber zweimal hintereinander, dann ist Vorsicht geboten. (Übrigens ist gerade die Tatsache, daß das Lämpchen zugleich Sicherung ist, ein Grund mit, warum man nicht jedes beliebige Taschenlampenbirnchen einsetzen darf.)

Das Lämpchen leuchtet auf, wenn der Empfänger eingeschaltet ist. Bei modernen Geräten dauert es eine Weile, bis das Lämpchen plötzlich hell wird. Dann beginnt der Empfänger erst zu arbeiten, so lang hat es gedauert, bis die Röhren angeheizt waren. Merkwürdigerweise sind aber die Geräte nicht alle so konstruiert, daß dann, wenn das Lämpchen einige Zeit nach dem Einschalten des Empfängers aufleuchtet, das Gerät auch wirklich schon mit voller Leistung arbeitet. Man muß da immer noch eine Viertelmminute zugeben.

Auch sind Gleichstromgeräte nicht so konstruiert, daß das Lämpchen nicht aufleuchtet, wenn man den Stecker verkehrt in die Steckdose eingeführt hat, wie das eigentlich sinnvoll wäre. Also nicht verblüffen lassen; auch in diesem Falle deutet ein Leuchten des Lämpchens nicht unbedingt darauf, daß der Empfänger betriebsbereit ist.

Wiedergabe ist zu dunkel.

Abhilfe ist auf verschiedene Weise möglich, verursacht aber immer einige Kosten. Das einfachste Mittel besteht darin, als letzte Röhre eine Penthode zu verwenden, die von Natur aus schon die hohen Töne bevorzugt. Ein weiteres Mittel besteht in der Verwendung eines anderen Lautsprechers, vielleicht eines dynamischen. Auch die Zwischenschaltung eines sogenannten „Anpassungstransformators“ geeigneten Übersetzungsverhältnisses zwischen Empfänger und Lautsprecher kann im Sinne einer Verstärkung der hohen Töne wirken.

Netzstecker herausziehen!

Für Hochantennenbesitzer ist es wohl zur Selbstverständlichkeit geworden, die Antenne zu erden, sobald ein Gewitter im Anzug ist. Wenn man einen Netzempfänger besitzt und an eine Freileitung (Überlandleitung) angeschlossen ist, sind hiermit jedoch noch nicht alle Gefahren beseitigt, wie ein kürzlicher Blitzschlag lehrt, der in eine Starkstromleitung einschlug und einen in der Nähe befindlichen Netzanschlußempfänger zerstörte, da dieser sowohl mit der Erde als auch mit der Lichtleitung in Verbindung stehende Apparat für den Blitz den bequemsten Ableitungsweg zur Erde bot. Wenn ein solcher Fall auch selten ist, so empfiehlt es sich doch, insbesondere auf dem flachen Lande, bei Blitzgefahr auch den Netzstecker des Radioapparates aus der Steckdose herauszuziehen, damit man vor allen mit einem Blitzschlag verbundenen Beschädigungen und Brandgefahr sicher bewahrt bleibt.

Die Abbildung zeigt eine praktische Anordnung, bei der man den herausgezogenen Stecker einfach loszulassen braucht und er doch stets zur Hand ist. Unterhalb der Steckdose wird nämlich eine Ringöse in die Wand geschraubt, durch die man die Zuleitungsschnur hindurchzieht. Der aus der Steckdose herausgenommene Stecker wird dann durch das Gewicht der Zuleitung nach unten gezogen, so daß er auf dem Ring aufliegt.

E. K.



GRUNDVERSUCHE MIT DER FotoZELLE

Was der Bastler von der Photozelle wissen muß.

Verwendet wurde für die Versuche die Amateurzelle T 125 von Preßler, Leipzig, mit Kaliumschicht und Edelgasfüllung (Preis RM. 28.—). Die Kathode wird durch die auf die innere Glaswand aufgetragene lichtempfindliche Kaliumschicht gebildet, die Anode ist als Drahtschleife ausgeführt. Wenn an diese beiden Elektroden Spannung angelegt wird, sendet die lichtempfindliche Schicht bei Beleuchtung Elektronen aus, so daß Strom durch die Zelle fließt. Dieser sogenannte Photostrom ist der Beleuchtung der Zelle proportional.

Wenn Zellen mit verdünnter Edelgasfüllung, wie die hier erwähnte, mit hoher Spannung betrieben werden, sind sie wirksamer als Vakuumzellen. Die Empfindlichkeit der Edelgaszellen steigt mit der an sie angelegten Spannung. Der Spannungserhöhung ist aber durch das Erreichen der Zündspannung eine Grenze gesetzt, da dann die Zelle als Glühlampe arbeitet und zerstört wird.

Das Material der lichtempfindlichen Schicht ist für die Farbenempfindlichkeit der Zelle maßgebend. Zellen mit Kaliumschicht reagieren hauptsächlich auf blaues Licht. Zellen für rotes Licht werden mit einer sogenannten Kunstsicht verschön.

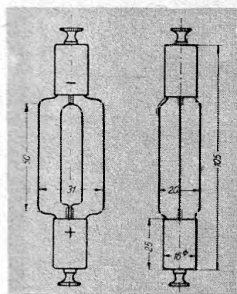


Abb. 1
Das Äußere der Photozellen

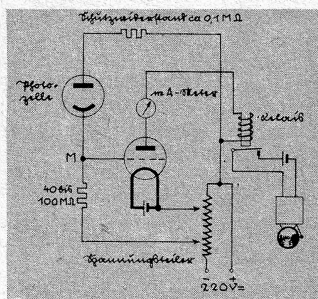


Abb. 2. Schaltplan für eine Einbruchssicherung; sobald nur das schwächste Licht auf die Photozelle fällt, ertönt die Alarmglocke.

Über die Empfindlichkeit einer jeden Zelle gibt ein beigelegter Prüfchein Aufschluß. Der Photostrom wird pro Lux bei drei verschiedenen Betriebsspannungen in 10^{-10} Amp. angegeben, also in einer recht kleinen Einheit. (Man stelle sich vor: 0,0000000001 Amp. oder in etwas faßbarer Form 0,0000001 Milliampere.) Bei der Zelle des Verfassers ist angegeben:

Betriebsspannung	Photostrom in 10^{-10} Amp.
110	94
120	132
130	220

Bei stärkerer Beleuchtung wird der Photostrom natürlich größer, aber ohne Zuhilfenahme einer Verstärkerröhre oder einer Glühlampe wird man ihn mit den üblichen Meßinstrumenten kaum messen, noch feststellen können. Die Zündspannung ist mit 152 Volt angegeben.

Das Lichtrelais.

