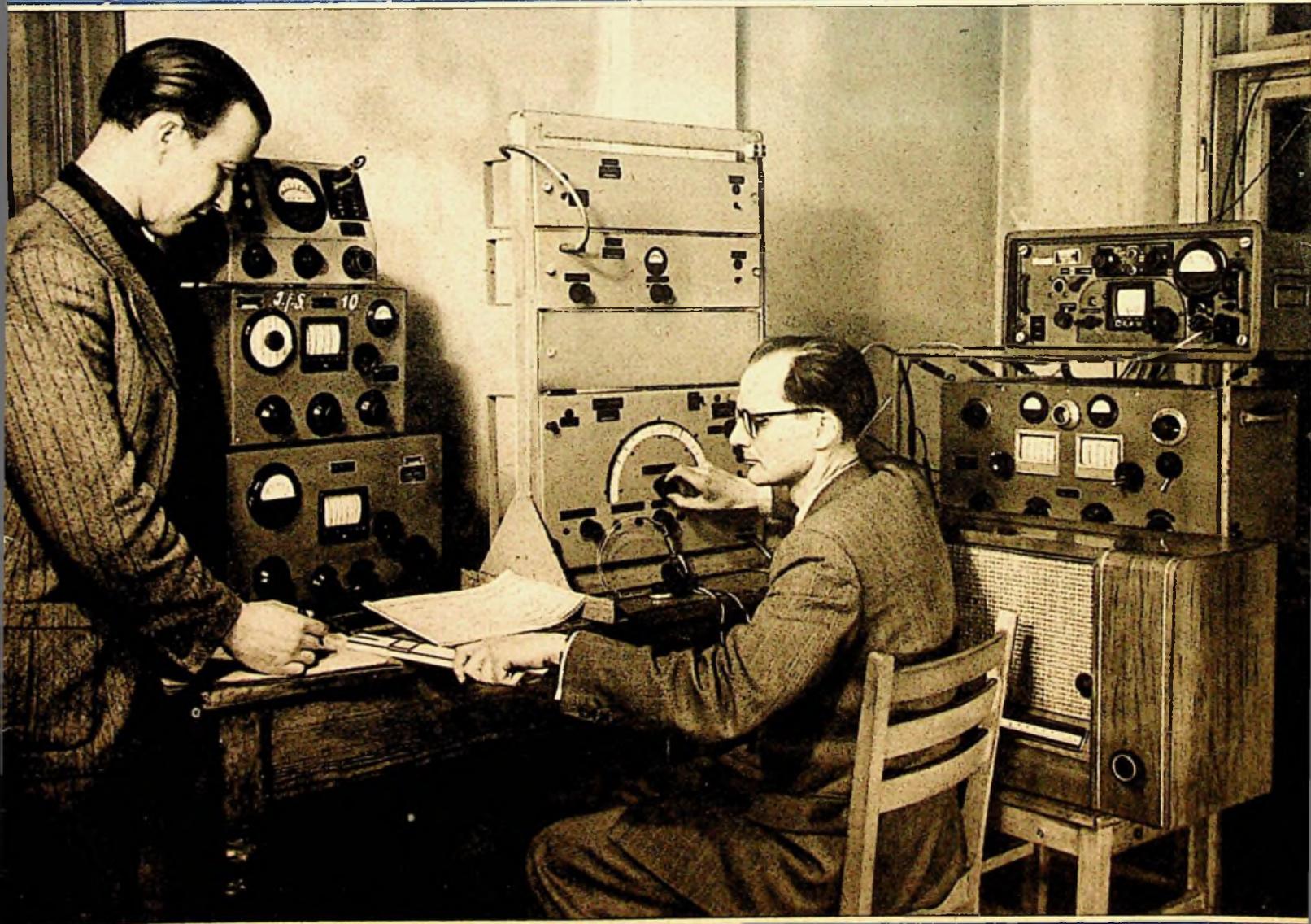


FUNK- TECHNIK

RADIO • FERNSEHEN • ELEKTRONIK





Fernseh-ABC

Ablenkung

Bildstrahlführung in horizontaler Richtung = Zeilen-Ablenkung, in vertikaler Richtung = Bildablenkung.

Aluminierter Bildschirm

Hinterlegung des Bildschirms mit Aluminiumfolie zur Erhöhung des Kontrastes; von außen einfallendes Licht wird (einmal mehr) gebrochen. Rauchgeschwärzte Bildschirme bringen ähnlichen Erfolg.

Amplitudensieb

Meistens eine Begrenzerschaltung, welche die Aufgabe hat, die Synchronisierzeichen (s. d.) vom Bildinhalt (Videosignal, s. d.) zu trennen, wobei die unterschiedlichen Amplitudenpegel im zusammengesetzten Signal ausgenutzt werden.

Antastsignal

Spannungsverlauf, der den Elektronenstrahl in der Bildröhre dunkelsteuert, wenn der Leuchtpunkt nicht zur Bildaufzeichnung gebraucht wird (z. B. Rücklauf von der rechten unteren zur linken oberen Bildecke).

Antenne

Auf der Empfangsseite Dipolsystem oder Schmetterlingsantenne o. dgl. zur Aufnahme der Bild- und Tonsendung. Trennung von Bild und Ton findet erst im Empfangsgerät, z. B. im Anodenkreis der Mischröhre, statt.

Aquadag-Belag

Leitender Innenbelag auf dem Röhrenkolben der Bildröhre, der als zweite Anode u. a. dazu dient, die vom fluoreszierenden Bildschirm ausgehenden Sekundärelektronen abzusaugen.

Astigmatismus

Ein unkorrekter Zentrierungszustand des Elektronenstrahls einer KSR, wobei der Leuchtfleck nicht vollkommen rund ist und dieser meistens auch unsymmetrisch abgelenkt wird, so daß ein genau rechteckiges Raster (s. d.) zustande kommt.

Auflösung

Die Fähigkeit eines Gerätes, kleine Bildeinzelheiten wiederzugeben.

Bandbreite

Anzahl von aufeinanderfolgenden Frequenzen, die notwendig sind, um die zu übertragende Nachricht sichtbar oder hörbar zu übertragen. Für den Bildkanal etwa 6 MHz.

Beschleunigungsgitter

Zusätzliches Gitter mit positiver Vorspannung, um die von der Katode emittierten Elektronen zu beschleunigen.

Bild

Das auf dem Schirm der Bildröhre aufgezeichnete Vollbild setzt sich nach dem Zeilensprungverfahren (siehe dort) aus zwei Halbbildern zusammen, die ineinander liegen und nacheinander gesendet bzw. aufgezeichnet werden.

Bildfängerröhre

s. Ikonoskop.

Bildfrequenz

Die Wiederholungsfrequenz der Aufzeichnung eines Halbbildes beträgt in der Europäischen Fernsehnorm 50 Hz. Ihr reziproker Wert gibt die Zeit an, die für die Aufzeichnung eines Halbbildes erforderlich ist, und heißt Halbbilddauer (siehe Zeilensprung).

Bildklipp (senkrechte Strahlführung)

Bildklippfrequenz = 50 Hz mit 0,05% Genauigkeit, um Paarbildung der Zeilen zu vermeiden.

Bildpunkt

Kleinste Bildelement, das von dem Leuchtfleck des Elektronenstrahls auf dem Schirm der KSR sichtbar gemacht wird (siehe Raster).

Bildröhre

Katodenstrahlröhre mit zumeist größerem Schirmdurchmesser (z. Z. etwa 15 ... 40 cm Φ), die normalerweise in weißlichem Farbton leuchtet.

Bildseitenverhältnis

Nach der Fernsehnorm 4 : 3 (= waagerechte zu senkrechte Bildkante).

Bildwechselfrequenz

Nach dem gegenwärtigen Standard werden zwei Halbbilder mit je $262\frac{1}{2}$ Zeilen übertragen, die so ineinander liegen, daß 25 Vollbilder je Sekunde entstehen.

Bild — ZF

Empfohlener Wert 56 MHz.

Brennpunkt

Durch elektronenoptische Strahlbündelung erzeugt.

Booster

(engl.). Energierückgewinnung; Spannungserhöhung und Dämpfung des Zeilenausgangstrafos. Auch für HF-Vorverstärker gebräuchlich.

Detektor

s. Gleichrichter.

Differenzglied

Schaltung, die zur Trennung von Bild- und Zeilensynchronisierung dient.

Dipol

s. a. Antenne. Einfacher Dipol. Schleifen- oder Faltdipol. Dipol mit Reflektor und Direktor (Richter).

Diskriminator

Demodulator für den frequenzmodulierten Ton.

Elektronenoptik

Elektrostatische und elektromagnetische Strahlbündelung. Führung des Elektronenstrahls zeitlich entsprechend den Synchronisationsimpulsen des Bildsignals durch elektrostatische oder elektromagnetische Beeinflussung. Bei modernen Bildröhren wird die elektromagnetische Ablenkung bevorzugt. Es besteht auch die Möglichkeit einer gemischten Ablenkung.

Flachkabel

Energieleistung (engl.: feeder) zur möglichst verlustlosen Zuführung der Empfangsenergie vom Dipol zum Empfänger-Eingangskreis. Anpassung an den Dipol beachten!

Flimmern des Bildes

tritt auf, wenn beispielsweise die Nachleuchtdauer der Schirmsubstanz (Zinksulfid u. ä.) von der Bildwechselfrequenz 25 1/sec wesentlich abweicht oder die Leuchtdichte einen bestimmten Wert übersteigt.

Fokus

s. Brennpunkt, aus der Lichtoptik übernommener Ausdruck.

Geisterbild

Durch Laufzeitunterschiede des Sendersignals, das auf mehreren, verschieden langen Wegen (infolge einfacher oder mehrfacher Reflexionen der drahtlosen Signale) zur Empfangsantenne gelangt, oder durch Phasendrehungen im Empfänger wird eine störende Doppel- oder Mehrfachaufzeichnung des Bildinhaltes bewirkt.

Gestaffelte Abstimmung

Abstimmweise von insbesondere ZF-Verstärkerstufen, bei der jeder Kreis auf eine etwas andere Frequenz eingestellt wird, um eine große Bandbreite zu erzielen.

Gleichlaufimpulse

Zur Erzwingung eines starren Gleichlaufs zwischen Bildgeber und Empfänger werden nach einem genormten Schema Gleichlaufimpulse mit dem Bild übertragen.

Gleichrichter

a) Demodulierung von Bild- und Tonsignal. Übliche Methode, ähnlich dem AM-Tonempfang in Röhrendioden, evtl. auch in Kristalldioden (Detektor).
b) Auch zur Umformung der Netzspannung in die für den Fernsehempfänger notwendigen Betriebs-Hoch- und Niederspannungen sind Netz-Gleichrichter erforderlich.

Gleichstromwert

Bestandteil des Videosignals; maßgebend für die mittlere Bildhelligkeit.

Grundhelligkeit

Durch Vorspannungseinstellung an der Bildröhre wählbare mittlere Bildhelligkeit; muß meistens mit Kontrastregler gleichzeitig reguliert werden.

Halo

Schwach leuchtender Ring, der den Punkt umgibt, den der Elektronenstrahl auf dem Bildschirm hervorbringt.

Helligkeitswert

Wegen der Negativmodulation (s. diese) entspricht die geringste Senderaussteuerung (Weißpegel [s. diesen] = 10% der maximalen Aussteuerung) dem größten Helligkeitswert des Fernsehbildes.

Ikonoskop

Auf einem Bildschirm wird durch ein Objektiv ein Bild des zu übertragenden Gegenstandes entworfen. Der Bildschirm stellt eine Vielzahl von Reihenschaltungen von Fotozellen und Kondensatoren dar. Durch den Elektronenstrahl werden die Kondensatoren entladen; die Entladungsstromstöße werden verstärkt und steuern den Bildsender. Hierzu gehören auch Super-Ikonoskop, Image-Orthicon, Vidicon (nach dem Prinzip der Foto-Leitfähigkeit) u. a.

Impulsabtrennung

Abtrennung der Synchronisationsimpulse vom Bildsignal z. B. durch Anodengleichrichtung in einer genügend weit negativ vorgespannten Röhre.

Integrierglied

Schaltung, die eine Impulsgruppe zu einem einzigen Impuls zusammenfaßt.

Intercarrier-System (Zwischenträgerverfahren)

Häufig angewendetes Verfahren, um Bild- und Tonfrequenzen zusammen zu verstärken und gleichzurichten. Trennung erfolgt erst unmittelbar vor oder nach der Bildröhre. Gefahr des Auftretens von Kreuzmodulation, die auf dem Bildschirm störende helle und dunkle Streifen hervorruft.

Ionenfalle

(engl.: ion trap). Kleiner Magnet, der auf dem Hals einer Bildröhre aufgeschoben wird und der durch sein magnetisches Feld die aus der Katode kommenden Ionen und Elektronen voneinander trennt. Ionen verursachen beim Auftreffen auf den Bildschirm mit der Zeit einen dunklen Fleck, der nicht mehr zu beseitigen ist.

Wird fortgesetzt



FUNK- TECHNIK

AUS DEM INHALT

Fernseh-ABC	58	Kleine Probleme	
Bremsen los!	59	Ein neues Verfahren für Feldstärke-	
Fernseh-Großprojektion	60	bilder	78
Kurznachrichten	63	Metallgehäuse für Selbstbaugeräte ..	78
Betrachtungen über das Fernmeldewesen		Stereofonische Musikwiedergabe	78
in den USA	64	Die Verwendung von Dioden in Super-	
Berechnung von Magnetspulen	66	schaltungen	80
Synthetische Lebewesen	68	Innenwiderstand von Spannungsquellen ..	81
Verstärker für Magnetband-Laufwerk ..	70	Anodengleichrichter und Schwundregelung	81
Ein Mehrzweck-NF-Verstärker mit Gegen-		FT-EMPFANGERSKARTEI	
takt-Endstufe	72	Lorenz „Wendelstein / U I“	
Resonanzkurvenschreiber mit relativ		Brandt „852 W“	83
großem Frequenzhub	74	FT-ZEITSCHRIFTENDIENST	82
ZF-Quarzfilter	76	FT-BRIEFKASTEN	85
		FT-KARTEI 1952	3. Umschlags.

Zu unserem Titelbild: Meßplatz mit einem UKW-Frequenz-Meßgerät, das nach Vorschlägen des NWDR Hamburg vom Institut für Schwingungsforschung Berlin entwickelt wurde
Aufnahme: E. Schwahn

CHEFREDAKTEUR CURT RINT

Gedanken zur Aktivierung des Fernsehens

Bremsen los!

Anfang Januar berichtete man aus Hamburg, daß die Zahl der an das Publikum verkauften (und nicht etwa probeweise aufgestellten) Fernseh-Empfänger unter 50 liegt! Zudem lieferte der Handel FS-Empfänger wieder an die Werksvertreter zurück; diese meldeten es ihren Firmen mit dem Ergebnis, daß einige Fabriken überhaupt nicht mit der Produktion begannen und andere ihre inzwischen im bescheidenen Umfange angelauten Bänder stoppten.

Enkleidet man die vorgebrachten Gründe für diese unerfreuliche Baisse allen schmückenden Beiwerks, so bleibt zu allererst eine tiefe Unzufriedenheit mit dem Programm übrig. Der NWDR bietet, abgesehen von einer Kinderstunde am Mittwochnachmittag, nur dreimal wöchentlich je zwei Abendstunden, wobei unerklärlicherweise das so wichtige Wochenende ohne Fernsehen bleibt. Man beklagt die mangelnde Aktualität, das Fehlen von Fernsehspielen und die endlosen Filmübertragungen. Sport — bekanntlich ein Magnet des Fernsehens — fehlt so gut wie völlig.

Schuld an allem soll die ungeklärte Finanzlage tragen. Zwar will der NWDR ab 1. April mehr Geld als bisher zur Verfügung stellen... aber da die Aufgaben ungleich stärker wachsen, wird der Mammon noch knapper werden. Die relativ bescheidenen Beträge der süddeutschen Rundfunkanstalten fallen kaum ins Gewicht und reichen nur zum Aufzäumen eines ganz bescheidenen Sendebetriebs für Ende 1952 aus.

Die Rundfunkwirtschaft sieht diese Entwicklung mit großer Sorge. Der Verkauf von Rundfunkempfängern wird in absehbarer Zeit automatisch absinken, je näher die Sättigung rückt, und der Übergang zum Fernsehen muß rasch geschaffen werden. In diesem Jahre wird und muß es wieder eine Funkausstellung geben — und es scheint undenkbar, dort etwa ohne Fernsehen aufzukreuzen. Leider ist es bis zum August wahrhaftig nicht mehr weit, so daß die Zeit drängt.

Was ist zu tun — und was kann überhaupt seitens der Rundfunkwirtschaft und speziell der Industrie getan werden? Die Ankurbelung des Fernsehens muß sich auf zweierlei konzentrieren: Bau von Sendern und Studios sowie auf Programmverbesserungen. Sender, Kameras, Taktgeber, Regiepulte, U-Wagen usw. aber werden schließlich von der Radioindustrie gebaut. Was liegt näher, als daß sich die Rundfunkindustrie in ihrer Gesamtheit entschließt, diese Gerätschaften den Rundfunksendern zu günstigen Bedingungen zur Verfügung zu stellen, meinetwegen auf „Pacht- und Leihbasis“? Wir wissen, daß damit ein entscheidender Schritt unternommen wäre, ein ungewöhnlicher natürlich! Aber sicher wäre damit mancher zögernde Rundfunkrat in den Sendern zu gewinnen, denn eine jährliche Abzahlungsrate ist im Etat leichter einzubauen als die hohe Barzahlungssumme.

Damit aber wäre noch nicht alles getan. Das Beispiel von Hamburg und im gewissen Umfange auch das von Berlin beweist, wie sehr die Aufgeschlossenheit und das allgemeine Publikumsinteresse am Fernsehen von Form und Inhalt des Programms abhängt. Das Ziel muß eine tägliche, zweistündige Abend- und eine Nachmittagssendung für Industrie, Handel und Service sein — Testbilder an den Vormittagen sind natür-

lich ebenfalls erwünscht. Nun ist es unmöglich, die Abendsendung allzusehr auf verstaubte Filmklamotten (denn neue Streifen wird es aus naheliegenden Gründen kaum geben) und einige Kinkerlitzchen wie Zeichen- und Tanzkurse usw. abzustützen. Das gute und fesselnde Programm kann diese Behelfe nur am Rande einsetzen — im Mittelpunkt müssen interessierende Sendungen stehen, darunter auch Sportübertragungen. Leider stehen der Übernahme wirklich erstklassiger Wettkämpfe, z. B. Boxmeisterschaften, finanzielle Bedenken der Promoter und Manager entgegen, die es wegzuräumen gilt. Es ist dabei der revolutionierende Gedanke einer Einnahmegarantie seitens der Industrie aufgetaucht. Wir geben ihn mit allen Vorbehalten wieder, obwohl wir wissen, welche ernsthaften Männer sich damit beschäftigen. Allerdings bewahre man uns vor dem allabendlichen Treffen der schlagstarken Männer auf dem Bildschirm, sonst geht es uns ähnlich wie der smarten US-Programmgesellschaft, die ihre Konkurrenten, die in Box- und Ringkampfübertragungen ihr Heil sahen, mit der Ankündigung „no wrestling“ (kein Ringen!) aus dem Felde schlug. Gehen aber erstklassige Kämpfe in größeren Abständen über das Fernsehen, dann dürften sie sich zu Anziehungspunkten erster Ordnung entwickeln. Ähnliches gilt für König Fußball.

Aus der Fülle der weiterhin zur Debatte stehenden Vorschläge sei auf den Werbefunk hingewiesen. Auf Mittelwellen führt er, zeitlich gesehen, ein bescheidenes Dasein und bringt doch Millionenbeträge herein. Im Fernsehen wird es, dank der ungeheuren Wirkung der Ton- und Bildwerbung, bei steigender Teilnehmerzahl nicht anders sein. Die Bedenken gegen die Fernsehwerbung sind bekannt und durchaus gerechtfertigt... aber wenn die Werbung gewissermaßen „außerhalb des Programms“ geboten wird, vielleicht zu einer Zeit, die für gewöhnlich als Sendepause gilt, und wenn sie überhaupt durch ihre Einkünfte das übrige Programm zu einem guten Teil finanzieren hilft, dann muß man „ja“ sagen. Die soeben angedeutete Trennung von Normalprogramm und Werbefernsehen müßte sehr streng eingehalten werden. Sobald der Fernsehteilnehmer aus der Programmzeitschrift ersieht, daß „täglich von 19.30 bis 20 Uhr Werbefernsehen“ läuft, dann steht es ihm frei, es sich anzusehen, oder aber sein Gerät erst zum Abendprogramm ab 20 Uhr einzuschalten. Schließlich bieten unsere Lichtspieltheater vor dem Programm auch eine ganze Menge Werbung — und wenn sie gekonnt gemacht ist, bildet sie noch immer eine Bereicherung. Auch auf die Möglichkeiten des Programmaustausches weisen wir hin. Wenn die Relaisstrecke Hamburg—Köln fertig ist, rückt eine Programmübernahme aus den Niederlanden in greifbare Nähe. Von Langenberg bis zur holländischen Grenze beträgt die Entfernung rund 70 km Luftlinie, so daß eine Zwischenstation genügt... und wenn sich Holland ebenso für unsere Programme interessiert, könnte man dort die Strecke Lopik—Grenze bauen. Es scheint, als ob Mut und Initiative die Krise im Fernsehen überwinden können. Welchen realen Hintergrund die hier nur angedeuteten, keinesfalls aber erschöpfend behandelten Vorschläge haben, wird die allernächste Zeit beweisen! KT.

Der Wunsch nach großen Fernsehbildern ist allgemein. Die Entwicklung in England und in den USA zeigt die Tendenz zum größeren Bild: in beiden Ländern begann man nach dem Kriege mit Bildröhren-Durchmessern von 7 und 9" (18 bzw. 23 cm) und hält in England zur Zeit im Durchschnitt bei 12" (30cm) und in den USA bei 16" (40cm) und höher

KARL TETZNER

Fernseh-Großprojektion

Große Bildröhre kontra Projektion

In Deutschland begannen wir im Oktober vergangenen Jahres sogleich mit der 12-Zoll-Röhre bzw. der ihr gleichwertigen Rechteckröhre mit der Bildgröße 22 x 29 cm. Obwohl damit die meisten Ansprüche befriedigt werden können, melden sich — und dies entspricht vollkommen den Erfahrungen in anderen Ländern — diejenigen, die Bildflächen von 30 x 40 cm und noch mehr wünschen. Große Fernsehbilder zu erzeugen, ist ein technisches und nicht minder ein wirtschaftliches Problem. Die Herstellungskosten einer Bildröhre steigen leider nicht proportional zum Durchmesser des Bildfensters, sondern weit rascher. Ab 40 cm Durchmesser werden die Röhren so unhandlich und schwer, daß Fertigung, Lagerung und Transport schwierig sind. Wegen der Implosionsgefahr muß das Bildfenster relativ stärker gewölbt werden (auf ihm lastet bei 40 cm ϕ ein atmosphärischer Druck von über 1200 kg!), und die Wandstärke wächst ebenfalls. Der Übergang zum Metallkolben schafft zwar hinsichtlich des Gewichtes eine Erleichterung, bringt jedoch technologische Schwierigkeiten mit sich. Große Bildröhren sind zudem recht lang, denn die Vergrößerung der Ablenkwinkel hat irgendwo eine Grenze, so daß die Empfängergehäuse unproportioniert werden.

Als Ausweg bietet sich das Projektionsverfahren an, mit dessen Hilfe alle Bildgrößen bis hinauf zu 3 x 4 m — ausreichend für ein Lichtspieltheater — mit befriedigender Helligkeit erzeugt werden können.

Jetzt liegt die Frage nahe, warum in den USA kaum 0,2% aller Fernsehempfänger von der Projektion Gebrauch machen, obwohl die neueren Geräte der US-Fertigung durchweg große Bilder bieten. Das ist leicht zu beantworten: in den Vereinigten Staaten wurde die Massenfertigung großer Bildröhren zu hoher Vollendung entwickelt. Sie stehen zu Preisen zur Verfügung, die dem Projektionsverfahren wenig Chancen lassen. Projizieren heißt, sich eines optischen Systems zu bedienen — und dieses kann auch durch

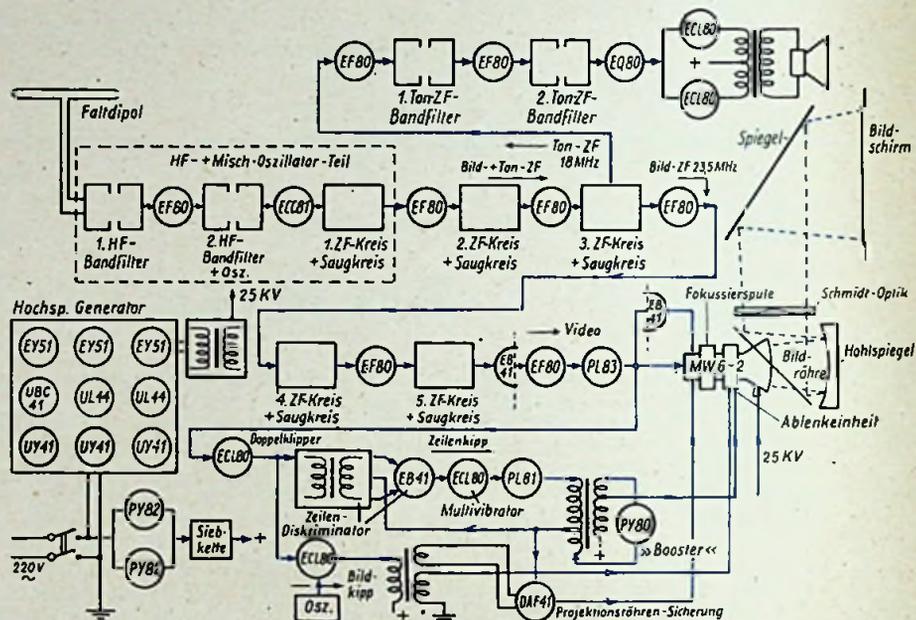


Abb. 2. Blockschema des Projektionsempfängers

kommenden Stückzahlen um eine Größenordnung unter den amerikanischen liegen.

Das einzige Verfahren für das Heim

Für die Erzeugung großer Fernschbilder gab und gibt es mehrere Verfahren: das schweizerische Eidophor-System, an dessen Weiterentwicklung für Theaterfernsehen die Amerikaner interessiert sind, das veraltete Zwischenfilm-Verfahren, die ältere deutsche Methode mit kleiner Röhre und vorgeschalteter großer Linse und schließlich das von Philips in Eindhoven entwickelte Gerät mit Schmidt-Optik, das fabriktionsreif und u. W. als einziges für den normalen Heimempfänger brauchbar ist.

Erste Arbeiten an diesem System wurden bereits in den Jahren 1935 und 1936 durchgeführt; 1937 erschien eine erste Projektionsröhre. In die Praxis eingeführt wurde die Methode jedoch erst nach dem Kriege, und zur Zeit gibt es in England über 10 Modelle verschiedener Firmen, die sich sämtlich des Philips-Spiegel-systems bedienen.

Mit dem Start des deutschen Fernsehens steht es nunmehr auch bei uns zur Verfügung; bereits im September 1951 verließen die ersten Projektionsgeräte für das Heim vom Typ TD 2312 A (Abb. 1) die neue Philips-Fernsehgerätefabrik in Krefeld. Vorerst sind die ausgelieferten Stückzahlen noch gering, weil sich das im Anlaufen befindliche Werk vordringlich dem Direkt-sicht-Empfänger TD 1410 U widmet. Die neue Fabrik steht unter der Leitung von Dr. Hülke und dürfte zur Zeit die leistungsfähigste Fernsehgeräte-Produktionsstätte in Deutschland sein.

Aufbaumäßig enthält die Truhe in ihrem unteren Teil die Spiegeleinheit mit Hochspannungsteil und seitlich hängend das Empfängerchassis mit Klippgeräten usw. (Abb. siehe FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 19, S. 527 r. u.) Im oberen Teil finden wir einen Umlenkspiegel, der das Bild auf die Projektionswand wirft. Der große Lautsprecher

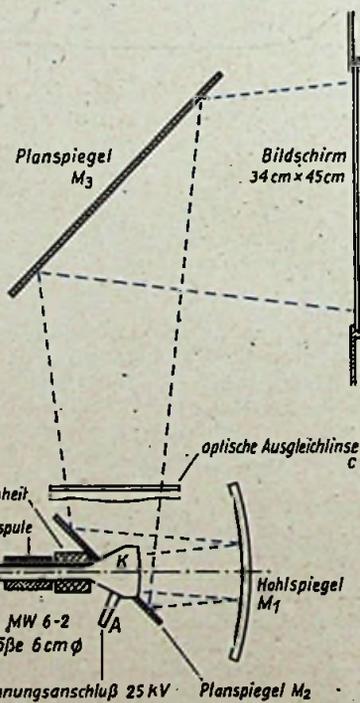


Abb. 3. Schema des Strahlenganges

Massenproduktion nur ungenügend verbilligt werden. Immerhin lag die Monatsrate der amerikanischen Bildröhrenfabriken in den besten Zeiten 1950/51 bei 500 000 Stück, und auch heute noch verlassen monatlich weit über 250 000 Fernseh-röhren mit einem Durchmesser von 16" und mehr die Fabriken. Massenfertigung bedeutet radikale Verbilligung. Damit also kann das Projektionssystem nicht konkurrieren, aber es wird sich seinen Platz in Europa erkämpfen, weil die hier in Frage

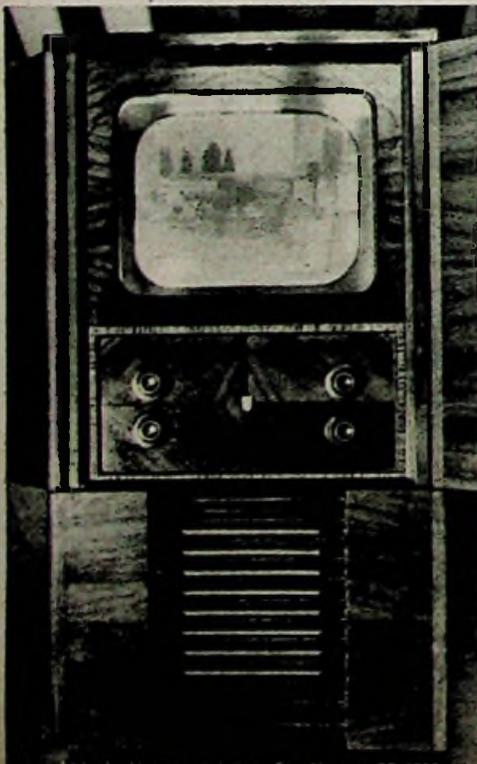


Abb. 1. Heimprojektions Empfänger TD 2312 A

strahlt seitlich ab, während ein kleines Hochtonchassis im unteren Teil der Frontplatte angeordnet ist und im richtigen Winkel genau die Zuschauer anspricht. Zwei Türen schließen das schöne Gehäuse und geben ihm das Aussehen eines Möbelstücks.

Blockschaltbild

Abbildung 2 erläutert den grundsätzlichen Aufbau des Heimprojektionsgerätes, der sich bis auf die Hochspannungserzeugung und die Projektionseinrichtung relativ wenig vom Direktlichtgerät TD 1410 U unterscheidet. Die Klippgeräte sind besonders stabil aufgebaut, d. h. Bild und Zeile „stehen“ bei starken Fremdstörungen. Über Einzelheiten werden wir in Kürze berichten.

