

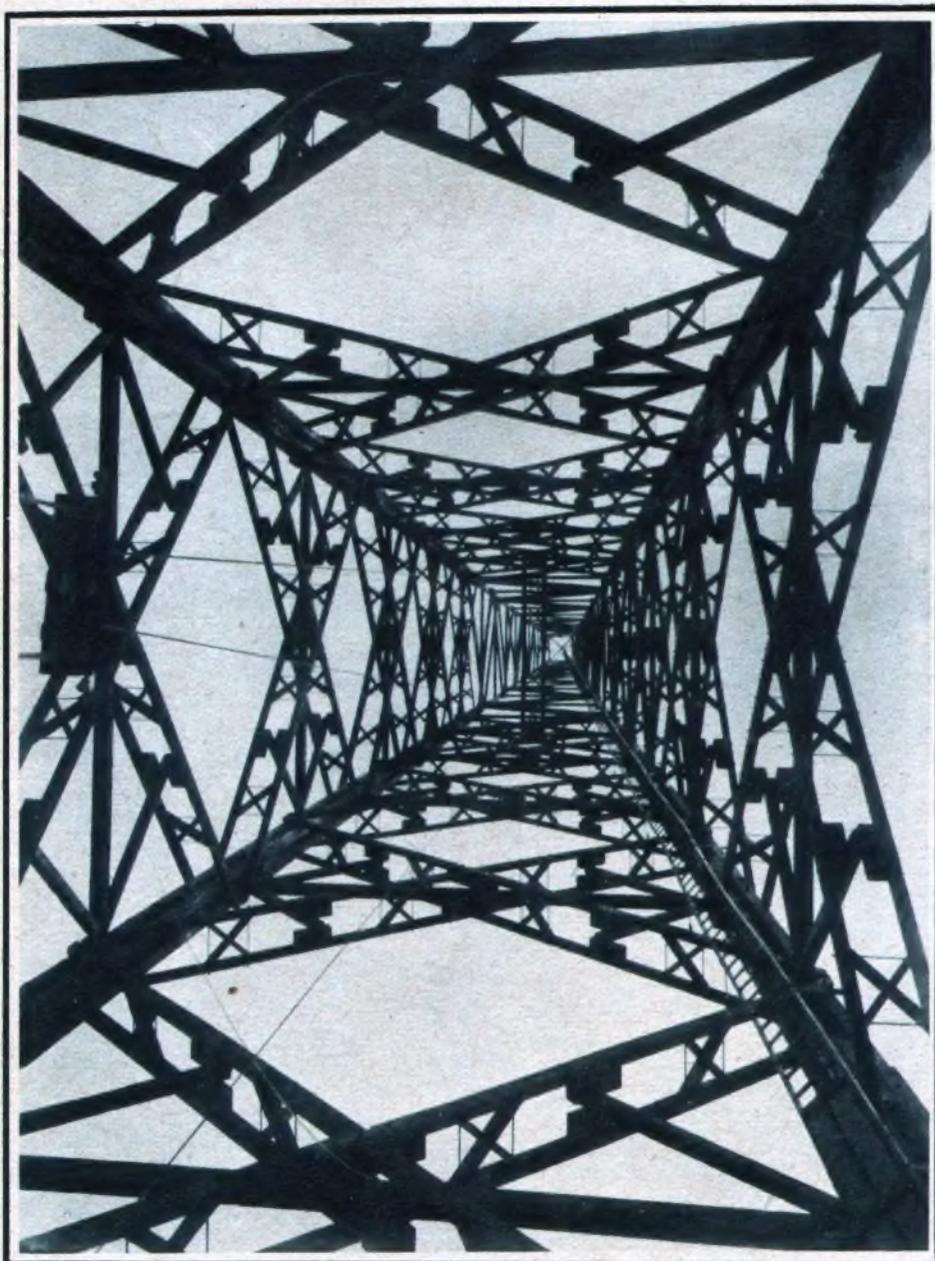
FUNKSCHAU

NEUES VOM FUNK · DER BASTLER · DER FERNEMPfang · MONATLICH 40 PF.

ZU BEZIEHEN IM POSTABONNEMENT ODER DIREKT VOM VERLAG DER G. FRANZ'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI, MÜNCHEN, POSTSCHECKKONTO 5758

Inhalts: 9000 Hertz? / Mit einem Radioempfänger durch den Sudan / Achtung, Funkpollzeil / Ohne Wellenbereich - Umschaltung / Der Superhet / Ein Universalinstrument / Schallplatten für den Techniker / Rhythmische Verzerrung? / Arbeitskennlinien / Universal-Netzanschluß / Funkverbindung mit Oasen / Sende-Amateure — in der Tschechoslowakei

Aus den nächsten Hefen:
Die Selbsterstellung von Netzdröseln / Das Netz wird umgestellt / Die selbstgebaute Riffelfalte / Eine Gleichstromnetzode für große Leistung



DER FUNKMAST

WIE IHN DER ERDENWANDERER SIEHT

UND DER FLUGZEUGSENDER DER IHN ANPEILT

Die Sendestation auf der Erde gibt Zeichen, die der Radioempfänger im Flugzeug aufnimmt. Der Pilot fliegt den empfangenen Zeichen nach und erreicht so auch bei unsichtigem Wetter sein Ziel. Der neuerfundene Apparat von Leutnant Doolittle der amerikanischen Armee zeichnet sich durch besondere Kleinheit und gute Wirksamkeit aus.

Photos: Böhm-Film, Köln, bezw. Presse-Photo, Berlin



9000 HERTZ?

Der nachfolgende Aufsatz behandelt ausführlicher eine Frage, die wir bereits kürzlich in dem Artikel „Bandfiltergeräte“ von O. Hertweck im zweiten Dez.-Heft angeschnitten haben.

Ich sitze wieder einmal vor meinem T 40 und habe den Stationswähler, der durch seine eigene kleine Lampe matt beleuchtet wird, auf den Bereich zwischen 800 und 850 Hertz ein-

gestellt. Linke, grüne Skala, 81 bis 92 Teilstriche. Ich weiß es auswendig. Die Rückkopplung ist gezogen, der Lautstärkeregler, der die Energie, die in die Schirmgitterröhre einströmt, schon im Antennenkreis dosiert, so gestellt, daß der Empfänger gerade nur so viel

gebraucht, um den Lautsprecher durchsteuern zu können. Das ist die selektivste Einstellung, die der Empfänger zuläßt. Drehe ich auf 85 Teilstrieche, so kommt Graz brüllend laut auf 851 Kilohertz — drehe ich auf genau 86,5, so erscheint London mit seinen 30 Kilowatt in gleicher Lautstärke. Es ist ein Vergnügen: in London singen sie die neuesten Schlager mit Bandonium-Begleitung. Man „sieht“ förmlich den Refrainsänger sich erheben, vortreten und seinen Vers ins Publikum singen. Ganz deutlich, damit man ihn auch versteht: „Building a nest for Mary“ kündigt er der Mary ein warmes Nest an.

Drehe ich den Knopf eine Viertelumdrehung nach rechts, so spielt der Ablesefaden auf 85 Teilstrieche ein, und ein sich und seine Weisheit sehr wichtig nehmender Gelehrter unterrichtet mich aus Wien über Graz über Wandlungen in der Weltwirtschaft. Doch er hat bald ausgesprochen, und Graz überträgt „Cosi fan tutte“ aus der Wiener Staatsoper.

Und nun kommt jeden Abend dasselbe, was mich bald verzweifeln läßt: Stelle ich auf London ein, das in diesem Augenblick russische Lieder sendet, so höre ich alle hohen Tonlagen von „Cosi fan tutte“ mit. Stimme ich auf Graz ab, so klingt trotzdem immer noch London mit seinen hohen Tönen durch. Wohl gemerkt, alle Tiefen fehlen; nur die hohen Tonlagen machen sich bemerkbar. Mein Gerät ist sehr selektiv und ich verstehe es zu bedienen; Kattowitz und Berlin trenne ich in einem Außenbezirk Berlins mit Kleinigkeit, was bekanntlich nicht jeder Zweikreisempfänger mit Schirmgitterröhre kann. Ich kann mich auf den Empfänger verlassen. Wären Graz und London wirklich auseinander, so könnte ich die Sender trennen. Aber sie liegen so dicht zusammen, daß es auch mit dem selektivsten Gerät, solange es mehr als 5000 Hertz durchläßt, so lange es also, mit anderen Worten, musikalisch einwandfrei ist, nicht möglich ist, sie einwandfrei auseinander zu halten.

Jeden Abend spielt sich bei mir dasselbe ab. Ich bin auf London versessen, denn es ist ein starker und vor allem schöner Sender. Er kommt in einer wundervollen Modulation. Sicher ist es nicht zuviel gesagt, wenn man die Station als heute beste Europas bezeichnet. Die Tiefen lassen sich hören, wie sie sonst kein Rundfunksender ausstrahlt. Aber die hohen Frequenzen von Graz sind häufig dabei.

Man hat uns oft gesagt, daß die Sender mit 9000 Hertz genügend weit auseinander liegen, um sich nicht zu stören. Und hat ferner erzählt — in jedem Bericht über diese Frage kann man es lesen! — daß das menschliche Ohr Töne bis etwa 10000 Hertz aufnimmt, und daß 9000 Hertz notwendig wären, um ein natürliches Klangbild, reich an Oberschwingungen, so daß man die einzelnen Instrumente an dem ihnen typischen Klang erkennen kann, zu erzeugen. Durch die Uebereinstimmung der Hertz-Zahlen wurden wir verleitet, zu glauben, daß die Sender soweit auseinander liegen, daß sie jeder 9000 Hertz ausstrahlen können!