Vom Tonfilm abgesehen, ist die bekannteste Anwendung der Photozelle die als Lichtrelais in der Anordnung als Lichtschranke. An der einen Seite eines Raumes oder eines Durchganges ist ein kleiner Scheinwerfer, an der anderen Seite die Photozelle mit Zusatzgeräten aufgestellt. Wenn jemand zwischen den beiden Apparaturen hindurchgeht, wird der Lichtstrahl und damit die Beleuchtung der Zelle unterbrochen. Die Veränderung des Photostromes wirkt auf eine Verstärkerröhre ein, deren Anodenstrom ein Relais steuert, welches wiederum eine Alarmglocke einschaltet oder ein Zählwerk betätigt. Zum Zählen wird das

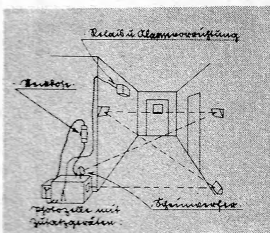


Abb. 4. Es ist unmöglich, diesen durch eine Photozelle geschützten Gang zu durchqueren, ohne daß Alarm ertönt.

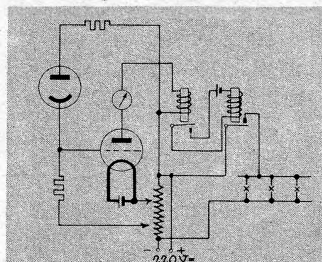
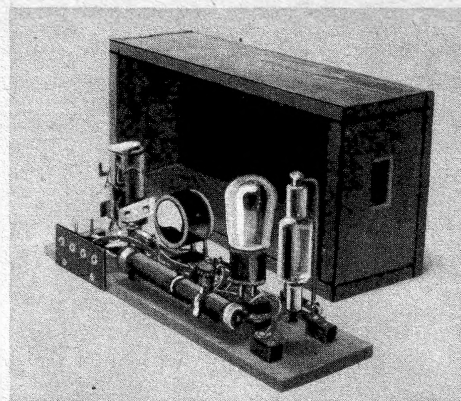


Abb. 5. Schaltplan für eine Vorrichtung, die bei Einbruch der Dunkelheit automatisch die Beleuchtung einschaltet.

WIE SIE DER BASTLER AUSFÜHREN KANN

Abb. 3.
Das Lichtrelais in seinem Kasten.



Lichtrelais besonders bei der Bandfabrikation verwendet, um die vorbeilaufenden Gegenstände zu zählen. Mit einem Spezialzählwerk sollen bis zu 1200 Zählungen in der Minute möglich sein.

Die Schaltung zeigt Abb. 2. Die Zelle liegt in Serie mit einem hochohmigen Widerstand. Der Punkt M zwischen Widerstand und Zelle ist direkt an das Gitter der Verstärkerröhre gelegt. Mit dem variablen Abgriff am Spannungsteiler kann das Potential des Punktes M in Beziehung zum Potential des Heizfadens eingestellt werden und damit auch der Anodenstrom. Bei Beleuchtungsänderungen verändert sich ebenfalls der Photostrom und somit hebt sich bei stärker werdender Beleuchtung das Potential des Punktes M, während es bei schwächer werdender absinkt. Wird M positiver, so fließt genügend Strom, um den Relais-Anker mittels des Magneten anzuziehen und so den Alarmklingel-Stromkreis zu unterbrechen.

Je nach Beleuchtung, Spannung und Charakteristik der Röhre lassen sich Anodenstromänderungen bis zu 5 mA und darüber hervorgerufen. Das magnetische Relais soll möglichst schon bei 1—2 mA arbeiten und in Ruhestellung Kontakt geben. Andernfalls müßten bei der Lichtsperrung, um das Zeichen richtig zu bekommen, Zelle und hochohmiger Widerstand miteinander ausgetauscht werden.

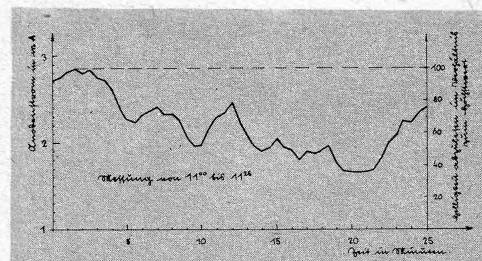
Automatisches Einschalten von Beleuchtungsanlagen.

Mit der Photozelle können Beleuchtungsanlagen selbsttätig ein- und ausgeschaltet werden. Als Eingangsschaltung wird das Lichtrelais verwendet. Mit dem variablen Abgriff kann der Helligkeitsgrad eingestellt werden, bei dessen Unterschreitung das Relais in Tätigkeit tritt und die Lampen eingeschaltet werden.

Lichtmessung.

Da der Photostrom der Beleuchtung proportional steigt, kann man mit der Photozelle verschieden große Helligkeiten miteinander vergleichen und (nach einer Eichung) Helligkeiten messen. Man darf dabei aber auch nur auf dem geraden Teil der Kennlinie der zur Verstärkung dienenden Röhre arbeiten. Bei 1 mA Anodenstrom ist im allgemeinen

Abb. 6.
Die Photozelle zeichnet die Helligkeits-Schwankungen des Tageslichts auf.



der gerade Teil der Kennlinie erreicht. Man wird folglich bei völlig verdunkelter Zelle 1 mA Anodenstrom einstellen und dann die Zelle der Beleuchtung aussetzen. Die Beleuchtung ist dann proportional den abgelesenen mA minus 1 mA. Die Farbenempfindlichkeit dürfte allerdings einige Ungenauigkeiten in die Messung bringen. Grimm.

Der Empfänger sollte möglichst an trockenem Orte stehen.

Es ist ja fast überall so in den kleinen Wohnungen: Der Apparat steht oder hängt in der Küche, in der feuchten Luft, und wenn man auch meint, er ist trocken, so ist er in Wirklichkeit feucht, d. h. er hat Nebenschluß.

Gegenstände aus Holz arbeiten. Sie verändern sich unter dem Einfluß der Witterung. Das Holz quillt in feuchter Luft und zieht sich in trockener zusammen, das nennt man „es arbeitet“. Sieht man den Apparat nach, dann wird man meistens die Muttern an den Steckbuchsen so gelockert finden, daß man sie nachziehen muß. Kein Wunder, wenn sich an den gelockerten Verbindungsstellen Oxyd gebildet hat, so daß von einer guten Verbindung keine Rede mehr sein kann. Th. L.

Die Schaltung

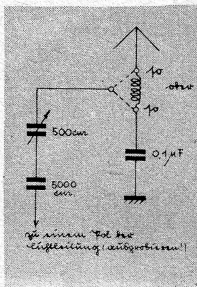
Störungen, die über das Netz hereinkommen.

Dieses neue Verfahren wird von den Wiener Elektrizitätswerken angegeben. Es zeichnet sich durch Einfachheit, Billigkeit und Wirksamkeit aus. Nötig sind dazu drei Kondensatoren:

1. ein durchschlagsicherer Becherkondensator mit 0,1 Mikrofarad, 2. ein Blockkondensator mit 5000 cm, 3. ein Drehkondensator mit 500 cm.

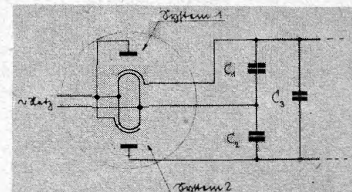
Die Wirkung beruht darauf, daß die durch das Netz übertragenen Störspannungen durch Einstellung des Drehkondensators kompensiert werden. Der Drehkondensator muß so eingestellt werden, daß das Geräusch ein Minimum erreicht. Zu beachten ist, daß diese Maßnahme nur wirksam ist, wenn die Lichtleitung nicht als Antenne benutzt wird. Ferner muß die Antenne (möglichst Hochantenne) und die Erde gut sein. Wichtig ist ferner, daß die Antennen- und die Erdleitung nicht zu nahe parallel der Lichtleitung³ führen.