Das Projektionssystem

Die Aufgabe lautet: ein kleines, extrem helles Schirmbild einer Katodenstrahlröhre soll über ein optisches System vergrößert und mit ausreichender Helligkeit auf dem Projektionsschirm erzeugt werden. Hierfür hat man die Wahl zwischen einer Vorsatzlinse (Beispiel: Filmprojektion) oder einem Spiegelsystem. Philips entschied sich für letzteres, denn:

Spiegel besitzen gegenüber Linsen gleichen Durchmessers geringere optische Fehler (keine chromatische und geringere sphärische Aberra-

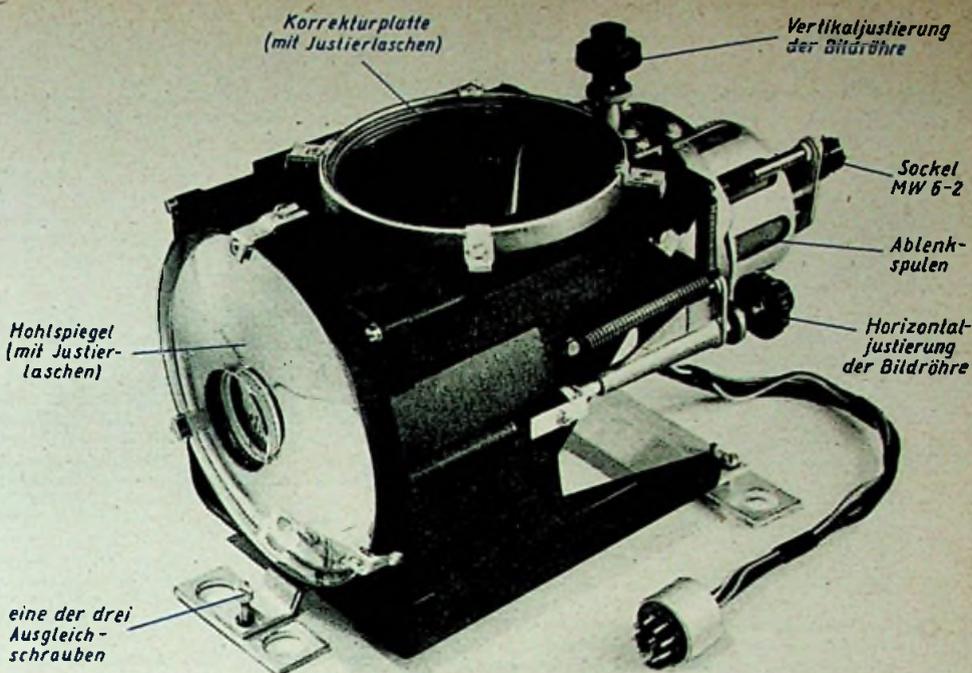


Abb. 4. Projektionseinheit des TD-2312 A

Abb. 5. Projektionsbildröhre MW 6-2, Ableneinheit, Fokussierspule

F Heizfaden, K Katode, G Gitter, A Anode (nur schematisch gezeichnet), B gewölbtes Bildfenster, C Leuchtstoff, D Metallhinterlegung, E leitende Schicht (Fortsetzung von D, zugleich Verbindung mit A, H Anodenanschluß 25 kV, I Isolator zum Schutz gegen Überschläge, J leitende Außenumhüllung, M „Funkenfänger“ (s. Text)

mittleren Leuchtdichte eines guten Kinobildes ausgegangen ($100 \text{ asb} = 32 \cdot 10^{-4} \text{ sb}$). Bei einer Schirmgröße von $34 \times 45 \text{ cm} = 1530 \text{ cm}^2$ müßte mit diesen ein Lichtstrom von $1530 \cdot 32 \cdot 10^{-4} = 15,4$ Lumen fallen, wenn der Schirm vollständig zerstreutes Licht ausstrahlt. Das ist natürlich unwirtschaftlich und überflüssig; man bedient sich vielmehr Schirme mit Richtcharakteristik, auf deren Konstruktion weiter unten eingegangen werden soll. Der hierbei zu erzielende Verstärkungsfaktor soll mit 4 angesetzt werden, d. h. der auftreffende Lichtstrom darf im Mittel knapp 4 Lumen betragen. Die Spiegelanordnung arbeitet naturgemäß nicht verlustfrei: etwa 25 % Lichtverlust treten durch das Abschatten seitens des Bildröhrenkopfes ein (siehe Abb. 3) und weitere 25 % im Hohlspiegel und der Korrektionslinse. Unsere Bildröhre muß daher in Achsrichtung rd. 7,5 Lumen erzeugen. Dabei muß das Bildfenster der Röhre selbst noch mehr abgeben, weil nicht alles Licht vom Hohlspiegel aufgefangen werden kann. Im vorliegenden Falle wird ein Lichtstrom von rd. 18 Lumen auszusenden sein. Unter Ansatz des Cosinusgesetzes von Lambert hat die Lichtstärke in Achsrichtung $18/\pi \approx 6$ Candela zu betragen. Die Lichtausbeute von Leuchtstoffen, wie sie in der MW 6-2 verwendet werden, erreicht etwa 2,5 Candela je Watt, so daß die Leistung der Röhre 2,4 Watt sein muß = rd. $100 \mu\text{A}$ Strahlstrom bei 25 kV Anodenspannung. Tatsächlich hat die Bildröhre eine fünffache Reserve, bezogen auf den soeben genannten Wert, so daß die erreichbare Spitzenhelligkeit etwa 3,5...4mal über der eingangs erwähnten Helligkeit von 100 asb liegt. Das heißt: der Raum braucht nicht voll abgedunkelt zu werden.

Projektionsschirm: Die früher benutzten Metallgasschirme werden neuerdings nicht mehr verwendet; an ihre Stelle treten Schirme aus durchsichtigem Preßmaterial (beispielsweise Perspex). Sie haben an der Einfallsseite des Lichtes (Rückseite) eine sogenannte Fresnel-Linse eingepreßt, wodurch die divergierend (auseinanderlaufend) einfallenden



Abb. 6. Schnitt durch die Katodenstrahlröhre MW 6-2

tion), d. h. sie können bei gegebener Aberration eine größere Lichtstärke als Linsen haben. Sie sind in der Herstellung billiger, weil sie nur einseitig poliert sind und nicht unbedingt aus optischem Glas bestehen müssen.

Nachteilig ist, daß das zu projizierende Bild (d. h. sein Erzeuger) unweigerlich zu einem Teil in den Gang der Lichtstrahlen kommt und diese um einen gewissen Prozentsatz schwächt.

Man bedient sich zur Beseitigung der sphärischen Aberration der „Schmidt-Optik“, bestehend aus einer Glasplatte mit aufgebracht Gelatineschicht vom notwendigen Profil, die 1932 vom Hamburger Optiker Schmidt für astronomische Zwecke angegeben wurde. Sie bildet einen wichtigen Teil des gesamten Spiegelsystems, wie es in Abb. 4 dargestellt ist. Den Strahlengang erläutert Abb. 3. Man erkennt, wie die Bildröhre mit ihrem Kopf durch eine Öffnung des Flachspiegels ragt und relativ wenig Strahlen wegnimmt, so daß die Randabschattung auf dem Projektionsschirm gering bleibt. Ganz ohne Lichtverlust geht es nicht, wie bereits angeleitet wurde, denn auch bei anderer Anordnung der Bildröhre zum Hohlspiegel ragt erstere immer mehr oder weniger in den Strahlengang. Die gewählte Art hat jedoch u. a. den aufbautechnischen Vorzug, daß der Lichtweg gleichsam zusammengefaltet ist und das Ganze nur geringen Raum einnimmt.

Helligkeit: Hier sollen die optischen Grundlagen des Spiegelsystems nicht erläutert werden, dagegen dürften einige Angaben über die Helligkeit des Projektionsbildes interessieren. Es sei von der

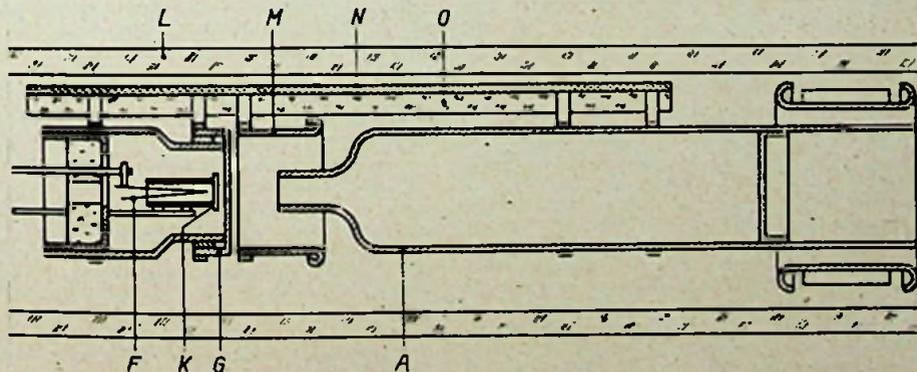


Abb. 7. Querschnitt durch das Triodensystem der MW 6-2 (etwa-zweifache Vergrößerung). F Heizfaden, K indirekt geheizte Oxydkatode, G Gitter, A Anode, L Röhrenwand, M Funkenfänger, N keramischer Stützisolator mit Glasfüllung O

Lichtstrahlen parallel oder schwach konvergierend (aufeinander zulaufend) gebrochen werden. An der Austrittsseite befinden sich zahlreiche vertikale Gruben mit hyperbolischem Schnitt, die für eine große horizontale Streuung sorgen. Die vertikale Streuung kann klein sein, weil sich die Augenhöhe aller Zuschauer nicht allzusehr unterscheiden dürfte; man erreicht diese Streuung u. a. durch eine leichte Mattierung. Güte Werte sind folgende: in der horizontalen Ebene ist die Abweichung der Helligkeit zwischen + und - 40 Grad von derjenigen der Normalrichtung kaum merklich, sinkt dagegen unter größeren Winkeln rasch ab; in der vertikalen Ebene gilt das gleiche zwischen + und - 15°.

Diese Schirme sind nicht nur unzerbrechlich, sondern reflektieren auch das störende Nebenlicht nur aus ihrem Beobachterraum, der von den soeben genannten Winkeln eingeschlossen wird.

Justieren: Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Wiedergabe ist die richtige, auf den Bruchteil eines Millimeters genaue Lage der Bildröhre zum Hohlspiegel bzw. der Korrekturplatte zum Spiegel. Abb. 4 zeigt die verschiedenen Justiermöglichkeiten für Bildröhre und Optik; sie werden für den Transport verriegelt. Darüber hinaus kann das gesamte Spiegelsystem an seinen drei Befestigungspunkten auf dem Truhenboden jeweils um ein Geringes angehoben werden, bis das Bild auf dem Projektionsschirm eingerichtet ist.

Bildröhre MW 6 — 2

Das Herz der Projektion ist die Bildröhre. Auf ihrem Fenster wird das Bild in ungewöhnlicher Helligkeit erzeugt. Bei einer Bildgröße von rd. 3,5 x 4,8 cm und 625 Zeilen muß der Leuchtfleck sehr klein sein. Von seinem Durchmesser hängt, wie man leicht einsehen wird, schließlich die geringstmögliche Abmessung der Bildröhre und damit des gesamten optischen Systems ab. Nun ist der Fleck nicht scharf begrenzt, sondern verläuft in seiner Helligkeit vom Zentrum nach außen. Als

Ablenkung: Über die Gründe, die zur Wahl der magnetischen Ablenkung der Bildröhre führen, soll hier nicht gesprochen werden; wir wollen nur erwähnen, daß die Ablenkpulen elektrisch unabhängig von der Röhre sind und auf Erdpotential gehalten werden können. Jetzt darf auch die Katode geerdet werden, und es gibt nur geringe Isolationsprobleme. Die Fokussierung ist selbstverständlich ebenfalls elektromagnetisch; Abb. 5 zeigt die lange Fokussierungsspule.

Abb. 6 läßt den Querschnitt der MW 6-2 erkennen. Ihre Bildfeldkrümmung ist sorgfältig berechnet, so daß zusammen mit den Einflüssen des Hohlspiegels und der Ausgleichsoptik ein planes Bild auf dem Projektionsschirm ankommt. — Der Leuchtschirm ist übrigens aluminium-hinterlegt; die Vorzüge dieser Maßnahme sind hinreichend bekannt. Das Bildfenster selbst muß aus Spezialglas gefertigt werden, weil gewöhnliches Preßglas bei sehr hohen Anodenspannungen eine Verfärbung annimmt, die die Lichtausbeute um 20 v. H. herabsetzt und dem Bild einen unerwünschten Farbton gibt. Die blauweiße Bildfarbe wird durch Kombination zweier Leuchtstoffe erhalten, die gelbes und blaues Licht geben. Die Mischung hat eine Farbtemperatur von ungefähr 6500° K, und die Bedingungen hinsichtlich richtiger Nachleuchtdauer sind eingehalten.

Wie Abb. 7 erläutert, ist das strahlerzeugende System eine Triode. Hier fällt die ringförmige Elektrode M auf; sie läßt als „Funkenfänger“ evtl. auftretende Entladungen innerhalb der Röhre (wie sie bei der hohen Anodenspannung während Gasausbrüchen immer vorkommen können) niemals zwischen Katode und Anode entstehen, sondern nur zwischen ihr und der Anode, so daß die empfindliche Katode geschützt wird.

Unbeschadet ihrer hohen Belastung darf man die Lebensdauer der MW 6-2 mit 1000 Stunden ansetzen. Im Vergleich zu einer 30-cm-Bildröhre kostet sie nur rund ein Drittel, so daß die finanzielle Belastung beim Auswechseln tragbar ist.

der Überschlagssicherheit in einem ölgefüllten Kasten (links in Abb. 8). Besondere Regeleinrichtungen halten die Leistungsaufnahme des Hochspannungserzeugers in tragbaren Grenzen; bei einer Ausgangsleistung von 2,5 Watt (100 µA, 25 kV) dürfte sie rund 10 Watt betragen.

Sicherung der Projektionsröhre

Die Schirmbelastung der MW 6-2 ist so hoch, daß beim Ausfall beider Kippgeräte in wenigen Sekunden im Zentrum des Schirms ein schwarzer Fleck einbrennt. Selbst wenn nur ein Kippgerät ausfällt, brennt sich der jetzt entstehende Strich ebenfalls rasch ein und macht damit die Röhre unbrauchbar. Eine besondere Sicherungsschaltung sorgt daher für sofortiges Dunkelsteuern der Projektionsröhre, wenn auch nur eines der Kippgeräte nicht arbeitet. Wir verweisen nochmals auf das Blockschaltbild (Abb. 2). Hier ist eine Batterieröhre DAF 41 angedeutet, deren Heizung vom Bildkipp geliefert wird, während eine weitere Betriebsspannung aus dem Zeilenablenkgerät stammt. Die Schaltung ist so aufgebaut, daß beim Ausfall einer der beiden Spannungen (d. h. beim Versagen eines oder beider Ablenkgeräte) eine hohe Sperrspannung an das Gitter der Bildröhre gelangt und diese augenblicklich dunkelgesteuert.

„Jumbo“

Das Heim-Projektionsgerät TD 23 12 A kostet zur Zeit 2100 DM. Das größere Modell EL 5700, in Fachkreisen „Jumbo“ genannt, enthält im Prinzip das gleiche Chassis jedoch mit folgenden Abweichungen:

Der Hohlspiegel ist auf Grund seiner größeren Öffnung lichtstärker und erlaubt die Erzeugung eines weit größeren Bildes (75 x 100 cm) mit der gleichen Helligkeit wie das Heimgerät.

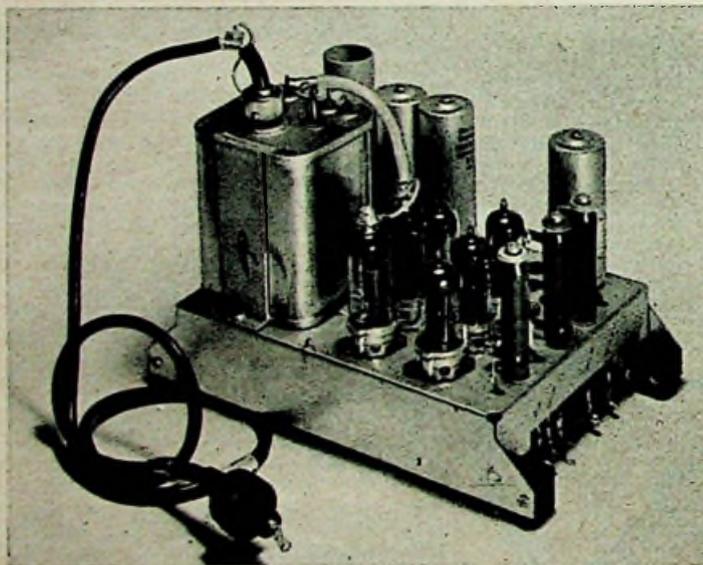
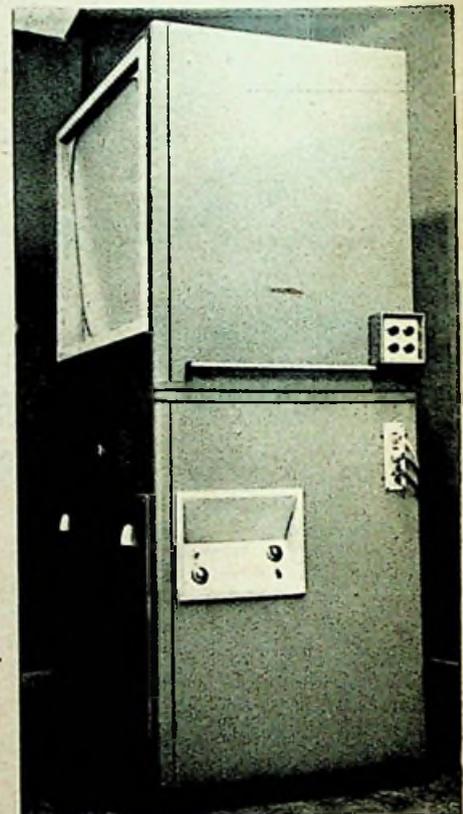


Abb. 8 (links). Hochspannungsgenerator für 25 kV mit Netzteil. Abb. 9 (rechts). Fernseh-Großbild-Empfänger EL 5700 („Jumbo“); Bedienungs- und Anschlußseite mit dem Kästchen zur Fernbedienung



Fleckdurchmesser wird jener Teil des Lichtpunktes auf dem Schirm bezeichnet, dessen Randhelligkeit genau die Hälfte der Zentrumshelligkeit beträgt. Dabei ergibt sich für den Fleckdurchmesser d folgende Formel

$$d = C \left(\frac{I_a}{U_a \cdot S_k} \right)^{\frac{1}{2}}$$

I_a : Anodenstrom, U_a : Anodenspannung,

S_k : Stromdichte der Katode, C: eine Konstante

Man erkennt: je kleiner der Fleck werden soll, desto mehr sind Anodenspannung und Stromdichte zu steigern, während der Anodenstrom klein zu halten ist. Man stößt jedoch recht schnell auf die Grenzen des Möglichen und muß Kompromisse schließen. Philips entschied sich für eine maximale Anodenspannung von 25 kV, einen Spannungswert, den man noch leicht beherrschen kann. Für die oben als nötig hingestellte Leistung von 2,4 Watt ergibt sich eine Stromstärke von 100 µA, während die angedeutete fünffache Reserve einen Spitzenstrom von 500 µA zuläßt. Zwar wird der Fleck entsprechend der obigen Formel etwas größer, aber dies beschränkt sich nur auf die hohen Lichter und ist damit zulässig.

Erzeugung der Hochspannung

Die Hochspannung von 25 kV mit einer maximalen Leistung von 12,5 Watt wird in einem besonderen Schaltungsteil erzeugt. Die neueste, jetzt in Deutschland verwendete Ausführung enthält eine UBC 41, zwei Leistungsröhren UL 44, drei Hochspannungsgleichrichterröhren EY 51 sowie drei Netzgleichrichterröhren UY 41 (Abb. 8). Leider hat Philips bisher das Schaltbild noch nicht freigegeben, so daß nur wenig über den Aufbau gesagt werden kann. Gestützt auf frühere Veröffentlichungen*) darf man annehmen, daß die UBC 41 als Impuls-generator auf einer Frequenz außerhalb des Hörbereiches (etwa 30 kHz) schwingt und als Steuersender für die parallel geschalteten Leistungsröhren UL 44 dient. Diese arbeiten auf einem als Transformator ausgebildeten Außenwiderstand, an dem sich eine Wechselspannung aufbaut. Sie wird von drei EY 51 in Spannungsverdreifachung gleichgerichtet. Transformator mit Ferroxcube-Kern, Gleichrichterröhren und zugehörige Kondensatoren befinden sich aus Gründen

*) Philips Technische Rundschau, Bd. 10 (1948), Nr. 6, S. 157 ... 166.

20 Watt Sprechleistung im Tonteil, erzeugt von der Gegenaktendstufe 2XEL 6 und zweier Orchester-Lautsprecher.

Fernbedienung über 20 m für Lautstärke, Bildschärfe, Kontrast und Helligkeit (am Gerät sind einzustellen: Kanal 1 ... 6, Feineinstellung des Senders, Bild- und Zeilenkipp; ferner ist eine Tonprüftaste vorgesehen).

Das Gerät steckt in einem grau lackierten Stahlblechgehäuse (120 x 215 x 85 cm) und entnimmt dem Lichtnetz 305 Watt. Der weit höhere Preis von 6500 DM geht auf die genannten Unterschiede gegenüber dem Heimgerät, auf das teure Gehäuse und wohl nicht zuletzt auf die geringere Serie zurück. Drei „Jumbos“ waren Anfang Dezember im Eppendorfer Krankenhaus zu Hamburg für die Übertragung von Operationen vor einem Arztkollegium eingesetzt worden.

KURZNACHRICHTEN

Ministerialrat a. D. Heinrich Giesecke 80 Jahre

Zusammen mit Staatssekretär Dr. H. Bredow und Kurt Magaus hat Ministerialrat a. D. Heinrich Giesecke den größten Anteil an dem Aufbau des deutschen Rundfunks. Er gehörte als Vertrauensmann der Post den Aufsichtsräten aller deutschen Rundfunkgesellschaften an. Als die Reichsrundfunk-Gesellschaft am 1. 1. 1926 in Funktion trat, wechselte Giesecke in die Geschäftsführung der RRG über, wo er neben Direktor Magnus die technischen Fragen, Fragen der Werbung und vor allem die Vertretung des Rundfunks im Welt-rundfunkverein wahrnahm. Im Jahre 1933 wurde er fristlos entlassen und hat sich dann bis Kriegsende nur schriftstellerisch betätigt. Ministerialrat Giesecke lebt z. Zt. in Weimar. Wir wünschen dem Jubilar von Herzen zu seinem Ehrentag nachträglich alles Gute.

Lorenz-„Säntis“

Unter den Neukonstruktionen, die noch im Dezember auf den Markt kamen und das Nachsaison-geschäft beleben sollen, fiel der AM / FM-Super „Säntis“ der C. Lorenz AG auf. Er erfüllt so unge-fähr alle Forderungen, die man an einen Emp-fänger der unteren Preisklasse heutzutage über-haupt stellen darf und bietet:

ein nicht zu kleines Holzgehäuse (44x29x21 cm);
4 Watt Sprechleistung, Lautsprecher 180 mm Ø;
auf AM: Mittel- und Langwelle, 6 Kreise, 2stufiger Schwundausgleich;

auf FM: zweifache ZF-Verstärkung, 6 Kreise.

Natürlich erlaubt es der Preis nicht, einen Ratiode-tekto einzubauen, so daß man den Flanken-umwandler mit Diodengleichrichtung wählte. Außer-dem verzichtete man auf den Kurzwellenbereich



— man darf es, denn dessen Beliebtheit ist in den letzten Jahren nicht gesunken. Die Röhren werden wie folgt verwendet:

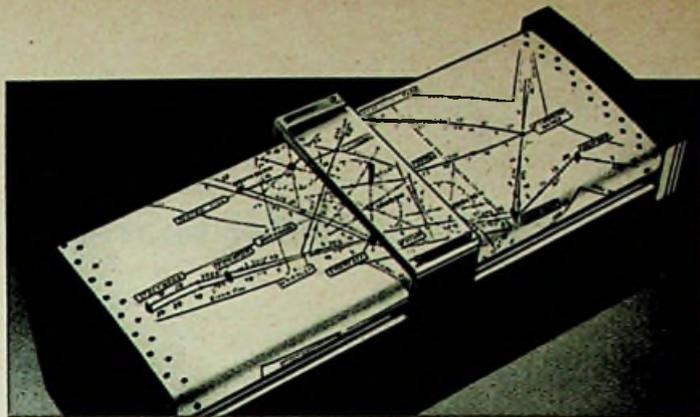
	FM:	AM:
ECH 42	Misch- und Oszillatorstufe	—
6BE6 (= EK 90)	1. ZF-Stufe	Misch- und Oszillatorstufe
6BA 6 (= EF 93)	2. ZF-Stufe	ZF-Stufe
6AV 6 (= EBC 91)	1. Diode: HF-Gleichrichter	HF-Gleichrichter
	2. Diode: —	Regelspannung
	Triode: —	NF-Vorverstärker
6AQ 5 (= EL 90)	—	Endstufe
Solen C 250k 75 E	—	Netzgleichrichter

Wie aus vorstehender Aufstellung hervorgeht, hat Lorenz seine US-Röhrenserie zusätzlich mit euro-päischen Bezeichnungen (s. FUNK-TECHNIK Bd. 7 [1952], H. 1, S. 7) versehen. Die 12er-Serie, die für 150-mA-Allstromheizung vorgesehen ist, enthält an Stelle des Buchstabens E ein H. Eine neue Drei-dioden-Triodenröhre 6 T 8 entspricht etwa der an-gekündigten EABC 80.

Zwei weitere Kurzwellensender des NWDR

Der NWDR hat in Norden/Osterloog, Ostfries-land, zwei weitere Kurzwellensender mit Richt-strahlern nach Südosteuropa, Nahost und Nord-amerika in Betrieb genommen. Ein Sender wird im Versuchsbetrieb (Leistung 350 Watt) von Pro-grammbeginn bis 19 Uhr auf der Frequenz 17 845 kHz und von 19 Uhr bis Programmschluß auf der Frequenz 17 815 kHz senden. Ein weiterer neuer Kurzwellensender strahlt mit gleicher Lei-

Der Flugwegschreiber (Flight-log) schreibt auf einer rollen-förmigen Karte auf Grund der von den Bodenstationen der deutschen Decca-Kette ausgestrahlten Wellen den genauen Weg des Flugzeuges, so daß die Besatzung jederzeit sehen kann, wo sich die Maschine befindet und welcher Kurs zu fliegen ist



stung ganztägig auf der Frequenz 15 275 kHz. Da-mit verfügt der NWDR zur Zeit auf der Kurzwellle insgesamt über vier Sender. Es sind dies

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Leistung kW	
1. 7290	41,15 ganztägig	20	Richtstrahler mit Re- fektor nach Südost- europa und Nahost
2. 11795	25,43 ganztägig	1	Richtstrahler n. Süd- osteuropa, Nahost und Nordamerika
3. { 17845	16,81 von Programm- beginn b. 19.00	0,35	
{ 17815	16,84 von 19.20 bis Programmschl.		
4. 15275	19,64 ganztägig	0,35	

Die Kurzwellensender übertragen das Mittelwellen-Programm des NWDR.

Loewe-Opta demonstriert Fernsehen in Kronach

Vor kurzer Zeit führte die Loewe-Opta AG über ihren kleinen Werk-Fernsehsender (10 Watt Lei-stung) eine öffentliche Übertragung von Kurz- und Spielfilmen durch. Die Loewe-Fernsehempfän-ger waren in den Schaufenstern von Einzelhan-delsgeschäften in Kronach aufgestellt und gestal-ten, trotzdem keine direkte Sicht zwischen der Sendeantenne und den Empfängern vorhanden war, die Darbietungen ausgezeichnet zu verfolgen. Mit einem Loewe-Opta Fernsehempfänger Typ „Magier“ gelang es kürzlich am Stadtrand von Heidelberg, also in der Rheinebene, die Versuchs-sendungen des Post-Fernsehsenders auf dem Feld-berg im Taunus mit nur einem Zimmerdipol aus-gezeichnet aufzunehmen; Entfernung 100 km!

VDE-Jahresversammlung 1952

Die 46. VDE-Jahresversammlung findet in der Zeit vom 15. bis 20. 9. 1952 in München statt. Es sind neben den rein starkstromtechnischen Fachberichten auch wieder Vorträge über Drahtfernmeßtechnik, HF-Technik, Elektroakustik und dergl. vorgesehen.

Der ARBD

Veranstaltete im Januar 1952 seinen Berliner Landesverbandstag im Leuschnerhaus Berlin-Dah-lem. Nach einem Kurzbericht des technischen Lei-terers, Herrn Kramer, über die Tätigkeit und Er-folge des Bundes wurden von Herrn Dr. Antoine, Leiter des Amtes für Volksbildung, Abt. Rundfunk, Mitglied des Rundfunkrates, einige interessante Ausführungen über den geplanten senats-eigenen Berliner Sender gemacht. Es schloß sich ein Re-ferat von Herrn Prof. Dr. Landsberg über die kul-turelle Bedeutung des Rundfunks an.

Der Fernsehsender auf dem Feldberg in Pforzheim empfangen

Bereits im Heft 1/1952 der FUNK-TECHNIK konnten wir berichten, daß in Stuttgart die Versuchssendungen des Feld-bergsenders einwandfrei auf-genommen wurden. Nun er-reicht uns aus Pforzheim die Nachricht, daß auch dort mit dem Schaub-Fernsehempfän-ger FE 52 ein guter Empfang der Fernsehsendungen erzielt worden ist. Die Entfernung be-trägt 150 km. Das Bild des Emp-fängers war, wie unser Bild zeigt, erstaunlich klar, und auch der Ton kam einwandfrei



Die deutsche Decca-Kette

Auf dem Flughafen Düsseldorf fand am 17. Januar eine Feier statt, an der prominente Vertreter des Bundesministeriums für Verkehr teilnahmen, und in der das deutsche Decca-Navigationsystem dem öffentlichen Betrieb übergeben wurde. Telefunken baute diese deutsche Decca-Kette in Lizenz der Decca-Navigator Comp. Ltd. London. Es ist ein Hyperbel-Ordnungsverfahren und dient zur Stand-ortbestimmung der Flugzeuge und für die inter-nationale Schifffahrt entlang der deutschen Küste. Es ist die vierte Navigationskette, die fertig-gestellt wurde; sie bildet eine Verbindung zwi-schen den britischen Ketten und der dänischen Kette sowie den französischen Sendern, die noch im Laufe dieses Jahres dem Betrieb übergeben werden sollen.

Die deutsche Anlage besteht aus vier ortsfesten Langwellensendern, die im Bereich von etwa 3000 m arbeiten. Der Standort der Sender ist Mad-feld / Westfalen (Mutter-Sender), Coburg / Bayern (Bezeichnung: Purpur), Stadtkyll / Eifel (Bezeich-nung: Rot) und Zeven / Bez. Bremen (Bezeichnung: Grün). Die Tochter-Sender Purpur, Rot und Grün sind in einem Abstand von je 200 km vom Haupt-sender Madfeld entfernt. Die guten Ausbreitungs-eigenschaften der langen Wellen eignen sich be-sonders für die Weilstrecken-Navigation, da Emp-fangs- und Peilgenauigkeit von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche unabhängig sind. Die Aus-wertung erfolgt in einem Decometer, das—den Toch-ter-Sendern entsprechend — Rot-, Grün- und Pur-pur-Hyperbelscharen enthält. Für eine 100%ige Betriebssicherheit der Sender sorgen die dreifach vorhandenen Steuerstufen, und die HF-Stufen sind sogar bis zu zwölfmal vorgesehen.

Das Navigationssystem wird auch den Flugzeu-gen über dem Gebiet von Westdeutschland und Berlin und auf ihren Anflügen vollständige Navi-gationsunterlagen vermitteln. Mit dem Decca Flight-Log, einem Instrument, das die zurückgeleg-ten Flugstrecken selbsttätig aufzeichnet, kann der Pilot ohne Hilfe irgend eines Mitgliedes der Flug-zeugbesatzung aus einer Karte, die neben seinem Sitz angebracht ist, genau ablesen, wo er sich be-findet bzw. welche Strecke er bereits zurückgelegt hat. Unsere Abbildung zeigt den Flugwegschreiber „Decca Flight-Log“, der auch in Zukunft in Deutsch-land hergestellt wird. Über die technischen Einzel-heiten der Funknavigation berichteten wir bereits in der FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), in den Heften 8, 9 und 10. Außerdem wurde das Navigations-gerät Decca z. B. in FUNK UND TON Bd. 1 (1947) H. 3 und Bd. 2 (1948) H. 2, beschrieben.

Betrachtungen über das Fernmeldewesen in den USA

Das Fernmeldewesen in den USA, einschließlich Rundfunk und Fernsehen, unterscheidet sich in seinem Aufbau und seiner Gliederung wesentlich von der deutschen Organisationsform. Bevor man daher darangeht, nach dem Studium einzelner Probleme in amerikanischen Veröffentlichungen, Vorträgen oder Filmen Vergleiche zu ziehen, Werturteile zu bilden oder die Zweckmäßigkeit einer Nachahmung des US-Vorbildes in Deutschland zu überlegen, sollte man sich diese Tatsache vor Augen halten und sich daher zunächst mit den grundlegenden Organisationsformen vertraut machen. Dabei darf auch keinesfalls die riesige Weite in USA außer acht gelassen werden.

Sämtliche den Betrieb ausübenden Gruppen sind private Unternehmen, die einen groß, die anderen klein, manche sogar zwerghaft winzig. Sie alle arbeiten aber auf der Basis des privatwirtschaftlichen Unternehmertums, sind jedoch — und das ist bei einem Gebiet wie das Fernmeldewesen, das ja so wichtig für das öffentliche Interesse und Wohl ist, unbedingt erforderlich — einer zentralen Stelle Rechenschaft schuldig. Durch den sogenannten Communications Act von 1934 ist die Federal Communications Commission (FCC) gegründet worden, eine Kommission, die ihrerseits nicht einem einzelnen Ministerium, sondern unmittelbar dem Parlament, also dem Volke, untersteht. Die FCC hat durch ihre Richtlinien und Regeln für eine gleichartige Abwicklung der Fernmeldedienste in allen Teilen des Landes zu sorgen, darüber zu wachen, daß jedem Staatsbürger auf dem Nachrichten- gebiet seine verfassungsmäßigen Rechte gewährt werden und, was auch sehr wichtig ist, daß die Tarifpolitik der einzelnen Gesellschaften den öffentlichen Belangen nicht zuwiderläuft. Auf dem Funkgebiet obliegt ihr außerdem auch die sehr wichtige Aufgabe der Zuweisung von Frequenzen für die einzelnen Dienste. Genau wie das Fernmeldewesen selbst gliedert sie sich daher in die Hauptgruppen Fernsprechen und Telegraf, kommerzieller Funk sowie Rundfunk und Fernsehen. Die auch in Deutschland bekanntesten Gesellschaften auf dem Gebiet des Rundfunks und Fernsehens sind in alphabetischer, also nicht größenmäßiger Reihenfolge die American Broadcasting Company (ABC), Columbia Broadcasting System (CBS) und die National Broadcasting Company (NBC). Hinter diesen Gesellschaften stehen z. T. große Firmen der Nachrichtenindustrie, wie z. B. die Radio Corporation of America (RCA) bei der NBC. Die Zahl der Rundfunkgesellschaften ist Legion, jede nur nennenswerte Ortschaft hat eine, sehr oft mehrere Rundfunkstationen. Viele davon haben sich einem der großen vier über das ganze Land reichenden Netze oder einem

der drei regionalen Netzwerke angeschlossen und bringen nach einem den Außenstehenden kompliziert anmutenden Schema eigene und Netzsendungen. Was ist der Grund dafür? Alle Sender arbeiten auf der Basis des Erwerbs der nötigen Unterhaltungsmittel durch Reklamesendungen. Sie verkaufen ihre Sendezeit an eine Seifenfabrik, an die eine oder andere Zigarettenfirma oder für die Werbung für eine bestimmte Tee- und Suppenmarke. Diese Firmen „betreuen“ dann die Sendezeit von 15 oder 30 Minuten und veranstalten ein Musik- oder Sprechprogramm, das umrahmt ist von der Werbung für ihre Artikel und nicht selten auch in den Pausen zwischen den einzelnen Darbietungen damit versehen wird. Manche Werbung ist nun nur für bestimmte Gegenden des Landes von Interesse, dann schalten sich die übrigen, zum betreffenden Netz gehörigen Sender solange ab und bringen ein getrenntes Programm, während andere Sendungen von vornherein vom Auftraggeber als „über das gesamte Netz zu verbreiten“ bestellt worden sind. Es gibt natürlich auch viele Stationen, die nicht auf Netzbasis, sondern einzeln arbeiten, aber allen ist gemeinsam: der Hörer braucht keine Gebühren zu zahlen, der Sender finanziert sich selbst durch Verkauf seiner Sendezeit.