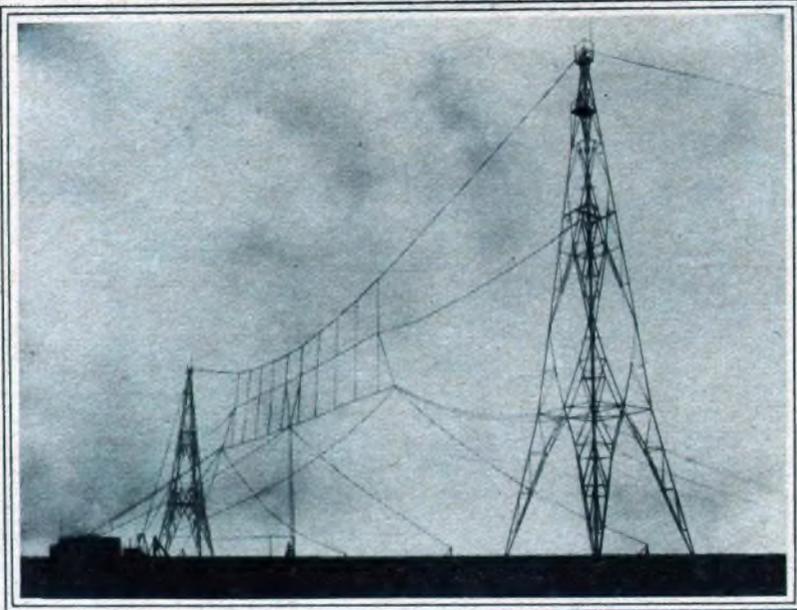
Wer das glaubt, was hier gesagt wird, ist sehr auf dem Holzweg. Denn ein Abstand der Sender von 9000 Hertz bedeutet so viel, daß nur 4500 Hertz ausgestrahlt werden können, d. h. störungsfrei ausgestrahlt werden können. Wenn wir einem Sender eine Bandbreite von 9000 Hertz zur Verfügung stellen, so setzen wir ihn in die Lage, alle Töne zwischen 0 und 4500 Perioden durchzubringen. Und keinen Deut mehr. Wenn wir trotzdem mehr hören können, so haben wir das der Tatsache zu verdanken, daß die europäischen Sender die bei uns ungeschriebene, in Amerika aber gedruckte Vorschrift nicht einhalten, daß nämlich jeder Sender auch in der Praxis nur ein Band von 9000 Hertz besetzen darf, d. h. daß er Filterketten einzubauen hat, die einfach nicht mehr durchlassen, als beiderseits der Trägerwelle die Frequenzen von je 4500 Hertz. Sie strahlen mehr aus, sie geben Töne von 6000, von 7000 Hertz durch und nehmen dadurch ein Band von 12000 und 14000 Hertz in Anspruch.

Das ist bei London und Graz der Fall, das können wir bei vielen anderen Sendern beobachten. Bei den beiden genannten wird es besonders deutlich, weil es sich, in erster Linie bei London, um erstklassige, gut modulierte, musikalisch hervorragende Sender handelt. Da ihre Trägerwellen laut der europäischen Wellenverteilung 9000 Hertz auseinander liegen, geben ihre Wellenspektren weit ineinander über. Selbst dann, wenn wir einen Empfänger verwenden würden, der nur die Trägerwelle und, sagen wir, seitwärts nur 2×10 Hertz durchbringt, würden wir wahrscheinlich London hören können.

Wir wollen also einmal ganz offiziell mit dem unter den Funkfreunden weit verbreiteten und von berufener Seite noch keineswegs nachdrücklich richtiggestellten Irrtum aufräumen, daß die Wellenverteilung die Aussendung aller musikalischen Frequenzen bis 9000 Hertz ermöglichen würde. Ein Abstand von 9000 Hertz läßt nur eine höchste musikalische Frequenz von 4500 Hertz zu, was natürlich völlig unzureichend ist. Tatsache ist, daß wir mehr hören. Die Sender strahlen durchweg ein breiteres Fre-

Im Augenblick ist aber nicht die amerikanische Lösung die günstigste, die die Empfänger so baut, daß sie nicht mehr durchlassen, als 5000 Hertz, weshalb sie sehr selektiv, aber musikalisch schlecht sind, sondern die der deutschen Industrie, die die Empfangsgeräte mit der breiten Durchlaßmöglichkeit von annähernd 10000 Hertz ausstattet und dafür lieber auf etwas Trennschärfe verzichtet. Hat man ein solches Gerät, so besteht immer die Möglichkeit, sich aus dem europäischen Wellenmeer einige Sender herauszufischen, die keine Nachbarn haben, so daß wir ihr volles Wellenband ungestört aufnehmen können und also immer Aussicht vorhanden ist, einige Sender musikalisch einwandfrei zu hören, während die Amerikaner mit ihren Bandfiltergeräten und ihren Niederfrequenzverstärkern, die oberhalb von 5000 Hertz nichts mehr durchlassen, eben nur schlechte Musik hören können.

Man soll uns aber nicht mehr ein X für ein U vormachen und so tun, als wäre ein Abstand von 9000 Hertz ausreichend, um durch alle Sender musikalisch einwandfreie Sendungen auszustrahlen. Es.



Soeben wurde die Großrundfunkstation in Huizen (Holland) in Betrieb genommen.

Presse-Photo.

Mit einem Radio-Empfänger durch den Sudan

Ein deutscher Ingenieur, der sich vor einiger Zeit in Alexandrien aufhielt, erhielt dort von einem reichen Plantagenbesitzer aus Berber, namens Abd-Brahim, den Auftrag, für ihn einen Radioempfänger zu bauen, mit dem er in seiner Wohnung guten Empfang erzielen könnte. Der Auftrag war nicht ganz einfach auszuführen, denn der Radioempfang in der Wüste leidet noch stark unter Störungen.

Nach einigen Versuchen beschloß der Ingenieur, ein Gerät mit Schirmgitterröhren zu bauen. Der Apparat war bald fertig; in Alexandrien war der Empfang sehr gut.

Nun mußte der Apparat aber nach Berber befördert werden.

Eine Karawane wurde ausgerüstet, der Empfänger sorgfältig verpackt auf eines der Kamele geladen, und die Reise begann. Jeden Abend wurden Empfangsversuche angestellt. Mitunter war der Empfang sehr gut, teilweise machte sich der Einfluß von Luftstörungen geltend.

Am Ziel der wochenlangen Reise wurde sofort mit der Aufstellung des Gerätes begonnen. Die Antenne wurde gezogen, eine Erdleitung gelegt, und gegen Abend war die Anlage betriebsbereit. Das Gerät arbeitete sehr gut. Daventry wurde ausgezeichnet empfangen, auch Stuttgart, Toulouse und Barcelona waren gut zu hören. Auf kurzen Wellen war PCJ eine der besten Stationen. Als schließlich auf eine türkische Station abgestimmt wurde, die orientalische Musik übertrug, war man restlos entzückt. (J. R. K.)

Achtung! FUNKPOLIZEI

AUS DER TÄTIGKEIT DES REICHSPOSTZENTRALAMTES.

Das Telegraphen-technische Reichsamt, das seit Jahren durch seine Versuche dem Rundfunkhörer bekannt ist, ist im letzten Jahre im Reichspostzentralamt aufgegangen, welches dem Post-Ministerium direkt unterstellt ist und das geschaffen wurde, um das umfangreiche Arbeitsgebiet der Reichspost an einer Stelle zu zentralisieren. In einem großzügigen modernen Bau von 7 Stockwerken ist die gesamte technische Leitung mit einer großen Anzahl von Laboratorien untergebracht, außerdem aber auch die Verwaltung, die Finanzregelung usw. Die Leitung unterstand bisher dem Präsidenten von Kruckow, der jedoch jetzt als Ministerialrat ins Reichspostministerium berufen wurde.

Durch die Zusammenfassung ist eine wesentliche Zeit- und Arbeitersparnis erreicht worden, die weiterhin durch großzügige technische Einrichtungen gefördert wird. Die täglich einlaufenden 1600 Briefe werden mittels Rohrpost in alle Abteilungen geleitet, ein automatisches Fernsprechamt vermittelt nicht weniger als 1100 Anschlüsse im Haus. Die gesamte funktechnische Einrichtung in diesem Gebäude ist aus besonderen Gesichtspunkten heraus gestaltet worden: die verschiedenen Sendeeinrichtungen, die den meisten Strom verbrauchen, sind im Keller in Nähe der Kraftzentrale untergebracht, während die Empfangsanlagen sich in den obersten Stockwerken befinden, wobei noch der Fußboden durch Kupfereinlagen störende metallische Einflüsse abschirmt. In jedem Laboratorium befindet sich eine Schalttafel, die nach telephonischem Anruf in der Kraftzentrale mit dem gewünschten Strom beliefert wird. Zu diesem Zweck befindet sich im Keller eine Hauptschalttafel in der noch nie dagewesenen Länge von 87 Metern, die Anschluß an eine umfangreiche Akkumulatorenstation besitzt und durch Umformer außer Wechselstrom auch Gleichstrom in allen Spannungen zur Verfügung hat. Da stehen Zeichengeber, Taktgeber, Gleichrichter usw., die wegen Hochspannungsgefahr in Drahtkäfigen nebeneinander wie Tiere im zoologischen Garten eingeschlossen sind. Hoch oben im Turme befindet sich die Funkpolizei, die sämtliche erreichbaren Sender überwacht; sie ist ebenfalls mit allen Mitteln ausgestattet, Antennen und Empfänger jeder Art, Wellenmesser und einem neuartigen Funkschreiber, der die schnellen, nicht abhörbaren Telegraphiesender auf Papierstreifen graphisch festhält. Wehe, wenn ein Sender die ihm zugewiesene Welle oder, wie man heute sagt, das Frequenzband überschreitet, dann erhält er eine Mahnung und wird außerdem in der Karthothek notiert, welche alle Sender der Welt enthält.

Demnächst wird das Reichspostzentralamt eine Neuerung herausbringen, die sich probeweise bereits in diesen Tagen bewährt hat, das Senderauto für die aktuelle Berichterstattung im Rundfunk. Der Wagen enthält als Kurzwellenantenne einen Aluminiummast und einen Sender von 10 Watt Leistung, wobei ein 4-Volt-Akkumulator und eine 200-Volt-Anodenbatterie als Energiequelle dient. Augenblicklich werden Versuche mit dem Einbau eines Umformers gemacht zum Anschluß an ein evtl. vorhandenes Netz.

Ein besonderes Gebiet ist das Fernsehen, das von den bekannten Funkfachleuten Prof. Dr. Leithäuser, Dr. Bannitz und Dr. Rößler bearbeitet wird und das den Zweck hat, Vergleiche zwischen den verschiedenen technischen Methoden anzustellen, sowie die Entwicklung von Verstärkern und Hilfseinrichtungen weiterzuentwickeln. Alle diese Arbeiten dienen der Öffentlichkeit, besonders den Erfindern, um das Fernsehen für den Rundfunkbetrieb zu beschleunigen und auszubauen. Das R.P.Z. hat im Laufe

der Zeit auf Grund seiner Erfahrungen ein eigenes System zusammengestellt, das sich stark an das System des erfolgreichen Fernseh-Erfinders von Mihaly anlehnt. Schon seit einem halben Jahre laufen Versuchsendungen über den Witzlebener Sender, die jedoch demnächst zeitlich ausgedehnt werden sollen, da bald genügend Empfänger zur Aufnahme vorhanden sein werden.

Eine große Anzahl weiterer Laboratorien schließt sich hieran, eines, das sich mit den Rundfunkstörungen durch Hochfrequenz-Heilapparate beschäftigt, ein anderes, das die Übertragungstechnik durch Kabel von Veranstaltungen und die Verbindung der Sender für den Austauschrundfunk vervollkommen, und wieder ein anderes, das den Gleichwellenrundfunk studiert.