H. N.

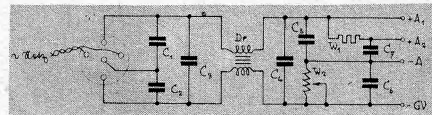


Wechselstrom-Netzanode ohne Trafo

Die Röhre: Eine „Uran“-Hochvoltröhre Type NG 40, die direkt vom Netz geheizt wird. Abbildung zeigt ihre innere Schaltung. Die Wirkungsweise ist folgende: Bei jeder Periode des Wechselstromes arbeiten abwechselnd die Systeme 1 und 2 der Röhre. System 1 lädt C_1 , System 2 lädt C_2 ; da C_1 und C_2 hintereinander geschaltet sind, geben sie zusammen die doppelte Spannung an C_3 ab. Bei 110 Volt Netzspannung können auf diese Weise über 200 Volt nutzbarer Gleichstrom bei 40 Milliampere abgegeben werden. Der Preis der Röhre beträgt RM. 15.—



Die Einzelteile: C_1 und C_2 = je 4 Mikrofarad, unbedingt Trotenkondensatoren; C_3 und C_4 = je 4 Mikrofarad, Type gleichgültig; C_5 , C_6 und C_7 = je 2 Mikrofarad, Type gleichgültig; Dr = Doppeldrossel, kleine Type genügt; W_1 = Drehwiderstand 2000 Ohm; W_2 = Widerstand ca. 0,2 Megohm.



Bei ruhigen Netzen dürfen weggelassen oder verkleinert werden: C_4 , C_5 und C_6 ; auch kann Dr durch zwei alte Postdrosseln ersetzt werden. H.N.

Die Schirmgitter-Hochfrequenzröhre als Widerstands-NF-Verstärker

Die Anwendung von Hochfrequenzschirmgitterröhren als Spannungsverstärkerröhren ist schon seit einiger Zeit bekannt. Der außerordentlich hohe Verstärkungsgrad einer Schirmgitterröhre gegenüber einer der üblichen Widerstandsverstärkerröhren mit 4 Prozent Durchgriff ermöglicht bei richtig dimensionierten Widerstandswerten bei nur einer einzigen Spannungsverstärkerstufe die verzerrungsfreie Aussteuerung einer RE 604. Weiter ergibt sich für den Empfängerbau des Bastlers ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Durch Ausnutzung der Verstärkereigenschaften einer Hochfrequenzschirmgitterröhre in der Niederfrequenzstufe läßt sich ein Empfangsgerät bedeutend trennschärfer machen, da man, ohne eine Verminderung der Lautstärke befürchten zu müssen, den Eingangskreis sehr lose koppeln kann.

An Hand aufgenommenen Kurven zeigt sich eine wohl durch den Durchgriff zwischen Schirm- und Steuergitter verursachte ungleichseitige Verstärkung, die einen erhöhten Klirrfaktor zur Folge hat, aber keineswegs die Schirmgitterhochfrequenzröhre als Tonfrequenzverstärkerröhre ausschließt. Ausgedehnte Versuche mit guten dynamischen Lautsprechern zeigten keine Verschlechterung des Klangbildes der Musik und der Sprache.

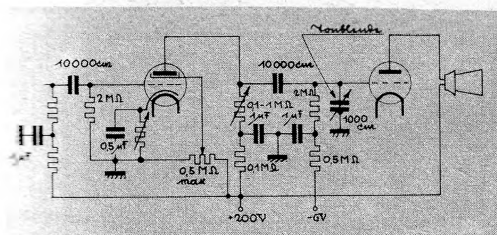


Abb. 1.
Die Schirmgitter-Hochfrequenzröhre ist mittels Widerstandskopplung an das Audion angehängt.

Zunächst zeigt Schaltbild 1 die Widerstandskopplung an das Audion. Den Anodenwiderstand der Schirmgitterröhre wählt man am besten zwischen einem Wert von 0,1 bis 1 Megohm variabel, um die Verstärkung regeln zu können. Ein Widerstand von 10000 bis 20000 Ohm in der Kathodenleitung, der ebenfalls variabel genommen werden kann, dient zur Erzeugung der notwendigen negativen Gittervorspannung von 1,5 bis 3 Volt. Er wird mit einem Block von 0,5 Mikrofarad überbrückt. Die Schirmgitterspannung, die bei 200 Volt Anodenspannung ziemlich genau um 20 Volt herum liegt, erhält man z. B. durch einen Spannungsteiler in Form eines Potentiometers von 0,5 Megohm maximal, oder durch einen Spannungsteiler, der wie in Abb. 2 geschaltet ist und dessen Werte dort angegeben sind. Der mittlere Widerstand ist drehbar und dient zur Feineinstellung der sehr kritischen Spannung. Als Röhren eignen sich die gebräuchlichen Typen W 4080 D und RENS 1204.

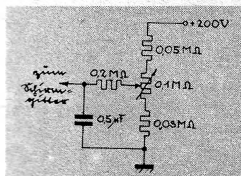


Abb. 2.

Ein Spannungsteiler zur Erzeugung der Schirmgitterspannung.

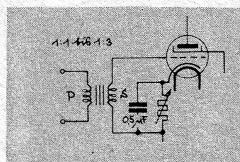


Abb. 3.

Die Schirmgitterröhre wird an ein Kurzwellenaudion angeschlossen.

Besitzern von Kurzwellengeräten, die schlechten Empfang haben, z. B. im Inneren einer Großstadt, oder solche, die infolge nicht genügend aufnahmefähiger Antennen die Stationen nur sehr leise hören, wird diese wirksame Verstärkungsart sehr willkommen sein. Abb. 3 zeigt die Ankopplung des Verstärkers an ein Kurzwellenaudion mittels eines guten Niederfrequenztransformators. Ein höheres Übersetzungsverhältnis wie 1:4 ist nicht ratsam. Die weitere Schaltungsanordnung bleibt dieselbe wie in Abb. 1. Besonders hervorzuheben ist, daß Anoden- und Gitterleitungen sehr sorgfältig zu verlegen sind, vor allem nicht miteinander parallel laufen sollen, damit niederfrequente Kopplungen vermieden und höchste Verstärkung erzielt wird. Ebenso ist auf eine ausreichende Siebung der einzelnen Betriebsspannungen zu achten.

Robert Günther.