Eine Folge dieser Methode ist, daß die einzelnen Sendungen meist kaum länger als eine halbe Stunde dauern, das Programmbild also verwirrend vielfältig wird. Auch folgen manchmal, vom künstlerischen Standpunkt betrachtet, nicht ganz aufeinander abgestimmte Sendungen hintereinander, Tatsachen, die keinesfalls dem europäischen Geschmack entsprechen würden. Inwieweit die Amerikaner dies lieben, läßt sich schwer sagen, da die meisten unseren europäischen Stil nicht kennengelernt haben und ihnen somit die Vergleichsmöglichkeit fehlt. Einige Stimmen waren jedoch zu finden, die sich mit dem Reklamesystem und seinen zwangsläufigen Folgen nicht einverstanden erklärten. Das eben Gesagte gilt für den Rundfunk, aber noch viel mehr für das Fernsehen, da dort von Sportveranstaltungen abgesehen, infolge der so sehr viel höheren Kosten selten eine Sendung die 30-Minuten-Grenze überschreitet.

An dieser Stelle mag eine Statistik eingefügt sein: In USA gibt es vier Netzwerke, die das ganze Land, und drei, die nur bestimmte Bezirke überdecken, und gegen 2000 einzelne AM-Stationen. Sie arbeiten alle auf kommerzieller Basis, während nur wenig mehr als 20 von Erziehungsinstituten und etwas über zehn von religiösen Gruppen betriebene, nichtkommerzielle Sender vorhanden sind. An FM-Stationen wurden an die 700 betrieben (alle Zahlen dürften, da sie dem letzten FCC-Bericht, herausgegeben 1950, entnommen sind, bereits zu niedrig sein).

Alle AM-Rundfunksender benutzen die Mittelwelle, Langwellenrundfunk ist in USA nicht vorgesehen. Die Empfänger besitzen daher nur einen Mittelwellenteil. Kurzwellensender für die Inlandsversorgung sind praktisch nicht vorhanden; sie wurden früher nur von einschlägigen Industrieunternehmen für Versuchszwecke betrieben und sind jetzt meist für Aufgaben der Regierung eingesetzt. Daher

fehlt an den Empfängern auch dieser Bereich. Das UKW-FM-Netz ist mit etwa 1000 Stationen recht weit ausgebaut. Aber in den Schaulustern der Rundfunkläden sieht man keine (oder nur sehr selten) dafür geeignete Empfänger. Hier scheint etwas nicht richtig zu sein, sagt man sich! Und tatsächlich, es zeigt sich, der UKW-Funk hat keine große Beliebtheit erlangen können. Zu Anfang ja, da war das Interesse groß, denn — er verbreitete über alle Sender ein getrenntes Programm. Es muß den Beschreibungen nach unserem System geahnt haben, ohne Werbung, schlicht und einfach. Das war etwas Neues, was die Hörer reizte. Als aber auf Drängen der Sendegesellschaften die FCC ihr anfängliches Verbot, Werbung über UKW zu treiben, fallen ließ, erlahmte das Interesse. Die Programme werden vielfach von der Mittelwelle übernommen, die besondere Note der UKW ging damit verloren. So kommt es, daß in manchen Schaulustern überhaupt kein oder unter zehn oder mehr Empfängern vielleicht nur ein Gerät mit UKW-Betrieb zu sehen ist. Die großen Truhen haben wohl alles in sich, einschließlich Plattenspieler für drei Geschwindigkeiten, aber wer kann und will vielleicht 600 und mehr Dollar für ein Rundfunkgerät — auch in Amerika! — bezahlen? Zusammenfassend gesagt: es war allenthalben keine besondere Neigung für UKW festzustellen, so daß kaum mehr mit der Neueinrichtung weiterer derartiger Stationen zu rechnen sein soll.

UKW hat natürlich — wie bei uns — seine besondere Bedeutung und wird sie auch behalten für Empfangsgebiete, die bei den Mittelwellen unter besonders starken Störungen zu leiden haben. Aber für „Qualität zahlt kaum ein Werbungtreibender“, sagte man. Mit der verbesserten Klanggüte des UKW-Empfangs können daher nur wenige Hörer gewonnen werden. Nur die großen Musikschränke haben gute — in unserem Sinne NF-Teile. Alle anderen Empfänger besitzen ein kleines Gehäuse aus Preßstoff — Holzgehäuse benötigen zuviel Handarbeit und werden daher zu teuer — und sind ausgelegt für den Bezirksempfang. Es gibt in der Nähe der meisten Orte — besonders natürlich an der Ostküste — so viel Stationen in räumlich kleinen Bezirken, daß die Auswahl an Sendern reichhaltig genug ist. So können die Geräte billig sein, und man hat oft je eines im Wohnzimmer, in der Küche und im Schlafzimmer. Jedes neuere Auto hat die Ausparungen für ein Radiogerät im Armaturenbrett vorgesehen; die meisten Wagen werden von der Fabrik gleich mit Empfänger (Drucktasten für sechs und mehr Sender zur Bedienungserleichterung beim Fahren!) geliefert. Die Wagen sind somit gut entstört, RF-Störungen durch Fahrzeuge kennt man daher kaum. Übrigens — Störungen! Einen amtlichen Entstörungsdienst gibt es nicht. Man kann sich an den Kundendienst seines Geräte- lieferers oder an andere Spezialfirmen wenden, die die Störungsursache zu ermitteln suchen und den Störer zwecks Abstellung der Störungen beraten. In ganz hartnäckigen Fällen wird man vielleicht auch den einzigen amtlichen Weg, Beschwerde bei der zuständigen FCC-Außenstelle, einschlagen. Diese bearbeitet

den Vorgang jedoch viel mehr von der juristischen als von der technischen Seite.

Bei den sog. „nation-wide“-Netzen handelt es sich um Netze der großen Sendegesellschaften. Der CBS gehören z. B. sechs eigene Rf-Stationen, darunter einige mit der Höchstleistung von 50 kW. Die restlichen Stationen ihres Netzes gehören anderen Gruppen, die sich auf dem Vertragswege mit der CBS zu einem Netz zusammengeschlossen haben, das sich über ganz USA erstreckt. Meist sind es Sender kleiner und kleinster Leistung, die nur örtliche Bedeutung haben. Von ihnen laufen in den einzelnen Gebieten des Landes viele auf der gleichen Welle. Durch eine sorgfältige Vorplanung ist der Sendebereich so festgelegt, daß keine gegenseitigen Störungen innerhalb des beabsichtigten Versorgungsgebietes auftreten. In vielen Fällen sind Richtstrahlantennen eingesetzt, um eine ausreichende gegenseitige Abschirmung zu erreichen. Daneben hat die FCC etwa 20 Großstationen mit 50 kW Leistung lizenziert, die so aufgestellt sind, daß an möglichst jedem Ort der USA eine von ihnen zu hören ist und auch in dünn besiedelten Gebieten eine Rundfunkversorgung gegeben ist. Aus diesem Grund hat man diesen Sendern ausnahmsweise auch Einzelwellen zugeteilt.

Eine der interessantesten Rf-Stationen zeigt das linke Foto, es handelt sich um die Hauptstation der CBS in der Nähe von New York. Da kein anderes geeignetes Gelände zu finden war, hat man eine kleine Felseninsel im Long Island-Sound ausbetoniert und darauf ein etwa 20x20 m großes Sendehaus erstellt. Über der Mitte des Hauses erhebt sich ein rd. 100 m hoher Mast mit einer kreuzförmigen Endkapazität. Aus Luft Sicherheitsgründen war ein höheres Bauwerk dort nicht möglich. Die Anpassung der Antenne ist so gewählt, daß im Stadtgebiet von New York, also im Umkreis von etwa 35 km, eine größtmögliche Feldstärke erzielt wird. Netzspannung von 4400 Volt und NF-Modulation werden über Unterwasserkabel zugeführt. Der Sender versorgt infolge dieser günstigen, sicher in der Welt einzigartigen Aufstellung einen Wohnbereich von rund 14 Millionen Menschen.

Bei den Empfängern fielen bereits die kleinen Abmessungen der Gehäuse, die sicher nicht zur Verbesserung des Tones beitragen, auf. Mit Recht erhebt sich die Frage, welche technischen Daten dann Rf-Sender und -Leitungen haben. Der Frequenzabstand der Sender ergibt eine rechnerische NF-Bandbreite von 5 kHz. Die Fernleitungen — einen großen Teil der Programme bezieht ein Sender naturgemäß darüber — besitzen eine höchste Übertragungsfrequenz von 8 kHz, bei weitesten Entfernungen manchmal auch nur von 5,5 kHz, während Ortsleitungen bei Bedarf bis 15 kHz entzerrt werden (dementsprechend steigen aber auch die Mietgebühren!). Rf-Sonderkabel und besonders geschirmte Adern werden kaum verwendet. Die Schaltstellen der Rundfunkgesellschaften sind mit interessantesten Vorwähleinrichtungen versehen, die es für verschiedene, gleichzeitig laufende Programmfolgen ermöglichen, die Zusammenschaltung der benötigten Studios- und Leitungen für den kommenden Programmabschnitt vorzubereiten. Aber nun genug von Rundfunk. Fernsehen — dieses Wort wird überall „groß“ geschrieben! In vielen Schaufenstern: Geräte zum Kauf. Auf den Dächern: Antennen zum Empfang; ein Wald von Antennen manchmal, auch auf den ärmlichsten Häusern. Man fragt nach den gegenseitigen Beeinflussungen. Eine Antwort ist schwer zu erhalten, jeder will eben seinen „Yagi“ haben, die einen nach Osten, die anderen nach Süden gerichtet, wenn in diesen Himmelsrichtungen gerade Sender stehen. Und in den Vororten, die nur im Bereich eines Senders liegen, braucht man nur auf die Richtung der Antennen zu achten, um den rechten Weg zum Sender einschlagen zu

können. 10 bis 12 Millionen Fernsehempfänger gab es 1951 in den Staaten und, wenn keine besonderen Schwierigkeiten auftreten, werden dieses Jahr weitere 7 Millionen dazukommen. 107 Sender sorgen für ein abwechslungsreiches Programm, das entweder von den vier großen Gesellschaften mit ihren Netzwerken oder kleinen örtlichen Studios erzeugt wird. Die schon erwähnte CBS betreibt jetzt in New York allein 14 Studios, aus denen größere Sendungen gebracht werden können, und eine Anzahl kleinerer Räume für Ansagen, Filmabstimmung usw. Viele von ihnen sind in ehemaligen Theatern und Kinos untergebracht, so daß auch Publikum an den Sendungen teilnehmen kann. Obgleich auch die öffentlichen Programme recht kurz sind (15 bis 30 Minuten), ist das Interesse außerordentlich groß. CBS bringt wöchentlich 42 solcher „shows“. Ein Fernsehübertragungswagen fährt mit der ganzen Einrichtung samt Kulissen und Künstlern auch oft in kleinere Orte ohne eigenes Studio und veranstaltet dort öffentliche Vorführungen. Den Umfang des Fernsehens kann man daran ermaßen, daß CBS für Fernsehen (Studios und ein Sender in New York) allein mehr als 1200 Kräfte beschäftigt. Von vielen Sendungen werden neben der Direkt-Austrahlung auch Filmaufnahmen gemacht. Diese werden später an kleine Sender verlichen, die noch nicht an das Fernsehprogramm-Verteilungsnetz (Kabel oder Funk) angeschlossen sind. Die ersten Fernsehübertragungsmöglichkeiten gaben Koaxial-Fernkabel, wobei in jedem Kabel acht Koaxialleiter vorhanden waren. Ihre Verlegungskosten schätzt man auf fast 20 000 Dollar für die Meile. Die Ausstattung an Zwischenverstärkern erlaubt z. Z. jedoch nur Frequenzen bis rund 2,7 MHz zu übertragen. Das ist für das 525zeilige Fernsehen (bei der amerikanischen Netzfrequenz von 60 Hz entspricht es somit ziemlich genau der deutschen Norm) allerdings zu wenig, so daß durch die Bandbeschränkung die Qualität bei Fernübertragungen ein wenig leidet. Arbeiten zur Vergrößerung der Bandbreite auf 8 MHz sind im Gange. Inzwischen hat sich aber der Funk das Gebiet erobert und ist die Verbindung für Qualitätsübertragungen. Die Mikrowellenstrecken können 4 MHz übertragen, sind in ihren Anlagekosten um ein Drittel billiger und schneller zu erstellen. Die Technik des Einsatzes geht dahin, daß zunächst wegen des breiteren Übertragungsbandes die Funkverbindungen bevorzugt werden, die jedoch aus Sicherheitsgründen bei der Planung möglichst stets parallel zu Kabeln eingefichtet werden. Später wird sich nach Verbesserung der Kabel, eine gleichmäßige Verteilung der Auslastung ergeben, wobei Punktlinien, nach den heutigen Erkenntnissen, mit dem besten Erfolg zur Vergrößerung des bestehenden Kabel-Leitungsbündels benutzt werden können. Die Tonübertragung wird in allen Fällen getrennt vom Bild über andere Wege durchgeführt.

In den Fernsenaufnahmestudios bleibt insbesondere die Tatsache des geringen Bedarfs an Licht ein auffallendes Moment. Die Kameras sind bereits so empfindlich, daß nur wenige Leuchtstofflampen genügen, um ein ausreichend helles Bild zu erhalten. In jeder größeren Sendung sind 3 bis 4 Kameras in Betrieb und ermöglichen dem Regieassistenten ein blitzschnelles Wechseln oder Überblenden auf den gewünschten Bildausschnitt. Die Anweisungen des Regieraums werden vielfach den „beweglichen“ Hilfskräften drahtlos mittels winziger Langwellensender und -empfänger gegeben. So sind alle Leute ohne ein lautes Wort über ihre Kopfhörer schnellstens dirigierbar. Sogar der Dirigent des Orchesters kann sich dem Kopfhörer nicht entziehen. Natürlich gehört zur Durchführung einer Sendung viel Kleinarbeit. 10...12 Mann sind im Studio unmittelbar daran beteiligt, nicht gerechnet Regisseur und Schauspieler. Meist

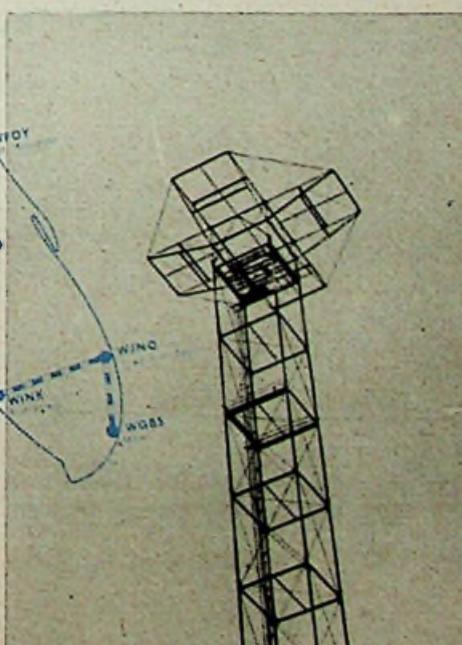
wird dreimal vorher geprobt, das letzte Mal am Tage der Sendung. Die Hilfseinrichtungen sind teilweise vom Film in abgewandelter Form übernommen, so z. B. der nach allen Richtungen schwenk- und drehbare Wagen mit Ausleger, auf dem der Kameramann mit seinem Gerät sitzt.

Vom Farbfernsehen war z. Z. des Besuches noch nicht viel zu sehen, da erst einige Wochen später die Bundesgerichtsentscheidung über die FCC-Regelung die Starre löste, die auch über dem CBS-System, das bisher technisch am besten durchgebildet ist, lag. Die Farben des CBS-Systems sind bereits sehr gut, während die RCA mit ihrem voll-elektronischen System noch mit einigen Schwierigkeiten bei der Wahl des Nachleuchtblages der Bildröhren — speziell bei rot — zu kämpfen hat.

Sehr günstig wirkt sich für den Fernsehfreund die Möglichkeit des Abonnements eines Service der Lieferfirma seines Gerätes aus. Gleich beim Kauf kann er einen Vertrag abschließen, der ihm für eine Jahresgebühr (im ersten Jahr etwa 25% des Gerätepreises) die Installation einer Antenne, das erstmalige Einstellen des Gerätes und eine laufende Pflege einschließlich Auswechseln durch natürliche Abnutzung beschädigter Teile und Röhren ohne zusätzliche Kosten gewährleistet. Will der Empfänger nicht mehr recht arbeiten, ein Anruf genügt, in spätestens zwei Tagen ist der Service-Mann im Haus. Leichtere Fehler (Auswechseln von Teilen und Röhren) behebt er an Ort und Stelle, bei schwierigeren Sachen hilft ihm die sinnvolle Einbauweise des Chassis, das sich in einer Minute aus dem Gehäuse herausnehmen läßt, so daß in der gut ausgerüsteten zentralen Werkstatt der Fehler behoben werden kann. Dauer: kaum mehr als zwei weitere Tage. Arbeit des Kunden: ein Telefonanruf!

Eine letzte Frage: Liebt der Amerikaner das Fernsehen? Sie scheint nur mit betontem „Ja“ zu beantworten zu sein. Sehr selten finden sich Gegner; auch bis jetzt noch Hartnäckige kommen langsam zu dem Entschluß: bisher waren wir noch nicht so sehr dafür, aber in diesem Winter kaufen wir uns doch ein Gerät! Oftmals sind gerade die Kinder der Familie die Vorkämpfer, wenn sie bei Freunden den Fernsehkinderrundfunk sehen und zu Hause das gleiche Erlebnis haben möchten.

Antennenspitze mit kreuzförmiger Endkapazität der Hauptstation der CBS auf einer kleinen Felseninsel im Long-Island-Sound, New York (siehe linkes Foto)



Berechnung von Magnetspulen

Die Tragkraft eines Elektromagneten läßt sich genau genug nach der Formel

$$P = \left(\frac{\mathfrak{B}}{5000}\right)^2 \cdot F \text{ [kg]}, \quad (1)$$

berechnen. Dabei ist F die gesamte tragende Polfläche in cm^2 und \mathfrak{B} die Induktion in Gauß. Wegen der erforderlichen Beschleunigung und zur Überwindung etwaiger Reibungswiderstände setzt man jedoch zweckmäßig bei Zugmagneten für P das vierfache Ankergewicht ein. Aus (1) ergibt sich die erforderliche Induktion

$$\mathfrak{B} = 5000 \sqrt{\frac{P}{F}} \text{ [Gauß]}. \quad (2)$$

Aus der Feldstärke-Gleichung für eine Zylinderspule

$$\mathfrak{B} = \frac{0,4 \pi \cdot n \cdot I}{l} \quad (3)$$

folgt für die Amperewindungszahl (AW)

$$n \cdot I = \frac{l \cdot \mathfrak{B}}{0,4 \pi} = 0,8 l \cdot \mathfrak{B}. \quad (3a)$$

Berücksichtigt man nur den Kraftlinienweg in der Luft, so kann man $\mu = 1$ und somit $\mathfrak{B} = \mathfrak{H}$ setzen. Bei einer Gesamtlänge des Luftspalts l (cm) ist nach (3a)

$$n \cdot I = 0,8 \cdot l \cdot \mathfrak{B} \text{ [AW]}. \quad (3b)$$

Aus (2) und (3b) folgt

$$n \cdot I = 4000 l \sqrt{\frac{P}{F}} \text{ [AW]}.$$

Die daraus berechneten Kurven zeigt die Abb. 1.

Der ohmsche Widerstand R der Magnetwicklung ist

$$R = \frac{\rho \cdot l_{\text{ges}}}{q} = \frac{\rho \cdot l_m \cdot n}{100 \cdot q} \text{ [\Omega]}. \quad (3c)$$

(mittlere Windungslänge l_m in cm eingesetzt). Die Leistung, die in der Spule umgesetzt wird, ergibt sich zu

$$N = I^2 \cdot R = I^2 \frac{\rho \cdot l_m \cdot n}{100 \cdot q} \text{ [W]}.$$

Führt man die Stromdichte $s = \frac{I}{q}$ [A/mm²] ein, so kann man die letzte Gleichung in die Form bringen

$$N = I \frac{\rho \cdot l_m \cdot n \cdot s}{100} = \frac{(n \cdot I) \rho \cdot l_m \cdot s}{100} \text{ [W]}. \quad (4)$$

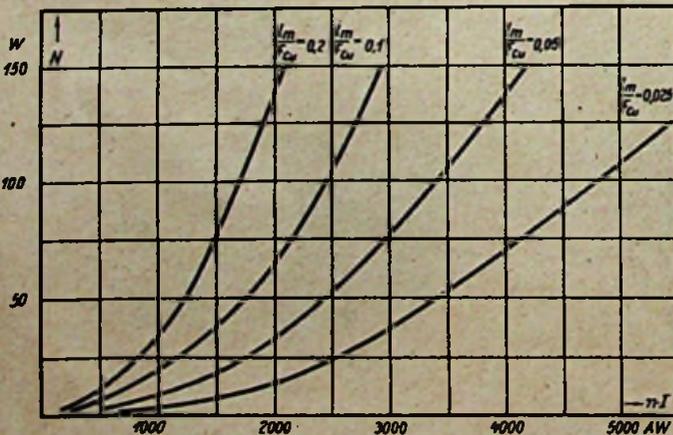


Abb. 2. Zusammenhang zwischen ohmschem Widerstand R der Magnetspule und Windungszahl n für verschiedene Spulenabmessungen

Abb. 3. Leistungsaufnahme einer Magnetspule als Funktion der AW-Zahl für verschiedene Spulenabmessungen; l_m = mittlere Länge einer Windung, F_{Cu} = Gesamtkupferquerschnitt der Spule

Ist F_w der Querschnitt des zur Verfügung stehenden Wickelraumes und k der Kupferfüllfaktor ($k = 0,5 \dots 0,6$ für lagenweise gewickelte Spulen, $k = 0,4$ für wild gewickelte), so ist der reine Kupferquerschnitt

$$F_{\text{Cu}} = k \cdot F_w \text{ [mm}^2\text{]},$$

also die Stromdichte

$$s = \frac{n \cdot I}{F_{\text{Cu}}} = \frac{n \cdot I}{k \cdot F_w} \text{ [A/mm}^2\text{]} \quad (4a)$$

und damit die Leistung aus (4)

$$N = \frac{(n \cdot I)^2 \cdot \rho \cdot l_m}{100 k \cdot F_w} \text{ [W]}. \quad (4b)$$

Zur schnellen Orientierung über die aufzubringende Leistung dient Abb. 3.

Wenn die Spannung U gegeben ist, berechnet sich der Strom aus der in (4a) gefundenen Leistung

$$I = \frac{N}{U} \text{ [A]}. \quad (4c)$$

Aus (3a) erhält man die Windungszahl

$$n = \frac{0,8 l \cdot \mathfrak{B}}{I} = \frac{(n \cdot I)}{I} \quad (4d)$$

und schließlich den Drahtquerschnitt aus

$$q = \frac{F_{\text{Cu}}}{n} = \frac{k \cdot F_w}{n} \text{ [mm}^2\text{]} \quad \text{mit dem Durchmesser} \quad (4e)$$

$$d = 2 \sqrt{\frac{q}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{k \cdot F_w}{n \cdot \pi}}$$

Die Leistung nach (4b) wird in der Spule in Wärme umgesetzt. Bei kurzzeitiger

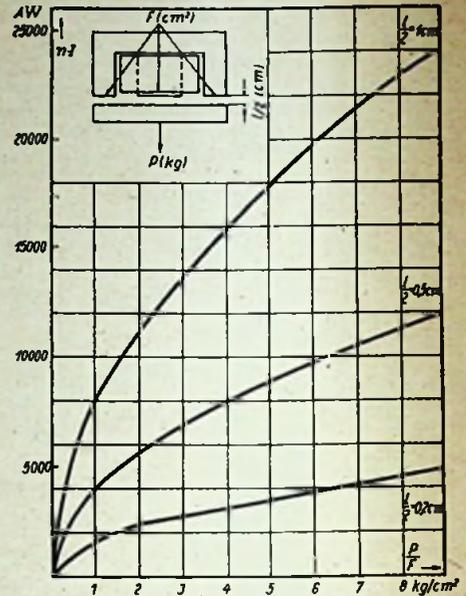
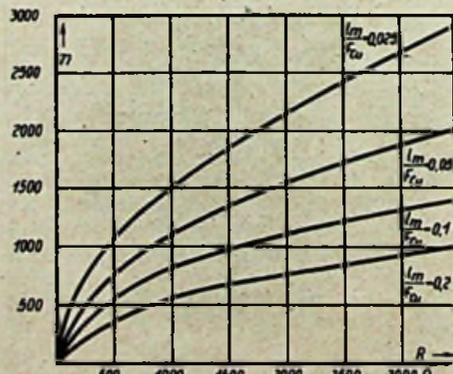


Abb. 1. AW Zahl als Funktion $\frac{P}{F}$ für verschiedene Ankerhöbe $\frac{l}{2}$

Einschaltdauer ist die Übertemperatur θ nach der Zeit t

$$\theta = \frac{0,239 \cdot N \cdot t}{G \cdot \gamma} \text{ [}^\circ\text{C]}. \quad (5)$$

wobei G das Gewicht der erwärmten Masse in Gramm und γ deren spezifische Wärme ist (für Kupfer ist $\gamma = 0,091$). Läßt man eine bestimmte Übertemperatur θ zu, so ist die Zeit bis zur Erreichung dieser Temperatur

$$t = \frac{\theta \cdot G \cdot \gamma}{0,239 \cdot N} = \frac{4,18 \theta \cdot G \cdot \gamma}{N} \text{ [sec]}. \quad (5a)$$

Bei Dauerbelastung kann man als höchstzulässige Stromdichte

$$s = 3,5 \sqrt{\frac{O}{V}} \text{ [A/mm}^2\text{]} \quad (6)$$

einsetzen, dabei ist O die abkühlende Oberfläche in cm^2 und $V = \frac{l_m \cdot F_w}{100}$ das Spulenvolumen in cm^3 (F_w in mm^2 !). Damit ergibt sich für längere Einschaltdauer die Maximal-AW-Zahl

$$n \cdot I = s \cdot F_{\text{Cu}} = 3,5 \cdot k \cdot F_w \cdot \sqrt{\frac{O}{V}} \text{ [AW]}. \quad (6a)$$

und aus (4) die zugehörige Leistung

$$N = 0,123 \cdot \rho \cdot l_m \cdot k \cdot F_w \frac{O}{V} \text{ [W]} \quad (6b)$$

für Dauerbelastung.

Einige nützliche Formeln für die Berechnung von Spulen sind noch die folgenden:

$$q = 0,045 \frac{1}{U} \sqrt{k \cdot \rho \cdot \theta \cdot O \cdot V} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (7)$$

(Drahtquerschnitt q für eine gegebene Spulengröße und Spannung). Will man dagegen die AW-Zahl bestimmen, die in einem gegebenen Wickelraum V (cm^3) bei Höchstbelastung untergebracht werden kann, ist die Formel zu verwenden

$$n \cdot I = 4,5 \cdot F_w \sqrt{\frac{k \cdot \theta \cdot O}{\rho \cdot V}} \text{ [AW]}. \quad (7a)$$

Man steht häufig vor der Aufgabe, aus einer fertig vorliegenden Spule Windungszahl und Drahtdurchmesser berechnen zu müssen. Der ohmsche Widerstand R ist

durch eine Gleichstrom-Messung bestimmt; dann ist

$$q = 0,1 \sqrt{\frac{k \cdot \rho \cdot l_m \cdot F_w}{R}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$d = 0,36 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot \rho \cdot l_m \cdot F_w}{R}} \text{ [mm]} \quad (7b)$$

und die Windungszahl

$$n = 10 \sqrt{\frac{k \cdot R \cdot F_w}{\rho \cdot l_m}} \quad (7c)$$

Letzterer Zusammenhang ist in Abb. 2 dargestellt.

Wird der Zugmagnet mit Wechselstrom betrieben, so ist die Rechnung etwas komplizierter, da in diesem Falle der Strom durch die Spule nicht nur vom ohmschen Widerstand, sondern außerdem noch von der Induktivität der Spule abhängt. Wenn man auch hier nur den magnetischen Widerstand im Luftspalt (der sehr groß gegen den im Eisen ist) berücksichtigt, ist

$$L = \frac{0,4 \pi \cdot Q \cdot 10^{-8}}{l} n^2 \text{ [H]} \quad (8)$$

dabei ist Q der Eisenquerschnitt, l die gesamte Länge des Luftspaltes. Für den ohmschen Widerstand war in den Gl. (3c) und (4e) gefunden worden:

$$R = \frac{\rho \cdot l_m \cdot 10^{-2}}{k \cdot F_w} \cdot n^2 \text{ [\Omega]}$$

Der resultierende Widerstand ist

$$R = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$= \frac{n^2}{100} \sqrt{\left(\frac{\rho \cdot l_m}{k \cdot F_w}\right)^2 + \left(\frac{8f \cdot Q}{l \cdot 10^4}\right)^2}$$

Nach Einführung des Produktes $(I \cdot n)$ wird

$$\frac{100 U}{(I \cdot n)} = n \sqrt{\left(\frac{\rho \cdot l_m}{k \cdot F_w}\right)^2 + \left(\frac{8f \cdot Q}{l \cdot 10^4}\right)^2}$$

und schließlich die gesuchte Windungszahl

$$n = \frac{100 \cdot U}{(I \cdot n) \sqrt{\left(\frac{\rho \cdot l_m}{k \cdot F_w}\right)^2 + \left(\frac{8f \cdot Q}{l \cdot 10^4}\right)^2}} \quad (9)$$

Beispiel: Das Gewicht des Ankers des in Abb. 4 gezeichneten Zugmagneten betrage 125 g, der Hub 0,5 cm. Rechnet man zur Sicherheit mit dem vierfachen Gewicht, so wird $P = 0,5 \text{ kg}$. Die gesamte Polfläche ist nach Abb. 4: $F = 2 \cdot 1,8 \cdot 1,2 =$

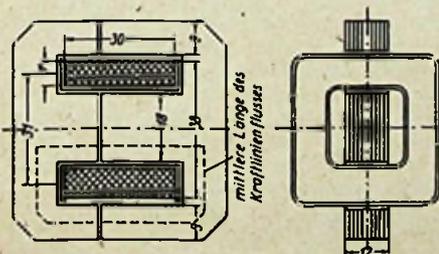


Abb. 4. Maßskizze des Elektromagneten zum Rechenbeispiel

4,32 cm². Mit diesen Werten liefert (2) für die Induktion

$$\mathcal{B} = 5000 \sqrt{\frac{0,5}{4,32}} = 1700 \text{ Gauß}$$

Für l ist in (3b) der doppelte Luftspalt,

also $l = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ cm}$, einzusetzen, dann ist

$$(I \cdot n) = 0,8 \cdot 1700 = 1360 \text{ AW}$$

Die mittlere Windungslänge ist der Abb. 4 mit $l_m = 3,1 \pi = 9,75 \text{ cm}$ und der Querschnitt des Wickelraumes mit $F_w = 7 \cdot 30 = 210 \text{ mm}^2$ zu entnehmen. Setzt man für den Kupferfüllfaktor $k = 0,5$ ein, so ist der reine Kupferquerschnitt $F_{Cu} = 0,5 \cdot 210 = 105 \text{ mm}^2$. Für die Stromdichte findet man aus (4a)

$$s = \frac{1360}{105} = 13 \text{ A/mm}^2$$

Damit ist die Lei-

$$N = \frac{1,36^2 \cdot 10^8 \cdot 0,017 \cdot 9,75}{10^2 \cdot 105} = 29 \text{ W}$$

stung nach (4b) mit $\rho = 0,017$ für Kupfer

$$I = \frac{29}{220} = 0,132 \text{ A}$$

und die Windungszahl nach (4d)

$$n = \frac{1360}{0,132} = 10300 \text{ Windungen}$$

Der Drahtquerschnitt ist nach (4e)

$$q = \frac{105}{10300} = 0,0102 \text{ mm}^2$$

bzw. die Drahtstärke $d = 0,11 \text{ mm}$. Der Spulenwiderstand ist nach (3c)

$$R = \frac{0,017 \cdot 9,75 \cdot 10300}{100 \cdot 0,0102} = 1670 \text{ \Omega}$$

der gleiche Wert ergibt sich natürlich auch

$$\text{aus } R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,132} = 1670 \text{ \Omega}$$

Das Volumen der Kupferwicklung beträgt

$$\frac{F_{Cu} \cdot l_m}{100} = \frac{105 \cdot 9,75}{100} = 10,25 \text{ cm}^3$$

Das spezifische Gewicht von Kupfer ist 8,9 g/cm³, das Gewicht der Wicklung ist damit $G = 10,25 \cdot 8,9 = 91 \text{ g}$. Nach (5a) wird die Zeit, innerhalb derer eine Über-

$$t = \frac{4,18 \cdot 60 \cdot 91 \cdot 0,091}{29} = 72 \text{ sec}$$

temperatur von $\vartheta = 60^\circ \text{ C}$ erreicht wird so daß sofort nach Anziehen des Ankers der Spulenstrom unterbrochen werden muß, um die Wicklung nicht zu gefährden. (Bei Wechselstrom-Magneten ist übrigens nach erfolgter Anziehung der Strom automatisch stark herabgesetzt, da wegen des nun sehr kleinen Luftspaltes die Induktivität um ein Vielfaches vergrößert ist.) Das Spulenvolumen ist

$$V = \frac{l_m \cdot F_w}{100} = \frac{9,75 \cdot 210}{100} = 20,5 \text{ cm}^3$$

die abkühlende Oberfläche kann zu 50 cm² angenommen werden.