F. Winkel.

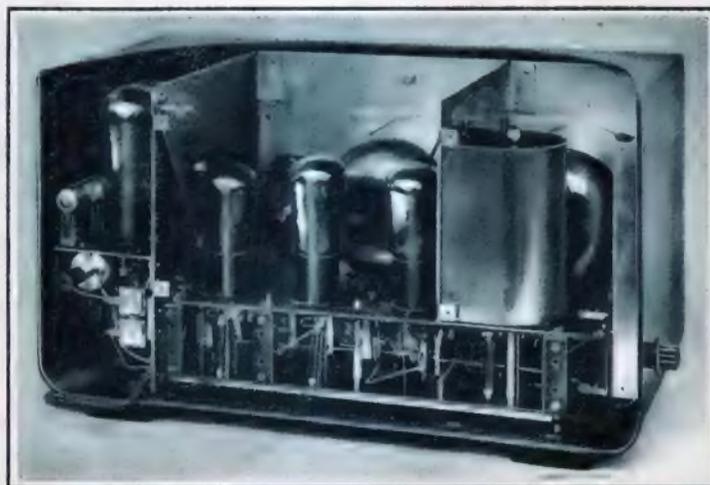
Ohne Wellenbereichumschaltung
EINE NEUERUNG AN DEM SIEMENS-SCHIRM-VIERER.

Die in Rundfunk-Empfängern verwendeten Abstimmkreise bestehen im allgemeinen aus einer Selbstinduktion z. B. einer Zylinderspule bestimmter Windungszahl und einer Kapazität als Drehkondensator. Die Windungszahl der Spule ist so bemessen, daß bei herausgedrehtem Kondensator, also bei kleinster Kapazität, noch die kleinste Rundfunkwelle, z. B. 200 m, empfangen werden kann. Zum Empfang längerer Wellen vergrößert man die Kapazität durch Eindrehen des Kondensators bis zum größten Wert und erreicht so z. B. die Welle 600 m. Dann muß umgeschaltet werden und die Einstellskala zählt wieder von 0 an aufwärts. Es ist bekannt, daß Wellenschalter mit Hochfrequenz-Kontakten selbst bei sauberster Ausführung Dämpfungsverluste in den Abstimmkreisen verursachen und so die Form der Resonanzkurve ungünstig

beeinflussen. Auch aus diesem Grunde wäre ein Abstimmkreis ohne Umschaltung vorteilhaft. Es liegt nun nahe, mit der Kapazität des Drehkondensators über den üblichen Größtenwert (500 cm) hinauszugehen und die Wellenumschaltung dadurch zu vermeiden. Warum ist diese Methode nicht zweckmäßig? Weil sich dann das Verhältnis von Selbstinduktion zu Abstimmkapazität, nennen wir es $\frac{L}{C}$ in unzulässigen Grenzen ändert, wodurch der Verstärkungsgrad des Empfängers leidet. Von diesem Verhältnis ist nämlich der Dämpfungswert eines Abstimmkreises abhängig, der besonders in Schirmgitterröhren-Empfängern im Anodenkreis sehr gering sein soll. Den Beweis finden wir in Abb. 1, die den Verstärkungsgrad eines normalen Rundfunk-Schirmgitterröhren-Empfängers in Abhängigkeit von der empfangenen Wellenlänge angibt (die gestrichelten Kurven). Die Lautstärkenwerte sind auf logarithmischen Maßstab umgerechnet aufgetragen, weil die Eindrucksempfindlichkeit unseres Ohres ebenfalls nach diesem Maßstab arbeitet.

Man sieht, daß die Verstärkung bei den kleinen Wellen zwar noch gut ist, mit steigender Wellenlänge (also mit zunehmender Kapazität) aber auf einen Bruchteil des Ausgangswertes sinkt. Ebenso ungünstig liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Trennschärfe eines derartigen Empfängers. Diese ist zwar, wie Abb. 2 zeigt, bei den längeren Wellen brauchbar (gestrichelte Kurven), bei den kurzen Wellenlängen indessen derartig schlecht geworden, daß solche Empfänger im allgemeinen nicht ohne Sperrkreis oder nur bei sehr scharf angezogener Rückkopplung arbeiten können. Es kommt als erschwerendes Moment hinzu, daß gerade der Wellenbereich zwischen 200 und 350 m eine große Menge z. T. dicht nebeneinander arbeitender Sender umfaßt.

Schaltet man auf den Langwellenbereich um, so erzielt man sofort eine gewisse Besserung,



Ein Blick in das Innere des Siemens-Schirmgittervierers

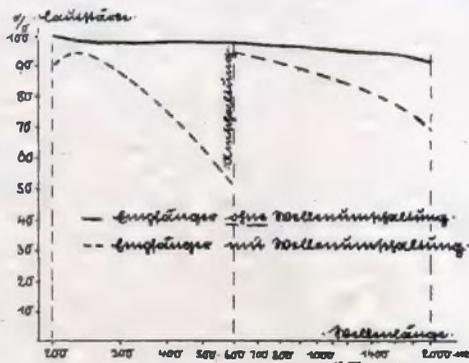


Abb. 1. Die Lautstärkenkurve des Siemens-Gerätes

denn das Verhältnis $\frac{L}{C}$ wird hier, weil ja die Kapazität für diesen Bereich relativ klein ist, nicht mehr so ungünstig wie bisher.

Unsere bisherigen Überlegungen zeigen, daß



Abb. 2. Die Trennschärfekurve beim Siemens-Schirmvierer

man einen Empfänger wesentlich verbessern kann, wenn es gelingt, das Verhältnis von $\frac{L}{C}$ über den ganzen Empfangsbereich 200—2000 Meter konstant zu halten. Man wird also nicht nur die Kapazität, sondern auch die Selbstinduktion stufenlos im gleichen Verhältnis ändern, was sich praktisch durch mechanische Kupplung eines Variometers (als veränderliche Selbstinduktion) mit dem drehbaren Kondensatorplattenpaket sehr einfach ausführen läßt. Natürlich müssen, um das Verhältnis $\frac{L}{C}$ konstant zu halten, sowohl der Kondensator als auch das Variometer eine ganz bestimmte Form, d. h. eine ganz bestimmte Charakteristik besitzen.

Den Erfolg dieser Maßnahme zeigen die in Abb. 1 und 2 stark gezeichneten, zum Vergleich eingetragenen Lautstärken- und Trennschärferkurven eines Vierrohren-Schirmgitter-Empfängers, der nach diesen Prinzipien von der Siemens & Halske A.-G. serienmäßig hergestellt wird. Man sieht, daß der über den ganzen Abstimmbereich praktisch konstante Verstärkungsgrad nicht etwa dem Mittelwert der gestrichelten Kurve entspricht, sondern von deren Höchstwert ausgeht. Ähnlich verhält es sich mit der Trennschärfe. Die gestrichelte Kurve erreicht nur bei geringstem Verstärkungsgrad den Höchstwert, während der Vergleichsempfänger ohne Umschaltung eine bemerkenswerte Verbesserung zeigt. Es sei noch bemerkt, daß die aufgetragenen Meßwerte von Lautstärke und Trennschärfe prozentuale Vergleichswerte darstellen und so ein gutes Bild tatsächlich vorliegender Verhältnisse geben.

Der in den Abstimmkreisen gemäß den obigen Überlegungen praktisch konstant gehaltene Dämpfungswert erlaubt einen außerordentlich weichen Rückkopplungseinsatz, ein weiterer Vorteil, der die Empfindlichkeit des Gerätes bis an die überhaupt mögliche Grenze steigert.

Dipl.-Ing. Fr. Wegmann.

DER SUPERHET VORTEILE. NACHTEILE

Bisher wurde der Superheterodyne als der König der Radio-Empfangsapparate bezeichnet; dieses Attribut hat sich nun auch der Schirmgitterempfänger mit doppelter Hochfrequenzverstärkung verdient, für den man, verglichen mit dem Superhet, nicht zwei, sondern drei auf den jeweils eingestellten Sender abgestimmte Kreise für guten Rahmenempfang braucht.

In den letzten Jahren, in denen der Superhet von der Industrie und von den Bastlern gebaut wurde, konnten Verbesserungen an diesem Apparatyp vorgenommen werden, so daß man heute bei dieser Schaltungsordnung keine umstürzenden Änderungen mehr erwarten darf. Als besondere Vorteile gegenüber den üblichen Empfängern zeichnet sich der Superheterodyne durch eine hohe Empfindlichkeit an kleinen Rahmenantennen aus, auch ist seine Selektivität genügend hoch, um auch in nächster Nähe des Ortssenders entfernte Stationen zu empfangen.

Während jedoch der Superhet früher der einzige Empfänger war, der solche Vorteile aufwies, finden wir diese auch beim Empfänger mit direkter Hochfrequenzverstärkung, außerdem fehlen bei letzterem die prinzipiellen Nachteile des Superhets, die im folgenden angegeben werden sollen.

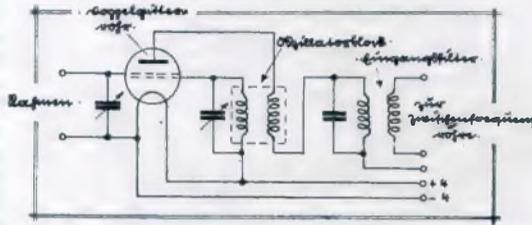
Von den vielen Schaltungen von Superheterodynen bewährt sich am besten die Eingangsschaltung mit einer Doppelgitterröhre. (Siehe Abbildung.) Sie zeichnet sich durch eine hohe Ökonomie und Wirtschaftlichkeit aus, da für den elektrischen Teil vor den Zwischenfrequenzstufen nur eine einzige Röhre (keine getrennte Oszillator- und Modulatorröhre) ver-

wendet wird. Der Empfänger besteht also aus einer Doppelgitterröhre, ein bis zwei Zwischenfrequenzröhren, einem Audion, ein bis zwei Niederfrequenzröhren, also aus sechs Röhren, kann aber auch auf vier Stufen verringert werden, wenn Zwischenfrequenz- und Endröhre in Schirmgitterausführung verwendet werden.

Als störende Begleiterscheinung zeigt sich beim Super ein

Durchschlagen jener Telegraphiesender,

die auf derselben Welle arbeiten wie die Zwischenfrequenzverstärker; der direkte Empfang zwischenfrequenter Wellen über den Zwischenfrequenztransformator ist besonders in den Abendstunden, in denen die meisten Telegraphiesender arbeiten, recht störend. Eine teilweise Abhilfe kann nur geschaffen werden durch völlige Abschirmung der Zwischenfrequenztransformator. Diese Störung könnte eventuell vermieden werden, wenn man die Zwischenfrequenzwelle auf einen geringeren Wert vermindern könnte, so daß man eine Welle aussucht,



Fast jeder Super besitzt heute diese Eingangsschaltung.

die durch minder starke Sender gestört wird; dieser Weg wurde auch in Amerika erfolgreich beschritten, da man dort nur einen Wellenbereich für Rundfunkwellen von 200 bis 600 Metern braucht und daher auch mit der Zwischenfrequenzwelle herabgehen kann, während in Europa immer auf den zweiten Wellenbereich von 1000 bis 1500 Metern Rücksicht genommen werden muß.