Der wachsende Funkschau-Superhet

Es geht rüstig vorwärts; warum wir aber in diesem Heft noch nicht mit dem neuen Superhet herauskommen können, hat folgende Gründe:

Im allgemeinen wird für eine Baubeschreibung ein einziges Versuchsgert hergestellt. Bei größeren Geräten hat es sich jedoch gezeigt, daß man den Versuchsaufbau und vielleicht auch einige Einzelteile variieren muß, um im vornehieren evtl. mögliche Komplikationen beim Nachbau des Empfängers auszuschalten. Da ein Super mehr Aufwand erfordert, als ein durchschnittliches Gerät mit Geradeauschaltung, sind wir diesmal so vorsichtig gewesen, daß wir gleich drei Versuchsgerte parallel aufgebaut haben. Das erste dieser Geräte funktioniert sehr gut. Die gleiche Leistung ließ sich mit den beiden anderen aber nicht erreichen. Dabei wurden für alle drei Geräte gleiche Teile benutzt und dieselbe Schaltung verwendet.

Das uneinheitliche Verhalten der drei Empfänger zwang uns, unsere Super sehr eingehend auf Herz und Nieren zu prüfen. Die näheren Untersuchungen ergaben, daß erstens einmal die Vorselektion bei den von der Herstellerfirma ursprünglich empfohlenen HF-Trafos nicht genügte. Als andere Typen der gleichen Firma eingebaut waren, stellte sich heraus, daß auch die Bandfilterkopplung umgeändert werden mußte. Die jetzige Bandfilterkopplung arbeitet mit einer Kombination aus zwei Wicklungen und einem Blockkondensator.

Als diese Sache geregelt war, konnten wir unsere Aufmerksamkeit dem Oszillator zuwenden. Dabei zeigte sich, daß dessen Rückkopplungswicklung nicht günstig bemessen war. Die Lieferfirma sah sich infolgedessen veranlaßt, diesbezügliche Änderungen in der Fabrikation vorzunehmen. Schließlich wurde es mit dem geänderten Oszillator notwendig, die beiden Wellenbereiche mit getrennten Abgleichungen zu versehen. Das alles sind grundlegende Verbesserungen, in deren Genuß die Bastler, die auf Grund unserer seinerzeitigen Baubeschreibung bestellen werden, ohne weiteres kommen.

Bei diesen Versuchen haben wir auch gleich die Lautstärke-regelung vervollkommen dadurch, daß wir die Kathodenspannung von einem zwischen plus und minus geschalteten Spannungsteiler abgreifen. Ein größerer Regelbereich ist die Folge.

Die Erfahrungen, die wir durch unsere zahlreichen Versuche sammeln konnten, bewogen uns, auch noch andere als die ursprünglich vorgesehenen Fabrikate auszuprobieren. Wir haben demnach außer unseren drei ursprünglichen Superhets noch weitere Versuchsgerte aufgebaut, die sich soeben auf dem Prüfstand befinden.

Also so stehen die Dinge — und Görlers, auf dessen Ferrocarts-Spulen wir ehemals gewartet hatten, liefert noch immer nicht.

F. Bergtold, Leiter des Funkschau-Laboratoriums.

Zum Verständnis der Audiostufe

Die elektrischen Wellen, denen Töne eingepreßt sind, nennt man „moduliert“. Die „Modulation“ besteht darin, daß die Wellen in ihrer Stärke im Rhythmus der Tonschwingungen schwanken.

Diese modulierten Wellen haben im Empfänger entsprechende Hochfrequenzspannungen zur Folge. Die modulierte Hochfrequenzspannung wird der Gleichrichterstufe zugeführt. Die Gleichrichterstufe hat nun mit Hilfe dieser modulierten Hochfrequenzspannung einen Strom zu bewirken, dessen Mittelwert der Modulation entsprechend schwankt. Wie das geht, sehen wir uns nachher genauer an.

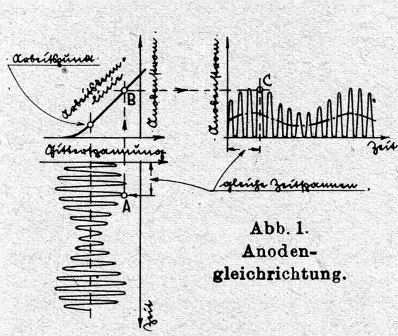


Abb. 1.
Anoden-
gleichrichtung.

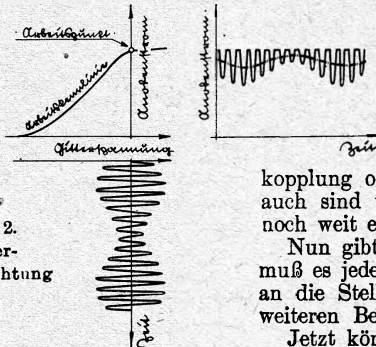


Abb. 2.
Gitter-
gleichrichtung

Worin die Arbeit der Gleichrichterstufe besteht.

Das sehen wir in Abb. 1 und 2. Dort sind die beiden für unsere heutigen deutschen Empfänger wichtigen Fälle, die Anodengleichrichtung und die Gittergleichrichtung, zugrunde gelegt.

In beiden Fällen — wie auch bei jeder anderen Gleichrichterstufenart — ist das Grundprinzip dasselbe: Man arbeitet mit einer Kennlinie, die einen mehr oder weniger scharfen Knick aufweist. Die Schaltung wird so ausgeführt und bemessen, daß die eine Hälfte der zugeführten Hochfrequenzspannung auf das rechts vom Knick liegende Kennlinienstück, die zweite Hälfte auf das links vom Knick befindliche Kennlinienstück einwirkt.

Die Gitterspannung, um die die Hochfrequenz schwankt, ist also derart bemessen, daß der zugehörige Arbeitspunkt entweder direkt in den Knick selbst oder wenigstens nicht weit davon zu liegen kommt.

In beiden Abbildungen erkennen wir jeweils links unten die ans Gitter gelieferte, modulierte Hochfrequenzspannung. Diese Spannung wechselt ständig Größe und Richtung, so daß zu jedem Augenblick ein anderer Spannungswert gehört.

Links oben ist die Kennlinie hingezeichnet und rechts davon sehen wir den Anodenstromverlauf, der sich aus Hochfrequenzspannung und Kennlinie ergibt.¹⁾

Als wesentliche Erkenntnis entnehmen wir aus den Abbildungen 1 und 2 nun folgendes: Der Mittelwert der Gitter-Hochfrequenzspannung schwankt noch nicht. Die zwei Hälften dieser Spannung liegen nämlich gewissermaßen symmetrisch. Beim Anodenstrom jedoch schwankt der Mittelwert im Sinne der Modulation. Das Schwanken des Anodenstrom-Mittelwertes ist darin begründet, daß — infolge der geknickten Kennlinie — die eine der beiden Anodenstromseiten weitgehend unterdrückt wird.

In den vorstehenden Zeilen wurde das Wort „Gleichrichtung“ nicht benötigt, trotzdem wir uns damit über die Wirkungsweise der „Gleichrichterstufe“ Rechenschaft gegeben haben. Überlegt man sich das, so taucht die Frage auf, ob Gleichrichtung wohl der richtige Ausdruck ist.

Ziehen wir die Abb. 1 und 2 zu Rate, dann wird uns klar, daß hier keine eigentliche Gleichrichtung stattfindet. Will man den in diesen Abbildungen angedeuteten Vorgang schildern, so muß man sagen: Der Anodenstromverlauf ist ein verzerrtes Abbild der Gitter-Hochfrequenzspannung — oder spezieller gesagt: Die eine Seite des Anodenwechselstromes ist unterdrückt. Sie ist gewissermaßen abgeschnitten.