Nach (6) ist die für Dauerbelastung zulässige Stromdichte

$$s = 3,5 \sqrt{\frac{50}{20,5}} = 5,46 \text{ A/mm}^2$$

und die entsprechende AW-Zahl nach (6a)

$$(n \cdot I) = 105 \cdot 5,46 = 573 \text{ AW}$$

mit der Höchstbelastung nach (6b)

$$N = 0,123 \cdot 0,017 \cdot 9,75 \cdot 105 \cdot \frac{50}{21} = 5,1 \text{ W}$$

Rechnet man nun weiter im Beispiel den einfachen Luftspalt nach erfolgtem Anzug des Ankers mit 0,05 cm, die gesamte Länge der Kraftlinien in Luft also mit $2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ cm}$, so ist nach (3) die Induktion $\mathcal{B} = \frac{0,4 \pi \cdot 565}{0,1} = 7100 \text{ Gauß}$,

der Anker wird daher nach (1) mit der Kraft $P = \left(\frac{7100}{5000}\right)^2 \cdot 4,32 = 8,7 \text{ kg}$ fest-

gehalten.

Wird die Magnetspule mit 220 V Wechselstrom betrieben, so wird die Windungszahl naturgemäß niedriger ausfallen; nach (9) ist

$$n = \frac{2200}{1360 \sqrt{\left(\frac{0,017 \cdot 9,75}{105}\right)^2 + \left(\frac{8 \cdot 60 \cdot 2,16}{1 \cdot 10^4}\right)^2}} = 9000 \text{ Windungen}$$

$$\text{Der Strom ist nun } I = \frac{1360}{9000} = 0,15 \text{ A}$$

und der Drahtquerschnitt

$$q = \frac{105}{9000} = 0,0116 \text{ mm}^2 \quad (d = 0,12 \text{ mm})$$

Der ohmsche Widerstand ist

$$R = \frac{0,017 \cdot 9,75 \cdot 9000}{100 \cdot 0,0116} = 1280 \text{ \Omega}$$

die Induktivität nach (8)

$$L = \frac{0,4 \pi \cdot 2,16 \cdot 81 \cdot 10^{-2}}{1} = 2,2 \text{ H}$$

der induktive Widerstand

$$\omega L = 2 \pi \cdot 50 \cdot 2,2 = 680 \text{ \Omega}$$

und damit der resultierende Wechselstromwiderstand

$$R = \sqrt{1280^2 + 680^2} = 1450 \text{ \Omega}$$

Der Leistungsfaktor ist

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{680}{1280}\right)^2}} = 0,88$$

und damit die aufgenommene Leistung $N = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 0,15 \cdot 0,88 = 29 \text{ W}$ wie für die gleichstromgespeiste Spule.

Zwei neue Batterieröhren

Die beiden Ergänzungstypen Valvo DK 40 und DL 41, die man als Ersatz für die DK 91 bzw. DL 92 geschaffen hat, werden aus Gründen einer einheitlichen Fertigungstechnik durch die Mischheptode DK 92 und die Endpentode DL 94 ersetzt. Die Valvo-Röhre DK 92 hat eine sehr gute Kurwelleneigenschaft mit niedrigem Stromverbrauch. Sie benötigt nur eine Oszillatorspannung von etwa 4 V_{eff}. Die neue Pentode DL 94 besitzt gegenüber der DL 92 eine vergrößerte Steilheit und ist für Anoden- und Schirmgitterspannungen bis zu 120 V geeignet. Durch die größere Steilheit ist die für die Aussteuerung der Röhre notwendige Gitterwechselspannung um etwa 40% kleiner.

Haltbarkeit von Neoprene

In der FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], Heft 23, berichteten wir über neue Kunststoffe für die Elektrotechnik und erwähnten dort auch den synthetischen Kautschuk Neoprene. Wie uns von der deutschen Niederlassung der E. I. Du Pont De Nemours & Company Inc. mitgeteilt wird, ist die Lagerfestigkeit von Neoprene nicht so kurz, daß eine Qualitätsminderung auf dem Wege vom Hersteller in den USA bis zum Verbraucher in Deutschland eintreten kann. Bei sachgemäßer Lagerung hat Neoprene eine Lagerfestigkeit von mindestens 1/2 Jahr. Die Mehrzahl der Typen hält sich aber ein Jahr. Bei einigen Sorten kann man sogar von einer unbegrenzten Lagerfestigkeit sprechen. Da Neoprene eine rein amerikanische Entwicklung ist und vor allem während des Krieges nicht in Deutschland hergestellt wurde, fällt es nicht unter das inzwischen aufgehobene Herstellungsverbot für Kunstkautschuk.

Synthetische Lebewesen

Röhrentechnik macht Nachahmungen lebendiger Kreaturen möglich

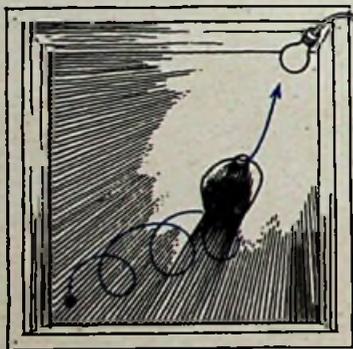
Am Neurologischen Institut in Bristol, England, führt der Direktor der Physiologischen Abteilung, W. Grey Walter, seit einiger Zeit Experimente mit Maschinchen aus, die man als technische Nachbildungen lebendiger Kreaturen bezeichnen könnte. Diese „künstlichen Geschöpfe“ haben mit früheren Imitationen von Lebewesen, auch mit dem berühmten Roboter, den sich phantasievolle Zeitgenossen als den künftigen, stets bereiten und anspruchslosen Diener des Menschen vorstellen, nichts zu tun. Sie sollen weder im Äußeren dem Bild des Menschen ähneln, noch auch Dienstleistungen für ihn verrichten. Sie sollen auch nicht biologische Regelvorgänge in technischer Form nachbilden wie etwa der Homöostat des Engländers Ashby oder die Modelle der amerikanischen Cybernetiker.

Ihre Aufgabe liegt auf einem dem Nervenarzt viel näherliegenden Feld. Der Mensch verfügt über eine große Anzahl mitein-

ander verbundener Nerven-Funktionskreise, die, soweit sie dem Umweltnervensystem angehören, im Prinzip aus einer von einem Sinnesorgan kommenden, zu einem „Schaltzentrum“ im Gehirn laufenden „sensorischen Leitung“ und einer den auf einen Impuls gegebenen Befehl zu einem Ausführungsorgan leitenden „motorischen Leitung“ bestehen. Die große Zahl dieser Systeme — im Gehirn allein gibt es 10 000 Millionen Nervenzellen verschiedenster Art — und ihre vielfältige Verbindung und Verflechtung untereinander bedingen das, was wir bei Mensch und Tier als ihr spekulatives, unvorhersehbares Verhalten bezeichnen. Dieses Verhalten im Modell nachzubilden, war das Ziel, das Walter bei seinen Arbeiten vorschwebte. Er wollte sich ein Forschungsmittel schaffen, an dem er in vereinfachter Weise das neurotische Verhalten der Lebewesen bei unvorhergesehenen Hindernissen studieren zu können hoffte.

„Elmer“ und „Elsie“

Erst die moderne Röhrentechnik bot hierzu eine Möglichkeit; sie gestattete, ein Gebilde zu schaffen, das durch Batterien beweglich gemacht und durch Fotozelle, Kontakte, Relais, Verstärker usw. zum Ansprechen auf gewisse Umweltreize gebracht werden konnte. Walter beschränkte sich zunächst auf die Nachbildung zweier Nerven-Funktionskreise: eines auf Licht und eines auf Berührung ansprechenden. Beide brachte er in einer schildkrötenartigen Schale als Gehäuse unter. Die so entstandene „machina speculatrix“, wie er sie nennt, die unsere Bilder nach der Zeitschrift Sci. American schematisch zeigen, hat ein Laufwerk, so daß sie vorwärts und rückwärts kriechen kann, und einen Mechanismus, der ihre Bewegungsrichtung steuert. Sie besitzt eine Fotozelle als Sinnesorgan für Licht und einen Berührungskontakt, der an-



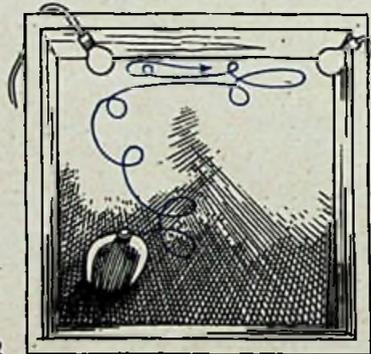
1 Elmer auf seinem Weg zum Licht. Zunächst tastet er, auf kreisförmigen Bahnen vorrückend, das Gelände nach Lichtreizen ab. Sobald die Lampe aufleuchtet, marschiert er geradeswegs auf sie zu

spricht, wenn ihre Schale gegen ein Hindernis stößt, als „Tastorgan“. Eine Hörapparate-Batterie und ein 6-Volt-Miniatur-Akku sind die Kraftquellen; sie liefern Gleich- und (über einen Zerhacker) Wechselstrom für die Röhren und die Motoren. „Elmer“ und „Elsie“ (Electro-Mechanical Robots, Lights-Sensitive, with Internal and External Stability = Elektromechanische Roboter, auf Licht an-

sprechend, mit innerer und äußerer Stabilität) sind die Spitznamen dieser Ur-ahnen eines kommenden Geschlechtes künstlicher Lebewesen.

Das lockende Licht

Bereits bei diesen zwei miteinander verbundenen Kreisen ist das Verhalten der kleinen Gebilde nicht mehr voraussagbar. Über die Art, wie sie sich verhalten und wie die Kreise miteinander arbeiten,



2 Zwei Lampen leuchten auf. Elmer steuert zunächst die eine davon an, weicht aber, sobald die Helligkeit einen Grenzwert übersteigt, zurück, wendet sich dann der zweiten Lampe zu, wendet sich auch von ihr wieder ab, pendelt schließlich zwischen beiden Lampen unausgesetzt hin und her

unterrichtet am besten eine Schilderung, die Walter von ihrem „Benennen“ gibt. Die Fotozelle arbeitet auf den die Bewegungsrichtung bestimmenden Steuermechanismus. Fehlen Lichtreize, so tasten Elmer und Elsie ständig ihre Umgebung auf Licht ab, wobei die Steuerung sie nach allen Richtungen lenkt und der Bewegungsmotor sie vorwärtskriechen läßt. Sie bewegen sich also, wie in Abb. 1 gezeigt, auf kreisförmigen Bahnen, nach einem Lichtschein „Ausschau“ haltend. Sobald die Fotozelle Licht sieht, wird der Steuermechanismus stillgesetzt, und das Maschinchen bewegt sich nun auf dem kürzesten Wege auf die Lichtquelle zu, so wie wir das von einer Motte her kennen, die geradewegs ins Licht fliegt. Aber Elmer und Elsie stürzen sich nicht ins Licht; denn sobald die Helligkeit, die

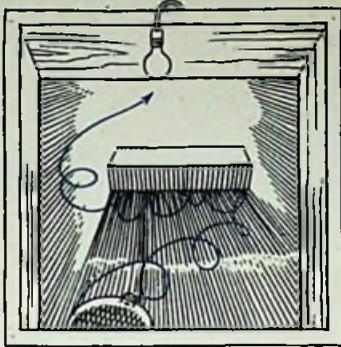
ihre Fotozelle registriert, eine gewisse obere Grenze erreicht, spricht ein Relais an, das den Steuermechanismus mit doppelter Geschwindigkeit erneut in Tätigkeit setzt. Das Modell schert aus der Richtung aus und sucht gemäßigtere Gefilde auf. Eine einzelne Lichtquelle umkreist Elmer auf einem komplizierten Wege, bald vorrückend, bald zurückweichend. Ist noch eine zweite Lichtquelle vorhanden, so läuft das Modell erst auf die eine zu, wendet sich von ihr ab, läuft dann zur zweiten, weicht auch vor ihr zurück und pendelt schließlich zwischen beiden hin und her (Abb. 2).

„Heimgeleuchtet“

Besonders eindrucksvoll ist der Heimweg Elmers in seine Hütte. Diese enthält ein Batterie-Ladegerät und eine 20-W-Lampe. Ist die Batterie Elmers aufgeladen, so zieht ihn das Licht der heimischen Lampe zwar an, aber es weist ihn bei seiner Annäherung auch wieder ab, so daß er sich anderen Zielen zuwendet. Geht aber die Aufladung der Batterien ihrem Ende zu, so steigt zunächst die Empfindlichkeit des Verstärkers: Elmer wird bereits aus größerer Entfernung vom heimischen Licht angezogen. Sobald aber infolge des Spannungsrückganges die Empfindlichkeit des Verstärkers sinkt und Elmer den Eingang zu seiner Hütte findet, zieht ihn das Licht in diese hinein. Hier tritt automatisch Kontakt mit dem Ladegerät ein, die Kreise schalten sich ab, und erst wenn die Batterie ihre maximale Spannung wiedergewonnen hat, werden sie aufs neue eingeschaltet. Elmer wird nun vom Licht aus seiner Hütte hinausgetrieben und wandert neuen Abenteuern zu.

Umgangene Hindernisse

Da die „machina speculatrix“ Hindernisse nicht sehen kann — es sei denn, sie würfen Schatten —, ist sie mit einem Berührungskontakt ausgestattet, der es ihr möglich macht, um Hindernisse herumzugehen. Dieser Kontakt verwandelt, wenn er beim Anstoßen der Schale gegen ein Hindernis anspricht, den zweistufigen Verstärker des Gerätes in einen Vibrator; die Schwingungen öffnen und schließen rhythmisch die Relais, die dem Steuer- und dem Bewegungsmotor ihren



3 Ein Hindernis wird umgangen. Ein Berührungskontakt bewirkt, daß Elmer es in mehreren Seitensprüngen umgeht, wobei die Fotozelle abgeschaltet ist; dann lockt ihn die Lampe wieder auf sich zu

Strom zuführen. Gleichzeitig wird die Fotozelle abgeschaltet. Die Bewegungen Elmers verwandeln sich nun in eine Folge von Seitensprüngen, bis das Hindernis umgangen ist (Abb. 3).

Die Modelle wurden zuerst mit einer kleinen Signallampe im Kreis des Steuermotors ausgestattet, die anzeigen sollte, wann dieser Motor ein- und ausgeschaltet war. Das brachte unbeabsichtigt einen neuen, reizvollen Zug in ihr Verhalten hinein. Sobald nämlich die Fotozelle diese Indikatorlampe in einem Spiegel sah, steuerte das Maschinchen auf den Lichtreflex los, der Steuermotor kam zum Stillstand, das Licht erlosch, nun lief der Steuermotor erneut an, die Richtung verändernd, die Lampe leuchtete aufs neue auf, kurz, das Modell blinkte sich hin und her trippelnd an wie ein Tier, das sich im Spiegel erkennen kann. Ließ Walter die Modelle Elmer und Elsie aufeinander los, so ergab sich ein nicht minder reizvolles Spiel: jedes Modell wurde vom anderen angezogen, ließ aber sein Licht immer wieder erlöschen, schließlich gerieten sie, sich anblinkend, in ein gegenseitiges Hin und Her, bis sie sich endlich voreinander zurückzogen (Abb. 4).

Die Erfahrung fehlt

Diese Modelle, sagt Walter, sind vielleicht die einfachsten technischen Kreaturen, die tierischen Lebewesen gleichen. Sie verhalten sich in einer nicht voraus-sagbaren Weise, sie erwecken den Eindruck von Zielstrebigkeit, Unabhängigkeit und spontanem Benehmen. Walter ist nun, wie er in Sci. American (August 1951) berichtet, noch einen Schritt weiter gegangen. Elmer und Elsie haben kein Gedächtnis, sie lernen nicht aus der Erfahrung. Sie gleichen einer Fliege, die in der Dunkelheit immer aufs neue wieder gegen eine erleuchtete Fensterscheibe fliegt, ohne zu „lernen“, daß ihr Bemühen nutzlos ist. Bei höheren Formen der Lebewesen finden wir ein grundsätzlich andersgeartetes Verhalten: sie machen Erfahrungen, das heißt, sie behalten das, was sie erlebt haben, eine Zeitlang im Gedächtnis. Will man dem Leben modellmäßig näherkommen, so muß man der künstlichen Kreatur Gedächtnis geben. Technisch gesprochen

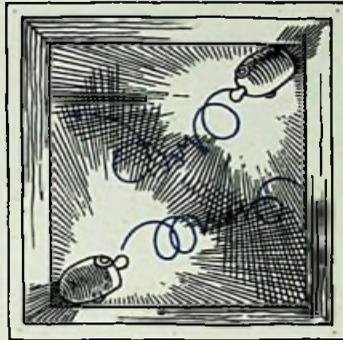
6

Abb. 6 zeigt schematisch die Schaltung. Der obere Kreis spricht auf ein Lichtsignal, der untere auf ein akustisches Signal von 3000 Hz an. 1 und 2 sind Kondensatoren, 3 ist eine Verstärkerröhre, 5 eine Entladungsröhre. Der Kreis 6 liefert Schwingungen von 1 Hz an die Röhre 7. Durch entsprechende Dimensionierung wird erreicht, daß erst nach mehrmaliger gleichzeitiger Einwirkung von S_s und S_n (s. Text und Abbildung 5) der Kreis 6 längere Zeit schwingt. Während dieser Zeit kann dann S_n allein die Wirkung von S_s hervorrufen

bedeutet das: man muß ihr einen „Lernkreis“ einbauen.

Konditionierte Reflexe

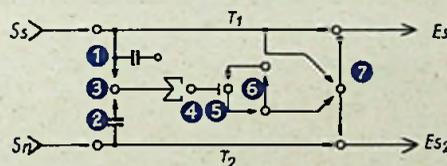
Was heißt nun im einfachsten Sinne „Erfahrung sammeln“? Es bedeutet, sagt Walter, daß das normale Verhalten durch etwas Gelerntes abgeändert, modifiziert wird. Der Physiologe nennt das einen „konditionierten Reflex“, und er versteht darunter etwa folgendes: einem Hund, dem man ein Stück Wurst vorhält, läuft das Wasser im Maul zusammen. Das ist ein Reflex auf einen „spezifischen“ Reiz.



4 Elmer und Elsie. Durch kleine Signallampen locken sie sich gegenseitig an, weichen aber schließlich nach einer Zeit voreinander zurück

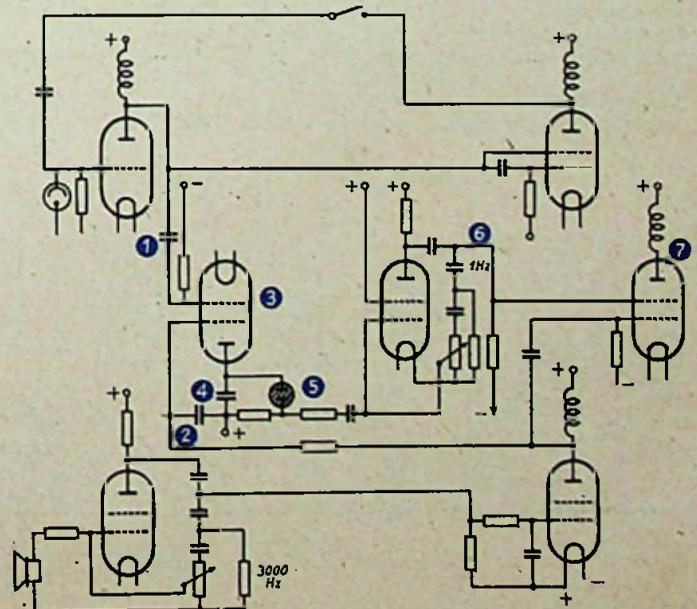
Nun soll gleichzeitig mit dem Vorzeigen der Wurst ein Pfeifton ertönen, das heißt ein „neutraler“ Reiz gegeben werden. Wenn das zehn- oder zwanzigmal geschehen ist, hat der Hund aus der Erfahrung gelernt, daß der neutrale Reiz stets mit dem spezifischen verbunden ist. Es wird dann genügen, den Pfeifton erschallen zu lassen, um zu erreichen, daß ihm das Wasser im Maul zusammenläuft; durch die oft gemachte Erfahrung der Koinzidenz beider Reize hat der neutrale Reiz die Bedeutung des spezifischen angenommen.

Für die technische Nachbildung eines solchen Lernkreises ergeben sich folgende



5

Schema eines Lernkreises: zwei Nervenfunktionskreise T_1 und T_2 sind durch ein System miteinander verbunden, das zur Folge hat, daß der neutrale Reiz S_n schließlich die Bedeutung des spezifischen Reizes S_s annimmt



Forderungen: Der spezifische Reiz muß scharf einsetzen, das heißt, sich deutlich vom Fehlen eines solchen Reizes unterscheiden. Der neutrale Reiz muß zeitlich gedehnt, und beide zusammen müssen so gemischt werden, daß eine nennenswerte „Koinzidenzfläche“ entsteht. Die Koinzidenzflächen sind zu summieren. Sobald ihre Summe einen größeren Wert erreicht, als durch bloßen Zufall eintreten kann, wird das „Gedächtnis“ aktiviert. Diese Aktivierung ist eine Art Kipp-Vorgang, ein einzelnes Ereignis, etwa wie die blitzartige Erkennung bisher unbekannter Zusammenhänge. Der Aktivierungszustand des Gedächtnisses muß eine Zeitlang bestehen bleiben; während dieser Zeit kann der neutrale Reiz allein den sonst nur vom spezifischen Reiz ausgelösten Reflex hervorrufen.

„Cora“ kann lernen

In Abb. 5 sind zwei Funktionskreise vorhanden: T_1 und T_2 . T_1 überträgt normalerweise den spezifischen Reiz S_s und ruft den Reflex E_s hervor. T_2 überträgt normalerweise den neutralen Reiz S_n und ruft den Reflex E_{s2} hervor. Nun sind beide Kreise durch ein System von Nervenzellen miteinander verbunden, die dazu dienen, die oben aufgestellten Forderungen zu erfüllen. Von T_1 zweigt ein Weg zu einer Anordnung 1 ab, die nur zu Beginn des Reizes S_s anspricht. Von T_2 zweigt ein Weg zu 2 ab, wo durch eine lange Nachentladung die zeitliche Dehnung des Reizes S_n hervorgerufen wird. Die Signale beider Reize erreichen eine Nervenzelle 3, in der sie gemischt und der Anordnung 4 zur Summierung zugeführt werden. Sobald die summierten Impulse eine gewisse Stärke erreichen, entladen sie eine „Kipp-Nervenzelle“ 5, die einen Impuls in den ruhenden geschlossenen Kreis 6 sendet, der daraufhin durch Rückkoppelung eine Zeitlang schwingt. Er arbeitet auf eine „Misch-Nervenzelle“ 7, die auch unmittelbar mit dem zweiten Funktionskreis T_2 verbunden ist. Sobald sie arbeitet, kann ein neutraler Reiz S_n über 7 nach T_1 gelangen und dort die Wirkung E_s hervorrufen. 7 ist also eine Art Ventil nach E_s hin, das normalerweise für S_n geschlossen ist, das aber geöffnet wird durch die Erinnerung daran, daß S_n häufig — häufiger als daß es bloßer Zufall sein könnte — mit S_s kombiniert ist. (Schluß auf S. 75)

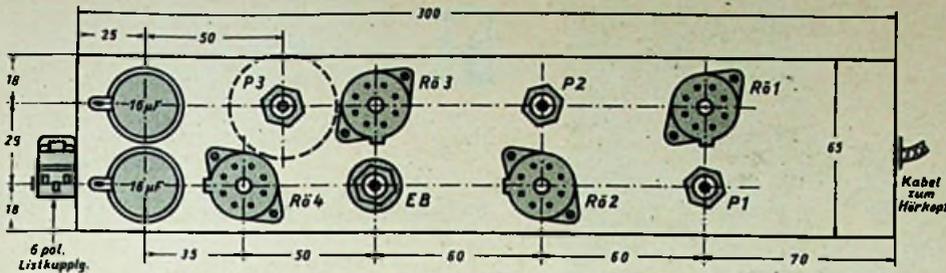


Abb. 2. Chassisaufriß für den Abhörverstärker

Art etwas ab. Der Raum, den ein Magnetbandspieler einnimmt, ist an und für sich schon sehr groß. Wenn das ganze Gerät unter bestimmten Bedingungen transportabel bleiben soll, dann dürfen die Verstärker keinen zusätzlichen Platz einnehmen, sondern müssen sich organisch

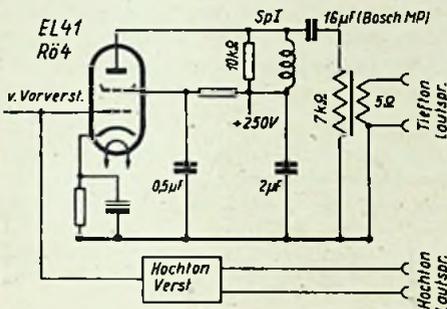


Abb. 3. Drossel-Kondensatorausgang zum Anschluß eines Tieftonlautsprechers. Der Hochtonlautsprecher läßt sich über eine zusätzliche Stufe speisen

in das Gerät einfügen. Das Chassis hat deshalb eine lange, schmale Form, damit es unter den seitlich überstehenden Tellern Platz hat. (Siehe FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 16, S. 450.) Dadurch ergibt sich zwangsläufig auch ein anderer Aufbau der Einzelteile, z. B. muß sich die Anordnung der Röhrenfassungen auf „Luke“ entsprechend ergeben (s. Abb. 2). Es wird dadurch eine saubere Entkopplung der einzelnen Stufen erreicht, weil nur solche Röhren nebeneinanderstehen, die in der Phasenlage unkritisch sind. Um alle Bedienungsknöpfe in greifbarer Nähe des Kopfträgers anzuordnen, wurden die Potentiometer so in die Verstärker eingebaut, daß die Achsen senkrecht stehen und bequem mit einem Verlängerungsstück in die vorgeschriebene Lage gebracht werden können. Für beide Verstärker ist natürlich eine isoliert eingebaute Minusleitung obligatorisch. Minusleitung und Chassis werden erst im Netzteil verbunden.

Sollte trotz aller sorgfältigen Maßnahmen doch ein Brumm auftreten, dann besteht noch die Möglichkeit, die Störspannung zu kompensieren. Zweckmäßig wird man so vorgehen, daß in Serie zum Abhörkopf eine Spule ohne Eisenkern geschaltet wird, die absichtlich in das störende Streufeld zu bringen ist. Durch Drehen der Kompensationspule kann der Brumm auf ein Minimum eingeregelt werden. Der Aufsprechverstärker nach Abbildung 4 ist für drei Bandgeschwindigkeiten ausgelegt. Ein regelbarer Leitkreis sorgt für die Angleichung der Höhenanhebung an die Bandgeschwindigkeit. Außerdem sind an diesem Verstärker zwei Eingänge vorgesehen: 1. Anschlußmöglichkeit für ein Kristallmikrofon, 2. Eingangstransformator zum Anschluß an eine niederohmige Spannungsquelle. Der Kristallmikrofon-Verstärker besteht

aus einer ECC 40, die in Kaskade geschaltet ist und dadurch einen Verstärkungsgrad von fast 800 erreicht. Außerdem zeigt die ECC 40 für diesen Zweck eine überraschend gute Mikrofonfestigkeit. Hinter dieser Stufe ist ein Umschalter angeordnet, mit dem wahlweise das Mikrofon oder der niederohmige Eingang an die Aufsprechröhre EF 42 gelegt werden kann. Als Eingangübertrager sollte, wie schon vorher erwähnt, ein besonders hochwertiges Erzeugnis verwendet werden. Für den Aufbau dieses Verstärkers gilt mechanisch und elektrisch das gleiche wie auch beim Abhörverstärker. Da im vorliegenden Gerät ein niederohmiger Aufsprechkopf eingebaut ist, wird im Aufsprechverstärker ein Transformator verwendet, um den hohen Innenwiderstand der EF 42 an den Kopf anzupassen.

Der Löschgenerator (Abb. 5) ist in einem gesonderten Kasten untergebracht; aus Abschirmgründen ist diese Art des Aufbaus besser. Er arbeitet auf einer Frequenz von etwa 95 kHz, und eine 6 L 6 in Triodenschaltung dient als Generatorröhre. Dazu ist noch zu bemerken, daß eine 6 L 6 etwas überdimensioniert scheint; in der Praxis hat es sich aber bewährt, eine leistungsmäßig größere Röhre zu verwenden. Einerseits hat eine solche Röhre eine längere Betriebszeit, und andererseits ist die erzeugte HF ober-

wellenfreier. Die letztere Tatsache hält das eigentliche „Bandrauschen“ kleiner. Ein Sperrkreis in der Sekundärseite des Ausgangsübertragers im Aufsprechverstärker riegelt die HF von der übrigen Schaltung ab. Zur Aussteuerungsanzeige der Aufsprechspannung wird ein Instrument mit kurzer Einschwingzeit verwendet. Die eigentliche Meßspannung fällt an einem 75-Ohm-Widerstand auf der Sekundärseite des Ausgangsübertragers ab. Über eine Germaniumdiode, Typ DS 60, wird die Anzeigespannung gleichgerichtet und von dort aus einem Ladekondensator zugeführt. Wenn als Anzeigeelement ein Typ mit 0,5 mA Endausschlag und etwa 1000 Ohm Innenwiderstand verwendet wird, dann liegt der interessierende Bereich etwa in der Mitte der Skala. Da der Löschgenerator auch gleichzeitig für die Vormagnetisierung des Aufsprechkopfes herangezogen wird, ist ein Schalter vorgesehen, der eine Abschaltung des Aufsprechkopfes und eine Anschaltung des Löschgenerators anodenspannungsseitig zuläßt. Dieser Schalter ist wichtig, wenn man aus einem besprochenen Band verschiedene Stellen löschen will. Die eigentliche Anordnung der Schalter am Gerät bleibt den verschiedenen Wünschen offen. Es hat nichts Nachteiliges an sich, wenn z. B. der Schalter für „Löschen und Wiedergabe“ dicht beim Kopfträger angeordnet wird. Für manche Fälle könnte es besser sein, diesen Schalter oder den Steuerschalter für die Motoren durch eine längere Leitung mit dem Gerät zu verbinden, um eine Fernbedienungsmöglichkeit zu haben. Dabei wird es allerdings günstig sein, sich durch entsprechende Relais und Rückmeldelampen vom Schaltvorgang zu überzeugen. Die Fernbedienung der ganzen Anlage wird für Amateurstationen außerordentlich günstig sein. Den Aussteuerungsanzeiger in die Fernbedienung mit einzubeziehen wird nur dann notwendig werden, wenn man nicht in der Lage ist, die aufgenommene

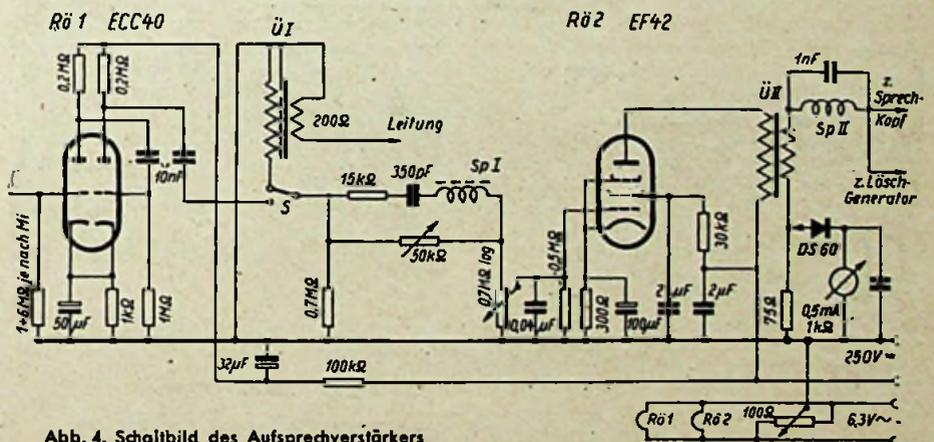


Abb. 4. Schaltbild des Aufsprechverstärkers

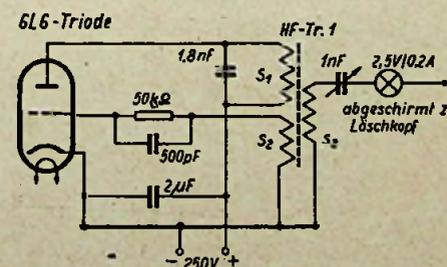


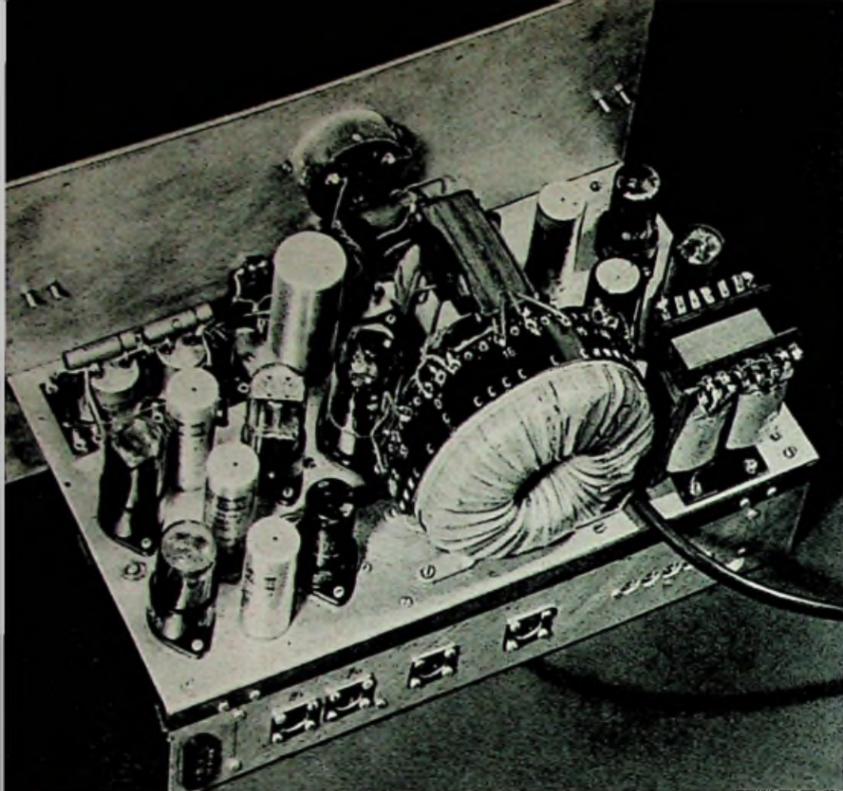
Abb. 5. Löschgenerator-Schaltung. Wickelangaben für den HF-Tr. 1: Kern HFE 234; $S_1 = 180$ Wdg, 0,25 SS; $S_2 = 20$ Wdg, 0,2 SS; $S_3 = 170$ Wdg, 0,3 SS

Sendung sofort zu kontrollieren. In FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 16, S. 450, ist der mechanische Teil dieses Bandgerätes schon beschrieben worden. Die Tonrolle ist in der Form geändert worden; der Durchmesser beträgt nicht mehr 24 mm, sondern nur 12 mm. Durch einen geschliffenen Zylinder kann der alte Durchmesser von 24 mm wiederhergestellt werden, so daß mit dem Gerät mit den Bandgeschwindigkeiten (19,05, 38,1 und 76,2 cm/sec) gearbeitet werden kann.