Wenn man die Zwischenfrequenzwelle in den Bereich von 1500—2000 Metern verlegt, werden die Langwellen direkt aufgenommen, bei zwei Wellenbändern ist man daher genötigt, die zwischenfrequente Welle höher zu wählen und die dabei auftretenden Nachteile mit in Kauf zu nehmen.

Der größte, prinzipielle Nachteil des Superheterodyne, der sich bisher durch konstruktive Maßnahmen nicht beseitigen ließ, sind neben den Interferenzen der Sender andere

zusätzliche Interferenzen,

die sich aus dem Überlagerungsprinzip ergeben. Wer mit einem Superhet arbeitet, wird festgestellt haben, daß jedem Sender zwei Einstellungen der Heterodyneabstimmung entsprechen. Wenn wir z. B. auf Skalenstellung 40 einen Sender empfangen, so hört man beim Superhet bei unveränderter Primär-(Rahmen-)Abstimmung auch auf ungefähr 50 Grad die gleiche Station meist etwas schwächer.

Wenn man den Heterodynekondensator auf etwa 40 Grade eingestellt läßt und die primäre Abstimmung, den Rahmenkondensator, auf eine niedere Einstellung bringt, so kommt es oft vor, daß man bei gleicher Heterodyneinstellung die obere Einstellung eines auf niederer Welle arbeitenden Senders hört; zwischen diesen beiden Einstellungen, die beim Superheterodyne trotz der sehr weit voneinander liegenden Senderwellen gleich sind, können Interferenzen auftreten, die sehr stören und die Ursache sind von Pfeiftönen, auch bei solchen Sendern, die sonst mit gewöhnlichen Apparaten frei von Interferenzen empfangen werden.

Diese Pfeiftörungen treten besonders stark auf, wenn der Primärkreis minder selektiv ist; falls eine große Außenantenne mit einem Superheterodyne verwendet wird, so ist dafür Sorge zu tragen, daß die Antennenkopplung sehr lose ist, die Antenne kann schwach induktiv

1) Vergleiche die Baubeschreibung zum „Modernsten Ultra“, Heft 18 und 19, Jahrgang 1923. (Die Schrifteleitung.)

oder kapazitiv über einen Fixkondensator von wenigen Zentimetern Kapazität angekoppelt werden.

Ein weiterer empfindlicher Nachteil des Superhets ist sein

starkes Röhrenrauschen

(bedingt durch die hohe Zahl von Röhren), das die Güte der Wiedergabe merklich beeinträchtigt. Kacs.

EIN UNIVERSAL-INSTRUMENT

NEUES NETZANSCHLUSS-RÖHREN-VOLTMETER FÜR DIE PRAXIS.

Trotz anerkannter Vorzüge hat bisher das Röhrenvoltmeter bei technischen Messungen keine große Verbreitung gefunden. Der Nachteil der Laboratoriumsarrangierungen bestand darin, daß allzuvielen Spannungswerte auf konstante Beträge einzustellen waren. - Durch eine neue Ausführungsform, die von der Nadir-Abteilung der Deuta-Werke nach Entwürfen des Verfassers hergestellt wird, ist ein technischer Apparat geschaffen worden, der ohne weitere Vorbereitungen an das Lichtnetz angeschlossen werden kann und durch einen einzigen Regulierringriff seine Eichskala mit Sicherheit reproduziert. Eine Ansicht des handlichen Instrumentes, bei dem Gleichrichterteil und Röhre im Kasten untergebracht sind, zeigt Abb. 1. Den Bedürfnissen des Schwachstromtechnikers Rechnung tragend, erscheint das Gerät außer einer Ausführung für ein bis zwölf Volt auch in einer Form für 0,2—3,5 Volt Meßbereich.

Anwendungsmöglichkeiten.

Durch besondere Dimensionierung ist dafür gesorgt, daß die Geräte von etwa 50 Hertz aufwärts frequenzunabhängige Angaben machen. Da außerdem die Kapazität zwischen den Klemmen des Instrumentes nur 5 cm beträgt, kann das Instrument auch bei sehr hohen Frequenzen zu Strommessungen benutzt werden. Das Anwendungsfeld ist daher ein ungewöhnlich großes. Es läßt sich folgendermaßen einteilen:

a) Niederfrequenzmessungen.

Bei Tonfrequenz können direkte Spannungsmessungen ausgeführt werden und andererseits, da rein Ohmsche Widerstände in Form der Widerstandskästen vorhanden sind, auch Strommessungen durch den Spannungsabfall an diesen Widerstandsnormalen vorgenommen werden. Für die Funktechnik kommt in diesem Zusammenhange hauptsächlich die Untersuchung von Tonabnehmern, Telephonen, Lautsprechern und Mikrofonen in Frage. Bei Tonabnehmern kann direkt die Spannungskurve abhängig von der Frequenz unter Verwendung von Heuplatten aufgenommen werden. Lautsprecheruntersuchungen werden möglich, indem man die elektrische an den Lautsprecher abgegebene Leistung durch Strom- und Spannungsmessung bestimmt und zwar bei verschiedenen Frequenzen, und sie dann mit der abgestrahlten Schalleistung des Lautsprechers vergleicht. Zur Ermittlung der Reizschwelle von Telephonhörern wird unter Umständen die Vorschaltung eines geeichten Niederfrequenzverstärkers mit bekanntem Verstärkungsgrad vor das Instrument erforderlich sein, da die Spannungsempfindlichkeit eines guten Hörers etwa 0,03 Volt beträgt. Die Herstellung solcher Verstärker ist besonders einfach in Form der sog. Gleichstromverstärkung möglich.

Sehr gut sind Untersuchungen von Transformatoren und Drosselpulen ausführbar, desgleichen können Niederfrequenzverstärker gemessen werden. Der Meßbereich ist gerade hierzu besonders geeignet und gestattet eine schnelle Aufnahme der Frequenzabhängigkeit des Verstärkungsgrades, wenn ein kleiner Tonsummer von etwa 0,3 Volt Spannung und veränderlicher Frequenz zur Verfügung steht. (Röhrensummer mit Empfängerröhre.) Gleichrichterarrangierungen können, da bei 50 Perioden

Schallplatten für den Techniker.

Elektrola EJ 299. Waldweber. Orchester der Staatsoper, Blech dirigiert. Man merkt bei dieser Platte, was ein richtig justierter Tonarm ausmacht. Wirklich gut kommt sie überhaupt nur mit einem Tonarm mit Parallelführung der Dose. Der Anfang ist sehr zart und ertrinkt daher leicht im Nadelgeräusch. Die feine Elektrola-Nadel gibt ihn besser wieder als die Herold Piano. Ferner führen die ersten Takte nur zarte Bässe, ein Schallschirmlautsprecher ist unbedingt notwendig; andererseits eine sehr gute Gelegenheit, überhaupt auf Bässe zu prüfen. Mit Magnavox-Schallschirm ist die Platte gut, mit Kabinettlautsprecher scheint der Anfang nur aus Nadelgeräusch zu bestehen, da die Bässe unterdrückt werden.

Elektrola EH 299. Ouverture „Der fliegende Holländer“, aufgenommen im Beethoven-Saal, Berlin. Zeigt ungewöhnlich große dynamische Unterschiede. Die Platte ist gut geeignet, um in einem Saal den günstigsten Aufstellungsort für den oder die Lautsprecher zu suchen, da sie ungemein zarte Soli enthält, die natürlich überall zu hören sein müssen. Daneben aber fegt jeweils nach einigen Takten eine ganze Phalanx von Streichern los, über die sich tollend und wirbelnd noch Bläser hinaufschrauben. Eigentlich müßte man zu der Platte einen sehr reichlich dimensionierten Sechswatter haben. Prüfung auf Güte des Verstärkers: In fast allen Tutti kommen die Streicher nicht einfach als tobende Klangmasse, vielmehr hört man deutlich die „Zusammengesetztheit“ des Streicherkörpers. In zu knapp dimensionierten Trafokernen geht sie verloren.

Elektrola EG 1271. Fandango de Almeria, spanisches Orchester, Kastagnetten, Handtrommel. Musikalisch eine wundervolle Platte, könnte allenfalls dazu benutzt werden, zu zeigen, daß es eine wirklich „rhythmische“ Verzerrung nicht gibt. Technisch interessieren nur die Kastagnetten. Im Selbstbaukonus ohne Filterring kommen sie klapprig, das Blaupunktchassis bringt gut den Holzklang, im Kabinettlautsprecher kommen die Kastagnetten dermaßen peitschend, daß man es kaum anhören kann, der Schallschirm hebt dagegen die Baunterlage so, daß das Peitschen nahezu verschwindet. Ein schöner Kontrabaß (Streicher) sitzt auch noch drin.

C. Hertreck

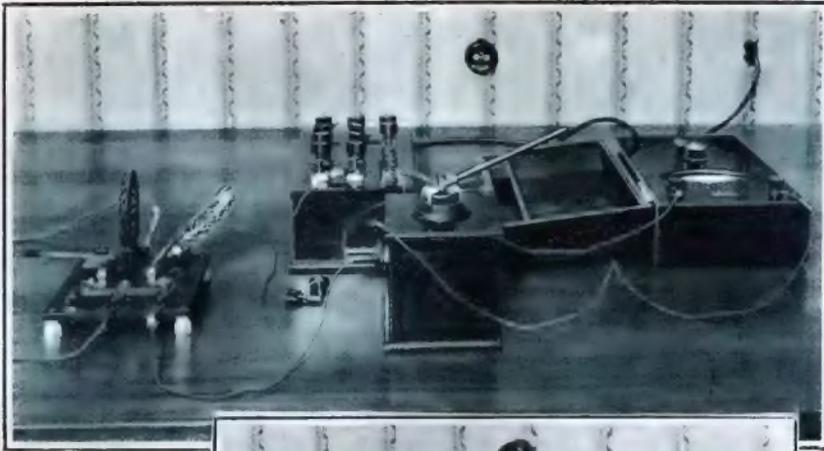


Abb. 2. Bereit zur Messung.



Abb. 1. Das Netzanschluß-Röhrenvoltmeter von Nadir, gebaut nach den Angaben des Verfassers.

die Eichskala noch gilt, auf ihren Beruhigungsgrad untersucht werden, indem in die Energieleitungen ein Transformator oder eine Blockwiderstandskombination zur Abtrennung der Gleichstromkomponente geschaltet wird.

b) Hochfrequenzmessungen.