Sicher ist „Abschneidstufe“ kein eleganter Ausdruck. „Verzerrerstufe“ ist noch weniger schön. Der Ausdruck „Gleichrichterstufe“ stimmt nicht. Da bleibt eigentlich nur noch die alte Bezeichnung „Audiostufe“, die man m. E. allgemein — d. h. nicht nur für Gittergleichrichtung — verwenden sollte.

Welches ist die günstigste Kennlinienform?

Ungleiche Behandlung der beiden Anodenseiten bedingt eine geknickte oder zumindest eine gekrümmte Kennlinie. Da ist zunächst einmal folgende Feststellung grundlegend wichtig. Die Krümmung der Kennlinie kann weder durch den Schwingungskreis noch durch den NF-Trafo bzw. durch Hochohmwiderstände oder Blockkondensatoren allein erzielt werden. Die Krümmung ist vielmehr stets durch die Röhre und deren Verwendungsart bedingt.

Ein vollkommener Knick läßt sich nicht herbringen. Praktisch werden wir's deshalb nur mit mehr oder weniger scharfen Krümmungen zu tun haben. Das genügt auch; denn ein ganz richtiger Knick würde nur dann notwendig sein, wenn wir's mit äußerst kleinen Hochfrequenzspannungen zu tun hätten, oder wenn die Sendermodulation bis auf Null herunterginge. Die Gitter-Hochfrequenzspannungen lassen sich aber durch Rückkopplung oder durch Verstärkerstufen verhältnismäßig groß machen, auch sind wir von einer restlosen Ausmodulation der Sender heute noch weit entfernt.

Nun gibt es scharfe und flache Krümmungen und unser Bestreben muß es jedenfalls sein, den Arbeitspunkt (P in Abb. 1) möglichst nahe an die Stelle schärfster Krümmung zu legen; wir setzen für unsere weiteren Betrachtungen voraus, daß das gelungen ist.²⁾

Jetzt können wir sofort die Feststellung machen: Ein und dieselbe Krümmung ist für eine starke Hochfrequenzspannung wesentlich schärfer wie für eine geringe Hochfrequenzspannung. Anders ausgedrückt:

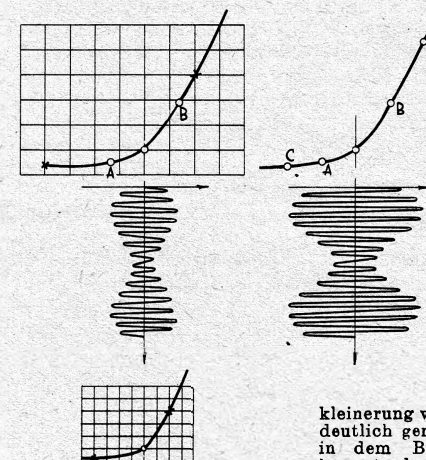


Abb. 3.

Links oben sehen wir eine gekrümmte Kennlinie und darunter eine modulierte Hochfrequenzspannung. Macht man, wie das rechts gezeigt wird, die Hochfrequenzspannung doppelt so groß, dann werden jetzt zusätzlich Kennlinienteile bestrichen, die außerhalb der eigentlichen Krümmung liegen. (Die Stücke AC und BD kommen hier neu in Verwendung.) Wollten wir im rechts gezeichneten Fall die Hochfrequenzspannung genau so groß darstellen wie links, dann müßten wir jetzt die Kennlinie auf die Hälfte verkleinern. Die derart gewonnene Kennlinie ist links unten dargestellt. Die Verkleinerung wird durch die gestrichelten Linien deutlich gemacht. Man sieht, wie der Knick in dem Bild links unten schärfer herauskommt als oben in den beiden Kennlinien.

Haben wir's mit außerordentlich kleinen Wechselspannungen zu tun, dann ist für diese kleinen Spannungen auch eine scharfe Krümmung verhältnismäßig schwach. Näheres zeigt Abb. 3.

Man kann sich diese Sache übrigens auch an einer Landkarte z. B. recht schön klar machen: Wir sehen auf einer Karte etwa einen Flußlauf mit vielen, scharfen Krümmungen. Kommen wir zufällig einmal in die Gegend, in der der Fluß diese Krümmungen aufweist, so sind wir erstaunt, wie lange wir immer wieder fast gerade ausgehen müssen, bis von den Bogen, die wir machen, etwas zu merken ist.

Eine im Verhältnis schwache Krümmung ist, wie aus dem Vorhergehenden folgt, für die „Gleichrichtung“ ungünstig. Die (gewollte) Verzerrung und damit die Mittelwertschwankungen fallen gering aus. Vergrößert man die Hochfrequenzspannung, so ergibt sich ein stärkeres Schwanken des Durchschnittswertes erstens einmal einfach daraus, daß die Spannung jetzt größer ist. Dann aber werden die Schwankungen des Durchschnittswertes auch deshalb kräftiger ausfallen, weil (gemäß Abb. 3) die Kennlinienkrümmung im Verhältnis schärfer ausfällt.

Bei doppelter Wechselspannung erreichen die Schwankungen des Durchschnittswertes im Idealfall das $2 \times 2 = 4$ fache des ursprünglichen Wertes. Doppelte Spannung und dadurch vierfache Wirkung — das drückt man allgemein mathematisch aus, indem gesagt wird:

Der Gleichrichter arbeitet quadratisch

$[2 \times 2 = 2^2 \text{ (sprich „Zwei-Quadrat“) } = 4.]$

In diesem Sinne arbeitet — wie wir jetzt ohne weiteres erkennen — jede Gleichrichterstufe für alle Hochfrequenzspannungen, die nicht über den Bereich starker Krümmung hinausreichen, prinzipiell quadratisch.

²⁾ Praktisch liegt der Arbeitspunkt bei Anodengleichrichtung etwas außerhalb der schärfsten Krümmung, wie das durch Abb. 1 in übertriebenem Maße zum Ausdruck gebracht wurde.

¹⁾ Wie alles zusammengehört, wird in Abb. 1 durch die mit Pfeilen versehenen, gestrichelten Linien angedeutet: Wir nehmen z. B. den Augenblickswert der Gitter-Wechselspannung her, der zum Punkt A gehört. Dieser Augenblickswert tritt in einem ganz bestimmten Zeitpunkt auf. Der entsprechende Anodenstrom wird im gleichen Zeitpunkt vorhanden sein. Deshalb muß die für Punkt A gültige Zeitspanne — so, wie das hier geschah — oben rechts eingetragen werden. Wie sich aus der Kennlinie ergibt, gehört zu unserem Gitterspannungs-Augenblickswert ein ganz bestimmter Anodenstrom; die gestrichelte, senkrechte Linie, die von A aus nach oben geht, weist darauf hin. Dieser Anodenstrom ist somit zu dem oben rechts bereits eingetragenen Zeitpunkt vorhanden. Also: waagrechte, gestrichelte Linie von B nach dem gesuchten Punkt C hinüber.