1) Z. B. Firma O. v. Malotki, Berlin W 35, Bülowstraße 103.

2) Z. B. Bosch MP ~ 16 µF.

Ein Mehrzweck-NF-Verstärker mit Gegentakt-Endstufe



Aufsicht auf das Verstärkergestell. Links Vorstufen, in der Mitte Netzteil mit Ringkerntrafo und rechts Endverstärker. Links oben auf dem Gestell erkennt man den zweigliedrigen Tiefpaß des Klippers. Im Vordergrund: die Abschirm- und Mehrfachbuchsen

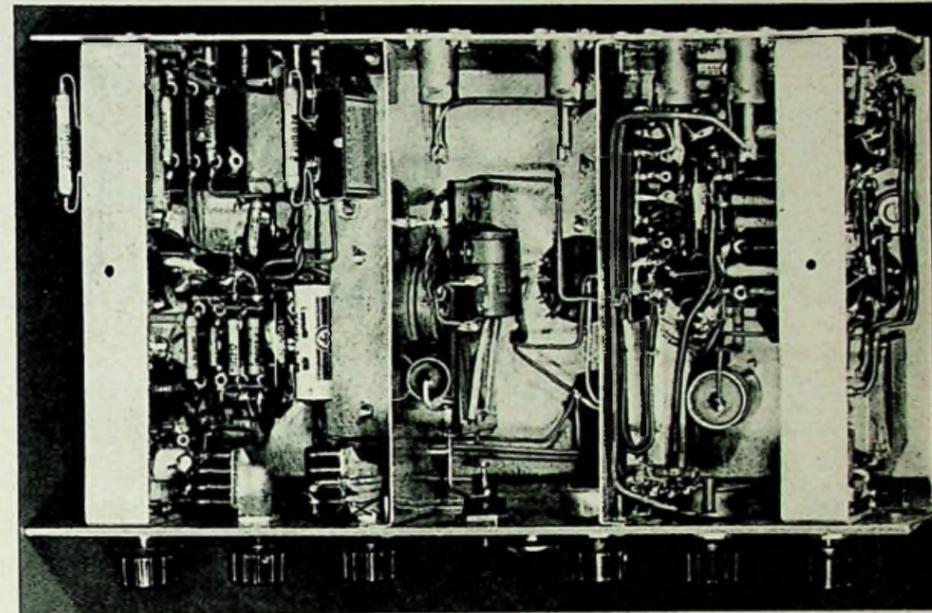
In großen Zügen sind in der Schaltung zunächst drei unabhängig voneinander regelbare Eingänge vorgesehen, die entsprechend den vorhandenen Geräten jeweils für verschiedene NF-Potentiale ausgelegt sind. Zur Trennung und entsprechenden Nachverstärkung dienen die beiden ersten Doppelröhren 6SL7 mit den insgesamt vier Triodensystemen. Ein Kanal, der die höchste Verstärkung abgibt, ist zum Anschluß eines Zweischicht-Kondensatormikrofons vorgesehen. Der eingezeichnete Übertrager entspricht dem bei der eigentlichen Mikrofonkapsel untergebrachten Typ, wobei die niederohmige Wicklung auf der Leitungsseite liegt und mit dem hochohmigen Regler P_1 die Besprechungstärke vor dem ersten Triodensystem geregelt werden kann. Die Speisespannung für das Kondensatormikrofon wird durch den 4-Mohm-Widerstand direkt über das niederohmige Kabel zum Mikrofon geführt, wobei der Masseleiter dieses zweiadrigen, abgeschirmten Kabels als Rückleitung verwendet wird. Um den Mikrofontrafo unmittelbar im Verstärkergestell einbauen zu können, ist er in einem doppelten Mü-Metallbecher allseitig geschlossen untergebracht. Das zweite System der ersten 6SL7 arbeitet mit einem relativ niederohmigen Eingang, wie er für eine besondere Magnettonleinrichtung erforderlich war. Beide Kanäle werden nun gemeinsam vom ersten System der unteren 6SL7 verstärkt. Über die zweite Triode dieser Doppelröhre kann ferner die an P_2 regelbare Spannung — beispielsweise eines Tonabnehmers — zugeführt werden. Um Einstreuungen, besonders hochfrequenter Art, zu unterdrücken, sind alle Eingänge zusätzlich mit kleinen RC-Gliedern gesiebt. Es folgt dann zur gemeinsamen Nachverstärkung eine Pentode

6SJ7, an deren Steuergitter mittels S_1 eine Baßbescheidung durch die Wahl zweier verschiedener RC-Glieder vorgenommen werden kann. Nach dieser Stufe ist durch die gekoppelten Schalter S_2 und S_3 eine Klipperanordnung ebenfalls mit einer Doppeltriode (6SN7) vorgesehen. Diese Anordnung entspricht etwa der schon vor einiger Zeit an dieser Stelle angegebenen Schaltung mit einer EDD 11¹⁾. Auch das nachfolgende Tiefpaßfilter ist wieder mit den bekannten ZF-Drosseln (120 mH) aufgebaut. Praktische Untersuchungen vor dem Bau dieses Verstärkers zeigten, daß für den gedachten Verwendungszweck eine zweigliedrige Filterkette ohne weiteres ausreichte. Damit der Ausgangspegel des Vorverstärkers in beiden Schaltstellungen etwa der gleiche bleibt, ist der Arbeitswiderstand der ersten 6SJ7 geteilt, und bei ausgeschaltetem Klipper leitet S_2 die nicht begrenzte Niederfrequenz zum doppelpoligen Umschalter S_4 . Dieser soll die beiden Teile des Kraftverstärkers von-

einander trennen, so daß sie u. U. gleichzeitig für verschiedene Aufgaben benutzbar sind. Der Ausgang des Vorverstärkers und der Eingang des Endverstärkers liegen jeweils an getrennten Abschirmbuchsen. P_4 ist der Lautstärkereglер des Endverstärkers, der zunächst eine Phasenumkehrstufe mit der zweiten 6SJ7 besitzt. Die übliche Anordnung mit zwei gleich großen Widerständen in Anoden- und Katodenleitung steuert zwei 6V6 in Gegentakt an. Diese arbeiten im A-Betrieb, so daß von der Phasenumkehrstufe keine Leistung abgegeben zu werden braucht. Bremswiderstände in den Schirmgitterleitungen der beiden Endpentoden tragen zum stabilen Arbeiten der Gegentaktstufen bei. Der Ausgang dieses Verstärkers ist symmetrisch niederohmig, wobei an dieser Seite zu Kontrollzwecken ein Aussteuerungsanzeiger mit einem Doppelweg-Meßgleichrichter angebracht wurde. Die beiden Vorwiderstände zu diesem Gleichrichter sind so groß gewählt, daß sich etwa $\frac{1}{3}$ Skalenausschlag

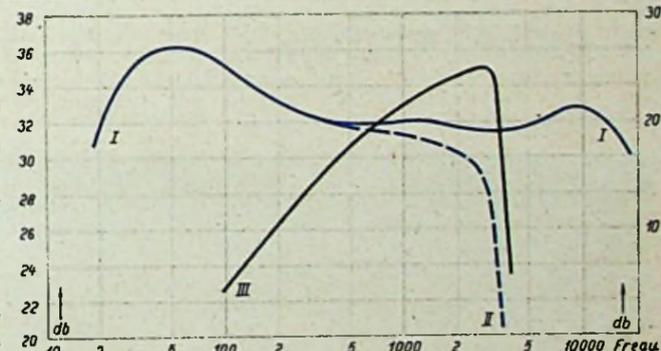
am Instrument ergibt, wenn der Verstärker mit 1000 Hz Sinusspannung (etwa 8 W NF) voll angesteuert ist.

Der praktische Aufbau dieses Verstärkers erfolgte auf einem 20x35 cm großen und 7 cm hohen Gestell, das eine gleichgroße Frontplatte besitzt. Wie das Foto zeigt, ist die Anordnung der Einzelteile in drei Gruppen durchgeführt worden. In der Mitte des Gestells befindet sich der Netzteil, der mit einem streufeldarmen Ringkerntrafo arbeitet. Als Gleichrichter dient die indirekt geheizte EZ 12. Da der verwendete Transformator drei getrennte Heizwicklungen besaß, konnte die 6SL7 des Mikrofoneingangs getrennt versorgt werden, wobei ein Entbrummer zur elektrischen Zentrierung dieses Kreises vorgesehen ist. Ebenso werden die nächsten beiden Röhren durch einen eigenen zentrierten Heizkreis versorgt, während die restlichen vier Stufen durch die dritte Wicklung gespeist werden. Auf diese Weise kann keine Verkopplung der einzelnen Stufen untereinander über die Heizleitung vorkommen, was zum sauberen Arbeiten des Gerätes wesentlich beiträgt. Links vom Netzteil sind die Einzelteile des Vorverstärkers angeordnet, und rechts erkennt man die drei Röhren des Endverstärkers mit dem Gegentaktausgangstrafo ZST 470. An der Rückwand des Gestells sind sämtliche Abschirm- und Mehrfachbuchsen eingelassen, so daß an der Frontplatte die Bedienungsknöpfe, Schalter, Signallämpfchen und Sicherung bequem zugänglich sind. Auf der Unterseite des Gestells ist die Aufteilung in drei Kammern durch Abschirmbleche noch stärker durchgeführt (s. Foto der Unteransicht). In der mittleren Kammer ist das HF-Filter des Netzteiles untergebracht. In den beiden anderen Kammern rechts und links erkennt man zahlreiche Widerstandsbletchen, die eine kurze und stabile Verdrahtung ermöglichen. Beim Schalten dieses mehrstufigen Verstärkers



Verdrahtungsansicht des Verstärkers. An der Vorderseite sieht man die sechs Bedienungsknöpfe für Lautstärkereglер und Umschalter. Rechts unten unter dem Chassisbügel befindet sich der Mikrofoneingangstransformator in seinem „Metall-Behälter“

Frequenzkurven des Verstärkers. Kurve I auf linker Skala, Kurve II u. III auf rechter Skala ablesen



ist auf extrem kurze Leitungsführung und ebenso auf äußerst kurze Masseverbindung zu achten. Führt man jedoch die fast an die UKW-Technik erinnernden Maßnahmen genau durch, so dürften auch beim Bau eines solchen größeren NF-Gerätes kaum Schwierigkeiten auftreten. Das Eintrimmen dieses Verstärkers konnte sich beispielsweise auf geringfügige Änderungen von Widerstandswerten beschränken, während das Gerät sonst auf Anhieb ohne Schwingneigung zu arbeiten begann. Dies wird zunächst durch die ausgezeichnete Siebung der Gleichspannungsversorgung des Vorverstärkerteiles im Verein mit den verhältnismäßig kleinen Arbeitswiderständen erreicht. Sämtliche NF-Potential führende Leitungen sind zudem in geeigneten Abschirmkabeln verlegt.

Abschließend sei auf die Frequenzkurven hingewiesen, die mit dem fertigen Gerät erzielt wurden. Kurve I gibt zunächst den unverformten Gesamtverlauf des Frequenzganges aller drei Eingänge wieder. Diese Kurve ergab sich ohne „Bügelarbeiten“ mit den gerade verwendeten

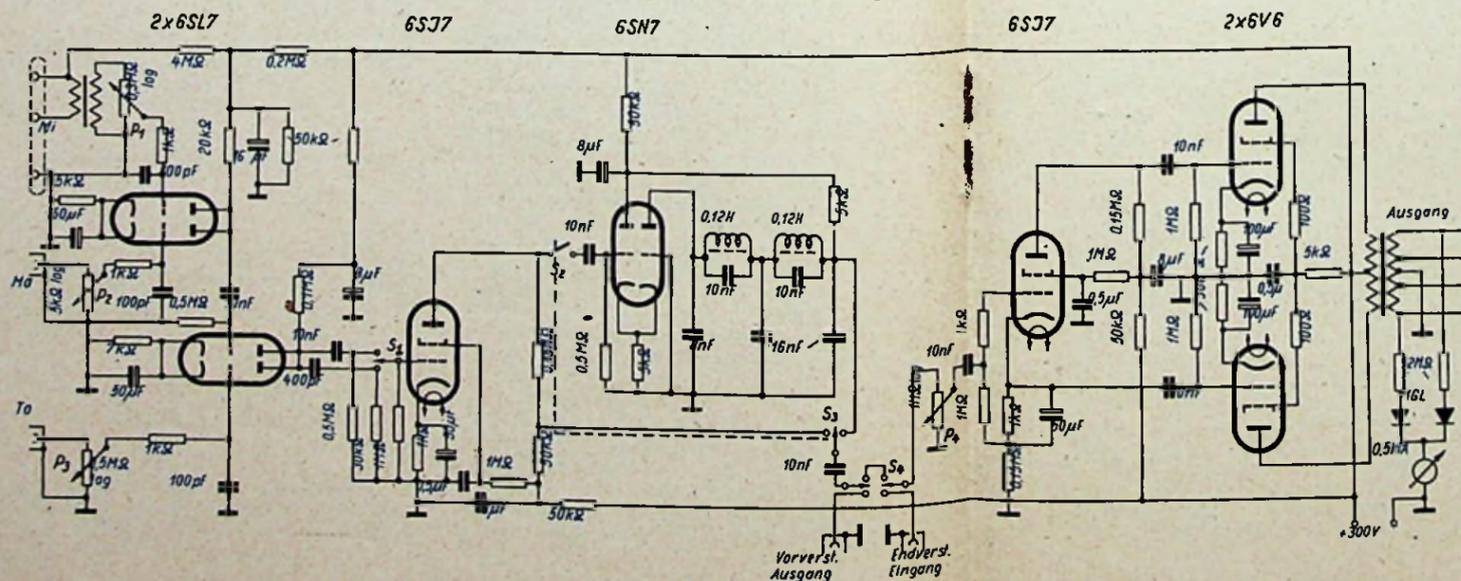
Einzelteilen. Dieser Durchschnittsverlauf schien als Normalstellung für den gedachten Verwendungszweck des Verstärkers ausreichend zu sein. Beim Einschalten des Klippers werden dagegen die hohen Frequenzen extrem beschnitten, so daß entsprechend der Telefonqualität eine Grenzfrequenz von etwa 3 kHz erreicht wird.

Da dieser Frequenzverlauf nach Kurve II jedoch zur Sprachverständigung recht ungünstig ist, kann jetzt mit S_1 auch eine Absenkung der tiefen Tonfrequenzen vorgenommen werden, so daß nun ein fast dreieckiger Verlauf der Kurve III zustande kommt. Ein derartiger Frequenzgang ist beispielsweise auch beim Amateursender zur Schmalband-FM erwünscht.

Diese kurze Beschreibung soll selbstverständlich keine Bauleitung sein, es wird aber vielleicht mancher, der vor ähnlichen Problemen steht, aus gewissen Einzelheiten, wie sie in diesem Falle gelöst wurden, einige Anregungen für eigene Arbeiten entnehmen können.

1) FUNK-TECHNIK Bd. 5 (1950), H. 2, S. 48.

Schaltbild des zehnstufigen Gegentaktverstärkers. Der nicht eingezeichnete Netzteil soll bei 300 V Gleichspannung etwa 140 mA abgeben und zwei oder drei getrennte Heizwicklungen besitzen



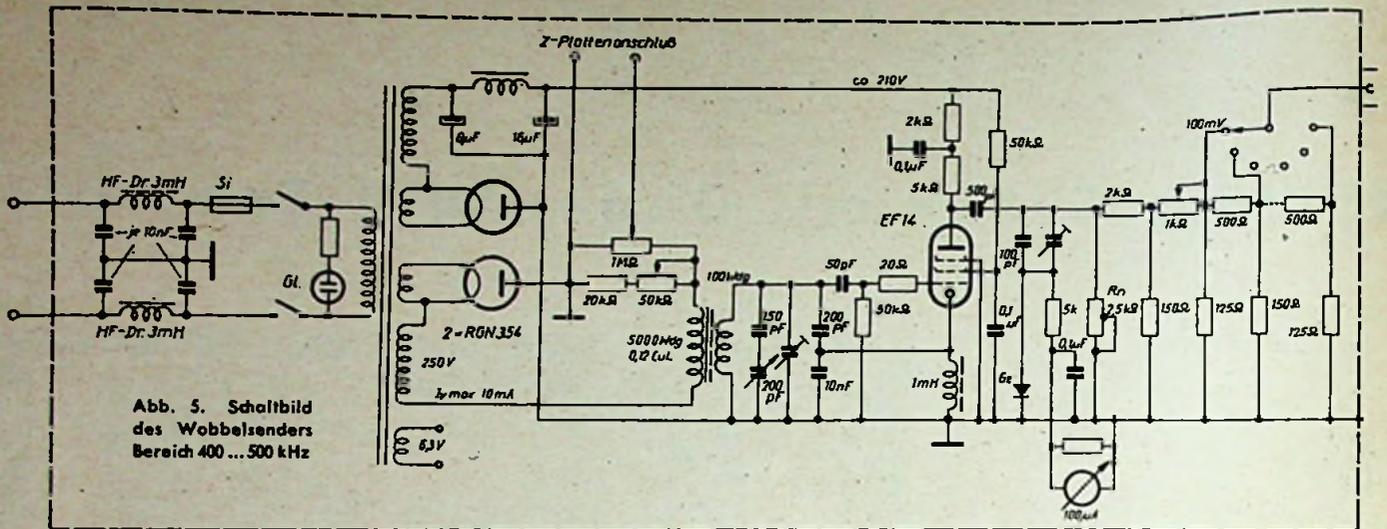


Abb. 5. Schaltbild des Wobbelsenders Bereich 400 ... 500 kHz

Resonanzkurvenschreiber mit relativ großem Frequenzhub

W. LANGE

(Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 7 [1952], H. 2, S. 53)

Oszillatorschaltung

Für den Oszillator wurde eine Eco-Schaltung mit nur einer Röhre gewählt, die eine von der Betriebsspannung und der Ausgangsbelastung unabhängige Frequenz abgibt. Es treten keine Rückwirkungen auf. Eine induktive Rückkopplung ist aus folgender Überlegung untragbar: Liegt die Rückkopplungsspule mit in dem vormagnetisierten HF-Eisenkopf, so wird die Selbstinduktion der Rückkopplungsspule im Takte des Modulationsstromes verändert; damit ändert sich auch die Amplitude der zurückgekoppelten HF-Spannung; das bedeutet

handelsüblichen Röhren (z. B. DG 7-2) wäre das eine Differenz von rund einer Strichstärke. Die bei dem Verfahren verbleibende Amplitudenmodulation entsteht erstens durch Änderung des L/C-Verhältnisses, zweitens durch Änderung der Dämpfung innerhalb des HF-Eisens während der Vormagnetisierung.

Dämpfung der HF-Spule

Die HF-Spule erfährt eine erhebliche Dämpfung, wenn man sie direkt in das Dynamoblech bettet. Die Dämpfung in der HF-Spule entsteht durch Wirbelstrombildung im Dynamoblech um so

Material des Trennbleches	Kreisgüten G (Kehrwert der Dämpfung des Schwingkreises)	
Ohne Trennblech	100 kHz, 400 μH G = 0,005 G ₀	1 MHz, 3 μH G = 0,25 G ₀
Cu 0,05 mm	G = 0,2 G ₀	G = 0,93 G ₀
Al 0,05 mm	G = 0,125 G ₀	G = 0,75 G ₀
Papier, 0,05 mm	G = 0,05 G ₀	G = 0,3 G ₀

G₀ = Güte des Schwingkreises ohne Beeinflussung des Streufeldes der Spule.

Hiernach bekommt man die größte Kreisgüte durch Einlegen von Cu-Folie. Die dadurch hervorgerufene Verkleinerung des magnetischen Kraftflusses Φ der Modulationsspule ist zu vernachlässigen, da der gesamte HF-Topfkern infolge seines im Verhältnis zum Dynamoblech IV kleinen μ praktisch wie ein Luftspalt wirkt, den man nun um 1/10 mm vergrößert.

Ausgangsspannungsteiler und Abschirmung

Wie aus dem Schaltbild Abb. 5 des Senders ohne weiteres zu ersehen ist, handelt es sich um einen ohmschen Spannungsteiler, der in Stufen mit dem Verhältnis 1:5 unterteilt ist. Er gibt mit Ausnahme der ersten Stellung einen gleichbleibenden Ausgangswiderstand von 100 Ω. Die Widerstände sind gekapselt in einzelnen zur jeweiligen Schaltstufe gehörigen Kammern untergebracht. Um Zwischenwerte einstellen zu können, ist ihm ein linkslogarithmisches Potentiometer 1 kΩ (wegen der besseren Eichbarkeit) vorgeschaltet, das ebenfalls etwas über 5:1 regelt. Es ist auf eine gute Kapselung des ganzen Senders am besten mittels eines verkupferten Eisengehäuses, das an einem Punkte geerdet ist, zu achten. Man erdet zweckmäßig über den Spannungsteiler an der Ausgangsbuchse, da sonst die untersten Stufen des Spannungsteilers illusorisch werden. Es empfiehlt sich, außerdem die Spannungszuführungen zu verdrosseln und mit Durchführungskondensatoren abzublenden. Im übrigen ist eine gut abgeschirmte und kurze Verbindung vom Stufenteiler zur HF-Ausgangsbuchse unerlässlich.

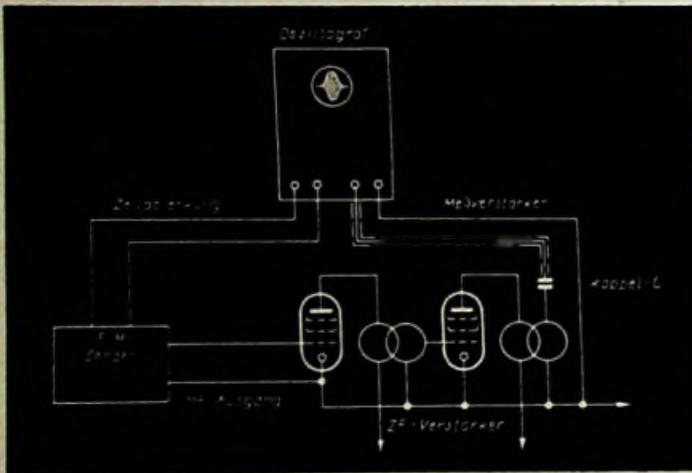


Abb. 6. Aufnahme einer HF-Durchlaßkurve mit Wobbelsender und Oszillograf (Blockschema)

aber eine Amplitudenmodulation des Senders, die ja möglichst vermieden werden soll. Die Eco-Schaltung bringt außerdem den Vorteil, mit nur zwei Zuführungen zur HF-Spule auszukommen, während eine induktive Rückkopplung drei Zuführungen benötigt.

Unerwünschte Amplitudenmodulation

Es sei hier noch kurz auf die zulässige Amplitudenmodulation hingewiesen. Das Bild einer 7-cm-Röhre sei 40 mm hoch, das ergäbe bei einer Amplitudenmodulation von 2% eine Bildverfälschung von 0,8 mm gegenüber der tatsächlichen Kurvenform. Bei den Strichstärken der

mehr, als die Streuung der Topfkerns mit Maniferstiften besonders groß ist, da ja die Permeabilität des Topfes wesentlich kleiner ist als die des Stiftes.

$$\frac{\mu_{\text{Topf}}}{\mu_{\text{Stift}}} = \frac{1}{10}$$

Wie folgende Meßwerte zeigen, läßt das Einlegen von Aluminium- bzw. Kupferfolien zwischen Topf und Dynamoblech diese Dämpfung weitgehend vermeiden. Die Messungen wurden bei einer Frequenz von 1 MHz und einem L von 3 μH sowie bei 100 kHz und L = 400 μH durchgeführt.

HF-Ausgangsspannungsanzeige

Sie soll in diesem Zusammenhang nur kurz erläutert werden, da sie nicht unbedingt erforderlich ist. Sie gewinnt mehr an Bedeutung, wenn man in einem Gerät mehrere Frequenzbereiche unterbringen will, deren eventuelle Amplitudenunterschiede nachgeregelt werden müssen. Zu diesem Zwecke ist eine Germaniumdiode vorteilhaft, wie z. B. Proton BN, in der aus dem Schaltbild ersichtlichen Anordnung. Das 100- μ A-Instrument wird außerhalb des abgeschirmten Oszillator- teiles untergebracht und mit dem Dioden- arbeitswiderstand in Reihe geschaltet. An der Diode liegt ungefähr eine HF-Span-

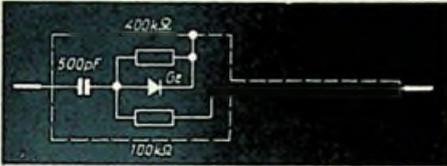


Abb. 7. Diodenlastkopf zur NF-Bildaufnahme

nung von 1 V, während die Ausgangs- spannung in Stufe 1 100 mV beträgt. Diese Spannungsunterteilung ist erforder- lich, um eine von der Stellung des Fein- reglers unabhängige Anzeige zu be- kommen.

Zusammenschaltung des Wobbelsenders mit dem Oszillografen und Arbeitsweise
Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkei- ten der Abbildung des durchgewobbelten Frequenzbereiches:

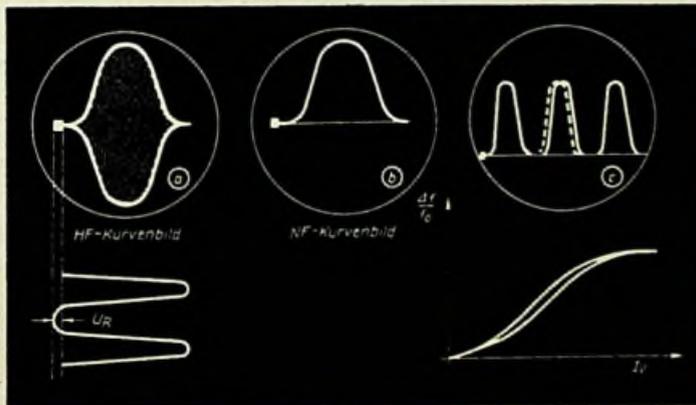
1. die direkte Abbildung der hinter dem Meßobjekt vorhandenen Hochfrequenz- spannungen,
2. das Schreiben der Umhüllenden, der NF-Kurve, da man diese durch Gleich- richten der obenerwähnten HF-Span- nung erhält (s. Abb. 8a und 8b).

Das unter 1. angeführte Verfahren kommt im wesentlichen nur für Frequenzen bis zu 1 MHz in Frage, da der Amplituden- gang der handelsüblichen Oszillografen- verstärker über 1 MHz stark abfällt. Wie

Abb. 8. (a) HF-Kurven- bild, Verlauf der Zeit- ablenkspannung; U_R = Spannung, die durch den Rückstrom des Gleichrichters erzeugt wird

(b) NF-Kurvenbild

(c) Phasenverschiebung zwischen Hin- und Rück- lauf in der Bildmitte durch Hysterese im HF- Eisen



leicht einzusehen ist, müssen sowohl die tiefsten als auch die höchsten Frequen- zen des gewobbelten Bereiches unver- fälscht wiedergegeben werden; man be- nötigt also einen Breitbandverstärker. Das erste Verfahren wird in der Haupt- sache zum Abgleichen und Ausmessen von ZF-Verstärkern benutzt werden können. Bei diesem Verfahren ist nach- teilig, den Oszillografen an den zu messenden Kreis nur lose ankoppeln zu können, etwa 2 pF, da die Eingangs- und Kabelkapazitäten den Kreis stark ver- stimmen würden (Abb. 6).

Das zweite Verfahren vermeidet diese Nachteile. Man arbeitet hier zweckmäßig

mit einem Tastkopf mit eingebauter Kristalldiode als Gleichrichterstufe und kommt so zu verhältnismäßig kleinen Eingangskapazitäten < 5 pF. Abb. 7 zeigt eine derartige Schaltungsanordnung, mit der man direkt an den zu messenden Kreis herangehen kann. Die in dem Tas- tkopf verwendete Germaniumdiode Pro- ton BN verträgt Spannungen bis zu 35 V. Sie arbeitet bei Frequenzen zwischen 50 Hz und 10 000 MHz. Hinter der Diode entsteht eine den Spitzenspannungen, der einzelnen Frequenzen entsprechende Kurve, eine z. B. aus Bandfilterkurven bestehende Impulsfolge mit der Grund- frequenz 50 Hz. Da sich aber eine nicht- sinusförmige periodische Wechselspan- nung aus einer Grundwelle und deren Oberwellen zusammensetzt, muß der nach- folgende NF-Verstärker einen linearen Frequenz- und Phasengang zwischen 50 Hz und etwa 10 000 Hz aufweisen, wenn die Kurvenform unverfälscht wiedergegeben werden soll.

Bei höheren Frequenzen zwischen 10 und 30 MHz nützt auch loses Ankoppeln durch ein C von rund 1 pF zwischen Tastspitze und Kreis nichts mehr, da die Kreis- kapazitäten hier sehr klein sind.

Beispielsweise:

$$C_u = 30 \text{ pF}; L_u = 7,4 \text{ } \mu\text{H}; f = 10,7 \text{ MHz};$$

ergibt bei Parallelschalten von 1 pF nach $\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta C}{C_0}$ eine Verstimmung von 1,67%, d. h. von 178 kHz. Die Frequenz des Bandfilterkreises würde also nach dem Abnehmen des Tastkopfes bei 10,878 MHz liegen. Um unnötige Verstimnungen zu vermeiden, wird am günstigsten hinter der nächstfolgenden ZF-Stufe abgegriffen, und der an der Anodenzuleitung liegende Kreis wird stark bedämpft oder durch einen ohmschen Widerstand ersetzt. Man erhält so eine Trennstufe und mißt rück- wirkungsfrei.

Fehlerquellen bei der Bildwiedergabe

Eine Aufspaltung der Kurve nach Abb. 8c zwischen Hin- und Rücklauf läßt mit Sicherheit starke Hystereseverluste des

Im Schaltbild Abb. 5 ist das Gerät 1 wiedergegeben. Es arbeitet mit einem ein- stellbaren Frequenzhub von 15 ... 50 kHz. Die Frequenzkonstanz, gemessen nach einer Anwärmzeit von 30 min über einen Zeit- raum von 5 Stunden betrug 0,2 ‰ der Grundfrequenz. Bei Herabsetzen der Be- triebsspannung um 50% änderte sich die

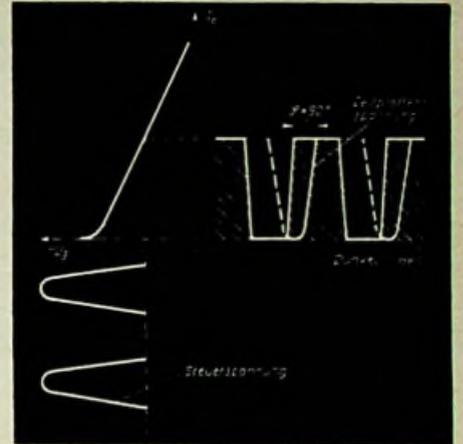


Abb. 9. Dunkeltasten des Rücklaufes am Steuergitter der Bildröhre

Frequenz des Senders um 0,4 ‰. Die Amplitudenmodulation bei einem Wobbel- hub von 10% betrug 1%.

Ein späterer Aufsatz über dieses Gebiet wird die Anwendung der Gleichstrom- vormagnetisierung und deren Vorteile behandeln, sowie Maßnahmen, die es ge- statten, Frequenzhübe bis zu 30% der Grundfrequenz zu erzeugen.