Die Empfindlichkeit des Instrumentes ermöglicht Untersuchungen kleinster Hochfrequenzspannungen. Hierzu gehören Aufnahme der Abstimmkurven von Antennen und von Schwingungskreisen. Abbildung 2 zeigt eine solche Anordnung betriebsbereit. So ist z. B. im Felde des Ortssenders die Spannungskurve einer mittleren Rahmenantenne direkt meßbar. Dementsprechend können Hochfrequenzverstärkungen gemessen werden. Steht ein Hochfrequenzmeßsender kleiner Leistung zur Verfügung, so lassen sich Verlustmessungen an Spulen und Kondensatoren und Hochfrequenztransformatoren anstellen, welche die Eignung dieser Einzelteile für den Empfängerbau ergeben. Werden rückgekoppelte Empfänger mit einem Röhrenvoltmeter kombiniert, welches parallel zu ihrem Schwingungskreis liegt, so kann quantitativ die Rückkopplungsverstärkung und der Schwingungseinsatz gemessen werden.

Sehr interessante Untersuchungen lassen sich ausführen, wenn der Meßbereich des Instrumentes durch Vorschaltung eines geeichten Hochfrequenzverstärkers (Widerstandsverstärker!) erweitert wird. Praktisch ist es möglich, Meßverstärker vorzuschalten, die infolge zehntausendfacher Verstärkung die Messung von fast Millionstel Volt mit der kleinen Nadir-Type ermöglichen. Mit solchen Apparaten ausgerüstet, können Empfangsfeldstärken schwächster Fernstationen, Rahmenrichtwirkungen und ihre zeitlichen Schwankungen, sowie Spannungsabfälle an kürzesten Hochfrequenzleitungen gemessen werden. Amerikanische Kurzwellenstationen sind nach Transponierung auf den mittleren Rundfunkbereich leicht zu messen. Bei der enormen Empfindlichkeit dieser Anordnungen kann z. B. auch der Schrotteffekt von Röhren quantitativ untersucht werden.

Bedenkt man, daß diese angedeuteten, früher als kompliziert angesehenen Messungen dank der Verbesserung des Röhrenvoltmeters recht einfach geworden sind, so wird klar, welche große Bedeutung die einfachen Röhrenvoltmeter nicht nur in den Laboratorien, sondern auch in der Technik haben. M. v. Ardenne.

Funkverbindung mit Oasen. Der Ministerrat von Ägypten hat einen Vorschlag angenommen, um Kairo durch eine Anzahl fester und transportabler Stationen mit den wichtigsten Oasen der Lybischen Wüste zu verbinden. Tagsüber werden diese Sender auf Wellenlängen von 100–200 m, abends auf kurzen Wellen senden. Der Sender in Kairo ist bereits fertig. Mit dem Bau der Stationen in den Oasen ist man eifrig beschäftigt. (irk)

RHYTHMISCHE VERZERRUNG

Ein ganz neuer Begriff, erst vor kurzem eingeführt, ganz schön, nur falsch. Was ist Rhythmus? Etwas, das sich höchstens viermal pro Sekunde wiederholt, entweder ein bestimmter Ton oder ein bestimmter Einsatz von Tönen. Dabei kommt jeder Verstärker und jeder Lautsprecher mit. Aber was mit der rhythmischen Verzerrung gemeint wird, das ist

das Fehlen des Glanzes der Musik.

Besonders augenfällig ist der Glanz bei Blechinstrumenten, also Militärmusik und moderne Tanzmusik, sofern sie Blech verwendet. Gerade durch die Beziehung zu Militärmusik konnte der Rhythmus so hereinspielen, wegen seiner moralischen Wirkung; tatsächlich würde ein Marsch, von Streichern gespielt, nicht die halbe anfeuernde Wirkung auf eine müde Truppe haben wie Blech. Streicher und Holzbläser klingen immer rund, während Blech aufreizende Tonspitzen besitzt, die lediglich durch ihr Vorhandensein mitreißen. Gemeinhin ist man aber gewöhnt, nur dem Rhythmus eine mitreißende Wirkung zuzuschreiben, also spricht man von rhythmischer Verzerrung, wenn sie nur die Klangspitzen beeinflusst.

Tonspitzen: Also wird man dem Ansehen nach kalkulieren können, daß Obertöne, und zwar sehr hohe, in Frage kommen. Stimmt, naturnotwendig ist da ein Verstärker, der mit seiner Wiedergabemöglichkeit sehr hoch geht. Sagte ich mir auch, und baute gleichzeitig einen Widerstandsverstärker und einen Gegentakter. Nun gibt es noch keine absolut einwandfreie Methode zur Aufnahme von Verstärkerkurven. Also baute ich meine eigene Methode.

Zwei Röhrensensoren, ziemlich stark, je 5 Watt. Einer ist auf eine genau bekannte Welle eingestellt. Der zweite wird verstimmt. Aus der Verstimmung läßt sich sehr genau die Periodenzahl des Überlagerungstones errechnen, da auch das beste absolute Gehör oberhalb von 3000 Perioden versagt. Das Ganze wird von einem Detektor aufgenommen. Der Detektor bespricht den Verstärker. Am Ausgang steht

starke Kopfhörerstärke zur Verfügung, die mit Röhrenvoltmeter und Thermoammeter gemessen wird. Die Messung ist zuverlässig bis zu 50 Perioden herab, tiefer hat noch niemand gemessen. Hinauf geht das Voltmeter unbeschränkt, und so weit meine Sender noch gleiche Energien ausstrahlen, kann ich mich auch auf die Messung verlassen.

Bei dieser Messung schnitt der Widerstandsverstärker ganz erheblich besser ab als der Gegentakter. Der Gegentakter reichte bis etwa 9000 Perioden, der Widerstandsapparat bis über 30000. Herunter kamen sie nicht so ganz gleich, der Widerstandsapparat fiel rascher und tiefer ab, sowie Bässe unter 200 kamen. Demnach müßte man annehmen, daß der Widerstandsverstärker vollen Glanz gab und der Gegentakter Tonsauce. Tatsächlich ist's umgekehrt.

Was ich gemessen habe, und was lediglich meßbar ist, das ist die lineare Verzerrung, die Unterdrückung bestimmter Tonlagen. Wenn man eine Kurve sieht, so ist das immer nur eine solche Kurve linearer Verzerrung, die, wenn sie nicht „aufgefärbt“ ist, nur für ganz geringe Lautstärken und jeweils einem einzigen konstanten Ton gilt.

Nicht meßbar ist

die nichtlineare Verzerrung,

die Überlastungsverzerrung. Sie greift Platz, sowie stärkere Belastungen in Frage kommen. Es ist sehr zu beachten: Meine Messung wurde mit starker Kopfhörerstärke am Ausgang von 6 Watt ausgeführt. Für stärkere Spannungen, die volle Lautsprecherstärke, also volle Verstärkerbelastung einbegreifen, reichen meine Instrumente nicht aus, mindestens kann ich mich nicht mehr auf sie verlassen. Und wenn man die Belastbarkeit der einzelnen Teile in Betracht zieht, muß der Widerstandsverstärker schlechter abschneiden als der Gegentakter. Die Kopplung zwischen einzelnen Röhren geht doch so vor sich, daß an der Anode der Vorröhre eine möglichst hohe Spannung zu erreichen ge-

sucht wird, die man auf das Gitter der nächsten Röhre überträgt. Es dreht sich dabei ausschließlich um Wechselspannungen, die einem leichten Gleichstrom aufgedrückt sind. Die gewünschten Wechselspannungen an der Vorröhrenanode werden ausschließlich mit Widerständen erzeugt. Handelt es sich um induktive Widerstände, also Trafowindungen oder Drosseln, so ist kaum eine Verzeichnung der Wechselspannungen zu befürchten. Handelt es sich aber um reine Ohmsche Widerstände, wie bei Widerstandsverstärkern, so kann man nur so lange ohne Verzeichnung bleiben, als die Wechselspannungen und vor allem die abzuleitenden Wechselstromanteile sehr klein, wenige Prozent, gegenüber den Gleichspannungen und Gleichströmen sind, die dauernd fließen. Ein uralter Witz, den schon Scott-Taggart in seinem ersten Buche über Vakuumröhren berücksichtigte. An der Anode der Vorröhre und dem Gitter der Endröhre spielen sich ziemlich die gleichen Vorgänge ab. Mit dem Abklingen eines Spannungstoßes muß der zugehörige Stromanteil ohne Verzögerung abgeleitet werden können. Das ist in Drosseln und Trafos durchaus möglich, bei Ohmschen Widerständen nicht mehr, wenn (nach meiner Ansicht!) die auftretenden Spannungen und Ströme größer als 5 Prozent der Gleichspannungen und Ströme sind.

Und um eine 6-Wattstufe auszusteuern, braucht man sehr erhebliche Steuerspannungen, die man mit unseren Röhren niemals Widerständen zumuten darf.

Es wäre sehr interessant, wenn jemand, der bessere Instrumente besitzt als ich, die Verstärkungskurven bei Vollast aufnehmen würde, wie sich da die lineare Verzerrung benimmt.

Wir sahen: Auf die lineare Verzerrungsfreiheit kann man nur absolut rechnen, wenn kleine Belastungen in Frage kommen. Was die nichtlineare betrifft, so ist sie eben wegen der Trägheit des Stromabflusses über Widerstände bei Widerstandsverstärkern besonders groß. Die einzelnen Töne werden deformiert, sie erhalten Obertonspitzen, die ursprünglich nicht da sind. Zwei Töne, die in der Periode nicht sehr voneinander verschieden sind, werden eben wegen des trägen Stromabflusses in einen einzigen neuen Ton zusammengezogen. Dieser neue Ton, ein Universalton, der sich aus einem Dutzend von Einzeltönen und deren Obertönen zusammensetzt, klingt erstens disharmonisch und zweitens stumpf und seifig. Es sind eben keine klaren, durch das Ohr registrierbaren Einzeltöne mehr.

Es muß gut überlegt werden: Mißt man hintereinander die Verstärkungen eines bestimmten Verstärkers mit einfachen Tönen, so kann man Töne bis zu 30 000 Perioden nachweisen. Läßt man aber nur zwei Töne gleichzeitig durch, so versagt zwar die Messung, aber das Ohr sagt, daß zuverlässig keine Obertöne über 5000 mehr da sind, weil die Grundtöne zusammenlaufen. Je höher man dabei mit der Lautstärke geht, desto mehr fließen die Töne zusammen.