Wir erkennen, daß sich eine Hochfrequenz, bei der lediglich die Schwankungen klein sind, anders auswirken muß als eine solche, die überhaupt schwach ist, daß bezüglich der Gleichrichtung ein Unter-

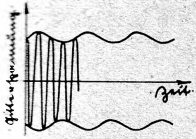
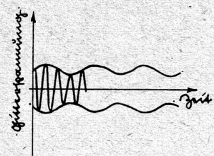


Abb. 4 und 5.
Gleich starke Modulation bei einmal starker, das anderemal schwacher Trägerwelle.



schied besteht zwischen zwei Hochfrequenzspannungen, die wie Abb. 4 und 5 aussehen. Die Schwankungen sind in beiden Abbildungen gleich groß, d. h. der modulierte Teil der Hochfrequenz ist derselbe. Der unmodulierte Teil hat hingegen in Abb. 4 einen wesentlich höheren Wert als in Abb. 5.

Für die Gleichrichterstufe erweist sich eine Hochfrequenz nach Abb. 4 als bedeutend günstiger, weil sie mit ihren modulierten Teilen in ganz verschiedene Kennlinienggebiete fällt, so daß diese Teile sehr unterschiedlich zur Auswirkung kommen. Für die beiden modulierten Teile der Abb. 5 sind dagegen die zugehörigen Kennlinienstücke in ihren Neigungen kaum merklich verschieden. Die Verzerrung (der Gleichrichtungseffekt) fällt nur gering aus.

Ein Hilfsmittel, die „Mittelkurve“.

Wir greifen zunächst wieder auf Abb. 1 und 2 zurück. Dort habe ich mir viel Mühe gemacht: Der Gitterspannungsverlauf wurde mit allen Einzelheiten hingezeichnet und daraus der Anodenstromverlauf mit sämtlichen Schwankungen Punkt für Punkt gewonnen. Aus den Anodenstromschwankungen ist schließlich die Anodenstrom-Durchschnittswert-Kurve gewonnen worden. Diese Durchschnittskurve ist wichtig, weil sie sozusagen ein Abbild des Gleichrichtungseffektes darstellt. Wir suchen daher den Zusammenhang zwischen dieser strichpunktierten Durchschnittskurve und den Modulationskurven auf einfachere Weise zu erhalten.

Diesen Zusammenhang liefert uns eine neue Linie, die wir „Mittelkurve“ nennen wollen. Um zu ihr zu gelangen, treffen wir zunächst einige Vereinfachungen. In Abb. 4 und 5 beginnen sie bereits: Jeweils auf der rechten Seite dieser Bilder sind nurmehr die Umgrenzungslinien, die der Modulation und der Höhe des unmodulierten Teiles entsprechen, eingetragen. Diese Vereinfachung ist in Abb. 6 zur Darstellung des Gitterspannungs- und Anodenstromverlaufs be-

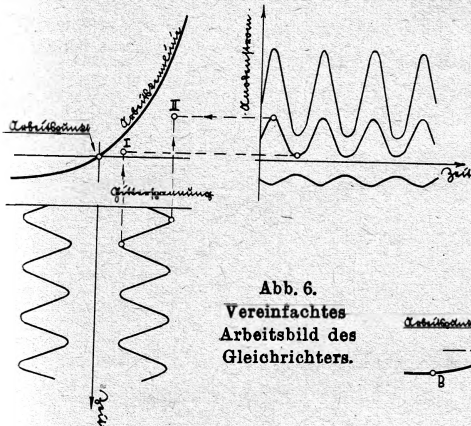
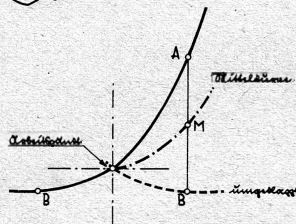


Abb. 6.
Vereinfachtes Arbeitsbild des Gleichrichters.

Unten:
Abb. 7. Konstruktion der Mittelkurve aus der Arbeitskennlinie.



nutzt. Der Anodenstrom-Durchschnittswert wurde infolgedessen einfach dadurch gewonnen, daß man jeweils den senkrechten Abstand zwischen den zwei Anodenstrom-Umgrenzungslinien halbierte. (Die strichpunktierte Durchschnittskurve liegt somit stets genau in der Mitte der beiden Umgrenzungslinien.⁵⁾)

Nun kann man diese Durchschnittskurve einfacher noch anders bekommen, und zwar über die gesuchte „Mittelkurve“, von der I und II (Abb. 6) zwei Punkte sind. Entsprechend dem Teilbild links unten gehört zu Punkt I die tiefste Einsenkung der Gitterspannungs-Begrenzungskurve. Weiter gehört zu Punkt I laut rechtem Bildteil die tiefste Punkt im Verlauf des Anodenstrom-Mittelwertes. Der Punkt I stellt somit den Zusammenhang her zwischen dem Mindestwert der Gitterspannungsschwankung und dem zugehörigen Anodenstrom-Mittelwert. Was Punkt I für die Mindestwerte ist, das bedeutet Punkt II für die Höchstwerte. Dazwischen gibt es noch eine Menge Punkte, die in ihrer Gesamtheit eine Kurve bilden, eben die gesuchte „Mittelkurve“.

Sie soll aus der Kennlinie konstruiert werden: Der auf der einen Seite des Arbeitspunktes gelegene Kennlinienteil ergibt die Anodenstrom-Erhöhung, der andere Kennlinienteil die Anodenstrom-Erniedrigung. Die „Mittelkurve“ müssen wir somit dadurch gewinnen, daß wir aus beiden Kennlinienteilen das Mittel bilden. Abb. 7 zeigt, wie das geschieht. Zuerst wird der eine (linke) Kennlinienteil um die (strichpunktierte) senkrechte Achse geklappt. Dadurch entsteht der ge-

strichelte Kurventeil rechts unten vom Arbeitspunkt; dann konstruieren wir die Mittelkurve, indem wir jeweils den senkrecht gemessenen Abstand der zwei Kurvenstücke halbieren. Zum Beispiel ergibt der Mittelpunkt M das Abstands AB einen Punkt der gesuchten Mittelkurve.

Wie soll die wertvolle Mittelkurve aussehen?

Enthält unsere Mittelkurve ein lineares Stück (so gerade wie ein „Lineal“), dann ergibt sich in diesem Bereich der Anodenstromdurchschnittswert als getreues Abbild der Gitterspannungs-Begrenzungskurve, d. h. als getreues Abbild der Modulation des empfangenen Senders.

Wie bereits bemerkt, darf der modulierte Teil der Gitter-Hochfrequenzspannung nur mit einem hinreichend linearen Teil der Mittelkurve zusammenarbeiten. Sonst gibt's unerwünschte Verzerrungen. In der Praxis wird die Mittelkurve aber immer ein Stück weit nicht linear verlaufen (vergl. Abb. 7).

Nun einige praktische Anwendungen unserer Mittelkurve.

Der Kristalldetektor liefert die verzerrungsfreieste Gleichrichtung.