Synthetische Lebewesen

(Schluß von Seite 69)

„Cora“ nennt Walter seine gelehrige Ma- schine (= Conditioned Reflex Analogue), und er schildert ihr Verhalten etwa so: Für Cora ist zum Beispiel der spezifische Reiz ein mäßig starker Lichtschein, der neutrale der Ton einer Pfeife. Die Pfeife wird geblasen, kurz bevor das Licht auf- leuchtet. Wenn das zehn- oder zwanzig- mal geschehen ist, hat Cora gelernt, daß der Pfeifton dem Lichtsignal gleichbedeu- tend ist. Setzt sich Cora sonst nur auf den Lichtschein in Bewegung, so kommt sie jetzt schon auf den bloßen Pfeifton an. Bei einer anderen Anordnung ist die Berührung eines Hindernisses der spezi- fische und der Pfeifton wieder der neu- trale Reiz. Hier wird es dann möglich, Cora durch bloßes Pfeifen zu jenen Aus- weichbewegungen zu veranlassen, die sie sonst nur beim Anstoßen ausführen würde.

Künstliche Neurosen

Besonders interessant und für den Neuro- logen lehrreich wird das Verhalten Coras, wenn man zwei verschiedene neu- trale oder spezifische Reize in ihr wirken läßt, wenn sie etwa durch einen Pfeifton zugleich angelockt und abgestoßen bzw. zu Umwegen veranlaßt werden soll. Dann, berichtet Walter, können sich Situationen einstellen, die dem neuro- tischen Verhalten von Menschen in Kon- fliktsituationen bemerkenswert ähnlich sind, und auch hier hilft, wie beim Men- schen, nur Ruhe oder eine Veränderung der Schaltung, der „psychochirurgische Eingriff“.

ZF-QUARZFILTER

Unter den Siebschaltungen nehmen die Quarzfilter einen besonderen Platz ein. Da gerade in dem Frequenzgebiet von 50 kHz bis etwa 500 kHz Quarzfilter wirtschaftlichere Schaltungen ergeben als Spulenfilter und infolge der geringen Dämpfung der Quarze auch steilere Dämpfungsverläufe ermöglichen, werden Quarzfilter heute bevorzugt in allen Zwischenfrequenzverstärkern verwendet

Aus der Siebschaltungstheorie sind Pi-, T-, überbrückte T- und Brückenschaltungen bekannt. Da außer der Brückenschaltung alle anderen Grundschaltungen Schaltelemente verlangen, die nur eine, höchstens jedoch zwei Reaktanzen enthalten, Quarze jedoch aus drei Reaktanzen be-

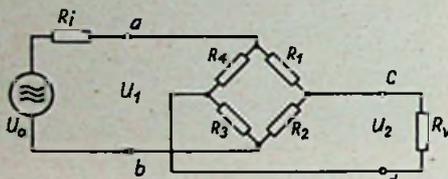


Abb. 1. Prinzip- und Ersatzschaltbild einer Brückenschaltung

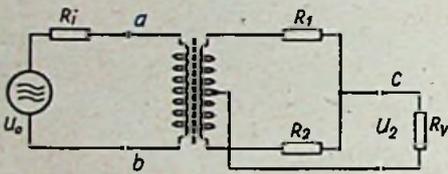


Abb. 2. Prinzipschaltbild einer Differential-Brückenschaltung

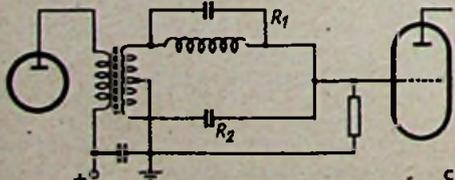
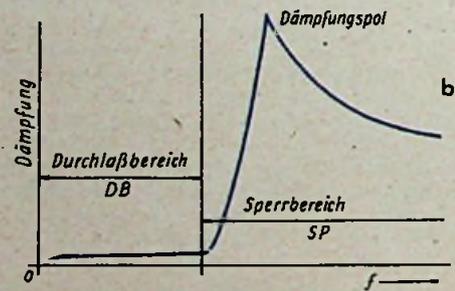
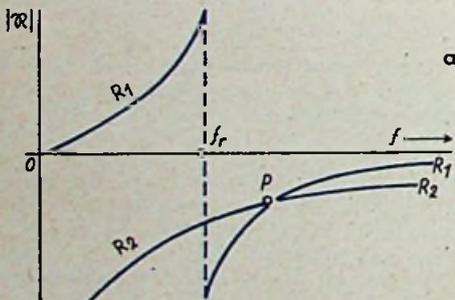


Abb. 4. (a) Reaktanzenverlauf eines Parallelschwingkreises (R_1) und einer Kapazität (R_2), (b) Dämpfungsverlauf eines Filters mit den Reaktanzen der Abb. 4a in den Brückenzweigen, (c) Aufbau des Filters mit Reaktanzenverlauf nach Abb. 4a und Dämpfungsverlauf nach Abb. 4b

stehen, kommen außer der Brückenschaltung keine anderen Schaltungen für Quarzfilter in Frage.

Die bestehenden und bekannten Quarzfilterschaltungen enthalten jedoch das Brückencharakteristikum nur in einer impliziten, aber trotzdem dominierenden Form, d. h. sie sind nur dem geübten Auge als Brücke zu erkennen.

Die Abb. 1 stellt das Ersatzschaltbild einer Filterschaltung mit Brückenglied dar. Links von den Klemmen a, b ist das Ersatzschaltbild des Generators (z. B. eine Verstärkerröhre in Katoden- oder Anodenbasisschaltung), rechts von den Klemmen c, d der Ersatz des Verbraucherwiderstandes dargestellt; R_i kann z. B. die Eingangsschaltung einer Verstärkerröhre mit Gitterableitwiderstand sein. Zwischen den Klemmen a, b und c, d ist nun das eigentliche Filter angeordnet. Die Widerstände $R_1 \dots R_4$ können als komplexe Widerstände angesehen werden.

Die Dämpfung b eines Filters wird zweckmäßig als logarithmisches Maß ausgedrückt. Es gilt

$$b = \ln U_0/U_2 \text{ (Neper);} \\ b = 20 \log U_0/U_2 \text{ (db).} \quad (1)$$

Bei Hintereinanderschalten von Filtern braucht man lediglich die Einzeldämpfungen zu addieren, um die Gesamtdämpfung zu erhalten. Ein weiterer Vorteil der Verwendung des logarithmischen Maßes ist durch die Angleichung an die Verstärker- und Leitungstechnik gegeben.

Die Dämpfung soll nun eine Funktion der Frequenz sein, d. h. in einem vorgeschriebenen Maße von der Frequenz abhängen. Die Dämpfung soll im sogenannten Sperrbereich (im folgenden mit SP bezeichnet) einen großen Wert besitzen, im Durchlaßbereich (im folgenden mit DB bezeichnet) aber einen kleinen Wert aufweisen.

Die eigentliche Tätigkeit eines Filters ist also im SP am ausgeprägtesten vorhanden. Betrachten wir Abb. 1, so können wir leicht die einzelnen Bedingungen, denen die Widerstände folgen müssen, angeben. Die Spannung U_2 wird offensichtlich durch Spannungsteilung aus U_0 erhalten.

Um im SP U_2 gegenüber U_0 klein zu machen, muß in erster Linie U_1 gegen U_0 klein sein. Dies läßt sich aber leicht erreichen, indem man den Brückeneingangswiderstand — d. h. den Wellenwiderstand der Brücke — im SP klein gegen R_i macht. Man kann also durch richtige Bemessung der Widerstände von Brücke und Ge-

nerator schon eine gute Filterwirkung erzielen, bevor die eigentliche Brücke überhaupt zur Filterwirkung herangezogen wird. Beim Aufbau von Quarzfiltern ist daher auf richtige Bemessung von Generator und Abschlußwiderständen zu achten. Die eigentliche Filterwirkung der Brücke tritt nun dadurch ein, daß im SP die Brücke abgeglichen ist. Dann wird im „Nullzweig“ der Brücke, in dem ja der Abschlußwiderstand liegt, keine Spannung auftreten. Die Dämpfung ist damit groß. Zusammenfassend sind also für den Sperrbereich SP folgende Bedingungen gültig:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \text{ Brückenbedingung (2-1)} \\ R_i \text{ groß gegen } R_1 + R_2$$

$$\text{Abschlußwiderstandsbedingung (2-2).}$$

Für den Durchlaßbereich lassen sich nun ebenfalls die Bedingungen leicht aus Abb. 1 ablesen. Filterdurchgang ist offensichtlich bei allen Frequenzen vorhanden, bei denen die Brücke verstimmte ist. Es muß dann außerdem über die verstimmte Brücke noch ein guter Energietransport möglich sein. Das ist aber nur der Fall, wenn der Wellenwiderstand der verstimmten Brücke den Abschlußwiderständen, also auch dem inneren Widerstand der Spannungsquelle, gleich ist. Da der einseitige Wellenwiderstand der Brücke dem ausgangseitigen gleich ist, kommt auch noch die Forderung der Gleichheit von Generatorinnenwiderstand und Verbraucherwiderstand dazu. Hier ist zu sehen, daß noch mehr als im SP die richtige Dimensionierung der Abschlußwiderstände für eine günstige Durchlaßdämpfung verantwortlich ist.

Zusammenfassend kann man also die Forderungen des DB anschieben:

$$R_1 = R_3 \text{ ungleich } R_4 = R_2 \\ \text{Brückenbedingung (3-1)}$$

$$R_1 = R_v \\ \text{Abschlußwiderstandsbedingung (3-2)}$$

$$R_1 \cdot R_2 = R_v \\ \text{Wellenwiderstandsbedingung (3-3).}$$

Die Brückenbedingung (3-1) für den DB ist dann am günstigsten erfüllt, wenn die Reaktanzen entgegengesetzt sind.

Die Bedingung des Durchlaßbereiches auf Gleichheit der Abschlußwiderstände (3-2) ist mit Hilfe eines Transformators (Übertrager) leicht zu erfüllen.

Bei Verwendung eines Transformators kann man auf die Widerstände R_1 und R_2 leicht verzichten. Legt man dann die Leitung d an die Mittelanzapfung des

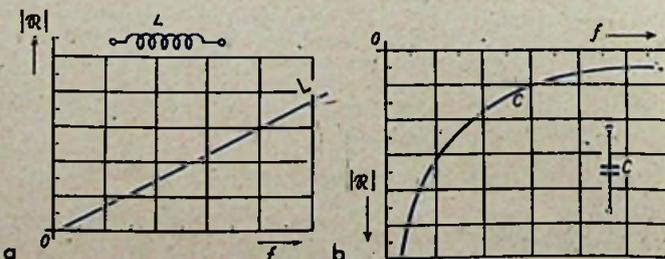


Abb. 3. (a) Reaktanzenverlauf einer Induktivität, (b) Reaktanzenverlauf eines C

Übertragers, so ergibt sich eine Differentialbrücke nach Abb. 2, für die natürlich die Bedingungen 2 und 3 uneingeschränkt gelten.

Nach dieser allgemeinen Überlegung ist nun zu betrachten, wie die Wahl der Scheinwiderstände R_1 und R_2 nach Abb. 2 zu erfolgen hat, damit die Bedingungen 2 und 3 erfüllt sind.

Die bisher erfolgten Überlegungen und die noch durchzuführenden sind unabhängig von der Art des Filters. Tiefpässe, Bandpässe bzw. Hochpässe sind lediglich durch die Bemessung der Widerstände R_1 und R_2 wählbar.

Im folgenden werden wir das Hauptaugenmerk auf die Filterbauelemente R_1 und R_2 richten. Da diese Zweipole sind, müssen wir uns erst mit den wichtigsten Zweipolgesetzen befassen. Da in unserem Fall nur Reaktanzzweipole in Frage kommen, genügen folgende Gesetze aus der Zweipoltheorie:

1. Der Reaktanzverlauf irgendwie zusammengesetzter Zweipole kann mit steigender Frequenz immer nur steigen, d. h. es können im Reaktanzverlauf immer nur steigende, aber keine fallenden Linien auftreten.

Unter Reaktanzverlauf soll die Abhängigkeit des Absolutwertes des Scheinwiderstandes von der Frequenz verstanden werden.

2. Im Reaktanzverlauf irgendwie zusammengesetzter Zweipole müssen Nullstellen mit Unendlichkeitsstellen abwechseln.

3. Die Zahl der Null- und Unendlichkeitsstellen steigt mit den im Zweipol vorhandenen Reaktanzen.

Wir wollen für R_1 und R_2 zunächst einfache Reaktanzen einsetzen und so, unter Beachtung von Bedingung 2 und 3 und der Zweipolgesetze, geeignete Filter aufbauen.

Es liegt nahe, daß die Bedingungen 2 und 3 nur für wenige, leicht zu bestimmende Frequenzen vorhanden sein werden. Der weitaus größere Teil des Dämpfungsverlaufes wird diese Extremwerte ausgleichen.

Wird an Stelle von R_1 eine Induktivität und an Stelle von R_2 eine Kapazität verwendet, deren Reaktanzverlauf in Abb. 3 dargestellt ist, so ist zu sehen, daß sich an keiner Stelle die beiden Kurven schneiden, d. h. die Reaktanzen sind bei keiner Frequenz gleich groß. Wir haben also nirgends einen SP. Die so erhaltene Schaltung ist ein Allpaß mit lediglich phasendrehender Eigenschaft.

Legen wir an Stelle von R_1 eine Kombination von L und C (einen Parallelschwingkreis), so ergänzen sich die Reaktanzkurven von Abb. 3 zu einem Reaktanzverlauf nach Abb. 4a (R_1). Hier ist zu sehen, wie die Zweipolgesetze erfüllt sind. Der neue Reaktanzverlauf hat an keiner Stelle eine fallende Tendenz. Bei f_r ist lediglich eine Sprungstelle vorhanden.

Verwendet man für R_2 wiederum einen Kondensator mit der Kapazität C , so gibt es nun eine Stelle P , bei der die Reaktanzen R_1 und R_2 gleich groß sind. Die

Brückenbedingung für den Sperrbereich ist also erfüllt. Bei P ist ein sogenannter „Dämpfungspol“, eine Stelle innerhalb des SP mit besonders guter Dämpfung. Bei Verwendung verlustfreier Reaktanzen müßte die Spitze des Dämpfungspoles ins Unendliche reichen.

Die Parallelresonanz des Schwingkreises R_1 teilt den Dämpfungsverlauf in zwei Teile. Die Resonanzfrequenz ist Grenzfrequenz. Wir haben es mit einem Tiefpaß zu tun.

Im DB gibt es wieder eine Stelle N , bei der die Bedingungen des DB besonders gut erfüllt sind. Diese Stelle wird als Nullstelle bezeichnet.

Die Bedingung (3.3) (Wellenwiderstandsbedingung) ist nicht nur für den DB, sondern auch für die DB-Nähe, also die Flankensteilheit des Filters, verantwortlich. Da aber der Wellenwiderstand stark von der Frequenz abhängt, wird die Bedingung (3.3) nur für eine Frequenz exakt zu erfüllen sein. Die Dämpfungflanken werden also mehr oder weniger flach verlaufen, und der eigentliche DB wird eine Restdämpfung aufweisen. Restdämpfung und Flankensteilheit stehen außerdem in einer Wechselbeziehung. Da sich aber eine Restdämpfung durch nachfolgende Verstärkung wettmachen läßt, wird man eine größere Restdämpfung zugunsten großer Flankensteilheit in Kauf nehmen.

Aus Abb. 4a ist leicht zu ersehen, daß bei Verlagerung der Kurve R_2 , also Veränderung der Kapazität C , ein Verlagern des Dämpfungspoles erzielbar ist. Diese Tatsache ist von enormer Wichtigkeit. Dadurch können unliebsame Störsender auf einfache Weise in ein Gebiet großer Dämpfung gerückt werden.

Wendet man das an Abb. 3 geübte Verfahren nun auch für Abb. 4a an und setzt die Kurven R_1 und R_2 zu einer neuen Reaktanz zusammen, so ergibt sich ein Reaktanzverlauf nach Abb. 5a. Der zugehörige Zweipol ist aber das Ersatzschaltbild eines verlustlosen Quarzes. Im Reaktanzverlauf X_2 soll wieder ein Kondensator C angeordnet sein.

Konstruiert man ebenso, wie bei Abb. 4b gezeigt, aus dem Reaktanzverlauf den Dämpfungsverlauf, so bekommt man einen Bandpaß. Die untere Grenzfrequenz f_u ist die Serienresonanzfrequenz f_{r1} des Quarzes. Obere Grenzfrequenz f_o ist die Parallelresonanz f_{p1} des Quarzes. Auch hier kann man wiederum den Dämpfungspol mit Hilfe des Kondensators im unteren Brückenweig auf einen Störsender legen. Es ist ohne weiteres möglich, den Dämpfungspol auch unterhalb der unteren Grenzfrequenz anzuordnen; er wandert dann als imaginärer Pol durch den DB.

An den bisherigen drei Beispielen war zu sehen, daß der Dämpfungsverlauf sehr vom Zweipolauwand abhängt. Je dramatischer man den Dämpfungsverlauf gestalten will, um so größer ist der Aufwand an Reaktanzen.

In Abb. 7 soll der Reaktanz- und Dämpfungsverlauf eines Filters mit 2 Quarzen nach Abb. 8 dargestellt werden. Dieses Filter hat nunmehr 2 Dämpfungs-

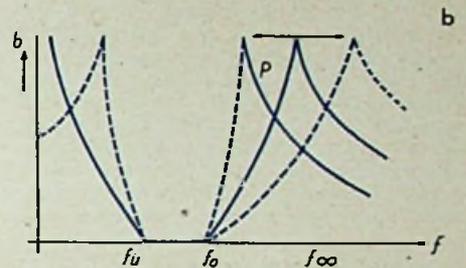
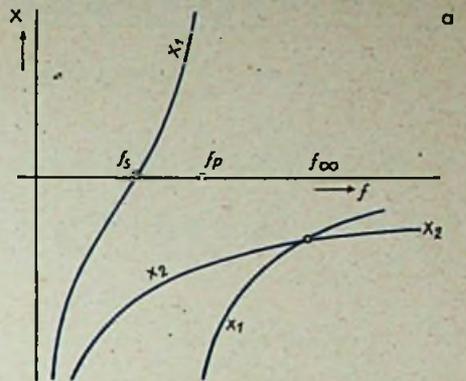


Abb. 5. (a) Reaktanzverlauf eines Filterquarzes nach Abb. 6a und einer Kapazität (b) Dämpfungsverlauf des skizzierten Quarzfilters

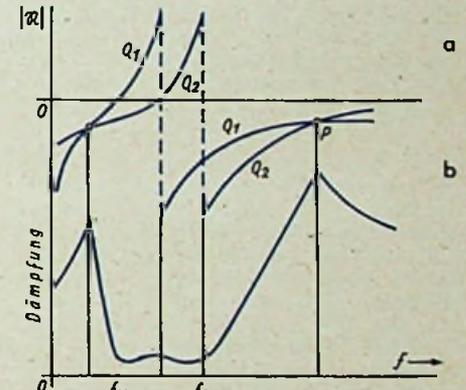


Abb. 7. (a) Reaktanz- und (b) Dämpfungsverlauf eines Filters mit zwei Quarzen

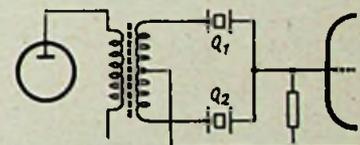


Abb. 8. Schaltbild des Filters mit dem Reaktanz- und Dämpfungsverlauf nach Abb. 7

pole und einen wesentlich steileren Dämpfungsanstieg als die Filter nach Abb. 6 und 4.

In gleicher Weise lassen sich leicht weitere Schaltungen mit einer gewünschten Anzahl von Polen aus dem Reaktanzverlauf konstruieren.

Die Durchlaßbreite der hier behandelten Filter ist im wesentlichen durch den Abstand der unteren Serienfrequenz des Quarzes zur oberen Parallelresonanz des Quarzes gegeben. Da dieser sehr klein ist, kann man Filter mit großen Bandbreiten auf diese Art nicht herstellen. Der Abstand wird allerdings größer, wenn die verwendeten Quarze eine große Induktivität besitzen und eine kleine Halterungskapazität aufweisen.

Da die Induktivitäten von Quarzen aber nur in einem beschränkten Bereich veränderbar sind, kann man im allgemeinen keine größeren Bandbreiten als etwa 100 Hz aufbringen. (Wird fortgesetzt)

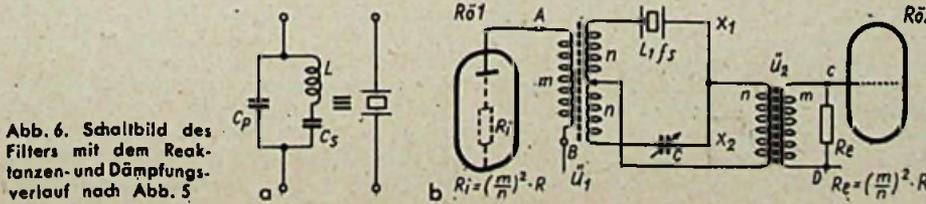
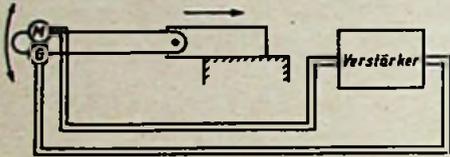


Abb. 6. Schaltbild des Filters mit dem Reaktanz- und Dämpfungsverlauf nach Abb. 5

Ein neues Verfahren für Feldstärkebilder

Die altbekannte Methode, Feldstärkebilder — also ein Abbild der räumlichen Intensitätsverteilung — durch punktförmige Intensitätsmessung mittels geeigneter Instrumente und anschließende grafische Auswertung zu gewinnen, hat den Nachteil eines außerordentlichen Zeitbedarfes. Als unbestreitbarer Vorteil sind allerdings die auf diese Weise erhaltenen zahlenmäßigen Angaben anzusehen. Oftmals würde indessen auch schon ein auf genaue zahlenmäßige Unterlagen verzichtendes Bild genügen und wäre sehr erwünscht, wenn eine merkliche Zeitersparnis damit verbunden ist.

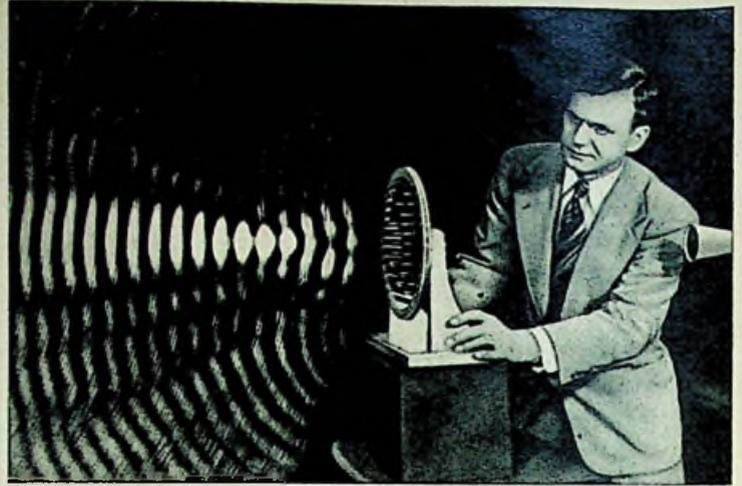


Schematische Darstellung der Anordnung

In den Bell Telephone Laboratories wurde nun ein neues Verfahren ausgearbeitet, das diese Möglichkeiten bietet, also ein mindestens qualitativ völlig ausreichendes Bild der Feldstärkeverteilung liefert und als automatisches Verfahren wenig Zeit erfordert. Das neue Verfahren wurde zunächst für die Intensitätsverteilung in Schallfeldern entwickelt, doch läßt es sich in etwas abgewandelter Form auch für manche anderen Zwecke heranziehen.

Bei der Ermittlung einer räumlichen Intensitätsverteilung in Schallfeldern — um einmal bei diesem ersten Beispiel zu bleiben — kann es sich immer nur darum handeln, die Intensitätsverteilung in

Feldstärkebild eines Schallfeldes hinter der akustischen Linse



(Nach „electronica“ H. 2/1951)

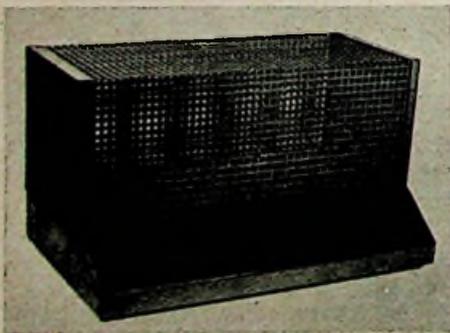
einem durch das Feld gelegten flächenförmigen Schnitt zu erfassen. Die Lage dieses Schnittes zum gegebenen Feld richtet sich natürlich allein nach dem Einblick, den man in die Intensitätsverteilung zu gewinnen wünscht.

Bei dem neuen Verfahren besteht die das Feld abtastende Sonde aus einem sehr kleinen Mikrofon als Schallempfänger und einer damit fest verbundenen kleinen Gasentladungslampe (Glimmlampe) als Anzeigeelement. Die vom Mikrofon aufgenommenen Schallimpulse werden in einem üblichen Verstärker so weit verstärkt, daß die im Ausgang des Verstärkers liegende Glimmlampe eine entsprechende Helligkeitsmodulation erfährt. Mikrofon und Glimmlampe befinden sich dicht beieinander an einem langen Hebel, der kreisbogenförmig im Feld bewegt wird und gleichzeitig eine Verschiebung in der Richtung des gewünschten Schnittes erfährt. Die Leuchterscheinung des Glimmlämpchens wird fotografisch festgehalten, so daß man schließlich ein Lichtbild der Intensitätsverteilung der abgetasteten Schnittfläche des gegebenen Feldes erhält.

Wird eine geeignete Glimmlampe benutzt und steuert man sie nur innerhalb eines bestimmten Bereiches aus, so ist die Helligkeit des Glimmlichtes weitgehend dem jeweiligen Strom proportional.

Treten nun auch im Verstärker keine merklichen Verzerrungen auf, dann besteht von der apparativen Seite her durchaus die Möglichkeit, das gewonnene Lichtbild auch noch zahlenmäßig, also quantitativ auszuwerten. Dazu ist lediglich notwendig, den zahlenmäßigen Zusammenhang zwischen der Intensität des Glimmlichtes und der Schwärzung des Negatives durch einige geeignete Vergleichsaufnahmen zu ermitteln. Für die zahlenmäßige Auswertung des Lichtbildes wird dieses dann mit Hilfe eines geeigneten Fotometers durchgemessen.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß das neue Verfahren auf den verschiedensten Gebieten anwendbar, also nicht etwa nur auf die Ermittlung der räumlichen Intensitätsverteilung in Schallfeldern beschränkt ist. Dazu sind lediglich zwei Vorbedingungen zu erfüllen: Erstens muß statt des Mikrofons ein dem jeweiligen Zweck angepaßter andersartiger Indikator benutzt werden, der auch hinreichend trägheitsfrei sein muß, um den bei der Bewegung im Feld jeweils örtlich unterschiedlichen Feldintensitäten sofort zu folgen. Zweitens muß die ganze, aus Indikator und Glimmlampe bestehende Sonde stofflich und räumlich so beschaffen sein, daß keine merklichen Störungen oder Verzerrungen des abzutastenden Feldes eintreten können. Nwg.



Mischpultverstärker-Gehäuse mit abnehmbarer Haube in gelochter Ausführung

Zahlreiche Radiowerkstätten fertigen verschiedene für die tägliche Arbeitspraxis erforderliche Meß- und Prüfeinrichtungen selbst an, um bewährte Prüfmethode zweckmäßiger anwenden zu können oder Geräte für universelle Verwendungsmöglichkeiten zur Verfügung zu haben. Für diese Sonderzwecke erweisen sich Metallgehäuse bewährter Bauformen als unentbehrlich, die neuerdings im Handel erhältlich sind.

Metallgehäuse für Selbstbaugeräte

Die von der Fa. P. Leistner, Hamburg-Altona 1, hergestellten Metallgehäuse für Selbstbaugeräte machen von Standardgrößen mit verschiedenen Einbautiefen Gebrauch, so daß man alle praktisch für Radiowerkstätten in Betracht kommenden Geräte aufbauen kann. So besitzt das Gehäuse Nr. 1 die Abmessungen 295×210×210 mm. Es hat allseitig abgerundete Kanten, eine glatte Frontplatte ohne Schrauben und ein von vorn einschiebbares Chassis. Die Befestigung der Frontplatte wird seitlich und oben durch verwickelte Zylinderkopfschrauben vorgenommen. Chassis und Frontplatte sind von innen verschraubt und lassen sich zur Bearbeitung auseinandernehmen. An der Rückwand befinden sich Jalousieschlitze für die Entlüftung. Dieses Gehäuse kommt entweder glatt gespritzt oder in Kräusellack-Ausführung (hellgrau) auf den Markt. Irgendwelche Schäden,

die durch Kratzer entstehen, lassen sich leicht selbst ausbessern, da ein Farbton verwendet wurde, der in Fachgeschäften vorrätig ist (Ral 7001). Gleiche Frontplattenabmessungen, jedoch abweichende Gehäusetiefen besitzen die Metallgehäuse Nr. 1a (Gehäusetiefe 155 mm) und Nr. 2 (Gehäusetiefe 110 mm). Speziell für Prüfsender wird eine Sonderausführung des Gehäuses Nr. 2 unter der Bezeichnung 2a mit doppelter Montageplatte herausgebracht. Diese Gehäuseart gestattet eine doppelte Abschirmung des HF-Generators. Sämtliche Gehäuse bestehen aus Stahlblechkonstruktion. Auf Wunsch sind die Gehäuse auch mit Frontplatten aus Aluminium erhältlich.

Für Kleinverstärker, Mischpultverstärker und Kraftverstärker größerer Ausgangsleistung stehen verschiedene neuzeitliche Gehäusetyper zur Verfügung. Das Chassis ist jeweils pultförmig ausgeführt, so daß

man sämtliche Regeleinrichtungen und Bedienungsorgane an der Vorderseite befestigen kann. Zum Aufbau von Mischverstärkern eignet sich das Gehäuse Nr. 5 (Breite 500 mm, Höhe 90+180 mm, Tiefe ohne Pult 205 mm). Die 185 mm hohe Haube läßt sich nach Lösen von vier Montageschrauben abnehmen. Die Haube ist an der Rückseite, an der Oberseite und an der Frontseite gelocht, so daß sich sehr gute Entlüftung ergibt. Für kleinere Verstärker kommen die Gehäuse Nr. 6 (Breite 340 mm, Höhe 75 + 185 mm, Tiefe ohne Pult 180 mm, Haubenhöhe 180 mm) und Nr. 6a (Breite 280 mm, Höhe 80 + 150 mm, Tiefe ohne Pult 180 mm, Haubenhöhe 150 mm) in Betracht. (Für den Aufbau eines 8-W-Gegentaktverstärkers im FT-Labor — s. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 7, S. 189 — wurde z. B. ebenfalls ein entsprechendes Gehäuse verwendet.) Während die Meßgerätegehäuse durch Schwammgummi-Zwischenlagen das Verkratzen des Geräteschassis vermeiden, sind die Verstärkergehäuse mit Gummipuffern ausgestattet. Letztere machen ferner von abschraubbaren Bodenplatten Gebrauch.

U. a. werden von der gleichen Firma noch Gehäuse für Wechselsprechanlagen geliefert. Das Hauptstellengehäuse gestattet den Anschluß von bis zu acht Nebenstellen. Es hat eine Pultlänge von 225 mm, eine Pulthöhe von 90 mm und eine Pulttiefe von 145 mm. In der Mitte der pultförmigen Frontseite befindet sich eine Lautsprecheröffnung zum Einbau eines handelsüblichen permanentdynamischen Kleinsystems.



Elfenbeinfarbiges Hauptstellen-Gehäuse für Wechselsprechanlagen mit Lochungen für Kleinlautsprecher, Signallampen und Leitungswähler

Zu beiden Seiten sind 2x4 Montagelöcher für den Einbau von Signaleinrichtungen und Kippaltern angeordnet. Die Nebenstelle verfügt über kleinere Abmessungen (Pultlänge 140 mm, Pulthöhe 90 mm, Pulttiefe 145 mm). Es sind Lochungen für die Lautsprecheröffnung und für den Einbau einer Ruftaste vorgesehen. Die Gehäuse für Haupt- und Nebenstellen besitzen eine elegante, allseitig abgerundete Pultform und sind elfenbeinfarbig lackiert. Übrigens wird auch ein für Wechselsprecherverstärker sehr geeignetes Gehäuse mit den Abmessungen 300x110x155 mm mit gelochtem, vernickeltem Chassis, abschraubbaren Seitenwänden, beiderseitigen Entlüftungs-Jalousie-Schlitzen in schwarzem Farbton (Eisblumenlack) geliefert. Diese Gehäusebauform eignet sich für seitliche Montage am Schreibtisch in unmittelbarer Nähe der Hauptstelle.

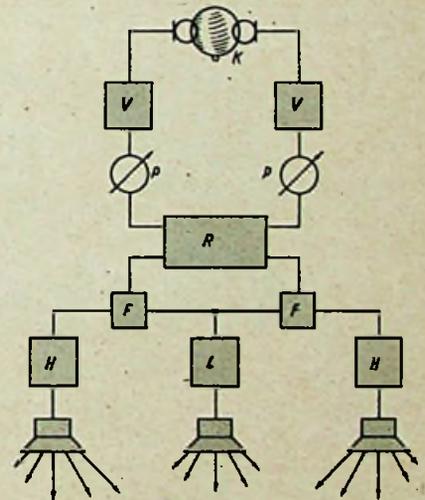
Die Selbstanfertigung von Metallgehäusen kommt in den meisten Fällen relativ teuer, da nicht alle Arbeiten in der Werkstatt selbst ausgeführt werden können. Die Preise für die beschriebenen Metallgehäuse sind günstig, so daß in allen Fällen das industriell gefertigte Gehäuse der Selbstbauausführung vorzuziehen ist. —h.