Beim der Nase nach gebauten Widerstandsverstärker hat man noch einen Ausgangsrafo, der durch Gleichstrom stark vorbelastet ist. Er neigt auch zu nichtlinearer Überlastungsverzerrung. Man kann nun ganz gut auch einen Widerstandsverstärker in Gegentakt schalten und dadurch die Eisenbelastung des Trafo umgehen, gleichzeitig wird auch Röhrenüberlastung weitgehend ausgeglichen. Aber immer noch bleibt die Verzeichnung durch die Widerstände der Vorstufen.

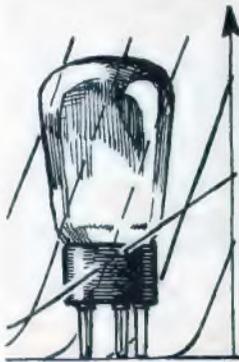
Ein Trafo-Gegentakter kann also nach Augenschein der linearen Kurve schon bei 9000 abschneiden, und doch kann er besser sein als der Widerstandsverstärker, weil er nur ganz minimale nichtlineare Verzerrung zeigt. Widerstandsverstärker wird man bei großen Belastungen ganz ablehnen, sie arbeiten schon dem Prinzip nach unsauber. Trafogegentakter arbeiten dem Prinzip nach ideal, ihre nichtlinearen Verzerrungen bestimmen sich nur nach denen der Röhren und des etwa zu knappen Eisens. Das Eisen muß sehr niedrigen Hysteresisfaktor haben und sehr reichlich bemessen sein. Man kauft Trafos nach Gewicht. Lieber nur 10 000 Perioden Bereich ohne nichtlineare Verzeichnung

als 30 000 und Verzeichnung schon von 4000 ab.

Zum Schluß noch eine Zusammenstellung, wo bei Schallplattenmusik nichtlineare Verzerrungen auftreten können:

Mikrophon — Vorverstärker — Endverstärker — Schneidzeug — Wachsplatte — Pressung

— Abtastnadel — Abtastdose — Eingangstrafo — Lautstärkeregel — Erste Röhre, Kopplungstrafo — Endröhre — Ausgangsrafo — Lautsprecher. Wenn einer dieser Faktoren nicht hasenrein ist, wird das ganze System entsprechend weniger brauchbar. C. Hertweck.



Orbit 5 = Annullinien

Die Arbeitskennlinien der Röhren sind mit ausschlaggebend für das Verhalten der Empfangsapparate.

Was zeigen die Preislistenkennlinien?

Wagrecht ist die Gitterspannung abgetragen und senkrecht dazu der Anodenstrom. Der Anodenstrom, den wir da sehen, gehört jeweils zu einer ganz bestimmten Anodenspannung. An der Kennlinie steht z. B. „100 Volt“ oder „200 Volt“. Diese 100 bzw. 200 Volt bedeuten die Spannung zwischen Heizfaden und Anode. Die Preislistenkennlinien zeigen also den Anodenstrom abhängig von der Spannung des Gitters gegen den Heizfaden für eine jeweils konstante Spannung zwischen Anode und Heizfaden.

Wohlgemerkt für „konstante Spannung zwischen Anode und Heizfaden“! Ich habe das absichtlich so ausgedrückt und nicht schlechtweg von Anodenspannung geschrieben! Der Ausdruck „Anodenspannung“ wird nämlich manchmal in der Bedeutung als „Spannung der Anodenstromquelle“ gebraucht.

Die Spannung der Anodenstromquelle aber ist durchaus nicht immer dasselbe wie die

Dies „irgendwas“ ist für die Endröhre der Lautsprecher, für die Widerstandsverstärker röhre der Hochohmwiderstand, für die erste Niederfrequenzröhre eines zweistufigen Transformatorverstärkers der Transformator mit seiner Primärwicklung.

Dies „irgendwas“ heißt allgemein — also ganz unabhängig vom jeweiligen Aussehen — einfach „Belastung“.

Vorerst denken wir uns die Belastung einfach als einen reinen Gleichstromwiderstand. Dieser Widerstand wird dem Wechselstrom — gleichgültig wie hoch dessen Frequenz — genau dasselbe Hindernis bieten, wie dem Gleichstrom.

Wenn der Widerstand sich dem Wechselstrom gegenüber aber ebenso verhält wie dem Gleichstrom gegenüber, dann können wir uns auf den Gleichstrom beschränken. Gleichstrom kann man sich besser vorstellen und sieht dadurch bei ihm, bequemer ein, worauf es ankommt.

Also nun zur Schaltung!

Zunächst soll die Gitterspannung so stark negativ sein, daß sie die Wirkung der Anodenspannung glatweg aufhebt. In diesem Falle fließt kein Anodenstrom. Und dann ist es voll-

kommen gleichgültig, ob eine Belastung eingeschaltet wird oder nicht. Wenn nämlich irgendwo an sich kein Strom fließt, dann ist die Größe des Widerstandes ganz egal.

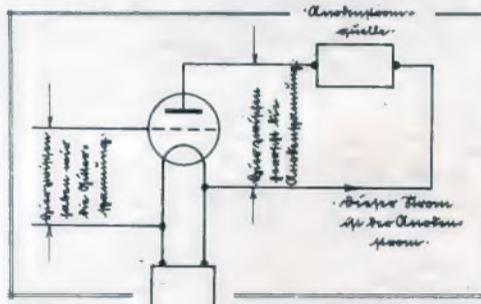


Abb. 1. Die Röhre leistet keine Arbeit.

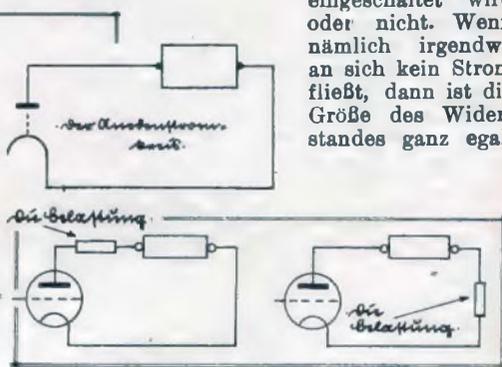


Abb. 2. Der „belastete“ Anodenkreis. Die beiden Schaltungen sind prinzipiell ganz gleich.

Spannung zwischen Anode und Heizfaden.

Diese beiden Spannungen sind nur dann miteinander identisch, wenn im Anodenkreis gar nichts anderes liegt als Röhre und Anodenstromquelle (Abb. 1).

Wir sehen uns so eine Preislistenkennlinie nun nochmal an. Die Kurve zeigt, daß der Anodenstrom umso kleiner wird, je stärker negativ man die Spannung des Gitters gegen den Heizfaden macht. Die negative Gitterspannung wirkt, wie man leicht erkennt, der Anodenspannung entgegen. Wird die Gitterspannung sehr stark negativ gemacht, so verschwindet der Anodenstrom schließlich vollkommen.

Gleichstromwiderstand im Anodenkreis.

In einer Schaltung nach Abb. 1 kann die Röhre nicht „arbeiten“. Es fehlt hier jede Gelegenheit dazu. Der Anodenkreis enthält nur die Röhre und die Anodenstromquelle.

Da muß unbedingt noch irgend etwas eingeschaltet werden, das sich in Betrieb setzen läßt, in das elektrische Leistung hineingeschickt wird (Abb. 2).

Vielleicht glauben Sie das nicht? Für diesen Fall möchte ich Ihnen folgendes zum Überlegen geben: Es hängt da eine 60-Watt-Lampe. Sie ist gerade ausgeschaltet. Es geht also im Augenblick kein Strom durch die Lampe und die Lampe glüht deshalb nicht. Wir lassen den Schalter in seiner Stellung und wechseln die Lampe gegen eine 100-Watt-Birne aus. Hat der Austausch der Lampe — so lange wir nicht einschalten — irgendwelche elektrische Folgen? Nicht wahr, jetzt sind wir wieder einig!

Nun wieder zur Gitterspannung. Die machen wir nicht mehr so stark negativ wie zuvor. Folge? Wir bekommen einen Anodenstrom. Dieser Anodenstrom fließt in dem Stromkreis, der aus Röhre, Anodenstromquelle und Belastung besteht.

Wir nehmen die Belastung vor. Der Anodenstrom geht da hindurch. Hierzu wird ein Teil der Anodenspannung verbraucht. Diese

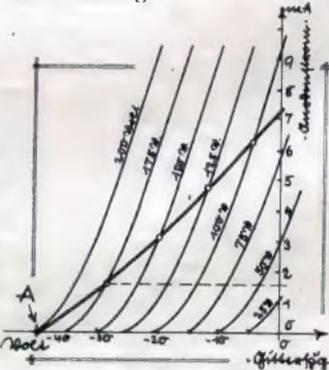
Teilspannung ergibt sich, wie wir ja wissen¹⁾ als Produkt aus Strom und Widerstand.

Die Anodenbatterie liefert die Gesamtspannung in unserem Anodenstromkreis. Zwischen Anode und Heizfaden wirkt davon aber nur der Teil, der von der Belastung nicht verbraucht wird. Die Anodenspannung hat sich infolge des Belastungswiderstandes verringert.

Am leichtesten gewinnen wir wohl Klarheit über diese Zusammenhänge, wenn wir uns gleich mal einen greifbaren Fall vornehmen. In Abb. 3 habe ich zu diesem Zweck für ein und dieselbe Röhre eine ganze Menge von Kennlinien gekennzeichnet. Jede Kennlinie gehört zu einer andern Anodenspannung.

Wir wählen als Spannung unserer Anodenstromquelle 200 Volt. Ist die Gitterspannung stärker negativ, als es dem Fußpunkt A der 200-Volt-Kennlinie entspricht, so kommt kein Anodenstrom zustande. Gehen wir aber mit der Gitterspannung zurück, so ergibt sich ein Anodenstrom. Dieser verursacht — wie wir jetzt ja bereits wissen — einen Spannungsverbrauch in der Belastung.

Abb. 3. Eine Schär normaler Kennlinien der RE 154 und dazu die Arbeitskennlinie für einen Belastungswiderstand von 16000 Ohm und eine Spannung der Anodenstromquelle von 200 Volt.



Dieser Spannungsverbrauch richtet sich vollkommen nach der Größe des Anodenstromes und der Größe des Belastungswiderstandes.

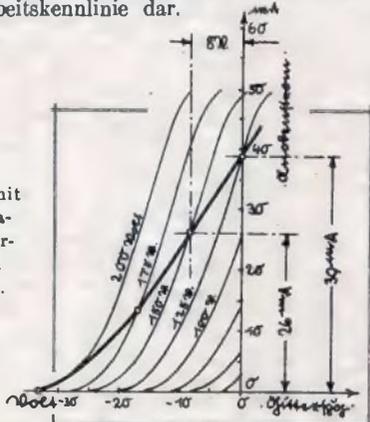
Wir nehmen den Belastungswiderstand beispielsweise zu 16000 Ohm an. Der Strom, der sich einstellt, möge 1,55 Milliampere sein. Dann ergibt sich ein Spannungsabfall von $1,55 \cdot 16000 = 25$ Volt. Wir arbeiten also jetzt auf der Kennlinie für 175 Volt ($200 - 25 = 175$ Volt) und zwar an dem Punkt, der einem Strom von 1,55 Milliampere entspricht.