Tut er das wirklich, wie man immer behauptet, dann müssen wir dies an dem Verlauf der Mittelkurve erkennen können. In Abb. 8 sehen wir — dick ausgezogen — die Detektor-Kennlinie. Weder der linke noch der rechte Kurventeil verläuft gerade. Konstruieren wir gemäß Abb. 7 die Mittelkurve, so zeigt sich (Abb. 8), daß das Abbiegen des rechten Teiles nach oben durch das Abbiegen des ursprünglich linken Teiles nach unten weitgehend auskompensiert wird: Die Mittelkurve ist von A ab praktisch gerade. Besehen wir uns aus diesem Gesichtspunkt heraus nochmal die Abb. 7, deren Kennlinienverlauf prinzipiell einer Röhre entspricht, so ist zu erkennen, daß hier eine solche Kompensation nicht auftritt — im Gegenteil: Sowohl das rechte Kurvenstück wie auch das umgeklappte linke biegen nach oben ab. Also: Die Röhre verzerrt in der Gleichrichterstufe prinzipiell stärker als ein dort benutzter Detektor.

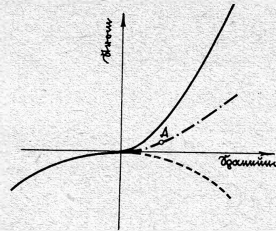


Abb. 8. Die idealste Kennlinie hat der Kristalldetektor.

Starke Rückkopplung erhöht die Trennschärfe.

Manchmal wird folgender falsche Schluß gezogen: Da eine Gleichrichterstufe ganz kleine Spannungen schlecht gleichrichtet (scheinbar flache Krümmung der Kennlinie für kleine Spannungen), so müssen schwächere Störungen praktisch ohne Einfluß bleiben.

Dieser Gedankengang ist falsch. Die Gleichrichterstufe verarbeitet ja die Störung bei Empfang eines Senders nicht separat. Sie verarbeitet vielmehr die Gesamtspannung, die sich aus Störung und Sender-Hochfrequenz zusammensetzt. Störungen drücken sich in Schwankungen des Summenwertes aus. Abb. 9 läßt deutlich erkennen, wie der Anodenstrom-Durchschnittswert im Sinne der Störspannung zum Schwanken kommt.

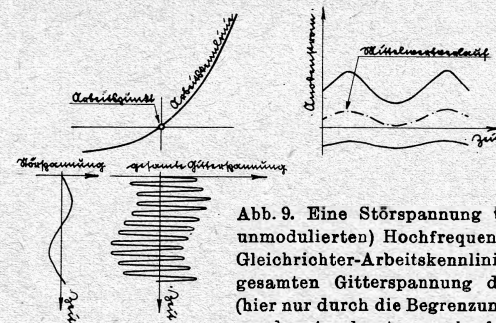


Abb. 9. Eine Störspannung überlagert sich der (hier unmodulierten) Hochfrequenz. Durch Vermittlung der Gleichrichter-Arbeitskennlinie gewinnen wir aus der gesamten Gitterspannung den Anodenstromverlauf (hier nur durch die Begrenzungslinien angedeutet) und aus dem Anodenstromverlauf die Schwankungen seines Mittelwertes. Diese Schwankungen bilden die Störspannung ab, sind also hörbar.

Das ist besonders interessant für den Fall, daß sich dem gewünschten Sender ein zweiter, schwächerer Sender überlagert. Der gewünschte Sender ist in Abb. 10 der Einfachheit halber unmoduliert angenommen, während der Störsender, der infolge mangelnder Trennschärfe der Abstimmkreise noch zur Geltung kommt, in Abb. 10 eine Modulation aufweist. Durch die Überlagerung beider Spannungen entsteht eine Schwankung, d. h. die beiden Hochfrequenzen wirken in schnellem Rhythmus abwechselnd zusammen und abwechselnd entgegen. Diese Schwebungen (durch punktierte Umgrenzungskurve hervorgehoben) sind normalerweise von zu hoher Frequenz, als daß man sie hören könnte.

Schon in Abb. 10 c fällt uns nun auf, daß lediglich die Schwebungen von der Modulation des schwächeren Senders beeinflusst sind. Der strichpunktierte Mittelwert bleibt davon unberührt.

Wie hieraus zu erwarten, ergibt sich für lineare Gleichrichtung (geradliniges Stück der Mittelkurve) ebenfalls ein von der Modulation

⁵⁾ Das ist zwar nicht ganz exakt richtig, stimmt aber mit der Praxis genügend genau überein.

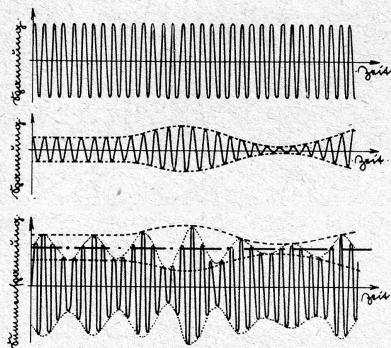


Abb. 10.

a. (unmodulierte) Hochfrequenzspannung des gewünschten Senders.

b. (modulierte) Spannung des Störsenders.

c. Summenspannung aus a und b.

des Störsenders unbeeinflusster Mittelwert des Anodenstromes (Abb. 11), d. h. die Störung wird nicht hörbar.

Hat die Gleichrichterstufe hingegen eine nicht lineare Mittelkurve, dann kommt die Modulation des Störsenders im Verlauf des Anodenstrom-Durchschnittswertes zur Geltung. D. h. hier schlägt der Störsender durch (Abb. 12).

Wie Abb. 10 c zeigt, ist allerdings die Voraussetzung für ein Unterdrücken des Störsenders bei linearer Gleichrichtung, daß der unmodulierte Teil des gewünschten Senders hinreichend groß ist. Dessen Trägerwelle muß also ziemlich kräftig sein. Ein Mittel, die Trägerwelle besonders kräftig herauszuheben, haben wir in der Rückkopplung. Ist die Gleichrichtung des rückgekoppelten Audions hinreichend linear, dann werden Störsender in ihrer Auswirkung gehindert. Damit haben wir als ein weiteres, recht interessantes Resultat unserer heutigen Be-

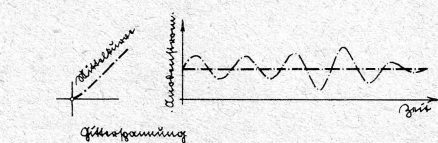


Abb. 11. Ist die Mittelkurve auf dem benötigten Stück gerade (lineare Gleichrichtung), dann wird die Störung nicht hörbar.

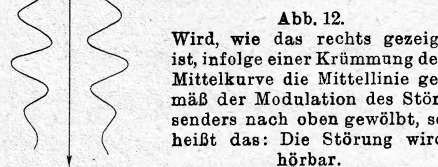


Abb. 12. Wird, wie das rechts gezeigt ist, infolge einer Krümmung der Mittelkurve die Mittellinie gemäß der Modulation des Störsenders nach oben gewölbt, so heißt das: Die Störung wird hörbar.

trachtungen eine Erklärung für die von den Bastlern so oft beobachtete, überragende Trennschärfe des einfachen, stark rückgekoppelten Audions gefunden.