Stereofonische Musikwiedergabe

Versuche mit dem „künstlichen Kopf“

Wer die Natur kennt, weiß, wie scharf Tiere hören und wie genau sie dabei die Richtung feststellen können, aus der der Schall kommt. Wir Menschen leben nicht mehr so nahe der Natur, und unser Sinn für das Richtungshören ist nicht stark entwickelt, obwohl wir diese Fähigkeit prinzipiell besitzen. Die Schallschwingungen, die unsere Ohren auffangen, werden zum Inneren des Ohrs weitergegeben, wo sie einen Reiz auf die Gehörnerven ausüben. Diese Reize werden zum Gehirn weitergeleitet und dort mit dem, was man früher über die Außenwelt erfahren hat, in Zusammenhang gebracht. Ein Schall, den wir zum erstenmal im Leben vernehmen, der aber keinerlei Ähnlichkeit mit einem anderen uns bekannten Schall aufweist, sagt uns nichts. Nehmen wir an, daß wir an einem schönen Sommerabend nach dem Lied einer Nachtigall lauschen, die irgendwo rechts von uns auf einem Zweige sitzt. Die Schallschwingungen, die sich mit einer Geschwindigkeit von rd. 330 m in der Sekunde fortbewegen, erreichen unser rechtes Ohr etwas früher als das linke. Bei genauer Berechnung beträgt der Unterschied noch nicht den tausendsten Teil einer Sekunde, was aber genügt, um daraus einen Schluß über die Richtung, aus welcher der Schall kommt, zu ziehen. Außer dem Zeitunterschied zwischen den im rechten und im linken Ohr hervorgerufenen Reizempfindungen besteht auch ein Unterschied in der Schallstärke. Dank unserer beiden Ohren sind wir also imstande zu hören, aus welcher Richtung der Schall kommt. Dadurch sind wir auch, wenn wir uns in einem Konzertsaal befinden und die Augen schließen, in der Lage, genau anzugeben, wo sich die einzelnen Instrumente befinden. Wir besitzen dieses Richtungsgefühl aber nicht mehr, wenn dasselbe Konzert über den Rundfunk oder von einer Grammophonplatte aus zu uns kommt. In Holland wurde zu diesem Zwecke von Dr.-Ing. de Boer (Philips-Labor) ein Verfahren entwickelt. In einem „künstlichen Kopf“ sind da, wo sich die Ohren befinden müßten, zwei Mikrofone angebracht, und zwar in jeder Ohröffnung eins. Diesen künstlichen Kopf bringt man dahin, wo man den Schall auffangen will, um ihn weiterzusenden. Die beiden Mikrofone in dem künstlichen Kopf empfangen den Schall aus den verschiedenen Richtungen mit dem für jede Richtung charakteristischen Unterschied in der Intensität und der Zeit. Leitet man die von diesen Mikrofonen kommenden elektrischen Ströme zu zwei Kopfhörern, dann empfängt ein Hörer, der diese Kopfhörer an seine beiden Ohren hält, den Eindruck, daß er sich an der Stelle des künstlichen Kopfes befindet. Gebraucht man an Stelle der Kopfhörer Lautsprecher, dann ergeben sich gewisse Schwierigkeiten. Solange man mitten im Saal, in gleicher Entfernung von den beiden mit den Mikrofonen im künstlichen Kopf verbundenen Lautsprechern sitzt, erhält man ein sehr gutes Schallbild. Zwar wird der Schall der beiden Lautsprecher von beiden Ohren aufgenommen, im allgemeinen aber hört das linke Ohr den Schall des linken Lautsprechers stärker als den des

rechten, was zur Folge hat, daß die Entfernung zum rechten Lautsprecher kleiner und die zu dem links befindlichen Lautsprecher größer wird; dann kann es leicht vorkommen, daß das linke Ohr den rechts befindlichen Lautsprecher stärker hört als den links befindlichen, und das soll gerade vermieden werden. Es wird darum den links und rechts im Saal angebrachten Lautsprechern eine bestimmte Richtungswirkung gegeben, wodurch man, wenn man sich mehr rechts im Saal befindet, trotz der großen Entfernung den linken Lautsprecher mit dem linken Ohr stärker hört als den rechts befindlichen. Die erste Vorführung des von Dr. de Boer entwickelten Verfahrens fand im Jahre 1941 in Holland statt. Ausgedehntere Vorführungen mit aus dem Philips-Miller-Band aufgezeichnete Musik erfolgten Ende 1943 und zu Beginn des Jahres 1944. Es wurden auch stereofonische Aufnahmen mit Schallplatten gemacht; da aber das Loch in der Platte für die Achse der Drehscheibe etwas größer sein muß als die Achse selbst, liegt die Platte nicht ganz fest. Ist das auch für das Auge kaum erkennbar, für die beiden Tonspuren, welche diese Schallschwingungen jede mit einem sehr kleinen Unterschied



Prinzipschaltung des stereofonischen Kopfes. K künstlicher Kopf, N Verstärker, P Potentiometer, R Regler, F Filter (Trennung in hohe und tiefe Töne), L Verstärker für tiefe Töne, H Verstärker für die mit dem „Kopf“ zu übertragenden hohen Töne

der Intensität und Zeit registrieren, ist es verhängnisvoll. Das Magnetophon-Band ist besser geeignet und wird jetzt zur Wiedergabe von plastischen Glockengeläut-Aufnahmen schon praktisch verwendet. Kürzlich hat Dr. de Boer bei Vorführungen in Dänemark, Schweden und Norwegen gezeigt, wie ein in einem Saal gegebenes Konzert gleichzeitig in einem anderen Saal stereofonisch wiedergegeben werden kann. In Deutschland beginnen die Filmtheater sich für dieses Verfahren zu interessieren, um gegebenenfalls für die Einführung des plastischen Films schon im Tonteil gerüstet zu sein.

Meyer-Goldenstädt

Diode in Superschaltungen

Wenn höhere HF-Spannungen ($> 2 \text{ V}$) zur Verfügung stehen, wird zur Demodulation die Diode verwendet. Als Regel soll dabei gelten, daß die Gleichrichtung um so sauberer wird, je höher die HF-Spannung ist. Verwendet man Germanium-Dioden, so muß man allerdings dafür sorgen, daß der hindurchfließende Strom nicht zu hoch wird, da sonst die Kontaktstelle leicht verbrennt. Man kann aber bei Ersatz gewöhnlicher Dioden durch Detektoren erheblich an Heizleistung sparen. Als günstigsten Abschlußwiderstand einer Diode wählt man das geometrische Mittel aus den Widerständen in Durchlaß- und in Sperrichtung (R_d und R_s); es ist also der Belastungswiderstand

$$R_a = \sqrt{R_d \cdot R_s}$$

Ist beispielsweise $R_d = 400 \Omega$ der Widerstand in Durchlaßrichtung und $R_s = 200 \cdot 10^6 \Omega$ in Sperrichtung, so wird $R_a = \sqrt{400 \cdot 200 \cdot 10^6} = 2,8 \cdot 10^5$ oder rd. $0,3 \text{ M}\Omega$. Dieser Belastungswiderstand liegt praktisch parallel zum letzten ZF-Bandfilter, bedämpft dieses also erheblich. Man kann diese Bedämpfung wesentlich vermindern, wenn man die Diode an einen Anzapf der sekundären Bandfilter-Wicklung anschließt; die Bedämpfung erniedrigt sich dann im Verhältnis von \ddot{u}^2 . Ist z. B.

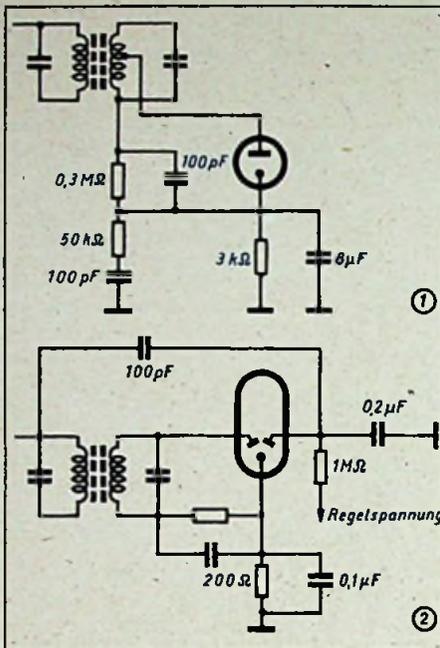
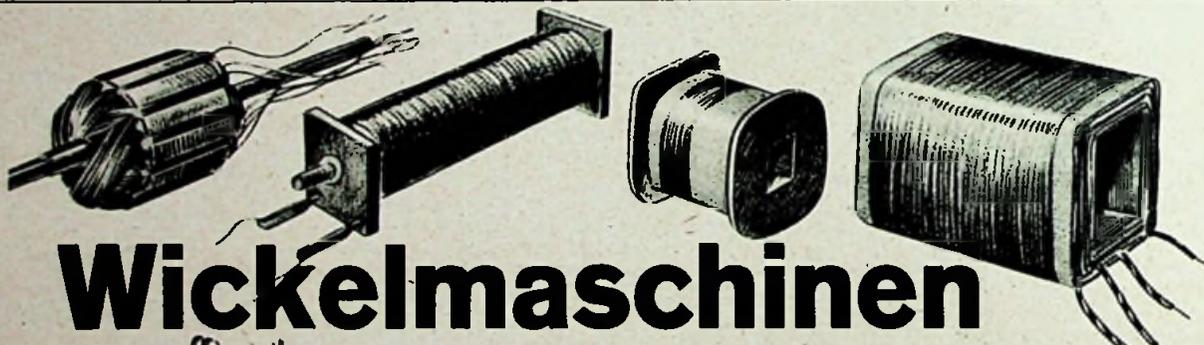


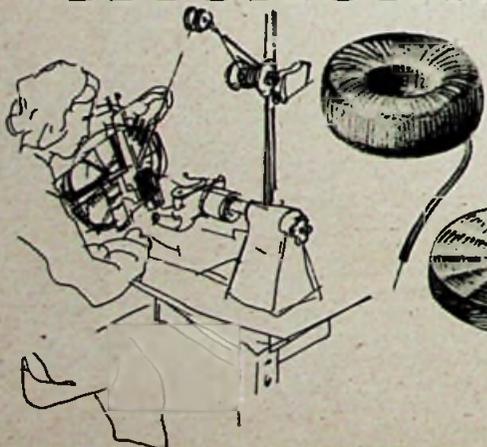
Abb. 1. Ankopplung der Diode an einem Teil der Sekundärwicklung des Bandfilters. Abb. 2. Anschaltung der Regeldiode an das Bandfilter

die Diode in der Mitte der Sekundärwicklung angeschlossen, so ist $\ddot{u} = 0,5$, $\ddot{u}^2 = 0,25$, die Bedämpfung ist also nur 25% von der bei voller Ankopplung (Abb. 1). Es ist allerdings zu beachten, daß man \ddot{u} nicht beliebig klein machen darf, da ja im gleichen Verhältnis auch die HF-Spannung an der Diode kleiner wird. Es ist auf alle Fälle für eine ausreichende HF-Verstärkung zu sorgen. Rechnet man am ersten Gitter mit einer Spannung von 5 mV und soll an der Diode eine Spannung von 3 V zur Verfügung stehen, so ist eine HF-Verstärkung von $\frac{3000}{5} = 600$ erforderlich.

Wesentlich andere Arbeitsbedingungen als für die Signaldiode gelten für die Regeldiode. Bei der Regeldiode braucht man auf Verzerrungen weniger Rücksicht zu nehmen, verlangt aber von ihr eine möglichst hohe Regelspannung. Die hierbei in Frage kommenden Arbeitswiderstände liegen daher wesentlich höher, etwa bei $1 \dots 2 \text{ M}\Omega$. Während weiter die Signaldiode unverzögert gleichrichtet, soll die Regelung der Regeldiode verzögert einsetzen, also erst nach Erreichen eines bestimmten Spannungsminimum. Man gibt daher der Regeldiode eine geringe Vorspannung (etwa $0,3 \dots 2 \text{ V}$) und sieht eine RC-Kombination vor, die die nötige Zeitkonstante von rund $0,2 \text{ sec}$ hat (R in $\text{M}\Omega$ und C in μF ergibt die Zeitkonstante τ in sec). Wegen der starken Bedämpfung für das ZF-Bandfilter schließt man gewöhnlich die Regeldiode an den Primärkreis des Bandfilters an (Abb. 2).
W. Taeger



Wickelmaschinen



Mit Feindraht bis zu Bandkupfer führen Sie auf unseren halb- und vollautomatischen Maschinen alle vorkommenden Wicklungen aus, genau und mit großer Zeitersparnis. Wir bauen und liefern Einrichtungen und Hilfsapparate für jeden Bedarf der Elektrowicklerei.

MICAFIL AG ZÜRICH



MD

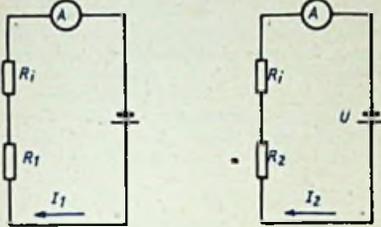
Elektroisolationen Durchführungen Resoformpreßteile Napolinkondensatoren
Hochspannungsprüfgeräte Maschinen für Elektrowicklereien Hochvakuumpumpen

Vertretung: Dr. ERWIN KRÖMER,
STUTTGART-N, Hildebrandstraße 42

für Berlin: ROHDE & SCHWARZ, Vertriebs-GmbH.
BERLIN W 30, Augsburgerstraße 33

Innenwiderstand von Spannungsquellen

Bei Messungen an Vierpolen interessiert oft der Innenwiderstand des zur Verfügung stehenden Generators. Es wird ein Verfahren beschrieben, mit dessen Hilfe mittels zweier Strommessungen der Innenwiderstand einer Spannungsquelle berechnet werden kann. Folgende Beziehungen gelten:



$$I_1 (R_1 + R_i) = U \quad I_2 (R_2 + R_i) = U$$

$$\frac{I_1 (R_1 + R_i)}{I_2 (R_2 + R_i)} = \frac{U}{U} = 1$$

$$I_1 R_1 + I_1 R_i = I_2 R_2 + I_2 R_i$$

$$R_i (I_1 - I_2) = I_2 R_2 - I_1 R_1$$

$$R_i = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$$

Bei den Messungen ist zu beachten, daß der Widerstand des Amperemeters klein ist gegen R_2 und R_1 . Um eine möglichst genaue Bestimmung des R_i zu gewähr-

leisten, sollte das Verhältnis $R_1/R_2 \geq 3$ sein. Weiterhin ist bei der Auswahl von R_1 bzw. R_2 darauf zu achten, daß diese relativ zu R_i nicht zu groß werden, denn dann wird der Nenner des Bereiches $I_1 - I_2$ zu klein und der errechnete Wert wird ungenau.

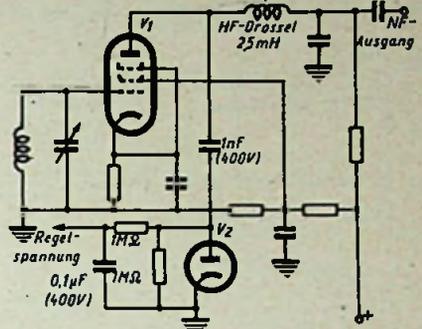
H.J. Stöhr

Anodengleichrichter und Schwundregelung

Der Anodengleichrichter hat als Hochfrequenz- beziehungsweise als Zwischenfrequenzgleichrichter den Vorzug, daß sein Eingangswiderstand praktisch unendlich groß ist und er die abgestimmten Hochfrequenz- bzw. Zwischenfrequenzkreise nicht belastet, deren Selektivität also nicht beeinträchtigt. Trotzdem wird der Diodengleichrichter im Rundfunkempfänger meistens vorgezogen; bei der Diodengleichrichtung ist nämlich die Gewinnung der Regelspannung für die automatische Schwundregelung verhältnismäßig einfach.

Es wird aber oft übersehen, daß es auch bei dem Anodengleichrichter einen Weg gibt, ohne großen Aufwand eine Regelspannung abzuleiten. Der Anodengleichrichter arbeitet ja nicht nur als Gleichrichter, sondern auch als Hochfrequenzverstärker, wenn auch mit sehr schlechtem Wirkungsgrad, so daß im Anodenstrom eine Hochfrequenzkomponente vorhanden ist. Diese Hochfrequenz läßt sich zur Gewinnung der Regelspannung ausnutzen. Zu diesem Zweck wird in die Anodenleitung des sonst normal geschal-

teten Anodengleichrichters V_1 gemäß der Abbildung eine Hochfrequenzdrossel gelegt und die an der Drossel entstehende Hochfrequenzspannung über den Kondensator C_2 einer Diode V_2 zugeführt, die nur eine Regelspannung von ausreichender Größe abgeben kann. An Stelle der Diode läßt sich selbstverständlich auch ein Kristallgleichrichter verwenden. Bei vielen Anodengleichrichter-Schaltun-



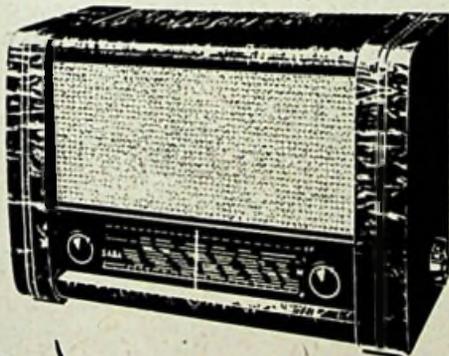
Anodengleichrichter mit zusätzlicher Diode für die Gewinnung der Schwundregelspannung

gen befindet sich in der Anodenleitung bereits ein Filter zur Ausiebung der Hochfrequenz, das aus einer Hochfrequenzdrossel oder einem Widerstand besteht; Drossel oder Widerstand sind an den beiden Enden über je einen Kondensator geerdet. Hier braucht man nur die Verbindung des anodenseitigen Kondensators mit der Erde zu unterbrechen und den Kondensator statt dessen, wie es die Abbildung zeigt, an die Anode der Diode V_2 zu führen. gs.



SABA - UKW - Konzertsuper

Unter dieser Bezeichnung erscheinen die Geräte des SABA-Nachsaisonprogramms 1952 auf dem Markt. Alle diese Empfänger sind mit HF-Vorstufe und Radiodetektor ausgerüstet, entsprechen also dem neuesten Stand der UKW-Technik. Äußerlich zeichnen sich die SABA-UKW-Konzertsuper durch ihre gefällige Formschönheit aus. Unsere Publikumswerbung in den Tageszeitungen und den meistverbreiteten Illustrierten wird dazu beitragen, daß die SABA-UKW-Konzertsuper die Beachtung finden, die sie verdienen.



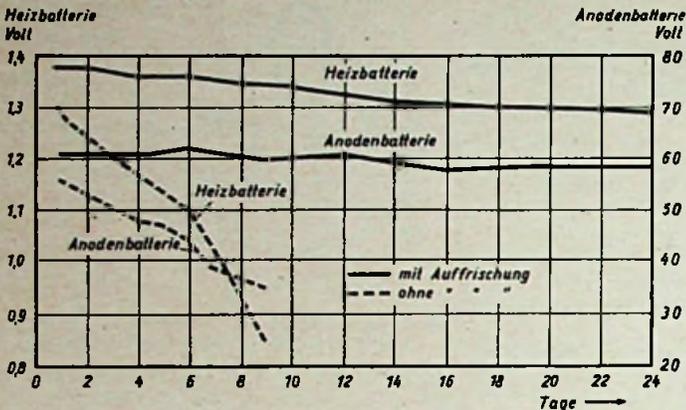
- | | |
|--|----------|
| SABA-Mainau W | DM 269.- |
| SABA-Baden-Baden W mit MHG | DM 349.- |
| SABA-Schwarzwald GW | DM 398.- |
| SABA-Bodensee W 52 mit MHG und
neuartigem Klangbildwähler | DM 485.- |
| SABA-Konstanz W mit MHG | DM 560.- |

Der SABA-Benjamin „Triberg WU 52“ (DM 224.-) ist nach wie vor lieferbar. Ferner stehen die bewährten UKW-Einsätze UKW-S, AW 2 u. AGW 2 zur Verfügung.



Verlängerung der Lebensdauer von Trockenbatterien

Für tragbare Geräte, wie Koffereempfänger und Schwerhörigengeräte, ist die Trockenbatterie die bequemste und leichteste Energiequelle. Leider ist aber die Trockenbatterie auch die teuerste Energiequelle, weil ihre Lebensdauer recht begrenzt ist und sie nicht, wie der Akkumulator, durch Aufladen wieder gebrauchsfähig gemacht werden kann. Die meisten Batterien sind aber erschöpft, lange bevor das Zink der negativen Elektrode verbraucht oder der Elektrolyt inaktiv geworden ist. Das vorzeitige Absinken der Klemmenspannung wird durch die unvollkommene und zu langsame Wirkung



Entladungskurven von Anoden- und Heizbatterien für Koffereempfänger, und zwar einmal bei regelmäßiger Auffrischung mit der ACTIVETTE, und außerdem bei gleicher Belastung ohne Auffrischung

des Depolarisators (Braunstein) verursacht; in der Umgebung der positiven Elektrode sammelt sich allmählich Wasserstoff an, der Innenwiderstand der Batterie steigt immer mehr, bis die Batterie schließlich ihren Zweck nicht mehr erfüllen kann.

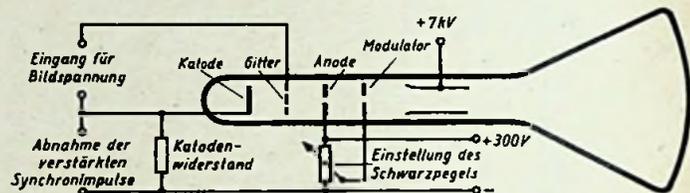
Wenn es gelänge, die mangelhafte Wirkung des Depolarisators auf irgendeine Weise von außen her zu unterstützen, ließe sich die Lebensdauer der Batterie bis zu dem Zeitpunkt verlängern, wo die Zinkelektrode verbraucht oder der Elektrolyt ausgenutzt ist. Ein von der englischen Firma AMPLION

jetzt herausgebrachtes kleines Gerät, die ACTIVETTE, ist auch tatsächlich in der Lage, die Lebensdauer einer Trockenbatterie auf das Fünf- bis Sechsfache der normalen Lebensdauer zu verlängern und damit die Kosten des Batteriebetriebes sehr spürbar herabzudrücken. Obwohl Schaltung und Wirkungsweise des Gerätes aus Patentgründen noch streng geheimgehalten werden, kann man vermuten, daß die Auffrischung der Batterie durch kräftige, einseitige Stromimpulse erfolgt, die eine stark depolarisierende Wirkung ausüben. Die Activette wird an das Lichtnetz angeschlossen, während für die Batterie zwei Klemmen vorgesehen sind. „Tote“ Batterien lassen sich nicht mehr erneuern; die Gebrauchsanweisung fordert, daß die Batterie von Anfang an jedesmal nach Gebrauch einiger Stunden für eine gleichlange Zeit an die Activette angeschlossen wird.

Die Activette wurde von dem „National Physical Laboratory“ gründlich auf ihre Wirksamkeit untersucht; das sehr überraschende Untersuchungsergebnis zeigt recht eindringlich die Abbildung. Die Prüfungen wurden an den für Kofferradios üblichen Anodenbatterien (69 Volt) und Heizbatterien (1,5 Volt) durchgeführt. Die Anodenbatterien wurden mit einem 10-k Ω -Widerstand, die Heizbatterien mit einem 6- Ω -Widerstand belastet, und zwar an jedem Tage zweimal zwei Stunden lang. Ein Teil der Batterien wurde vor jeder Belastung zwei Stunden lang mit der Activette aufgefrischt; diese Batterien waren noch nach 52 Tagen voll gebrauchsfähig mit Klemmenspannungen von 57 V bzw. 1,2 V. Die nicht aufgefrischten Batterien waren bereits nach neun Tagen restlos erschöpft. (Wireless World, Oktober 1951)

Katodenstrahlröhre mit Verstärkersystem

Die englische „General Electric“ hat ein Versuchsmodell einer Fernseh-Bildröhre konstruiert, dessen Elektronenstrahlensystem in recht eigenartiger Weise mit einer spannungsverstärkenden Triode für das Bildsignal kombiniert ist. Wie die Abbildung zeigt, besteht das Elektrodenystem der Röhre



Elektronensystem einer Bildröhre mit Verstärker für die Bildspannung

aus einem indirekt geheizten Kathodenscheibchen, das einen Emissionsstrom von 40 mA abgeben kann und vor dem sich in geringem Abstand ein ebones Steuergitter befindet. Es folgt die ebene Anode, die zusammen mit Kathode und Steuergitter die verstärkende Triode für die Bildspannung bildet; diese

DUOTON-JUNIOR 52

das Langspielgerät für Aufnahme und Wiedergabe (mit AEG-Lizenz, maximale Spieldauer 3 Stunden)

Auf Wunsch liefere ich jetzt auch das mechanisch fertig montierte DUOTON-HF-Magnetenband-Chassis. Bandgeschwindigkeit 19 oder 38 cm/sec. Voll- oder Halbspurkopplplatte.

Unterrichten Sie sich noch heute über die neuen Preise der DUOTON-Bauteile. Ausführliche Preisliste für DUOTON-Bauteile, Zubehör (Bänder, Köpfe, Spulen, Klebemittel, Aussteuerungswächler, Mikrofone, Verstärker u. a.), Literatur und vollständigen Kostenanschlag kostenlos. — Händler verlangen bitte die „gelbe Rebatliste“.

DUOTON-Bauplan, 4. Neuauflage, brutto 3,50 DM.



DUOTON

HANS W. STIER

Spezialgeschäft für Magnetband-Geräte und Zubehör
Berlin SW 29, Hasenheide 119
Telefon 66 31 90 / Postscheck 399 37

MIRACORD
10 Plattenwechsler
mit vielseitiger Schaltautomatik, Saphirdauernadel und Pausenwerk

ELECTROACOUSTIC
GMBH · KIEL

Haarig
Radio-Zubehör
wie Besen, Nieten, Buchsen, Schellen, Federn etc.

SCHWARZE & SOHN
HAAN - RHLD.

Einige Auszüge aus meinem Neujahrs-Sonderangebot 1/52

Röhren in Fallschächeln mit sechs Monaten Garantie zu folgenden Preisen:

AMERIKANISCHE RÖHREN					
1 L 4 3,85	3 V 4 8,50	6 K 8 7,25	12 A 6 5,80	12 SN 7 3,40	35 Z 5 8,90
1 O 5 4,25	6 BE 6 5,75	6 J 6 7,25	12 H 6 2,20	12 SQ 7 9,90	50 L 6 11,—
1 S 5 5,75	6 D 6 3,50	6 SJ 7 4,50	12 K 8 7,50	25 L 6 8,90	50 Y 6 4,25
1 T 4 5,50	6 F 6 3,50	6 V 6 4,75	12 SA 7 9,90	25 Z 6 7,50	24/76 2,70
3 A 4 3,75	6 K 7 3,25	6 X 4 3,25	12 SC 7 4,25	35 L 6 8,95	2051 4,75

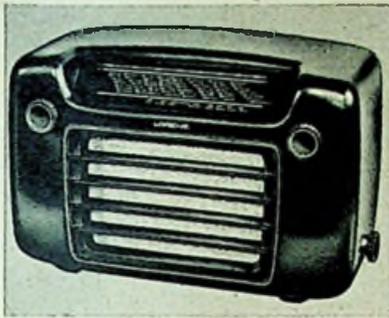
EUROP. KOMMERZ. RÖHREN					
Aa 3,—	DDD 25 4,85	EF 41 5,50	LG 1 1,75	RGN 354 (4Y35) 1,90	UCH 11 10,50
AB 2 4,85	DL 11 8,20	EF 42 7,25	LG 6 4,75	RL 12 P 10 3,95	UCH 42 8,25
AF 3 6,90	E 406 N 2,25	EFM 11 6,70	LG 200 8,50	RL 12 P 35 3,50	UCL 11 11,20
AM 1 9,25	EAF 42 6,90	EL 11 7,25	OB 2/200 4,75	RV 258 19,—	UF 42 7,25
AZ 11 2,05	EB 41 6,80	EL 12 9,60	RE 134 4,90	RV 12 P 2001 6,75	UL 41 6,85
AZ 12 3,30	EBF 11 8,75	EL 41 6,60	REN 904 4,50	UAF 42 6,50	UO 80 10,70
AZ 41 2,05	EBL 1 9,90	EM 4 6,10	RES 164 6,10	UY 11 3,25	UY 41 3,25
Be 4,—	ECH 3 7,75	EM 11 6,40	RES 964 8,20	UY 41 3,25	VCL 11 9,90
Cc 4,—	ECH 42 7,85	EM 34 6,10	RENS 1264 6,75	UY 41 3,25	VCL 11 9,90
Cy 2 6,70	EF 40 7,50	EZ 40 4,10	RENS 1283d 8,75	UBF 11 8,90	VY 2 2,30

Große Anzahl weiterer Röhrentypen, Kondensatoren und anderer Einzelteile zu sehr günstigen Preisen. Bitte das Neujahrs-Sonderangebot 1/52 anfordern. Es handelt sich nur um neuwertige Ware. Versand per Nachnahme mit 3% Skonto. — Zwischenverkauf vorbehalten.