So — damit haben wir den zweiten Punkt unserer Arbeitskennlinie. (Der erste Punkt war ja A, Abb. 3.)

Zu der 150-Volt-Kennlinie gehört ein Spannungsverbrauch in der Belastung von 50 Volt. Es fließen demnach bei 16000 Ohm Belastungswiderstand $50:16 = 3,1$ Milliampere. Für die Arbeitskennlinie gilt von der 150-Volt-Kennlinie der Punkt, der den 3,1 Milliampere entspricht.

In ganz der gleichen Weise erhalten wir die Punkte auf den weiteren Kennlinien. Verbinden wir nun alle so gefundenen Punkte miteinander, dann stellt die Verbindungslinie unsere gesuchte Arbeitskennlinie dar.

Abb. 4. Die 4K 30 mit einem Belastungswiderstand von 1900 Ohm.



Nun zur Praxis. Eine solche Arbeitskennlinie, wie sie in Abb. 3 zu sehen ist, gilt in dieser Form nur für Widerstandsverstärker.

¹⁾ Vgl. „Spannung und Strom“, 4. Sept.-Heft 1923, „Von Widerständen und deren Schaltungen“, 4. Nov.-Heft 1923.

Beim Widerstandsverstärker ist nämlich die Voraussetzung erfüllt, die wir im Anfang dieses Abschnittes gemacht hatten. Die Voraussetzung bezog sich darauf, daß die Belastung dem Gleich- und dem Wechselstrom genau denselben Widerstand entgegenzusetzen sollte.

In der Endstufe ist die Sache aber anders. Da haben wir für den Wechselstrom einen wesentlich höheren Widerstand als für den Gleichstrom. Wir kommen deshalb am besten darauf, wie die Arbeitskennlinie der Endröhre entsteht dadurch, daß wir uns jetzt einen reinen Wechselstromwiderstand (auch Wirkwiderstand²⁾ genannt) für Wechselstrom als Anodenbelastung vorstellen.

Wechselstromwiderstand als Anodenbelastung.

Wie ein solcher Widerstand aussieht? Ein Widerstand, der nur für Wechselstrom, nicht aber für Gleichstrom existiert, läßt sich ideal nicht bauen. Aber es gibt doch Stromzweige, in denen der Gleichstromwiderstand gegenüber dem Wechselstromwiderstand keine nennenswerte Rolle spielt. Ein Sperrkreis z. B. hat praktisch nur für einen Wechselstrom der Frequenz, auf die er abgestimmt ist, einen Widerstand. Und ein elektromagnetischer oder elektrodynamischer Lautsprecher hat für den Wechselstrom einen Widerstand, der ein Vielfaches vom Gleichstromwiderstand beträgt.

Also — kurz und gut — unser Belastungswiderstand von Abb. 2 soll den Gleichstrom ungehindert durchlassen, dem Wechselstrom aber — sagen wir mit Rücksicht auf unsere Abb. 4 — 1900 Ohm Widerstand entgegenzusetzen.

Im vorigen Abschnitt haben wir zwischen Gleich- und Wechselstrom keinen Unterschied gemacht. Deshalb war es uns auch ganz egal, wie sich die Gitterspannung aus Gittergleichspannung (man sagt „Gittervorspannung“) und Gitterwechselspannung zusammensetzt.

Wenn wir jetzt nur für Wechselstrom einen Widerstand haben, kommt es aber sicher sehr darauf an, um welchen Punkt unsere Gitterspannung schwankt — wie groß also unsere Gittervorspannung ist.

Wir nehmen an, die Gittervorspannung sei für Abb. 4 8 Volt. Die Gitterwechselspannung schwankt dann um 8 Volt herum.

Wir nehmen weiter an, die Spannung zwischen Anode und Heizfaden betrage 150 Volt. Zu den 8 Volt Gittervorspannung und den 150 Volt Anodenspannung gehören bei unserer Röhre ungefähr 26 Milliampere Anodenstrom (Abb. 4). Jedesmal, wenn der Anodenwechselstrom gerade durch Null hindurchgeht, fließen demnach 26 Milliampere. Ist der Wert des Wechselstromes in irgendeinem Augenblick gerade negativ, d. h. hier: unserem Anodengleichstrom entgegengesetzt gerichtet, so fließen insgesamt weniger als 26 Milliampere. Weist der Wechselstrom gerade einen positiven Wert auf, dann gibt das in diesem Augenblick einen Gesamt-Anodenstrom von mehr als 26 Milliampere. In Abb. 5 ist dies dargestellt.

Wenn der Anodenstrom gerade höher ist, als 26 Milliampere, so sinkt — infolge des schon erwähnten Wechselstrom-Belastungswiderstandes — die Anodenspannung. Sie wird dann kleiner als 150 Volt.

Als nächst niedrigere Anodenspannung finden wir in Abb. 4 125 Volt. Zwischen 150 und 125 Volt sind 25 Volt Spannungsunterschied. Werden diese 25 Volt in unserem Belastungswiderstand von 1900 Ohm verbraucht, so gibt das an zugehörigem Anodenstrom, entsprechend dem Zusammenhang:

$$\text{Strom} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

$$25:1900 = 0,013 \text{ Ampere}$$

oder 13 Milliampere.

Zu der 125-Volt-Kennlinie gehören also 13 Milliampere mehr als zur 150-Volt-Kennlinie. Insgesamt gibt das für die 125-Volt-Kennlinie $13 + 26 = 39$ Milliampere.

²⁾ Wirkwiderstand heißt: Spannung und Strom sind nicht gegeneinander phasenverschoben (vgl. 4. Sept.-Heft 1923).

Der Punkt der 125-Volt-Kennlinie, der zu 39 Milliampere gehört, ist demzufolge ein weiterer Punkt unserer Arbeitskennlinie.

Den einen dritten Punkt zu finden, nehmen wir die 175-Volt-Kennlinie vor. 175 Volt sind 25 Volt mehr als 150 Volt. Dem entspricht für den Anodenstrom 13 Milliampere weni-

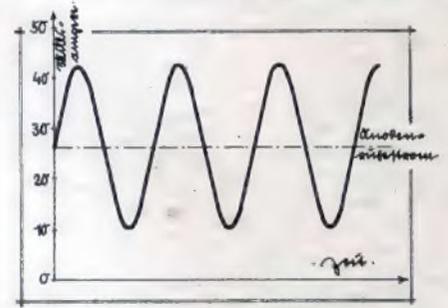


Abb. 5. Wie der Anodenwechselstrom sich dem Anodenruhestrom von 26 Milliampere überlagert.

ger als 26 Milliampere. Der tatsächliche Anodenstrom, der zur 175-Volt-Kennlinie für unser Betriebsfall gehört, beträgt somit $26 + 13 = 39$ Milliampere. Damit hätten wir einen dritten Punkt der gesuchten Arbeitskennlinie.

Wir fassen nun das prinzipiell Wichtige zusammen:

Die Schräglage der Wechselstrom-Arbeitskennlinie wird — außer durch die Röhrendaten — nur durch den Wechselstromwiderstand des Anodenkreises bestimmt.

Die Lage gegenüber der Gitterspannung ist durch die gewählte Anoden- und Gitterspannung gegeben.

Ein gemischter Widerstand als Anodenbelastung.

Zu dem Wechselstrom-Wirkwiderstand nehmen wir jetzt wieder einen Gleichstromwiderstand hinzu. Der Gleichstromwiderstand soll 500 Ohm, der Wechselstromwiderstand 1400 Ohm betragen. Das gibt zusammen wieder die 1900 Ohm vom vorigen Abschnitt.

Der Gleichstromwiderstand setzt sich dem Wechselstrom genau so entgegen wie dem Gleichstrom. Der Wechselstromwiderstand dagegen existiert nur für Wechselstrom.

Ob man wohl mit dem gemischten Widerstand die gleichen Verhältnisse erzielen kann, wie vorher mit dem reinen Wechselstromwiderstand?

Wir sehen zunächst nach, ob wir bei 8 Volt negativer Gittervorspannung wieder einen Anodenruhestrom von 26 Milliampere bekommen können. Das geht offenbar schon. Wir müssen nur dafür Sorge tragen, daß zwischen Anode und Heizfaden eine Anodenspannung von 150 Volt zustande kommt. Unsere Anodenstromquelle muß allerdings mehr als 150 Volt aufweisen. In den 500 Ohm brauchen die 26 Milliampere eine Spannung von $500 \cdot 0,026$ Volt. Die Spannung der Anodenstromquelle muß demnach 150 betragen.

Nun soll der Anodenstrom um 13 Milliampere (wie im vorigen Abschnitt) hinaufgehen. Wir haben wieder 1900 Ohm und demnach eine Verminderung der Anodenspannung von 25 Volt — genau wie früher.

Wenn man also vom Anodenruhestrom und von der Gittervorspannung ausgeht, ist es für die Röhren-Arbeitskennlinie gleichgültig, ob die Anodenbelastung aus Wechselstrom-Wirkwiderstand oder aus Gleichstromwiderstand oder aus einem gemischten Widerstand besteht. Nur braucht im ersteren Falle die Anodenspannung nur ebenso groß zu sein, wie die Spannung, die man zwischen Anode und Heizfaden zu erhalten wünscht, während sie im zweiten und dritten Fall um den Spannungsabfall im Anodenwiderstand größer sein muß.

F. Bergtold.

Sende-Amateure — in der Tschechoslowakei. Die tschechoslowakische Postverwaltung hat bekannt gemacht, daß demnächst mit der Erteilung von Sendegenehmigungen an die in Frage kommenden Amateure begonnen werden soll. Die Amateure müssen sich einer theoretischen und praktischen Prüfung unterziehen.

UNIVERSAL-NETZANSCHLUSS

FÜR WECHSELSTROM

Der mechanische Aufbau.