Eine zweite Ursache für diese Erscheinung ist die durch die Rückkopplung bewirkte scharfe Entdämpfung des Abstimmkreises. Gewöhnlich wird nur an diese zweite Ursache gedacht, die alleine aber keine genügende Erklärung für die ganz auffallende Trennschärfe einer stark rückgekoppelten Audionstufe abgibt.

F. Bergtold.

FUNKSCHAU-Briefkasten

Bitte, erleichtern Sie uns unser Streben nach höchster Qualität auch im Briefkastenverkehr, indem Sie Ihre Anfrage so kurz wie möglich fassen und sie klar und präzise formulieren. Numerieren Sie bitte Ihre Fragen und legen Sie gegebenenfalls ein Prinzipschema bei, aus dem auch die Anschaltung der Stromquellen ersichtlich ist. - Unkostenbeitrag 50 Pfg. und Rückporto. - Wir beantworten **alle** Anfragen schriftlich und drucken nur einen geringen Teil davon hier ab. - Die Ausarbeitung von Schaltungen, Drahtführungsskizzen oder Berechnungen kann nicht vorgenommen werden.

Gittervorspannung für die HF-Röhre. Wiesmühl (0918)

Ich möchte die Gittervorspannung für die RES 094 dadurch gewinnen, daß ich parallel zum Heizfaden ein Potentiometer schalte. Der Abgriff wird entsprechend eingestellt. Ist dies möglich und richtig? Wie kann ich die Gittervorspannung messen? Antw.: Die Vorspannung wie angegeben zu gewinnen, ist nicht möglich. Mit einem Voltmeter kann die Gittervorspannung keinesfalls gemessen werden. Bedenken Sie, daß das Voltmeter einen Strom benötigt. Dieser Strom verursacht aber an den im Stromkreis liegenden Widerständen einen Spannungsabfall, der um so größer ist, je größer die Widerstände und je größer der Strom ist. Wenn Sie sich von dem richtigen Arbeiten der Röhre überzeugen wollen, so kann dies nur dadurch geschehen, daß Sie den Anodenstrom nachmessen. Er soll bei der RES 094 bzw. bei der RES 044 ungefähr 1 bis 3 Milliampere bzw. 1 Milliampere betragen.

Es sei noch erwähnt, daß nur mit Hilfe einer Gitterbatterie der ersten Röhre

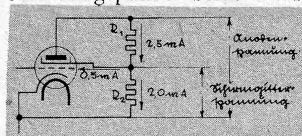
Der Abgriff wird entsprechend eingestellt.

Wie groß?

Widerstände für Schirmgitterspannung in Netzgeräten

Die Schirmgitterröhren brauchen in Hochfrequenzstufen Schirmgitterspannungen von 60 bis 100 Volt (siehe Röhrenliste), für die Audion- bzw. Niederfrequenzstufen wesentlich niedrigere Spannungen (etwa 10 bis 30 Volt).

Die verfügbare Anodenspannung beträgt in der Regel 200 bis 250 Volt. Um aus ihr die jeweils notwendige Schirmgitterspannung zu gewinnen, bedient man sich eines Spannungsteilers. Dieser besteht aus zwei Widerständen R_1 und R_2 , die hintereinander geschaltet sind. Am Verbindungspunkt beider Widerstände ist das Schirmgitter angeschlossen. Das eine Ende der Widerstandsschaltung wird mit „Kathode“ — d. h. mit der „Minusleitung“ —, das andere Ende mit der „Plus-Anoden-Leitung“ verbunden.



Schwankungen des Schirmgitterstromes dürfen die Schirmgitterspannung nicht wesentlich beeinflussen. Das wird erreicht, wenn der durch die Widerstände fließende Strom wesentlich größer gemacht wird als der Schirmgitterstrom selbst. Der Schirmgitterstrom beträgt ganz ungefähr 0,5 mA, den Strom durch den Spannungsteiler wählt man also zu wenigstens 1 bis 2 mA. Dieser Strom gilt für R_2 direkt. Für R_1 kommt noch der Schirmgitterstrom hinzu, das gibt $(2+0,5 =) 2,5$ mA.

Zu R_2 gehört die Schirmgitterspannung selbst. Die Spannung für R_1 bestimmt sich zu: Anodenspannung — Schirmgitterspannung.

Gesucht: Spannungsteilerwiderstände R_1 und R_2 .

Bekannt: 1. Anodenspannung 200 Volt; 2. Schirmgitterspannung, zum Beispiel 60 Volt; 3. Schirmgitterstrom etwa 0,5 mA; 4. Spannungsteilerstrom allein etwa 2 mA.

Wir rechnen nach dem Ohmschen Gesetz:

$$\text{Widerstand (Ohm)} = \frac{\text{Spannung (Volt)} \times 1000}{\text{Strom (mA)}}$$

Angewendet auf unsere Frage:

$$R_2 = \frac{\text{Schirmgitterspannung} \times 1000}{2}$$

und

$$R_1 = \frac{(\text{Anodenspannung} - \text{Schirmgitterspannung}) \times 1000}{2,5}$$

Für unser Beispiel:

$$R_2 = \frac{60 \times 1000}{2} = 30\,000 \text{ Ohm}$$

$$R_1 = \frac{(200 - 60) \times 1000}{2,5} = \frac{140\,000}{2,5} = 56\,000 \text{ Ohm.}$$

R_1 würden wir in genau dieser Größe nicht bekommen. Wir würden 60 000 Ohm wählen.

Tabelle für Widerstände in Ohm

bei rund 2 mA Spannungsteilerstrom und 0,5 mA Schirmgitterstrom.

Schirmgitterspannung Volt	Widerstand R_2	Widerstand R_1 für Anodenspannungen		
		150 Volt	200 Volt	250 Volt
10	5 000	56 000	76 000	96 000
30	15 000	48 000	68 000	88 000
60	30 000	36 000	56 000	76 000
80	40 000	28 000	48 000	68 000
100	50 000	20 000	40 000	60 000

die erforderliche Gittervorspannung von 1–2 Volt gegeben werden kann. Wenn eine Schaltungsänderung mit in Kauf genommen wird, dann läßt sich allerdings auch aus der Anodenbatterie die Gittervorspannung entnehmen. Vergleichen Sie das Schaltbild unseres Höchstleistungsbandfilter-Vierers für Batteriebetrieb nach unserer EF.-Baumappe 121, das sich in Nr. 7 der Funkschau 1932 befindet.

So prüft man schnell und einfach Widerstand und Block. Offenbach (0920)

Wie kann man einen Widerstand mit 5000 Ohm und einen Block mit 2000 cm daraufhin prüfen, ob sie noch brauchbar sind. Antw.: Den Widerstand können Sie auf einfachste Weise so prüfen, daß Sie ihn in die Netzspannung schalten. Die Glühlampe muß dann leuchten. Ob der Blockkondensator mit 2000 cm noch einwandfrei ist, stellen Sie am einfachsten dadurch fest, daß Sie ihn in Reihe mit dem Lautsprecher schalten. Die Wiedergabe muß dadurch leiser werden und die tiefen Töne müssen fehlen. Wird die Lautstärke nicht kleiner, so hat der Block durchgeschlagen, hört man nichts mehr, so ist der Block ebenfalls unbrauchbar.