Als Grundplatte ist bei der Holzausführung ein 15 mm starkes Sperrholzbrett und bei der Eisenausführung 1,5 mm starkes Eisenblech zu nehmen (Maße siehe Blaupause). Das Eisenblech wird an allen vier Kanten um etwa 10 mm umgebördelt; in dem derart auf der Unterseite der Grundplatte entstehenden Hohlraum finden die Köpfe der Bolzen Platz, mit denen die Einzelteile angeschraubt werden. Bei der Holzplatte geschieht dies natürlich mit Holzschrauben. Die Blaupause und Photos zeigen dem Leser, wie die auf der Grundplatte zu befestigenden Teile am zweckmäßigsten anzuordnen sind. Ich gebe die Anordnung nur in dieser Form an, ohne nähere Bezeichnung der einzelnen Befestigungspunkte, weil erfahrungsgemäß bei Transformatoren, Drosseln und Kondensatorblocks die Befestigungslöcher nie genau stimmen. Zu den auf der Grundplatte anzubringenden Teilen gehören auch die Blechschirme der Röhren,^{*)} die nach der Blaupause angefertigt werden können, und die Hochohm-Widerstände. Diese werden, dem Lichtbild Abb. 7 entsprechend, zusammen mit einem Netzwerk von Drähten an die Anschlüsse des Kondensatorblocks angelötet; sehr günstig ist die Anordnung, die in der Blaupause gezeichnet ist.

Die schwierigste Arbeit, die sich aber mit etwas Geduld und Überlegung auch erledigt, ist die Herstellung der Schaltplatte. Man bringt auf ihr zunächst gemäß der Blaupause alle Buchsen und Klemmen, ferner den Schalter, den unterteilten und den regelbaren Widerstand sowie eventuell ein Sicherheitslämpchen der Art an, wie es vielfach als Sicherung an Anodenbatterien Verwendung findet. Das Lämpchen wird

vor die Buchse A 200 geschaltet und verhütet dann, daß bei einem etwaigen Kurzschluß dieser Anodenleitung, die ja volle Spannung führt, infolge Überlastung Beschädigungen der Röhren oder des Gerätes entstehen. Die Befestigung des Lämpchens zeigen die Photos Abb. 6 ganz rechts unten, die im übrigen den Leser alle Einzelheiten auf der Unterseite der Schaltplatte erkennen läßt. Es ist hier an Stelle des REO-Widerstandes, der erst später bei dem Umbau des Gerätes in Eisen (vergl. Abb. 7) benutzt wurde, ein selbstgefertigter unterteilter Widerstand verwendet. Er besteht aus einer Pertinaxplatte, auf der in fünf Abteilungen ein seideumsponnener Widerstandsdraht aufgewickelt ist, von dem 1 m 62 Ohm hat.

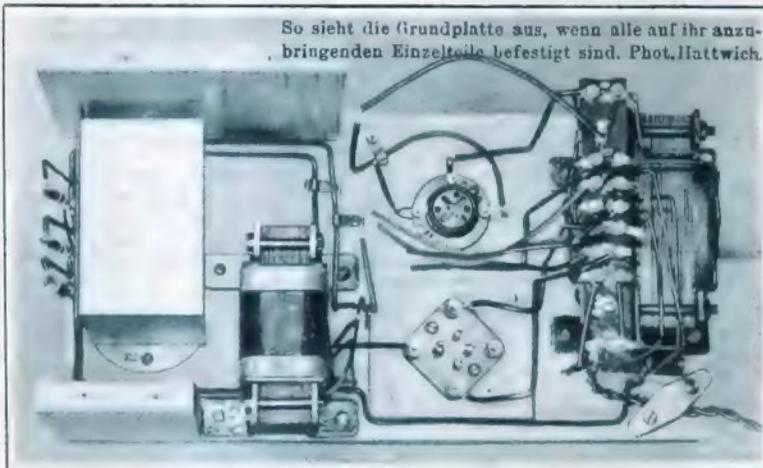
Bevor die Schaltplatte endgültig auf die beiden Holzwände beziehungsweise die beiden Bandenträger aufgesetzt wird, müssen an ihr sowohl die Drahtleitungen angebracht werden, die die auf der Schaltplatte befestigten Teile untereinander verbinden, wie auch die Draht-

*) Die Blechschirme um die Röhren, die auf Füßen stehen und somit nicht bis auf die Grundplatte herabreichen, haben den Zweck, durch eine Art Schornsteinwirkung die Wärme von den Röhren abzuführen und ferner vor allem eine Berührung von spannungsführenden Teilen im Inneren des Netzanschlußgerätes zu verhindern, wenn einmal eine Röhre herausgenommen und ausgetauscht wird.

leitungen für die Verbindung mit den auf der Grundplatte angeordneten Teilen. Dies ist deswegen notwendig, weil man nach dem Aufsetzen der Schaltplatte an ihr weder zu löten noch zu schrauben vermag. Das Lichtbild Abb. 3 zeigt dem Leser, wie die von Teilen der Grundplatte kommenden Leitungen mit den Leitungen, die von Teilen der Schaltplatte kommen, durch Lötungen zu verbinden sind. Man nimmt vorteilhafterweise durchweg Draht von 1,5 mm Stärke, damit alle und auch die ziemlich langen Leitungen in sich genügend Halt haben, und auch aus dem Grunde, weil alle dem Akkuladen und der Heizstromversorgung des Empfängers dienenden Leitungen von ziemlich starken Strömen durchflossen werden. Im übrigen verweisen wir bezüglich der Verdrahtung auf die Blaupause.

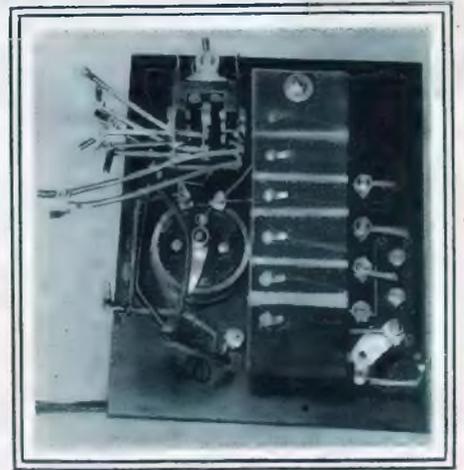
Über den Anschluß des Gerätes.

In der Einleitung wurde die Forderung aufgestellt, daß ein gutes Netzanschlußgerät universell verwendbar sein müsse. Daß diese Forderung bei unserem „Universal-Netzanschluß“ erfüllt ist, möge die nachstehende Liste beweisen. Alle in ihr aufgeführten Empfänger — es sind das größtenteils solche, die weit verbreitet sind — konnten störungsfrei mit dem Netzanschlußgerät betrieben werden. Die Liste enthält zugleich Angaben, wie die einzelnen



Empfänger an das Netzanschlußgerät angeschlossen wurden. Diese Angaben mögen dem Leser als Beispiele dienen, damit er leichter für seinen Empfänger den richtigen Anschluß an das Netzanschlußgerät finden kann.

1. TeKaDe-Empfänger mit Dreifachröhre oder mit drei einzelnen Röhren (Fabrikat Brandt): Grün an A 150, Schwarz an A 110, Rot an G -10, Blau an +Heizung, Rot (Kabelschuh) an -Heizung.
2. Loewe-Ortsempfänger mit Dreifachröhre: (+ 90) an A 150, (6) an G -1,5, (-) an G -10, (7,5) bleibt frei oder an G -0,5, (+H) an +Heizung, (-H) an -Heizung.
3. Loewe-Fernempfänger mit zwei Mehrfachröhren: Wie zuvor, dazu (+ 82,5) an A 110, (+ 22,5) an A 70.
4. Telefunken „10“ mit einer RE 134 als Endröhre (dieser Empfänger ergab mit dem Netzanschlußgerät einen besonders klaren und lauten Empfang): Violett an A 200, Rot an A 70, Grün an G -10, Schwarz an G -0,5, Blau und Weiß an +Heizung, Gelb an -Heizung.
5. Loewe-Rahmen-Fernempfänger mit vier Mehrfachröhren: Blau an A 200, Braun an A 150, Weiß an G -10, Grün an -Heizung, Rot an +Heizung, Gelb über drei Megohm an G -1,5.



Die Unterseite der Schaltplatte
Phot. Hattwich.

6. Kraftverstärker mit einer RE 604 als Endröhre (50 mA): A 200 und A 110, G -3,0 und G -0,5.

Im übrigen hierfür einige Regeln. Wenn die Endröhre nicht wenigstens so groß ist, daß sie über 10 Milliampere Anodenstrom verbraucht, so ist sie nicht an A 200, sondern an A 150 anzuschließen. Der Anschluß A 70 kommt nur für ein Audion in Frage und auch nur dann, wenn ihm eine Widerstandskopplung folgt. Sonst sind die Vorröhren an A 110 oder A 150 anzuschließen, nämlich bei Widerstandskopplung an A 110 und bei Transformator-kopplung an A 150. Die Gitterspannungen werden immer so gewählt, daß sich bei den angelegten Anodenspannungen richtige Anodenstromstärken ergeben; dahin gelangt man am besten, wenn man die Gitterspannungen fürs erste möglichst hoch nimmt. Es empfiehlt sich also, die Gitterleitung der Endröhre zunächst an G -10 und die Gitterleitungen der Vorröhren an G -4,5 zu legen und dann, falls hierbei noch kein oder kein guter Empfang erlangt wird, erst die Gitterspannung der Vorröhren und hierauf eventuell auch die der Endröhre stufenweise herabzusetzen. Man vergesse nicht, vor jeder Änderung der Gitteranschlüsse das Netzanschlußgerät auszuschalten, weil die Empfängerröhren sonst taub werden und sogar durchbrennen könnten. In der Praxis geht das Aufsuchen der richtigen Anschlüsse viel schneller und leichter vor sich, als es sich beschreiben läßt.

Die Zahlen an den G- und A-Buchsen sollen natürlich Spannungswerte bedeuten. Aber diese Spannungen treten an den Buchsen tatsächlich nur unter bestimmten, einer mittleren Belastung entsprechenden Verhältnissen auf. Meist werden die Spannungen mehr oder minder von den Zahlen abweichen, weil die Belastung, das ist die Stromentnahme, größer oder kleiner als jene mittlere ist. Dies trifft auch bei allen industriell hergestellten und mit Zahlen versehenen Netzanschlußgeräten zu und ist deswegen bedeutungslos, weil es für den Betrieb eines Empfängers nicht auf jene Zahlen ankommt, sondern darauf, daß der Empfänger mit den angelegten Spannungen richtig und gut arbeitet. Der Leser mag bedenken, daß eine Anodenbatterie, wenn sie nicht mehr ganz frisch ist, auch wesentlich niedrigere Spannungen liefert als an ihr angeschrieben steht, und daß man sie ausnutzen kann, bis die Spannungen um 50 Prozent gesunken sind.

Zum Schluß möchte ich die Bitte aussprechen, daß mir auch die Funkfreunde schreiben, bei denen das Gerät nach vollendetem Bau zu ihrer vollen Zufriedenheit arbeitet. Besonders erwünscht sind Mitteilungen, wie die mit dem Netzanschlußgerät betriebenen Empfänger oder Verstärker an das Gerät angeschlossen wurden.

Fr. Gabriel.