Aufträge erbeten an: **EUGEN QUECK** · Elektro-Rundfunk-Großhandel (13a) Nürnberg · Hallerstraße 5 · Telefon: 253 83



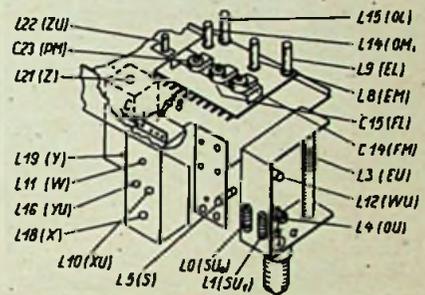
HERSTELLER: C. LORENZ AG., BERLIN



Stromart: Wechselstrom
 Spannung: 110, 127, 155, 220 V
 Leistungsaufnahme bei 220 V: 32 W
 Röhrenbestückung: ECH 42, 6 BE 6 (EK 90), 6 BA 6 (EF 93), 6 AV 6 (EBC 91), 6 AQ 5 (EL 90)
 Netzgleichrichter: Selen-Einweg C 250 K 75 E
 Sicherungen: 0,5 A
 Skalenlampe: 6,3 V / 0,3 A
 Zahl der Kreise: 6, abstimbar 2 (1), fest 4 (5)
 Wellenbereiche:
 UKW 101 ... 86 MHz (2,97 ... 3,49 m)
 Kurz —
 Mittel 1640 ... 510 kHz (183 ... 588 m)
 Lang 410 ... 145 kHz (732 ... 2070 m)

Empfindlichkeit (μV an Ant.-Buchse bei 50-mW-Ausgang): AM: etwa 15 μV
 Abgleichpunkte: Oszillatorkreis: M: 555 kHz (L 14 OM), 1420 kHz (C 23 PM), L: 170 kHz (L 15 OL).
 Eing.-Kreis: M: 555 kHz (L 8 EM), 1420 kHz (C 14 FM), L 170 kHz (L 9 EL), 350 kHz (C 15 FL).
 ZF-Abgleich: L 21 (Z), L 19 (Y), L 18 (X), L 11 (W).
 ZF-Sperrkreis: L 5 (S).
 UKW: Oszillatorkreis: L 4 (OU), Eing.-Kreis: L 3 (EU), ZF-Kreise L 12 (WU), L 10 (XV), L 16 (YV), L 22 (ZV), ZF-Sperrkreis L 0, L 1
 Trennschärfe (bei 555 kHz): 1 : 250
 Spiegelwellenselektion: 50 db bei 555 kHz
 Zwischenfrequenz: 472 kHz, FM 10,7 MHz
 Kreiszahl, Kopplungsart und -faktor der ZF-Filter: AM: 2x3-kreisig
 Bandbreite in kHz (fest): AM: 4 kHz
 ZF-Sperr-Kreis: AM: 1, FM: 2
 Empfangsleichrichter: AM: Diode; FM: Flankendemodulation
 Zeitkonstante der Regelspannung: 150 ms
 Wirkung des Schwundausgleichs: unverzögert auf 2 Röhren
 Tonabnehmerempfindlichkeit: 45 mV bei 50 mW

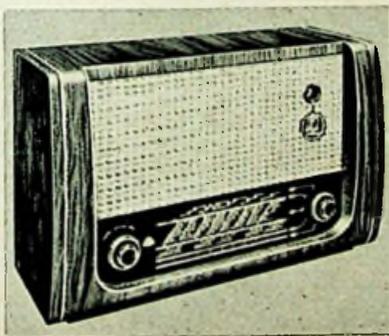
Lautstärkereger: gehörlich, stetig regelbar
 Klangfarbenregler: im Eingang der 1. NF-Stufe, stetig regelbar
 Gegenkopplung: von Ausgangstrafal auf 1. NF-Stufe
 Ausgangsleistung in W für 10% Klirrfaktor: 3 W
 Lautsprecher:
 System: perm. dyn.
 Belastbarkeit: 3 W
 Membran: 130 mm ϕ
 Anschluß für 2. Lautsprecher (Impedanz): vorhanden
 Gehäuse: Preßstoff
 Abmessungen: Breite 385 mm, Höhe 250 mm, Tiefe 160 mm
 Gewicht: 5 kg



Trimplan für Empfängerabgleich



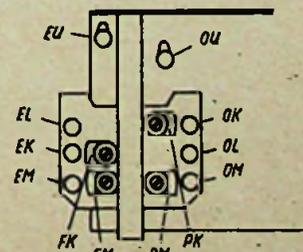
HERSTELLER: ROLAND BRANDT, BERLIN



Stromart: Wechselstrom
 Spannung: 110, 125, 220 V
 Leistungsaufnahme bei 220 V: 45 W
 Röhrenbestückung: ECH 42, EF 85, EF 80, EAA 91, EAF 42, EL 41, EM 4
 Netzgleichrichter: AZ 41
 Sicherungen: 0,5 A
 Skalenlampe: 6,3 V / 0,3 A
 Zahl der Kreise: 8, abstimbar 2 (1), fest 6 (7)
 Wellenbereiche:
 UKW 87 ... 100 MHz (3,45 ... 3,00 m)
 Kurz 5,88 ... 15,8 MHz (51 ... 19 m)
 Mittel 510 ... 1620 kHz (588 ... 185 m)
 Lang 150 ... 290 kHz (2000 ... 1035 m)

Empfindlichkeit (μV an Ant.-Buchse bei 50 mW Ausgang): UKW: 15 μV ; K, M, L 10 μV
 Abgleichpunkte: UKW: 87 MHz (OU) 13,5 MHz (EU); KW: 6,66 MHz (OK, EK), 13,32 MHz (PK, FK); M: 580 kHz (OM, EM), 1455 kHz (PM, FM); L: 166,6 kHz (OL, EL)
 Bandspreizung: —
 Trennschärfe (bei 1 MHz): 1 : 1000
 Spiegelwellenselektion: 1 : 10 ... 1 : 25
 Zwischenfrequenz: AM: 468 kHz, FM: 10,7 MHz
 Kreiszahl, Kopplungsart und -faktor der ZF-Filter: AM: 1 Vierfachfilter, 1 Zweifachfilter; FM: 3 Zweifachfilter. 0,9
 Bandbreite in kHz: fest
 ZF-Sperr-(Saug-)Kreis: FM: 2 Sperrkreise, AM: 1 Saugkreis
 Empfangsleichrichter: AM: Diode; FM: Verhältnisdetektor
 Zeitkonstante der Regelspannung: 0,75 μs
 Wirkung des Schwundausgleichs: verzögert auf 3 Röhren
 Abstimmanzeige: Magisches Auge
 Tonabnehmerempfindlichkeit: 10 mV
 Lautstärkereger: gehörlich, stetig

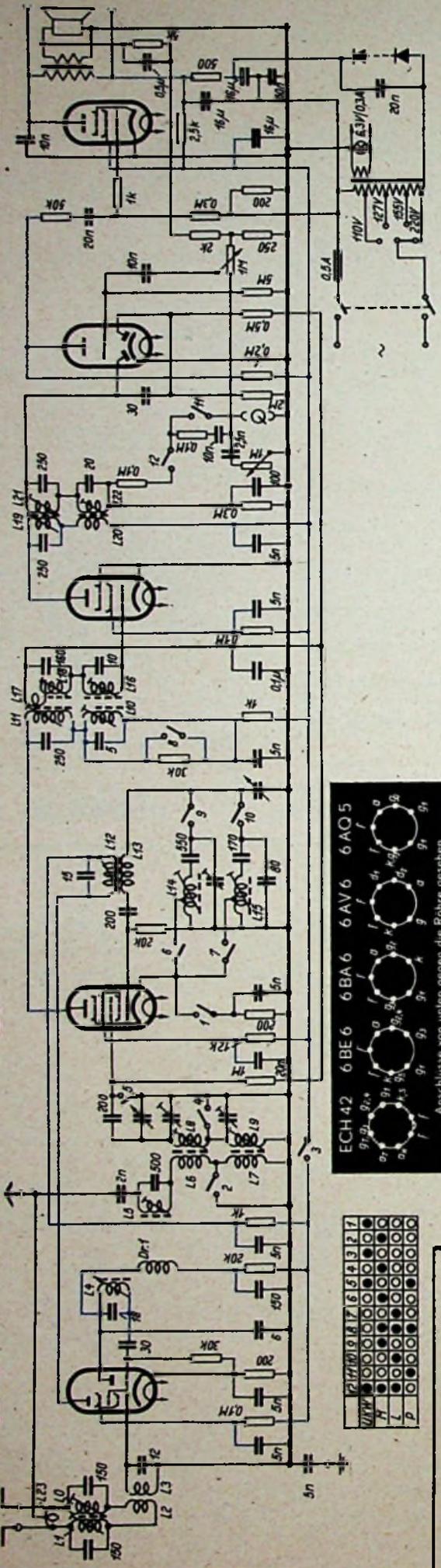
Klangfarbenregler: stetig (Höhenanhebung bzw. Baßbeschnidung)
 Gegenkopplung: Anode der Endröhre auf Anode der Vorröhre
 Ausgangsleistung in W für 10% Klirrfaktor: 4
 Lautsprecher:
 System: perm. dyn.
 Belastbarkeit: 6 W
 Membran: 210 mm ϕ
 Anschluß für 2. Lautsprecher (Impedanz): vorhanden (7 k Ω)
 Besonderheiten: UKW-Antenne eingebaut; Wellenbereichsanzeige
 Gehäuse: Edelholz, hochglanzpoliert mit Metallzierleisten
 Abmessungen: Breite 560 mm, Höhe 365 mm, Tiefe 240 mm
 Gewicht: 10 kg



Trimplan für Empfängerabgleich

Lorenz „Wendelstein/UI“

ECH42

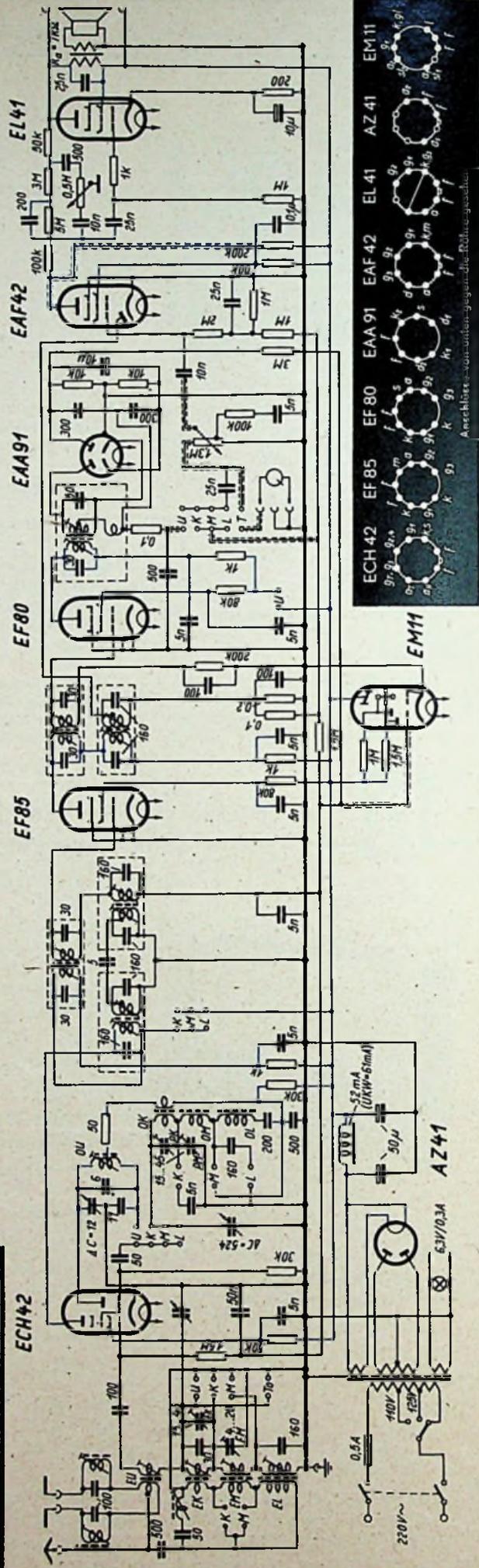


ECH 42 6BE 6 6BA 6 6AV 6 6AO 5

Anschlüsse von unten gegen die Röhre gesehen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

Brandt „8852 W“



ECH 42 EF 85 EF 80 EAA 91 EAF 42 EL 41 AZ 41 EM 11

Anschlüsse von unten gegen die Röhre gesehen

wird zwischen Katode und Gitter gelegt. Die verstärkte Spannung kann dann an dem Katodenwiderstand abgenommen werden.

Die Anode des Triodensystems hat eine zentrale Öffnung, durch die ein kleiner Teil des Elektronenstromes treten kann, der nach entsprechender Fokussierung den bilderzeugenden Strahl darstellt. Die Intensität dieses Strahles, also die Bildhelligkeit, wird durch den Modulator gesteuert; die die Bildhelligkeit steuernde Spannung muß zwischen Katode und Modulator liegen, es ist dies die an dem Katodenwiderstand entstehende verstärkte Bildspannung. Da das Potential der Katode gegenüber dem Modulator mit negativer werdendem Gitter in negativer Richtung zunimmt, wird die Bildhelligkeit um so größer, je negativer man das Gitter macht. Die entgegengesetzt wirkende Intensitätssteuerung des Elektronenstromes durch das Gitter spielt demgegenüber für die Bildhelligkeit nur eine untergeordnete Rolle. Die Bildspannung muß deshalb in negativer Richtung am Gitter liegen; das Ruhepotential des Modulators wird so eingestellt, daß es für den Schwarzpegel gerade den Elektronenstrahl sperrt. Erst bei sehr stark negativem Gitter fällt die Bildhelligkeit wieder ab.

Die Synchronimpulse, die unter dem Schwarzpegel liegen, können an dem Katodenwiderstand abgenommen und in der üblichen Weise von dem verstärkten Bildsignal abgetrennt werden. Sie können ohne weitere Verstärkung die Kippgeneratoren steuern. (Electronic Engineering, Oktober 1951)

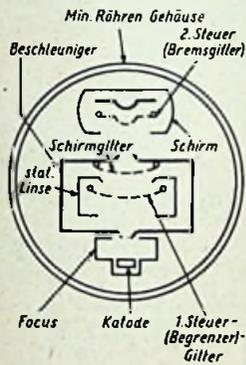


BRIEFKASTEN

W. D. Goßlau, B.

Bitte teilen Sie mir doch mit, was eine gated-beam-tube ist!

In der Zeichnung ist der System-Aufbau einer gated-beam-tube veranschaulicht. Dieser Querschnitt zeigt zunächst ganz unten eine Katode, die von einem Fokussierschirm umgeben ist, der den Elektronenstrahl nur in einer bestimmten Richtung austreten läßt. Der Strahl geht dann in eine Beschleunigungskammer, in der eine statische Linse — ähnlich wie in einer Katodenstrahlröhre — untergebracht ist, so daß mit dieser eine zusätzliche Strahlbündelung erzielt wird. Der gebündelte Elektronenstrahl durchläuft dann die normalen Pentodengitter, um schließlich an der mit einem Schirm umgebenen Anode aufzutreffen. Durch diese Bauform des Röhrensystems wird ein ungewöhnlich scharfer Übergang der Stromleitung erreicht. Die I_a/U_g -Kennlinie zeigt eine erheblich höhere Steilheit als bei normalen Röhren, wobei der untere und obere Knick äußerst scharf ausgebildet sind. Nach dem Sättigungsknick, der etwa bei 0 V Gittervorspannung erreicht ist, verläuft die Kennlinie ohne besondere Schaltmaßnahmen mit rd. 3 mA Anodenstrom absolut waagrecht ohne Rücksicht darauf, wie positiv das erste Gitter gemacht wird, während bei einer negativen Vorspannung des ersten Gitters von etwa -2 V der Anodenstrom praktisch unterdrückt wird. Das zweite Steuergitter zeigt eine ähnliche Wirkung im Bereich von -2 ... +2 V, wobei jedoch diese Steuerwirkung gewissermaßen die Höhe des Sättigungsknicks beeinflußt.



Systemaufbau der 6 BN 6

6 BN 6 ist die Typenbezeichnung einer derartigen Röhre, und obwohl dieser Typ zunächst als kombinierter Begrenzer und Diskriminator entworfen wurde, haben sich natürlich eine Reihe anderer Aufgaben wie z. B. Amplitudensieb gezeigt, die mit diesem Röhrentyp gut gelöst werden können.

Aufnahmen vom FT-Labor: Kunze (S. 72/73);
Zeichnungen vom FT-Labor nach Angaben der
Verfasser: Beumelburg (15), Hiller (16), Ullrich (10)

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde (West-Sektor), Eichborndamm 141—167. Telefon: 49 23 31, Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Curt Rint. Westdeutsche Redaktion: Karl Tetzner, Frankfurt/Main, Alte Gasse Nr. 14-16. Geschäftsstelle Stuttgart, Tagblatt-Turmhaus, Postfach 1001. Nach dem Pressegesetz in Österreich verantwortlich Dr. Walter Rob, Innsbruck, Fallmerayerstr. 5. Postscheckkonten FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin-West Nr. 24 93; Frankfurt/Main, PSchA Frankfurt/Main Nr. 254 74; Stuttgart, PSchA Stuttgart Nr. 227 40. Bestellungen beim Verlag, bei den Postämtern und beim Buch- und Zeitschriftenhandel in allen Zonen. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen Militärregierung unter Lizenz Nr. 47/4d. Der Nachdruck von Beiträgen ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. — Kupfertiefdruck: Elsnerdruck, Berlin



1952

KUNDENDIENST

GUTSCHEIN für eine kostenlose Auskunft

FT-Briefkasten: Ratschläge für Aufbau und Bemessung von Einzelteilen sowie Auskünfte über alle Schaltungsfragen, Röhrendaten, Bestückungen von Industrie geräten. Beantwortet werden bis zu 3 Fragen: Ausarbeitungen vollständiger Schaltungen und Berechnungen werden nicht durchgeführt.

Auskünfte werden kostenlos und schriftlich erteilt. Wir bitten, den Gutschein des letzten Heftes und einen frankierten Umschlag beizulegen, Auskünfte von allgemeinem Interesse werden in der FUNK-TECHNIK veröffentlicht.

Gendron

* Tonträger und Hilfsmaterial für magnetische Schallaufzeichnung

ANORGANA US-ADMIN. GENDORF/OBB.

TUCHEL KONTAKT

KONTAKTE
f. ÜBERTRAGUNGS- & MESSTECHNIK
TELECOMMUNICATION

STUDIO

PROZESSOR-BAU

RECHENANL.

VERSTÄRKER UND SCHALTBAU

HEILBRONN NECKAR
TEL. 2389 ULLZONE GERMANY

Im Einkauf ... liegt Ihr Verdienst

PERTIX-Elkos, Becher,
50+50 µF, 350/385 Volt 3,40
die.-Rollform, Metallhülle
4 µF 500/550 Volt 1,12
8 µF 500/550 Volt 1,35
SAF-Becher-Elkos, 25 µF,
385 Volt 1,—
dichter Becher, 4 µF, 250 V. —,40
Niedervolt-Elkos, 150 µF,
18 V., Becher, 41x15x55 mm —,30

Sämtliche Elkos in Roll- oder Becherform
zu den günstigsten Tagespreisen

AF 100 (wie AF 7)..... 2,—
Reliblocks 5000 pF, 500 Volt,
Wechselspannung, Elektraika ... —,30
Reliblock 1 µF, 250 Volt —,20
die. **0,25 µF**, 250 Volt —,10
Pot. ohne Schalter (Prah oder Siemens) 0,05-0,1-0,5-1 MO. —,40
die. **mit Schalter**, 20 000-0,1 MO., 0,5 und 1 MO. 1,90
Heizspiralen in allen Werten
besonders preiswert. Z. B.
220 V. 1000 Watt m. Garantie —,40

TUNGSRAM und **OSRAM-Glühlampen**
mit den neuen Höchststrahlen

DRÄHTE und LITZEN

abgesch. Litze, Cu-Geflecht,
außen Glanzgarn, 1adr. % ... 19,—
2adr. % ... 31,—
abgesch. Mikrofonkabel,
NLHC12x0,75 φ auß. Gummi-
mantel, 10 mm φ per Meter .. —,60
Schaltzdraht, Cu-verzinkt % 3,—
abgesch. Schaltzdraht, 0,8 φ
außen Cu-Geflecht, verzinkt % 13,—
abgesch. Litze, Cu 0,75 φ
außen Geflecht, per % m 16,—
NSH-Gummikabel, 2,5 φ
für Prüfschüre geeignet % m 35,—
NPLR-Leitung, 2adr. rot % m 10,—
Selengleichrichter, 220 Volt
30 mAmp. 1,55
60 mAmp. 1,85
100 mAmp. 2,30
Netztrafo für AZ 11, Heizung
4/6,3 V, 3/2 Amp. nur 8,40
Siemens-Netztrafo vom 25
Watt-Verstärker, 160 mAmp. . 17,—

Lieferung nur an den Handel, Nach-
nahme mit 2 % Skonto, bei Nicht-
gefallen Geld zurück. Erfüllungsort
Neukölln.

RUNDFUNKGROSSHANDLUNG
HANS W. STIER
BERLIN SW 29 · Hasenheide 119
Postcheck: 399 37 - Ruf: 66 31 90

Pistole Scheintod. Näh. Rückp.
UNIT Kiel-Wik 1170'3

Kaufgesuche

Drehkondensatoren

4fach, für BC-348 Type C, M,
O u. F, neu oder gebr., auch
in Einzelstücken, b. Barzahlung
zu kaufen gesucht

Preisangebote
unf. (US) F.M. 6883 erbeten

Radioröhren Restposten, Kassaankauf
Atzertadio Berlin SW 11, Europahaus

Ich kaufe Lager- und Restposten:
(amerikanische, europäische, kommerziell)

RADIO - RÖHREN

Besonders dringend gesucht:			Meßgeräte und Meßinstrumente		
AC 2	DN 9-4	LB 8	RENS 1284	UL 12	5 V 4
AD 1	DN 9-5	LG 10	RES 164	UFM 11	5 W 4
AH 1	DG 16-2	LG 12	374	UY 11	5 X 4
AH 100	EC 50	LG 16	RGN 354	VC 1	5 Y 3
AZ 4	ECC 81	LS 50	564	VF 3	5 Y 4
AZ 11	ED	LV 1	RG 62	VF 7	5 Z 3
AX 50	EF 6 (bit)	LV 4	RG 12 D 300	VL 1	6 H 6
CB 1	EF 22	NF 2	RG 02 1,4/0,4	VL 4	6 SA 7
CB 2	EF 50	MC 1/60	RL 4,8 P 15	S 1/0,2 i	6 SO 7
CCH 1	EF 51	RD 2/MD 2	SA 100	Stabis 70/6	6 J 6
CEM 2	EF 80	RE 034	101	STV 140/40 Z	6 BG 6
CL 2	EF 85	034 K	102	STV 150/15	6 BQ 6
DF 21	EK 1	074 d	SD 1 A	150/20	6 L 6 Glas
DF 25	EK 2	134	SD 1 A	280/40	7 F 8
DK 21	EK 3	REN 704 d	P 700	280/40 z	7 F 4
DAC 21	EM 1	RENS 1204	701	280/80	12 SR 7
DL 21	EZ 3	1224	2000	280/80 z	70 L 7
DL 25	EU 6	1234	TS 41	280/150 z	807
DG 7-2	EU 14	1254	T 113	GR 150 DK	954
DG 9-3	EZ 150	1264	UEL 71	GR 280/DA	957
DN 9-3	LB 1	1274	UL 11	UR 110	1805
				5 U 4	1625

Meßgeräte: Kathograph I
Multizett Kathograph II
Multivari II Meßsender Siemens
Empfänger Köln

Nur einwandfreie **RADIO-FETT**, BERLIN-CHARLOTTENBURG 5
Angebote an: Wundtstraße 15 (früher Königsweg)
Wir zahlen Höchstpreise für Stabs und andere Röhrenposten

WOHLRENNOMMIERTE NORWEGISCHE IMPORT- UND GROSSHÄNDLERFIRMA IN RADIOEINZELTEILEN

wünscht Angebote (anhand von Mustern) über Radiozubehör- und
Schwachstromteile sowie Einzelteile für Television für Vertrieb in
Süd-Norwegen. Beste Referenzen. Angebote werden gebeten unter
Adresse: Bj. Kverneland Reklamebyrå, Rådhusgt. 23 B,
Oslo, Norwegen „Radiomaterial“

Stellenanzeigen

Für interessante Konstruktions- und Entwick-
lungsaufgaben auf dem Gebiete der Klein-
Send- und Empfangsanlagen wird ein

Hochfrequenzingenieur

mit Industriepraxis von bekanntem Industrie-
unternehmen in Süddeutschland zum sofortigen
Eintritt gesucht.

Herrn, die diese Bedingungen erfüllen, bitten wir,
ihre Bewerbungen mit ausführlichem, handgeschrie-
benem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften
und Angabe der Gehaltsansprüche zu richten an
(F) F. O. 6885

Radiotechn. Verkäufer

mittleren Alters, verheiratet für Einzel-
hdg. in Vertrauensstellung gesucht.
Gute Kraft m. eign. Initiative u. Refer-
enzen bewerben sich auf m. Geh.-
Ansprüchen unter (B) F. N. 6884

Verkäufe

Keramikkondensatoren, 1500 Volt! Röh-
ren: 15, 20, 25, 30, 35, 45, 50, 70, 80,
90, 100, 120, 140, 150, 160, 175, 180,
220, 250, 280, 300, 350, 420, 450, 480,
485, 500, 565, 700 pF zu je DM 0,09.
Röhren: 750, 900, 1000, 1400, 2000 pF
zu je DM 0,12. Pillen: 3, 6, 8, 10, 20,
40, 50 pF zu je DM 0,07. Plättchen:
3, 5, 10, 15, 16, 25, 30, 50, 80, 100, 110,
150, 160, 170, 200, 250 pF zu je DM 0,06.
Sortiment: Keramikkondensatoren von
3 bis 700 pF, 100 Stück DM 7,20.
200 Stück DM 14,20. Lieferung per
Nachnahme nur so lange Vorrat reicht.
Radio Relatizer, Parsberg, Ober-Pfalz.

Relaisortimente: a) 10 versch. Relais
(Plach-, Rund- u. Schneidanker) sowie
1 Drehwähler zu DM 28,50. b) 8 versch.
Relais wie oben zu DM 19,50. Des
weiteren Selensulen in allen Werten.
Vor allem 280 V/1,2 Amp. zu DM 15,80.
Prüfbof, Unterneukirchen/Obb.

Tonmeisterschule Düsseldorf

beim Robert-Schumann-Konservatorium
der Stadt Düsseldorf.
Lehrgänge für Tonmeister,
Toningenieur, Elektromusiker.
Anfragen an das Sekretariat des
Robert-Schumann-Konservatoriums

Braunsche Röhren 5 BP 4, neuwertig

abzugeben zum Preise von DM 20,—
Radio-Szmuk
Großsachsen a. d. B., Löffengasse 204

Ein A. E. G. Magnetophon K 4 mit Labor-
Tauchspulen-Mikrofon Type MD 3,
mit Ständer u. Mikrofonvorverstärker.
(B) F. E. 6876.

Klein. Funksenderempfänger D. 33 000
bis 38 000 kHz, betriebsf., gegen Meß-
sender oder Angebot, zu lauschen oder
Bargeld. (Br.) F. B. 6873.

Elektr. Meßinstrumenten-Werkstatt
kompl. mit Werkzeugen, Eichinstrumenten,
Ersatzteilen, Wickelmaschine, Schiebewider-
stände, z. Z. stillgelegt, im ganzen oder ge-
teilt preiswert zu verkaufen. (B) F. G. 6878



HELMA ANTENNEN

Vertrieb: Carl Novak
Berlin-Steglitz
Buggstr. 10a Tel. 762912



Neueste amerlk. u. eu-
rop. Fernseh- u. UKW-
Antennen. Breitband-
Konus - Triangel - Ant.
Schmetterlingsanten-
ne, beste Universal-
ant. m. Idealer Rund-
char. Sperturnstyle
mehrelementige Richt-
antennen, gestaffelte
Systeme f. UKW-Emp-
fang in Grenzgebieten.
— Abgeschirmte
UKW- und Fernsehka-
belsowie billige Flach-
bandleitungen.

23 000 Kurzdaten
und 6000 Socketbilder
enthält das neue

RSD-Röhren-ABC

1 Stck. 4,50 DM 10 Stck. 30,— DM

1 GRATIS-EXEMPLAR

erhalten Sie zu einem Röhrenauftrag über
DM 50,— gängiger Röhren! (VC 1, VF 7, VL 1,
AM 2, C/EM 2, 1224 z. Zt. nicht lieferbar)

Fordern Sie unsere neue

BRUTTO-PREISLISTE

Sie ist eine wertvolle Verkaufshilfe und
sollte in keinem Verkaufsraum fehlen!
Die gestaffelten RABATTE verbürgen eine
GESUNDE GEWINNSPÄNNE



RÖHREN - SPEZIALDIENST

GERMAR WEISS

GROSSHANDEL IMPORT-EXPORT

Hafenstr. 57 FRANKFURT/M Tel. 7 36 48

Kaufe ständig Röhren aller Art gegen Kasse!

Röhren-ELKOS

billiger und besser denn je.
Verlangen Sie Preisliste!



Versand - Tausch - Ankauf

RUF 62 12 12

BERLIN-NEUKÖLLN

Silbersteinsstraße 15

Nahe S- und U-Bahnhof Neukölln

Geschäftszeit täglich 9-18 Uhr

sonnabends 9-12 Uhr

Fernsehen

u. RADIOTECHNIK i. Fernunterricht.

Schaltungen einzeln, in

Mappen u. Büchern. Techn. Lesezirkel.

Prospekt frei.

Ferntechnik

Ing. H. LANGE, Berlin N 65

Lüderitzstr. 16 Tel. 46 81 16

H. A. WUTTKE, Frankfurt/M 1

Schließfach Tel. 52 549



Jhr bester
Kassenerfolg

ist Ihre Kasse. Durch
ordnungsgemäße Ein-
tragung und Ver-
wahrung des Geldes in
der Sicherheits-
schublade sparen Sie
sich Verluste. Ver-
langen Sie Prospekt
Nr. 45 von der
KASSENFABRIK HENBRUNN



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Buchstabenkennzeichnung von Röhren (europäische Kennzeichnung)

1. Buchstabe = Heizung, 2. bzw. 3. Buchstabe = Systemart

Buchst.	A	B	C	D	E	F
1.*)	4 V ~ (i) 180 mA - (j) 200 mA ~ (i)	1,4 - (d) 6,3 V ~ u. ~ (i) 12,6 V - (d)				
2. bzw. 3.	Diode	Duodiode, Zweifachdiode	Triode	Endtriode	Tetrode	HF-Pentode

Buchst.	H	K	L	M	P	Q
1.	150 mA ~ (i) 2 V - (d)				300 mA ~ (i)	
2. bzw. 3.	Hexode, Heptode	Oktode	Endpentode	Anz. Röhre	Sek. Em. Röhre	Nonode

Buchst.	U	V	W	X	Y	Z
1.	180 mA ~ (i) 50 mA ~ (i)					
2. bzw. 3.				Netzgleichrichter (gasgefüllt)	Zweiweg (gasgefüllt)	Einweg Zweiweg Zweifach

* (i) = indirekt geheizt, (d) = direkt geheizt; gebräuchl. sind meist D, E, H, P, U u. evtl. V-Röhren

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 14/8

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kennzahlen von Röhren (europäische Kennzeichnung)

Auf die Buchstabenangabe zur Kennzeichnung der Heizdaten und der Systemart (s. auch FT-Kartei 1952 H. 3, Nr. 14/8) folgt bei den europäischen Röhren eine Kennzahl. Ihre letzte Einerziffer zählt mit der modernen Ausführung dieser Röhre weiter, an Hand der Zehnergruppe läßt sich meist auf die konstruktive Ausführung oder auf den Verwendungszweck schließen, z. B.:

- 1 ... Quetschfußröhren mit Außenkontaktsackel
- 10 ... Stahlröhren
- 20 ... Präßgläseröhren
- 30 ... engl. Röhren mit Oktalsackel
- 40 ... Rimlockröhren
- 50 ... Spezial-Präßgläseröhren für UKW, Fernsehen und Kraftverstärker
- 60 ... 64 Spezial-Verstärkeröhren
- 65 ... Subminiaturröhren
- 70 ... Schließrohr (8-poliger Lokalsackel) z. T. auch Miniaturröhren
- 80 ... Spezialröhren für UKW und Fernsehen
- 90 ... Miniaturröhren und Batterieröhren
- 100 ... Spezialröhren
- 170 ... Gnom-Serie

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 15/8

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Deutsches UKW-Band

Kanalabstand 400 kHz

Kanal	Frequenz MHz	Kanal	Frequenz MHz	Kanal	Frequenz MHz
1	87,7	11	91,7	21	95,7
2	88,1	12	92,1	22	96,1
3	88,5	13	92,5	23	96,5
4	88,9	14	92,9	24	96,9
5	89,3	15	93,3	25	97,3
6	89,7	16	93,7	26	97,7
7	90,1	17	94,1	27	98,1
8	90,5	18	94,5	28	98,5
9	90,9	19	94,9	29	98,9
10	91,3	20	95,3	30	99,3

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 16/9

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Formelzeichen

Elektrizität	Magnetismus
C = Elektr. Kapazität	B = Magnet. Induktion ($\mu \cdot f$)
D = Verschiebung	f = Magnet. Feldstärke
E = Elektr. Feldstärke	J = Magnetisierungsstärke
F = Elektromot. Kraft	L = Induktivität (Selbst-)
G = Elektr. Leitwert (1/R)	M = Gegeninduktivität
I = Elektr. Stromstärke	V = Magnet. Spannung
O = Elektrizitätsmenge	w = Windungszahl
R = Elektr. Widerstand	x = Suszeptibilität (J/f)
U = Elektr. Spannung	μ = Permeabilität (B/f)
z = Leiterzahl	Φ = Magnet. Induktionsfluß
ϵ = Dielektrizitätskonstante	
x = Elektr. Leitfähigkeit	
p = Spezif. elektr. Widerstand	

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 17/0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dezibel

Ein Dezibel (db) = 1/10 Bel. Das relative db ist keine Maßeinheit, daher lassen sich absolute Größen aus ihm nicht ableiten; db gibt vielmehr das Verhältnis von zwei gemessenen Werten zueinander zu erkennen, z. B. beim Verstärker das Verhältnis von Eingangsspannung U_1 zu Ausgangsspannung U_2 . Solch ein Wertverhältnis wird durch db nicht im natürlichen Zahlensystem wiedergegeben, sondern logarithmisch.

Leistungsverhältnis: $x = 10 \lg N_1/N_2$ [in Dezibel]

Spannungsverhältnis: $x = 10 \lg U_1^2/U_2^2 = 20 \lg U_1/U_2$ [in Dezibel]

Benutzt wird das db z. B. für die Darstellung von Frequenzcharakteristiken (Verstärker, Lautsprecher), für Verstärkungsverhältnisse von Spannungen, Stromstärken, Leistungen, für Dämpfungen (negative Verstärkung).

Beispiel: ist nach der db-Tabelle (s. FT-Kartei 1952, H. 3, Nr. 19/0) die Spannungsverstärkung 20db, so heißt das, daß sich die Eingangsspannung zur Ausgangsspannung verhält wie 1:10; bei 60 db wie 1:1000.

Als Pegelmaß hat sich in den letzten Jahren auch das absolute db eingeführt. Dabei gilt als Bezugspegel (U_1) die Spannung von 0,775 V (also db über 0,775 V)

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 18/0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

db-Tafel (Auszug)

Wertverhältnisse

db	der Spannungen bzw. Ströme etwa	der Leistungen etwa
0	1,00	1,00
1,0	1,11	1,23
2,0	1,26	1,59
5,0	1,78	3,16
10	3,16	10,00
12	3,98	15,80
20	10	100
40	100	10000
60	1000	10 ⁶
100	10 ⁴	10 ¹⁰

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 19/0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Vorsatzzeichen für Vielfache und Teile

- T = Tera- = 10^{12} = Million mal Million
- G = Giga- = 10^9 = Million mal Tausend
- M = Mega- = 10^6 = Million
- k = Kilo- = 10^3 = Tausend
- h = Hekto- = 10^2 = Hundert
- (D = Deko- = 10 = Zahn)
- d = Dezi- = 10^{-1} = 0,1
- c = Centi- = 10^{-2} = 0,01
- m = Milli- = 10^{-3} = 0,001
- μ = Mikro- = 10^{-6} = 0,000 001
- n = Nano- = 10^{-9} = 0,000 000 001
- p = Pico- = 10^{-12} = 0,000 000 000 001

Beispiel: $1 \mu F = 10^{-6} F = 0,000 001 F$
 $1 \mu F = 10^6 pF = 1 000 000 pF$

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 20/0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Arbeit · Leistung

Arbeit:

kWh	PS	kgm	Joule = Watt · sec
1	1,36	367 · 10 ³	3,6 · 10 ⁶
0,736	1	270 · 10 ³	2,65 · 10 ⁶
2,72 · 10 ⁻³	3,7 · 10 ⁻³	1	9,81
2,78 · 10 ⁻³	3,78 · 10 ⁻³	0,102	1

Leistung:

kW	W	PS	kgm/sec
1	1000	1,36	102
0,001	1	0,00136	0,102
0,736	736	1	75
0,00981	9,81	0,0133	1

FT-KARTEI 1952

H. 3 Nr. 21/7



VALVO-Batterie-Röhren

DK 92
Eine neue
Batterie-
Mischröhre



Für Empfänger mit besonders hochgezüchtetem Kurzwellenteil wurde die Valvo DK 92 geschaffen, mit der man ausgezeichneten Empfang bis zu 10 m herunter erzielt.

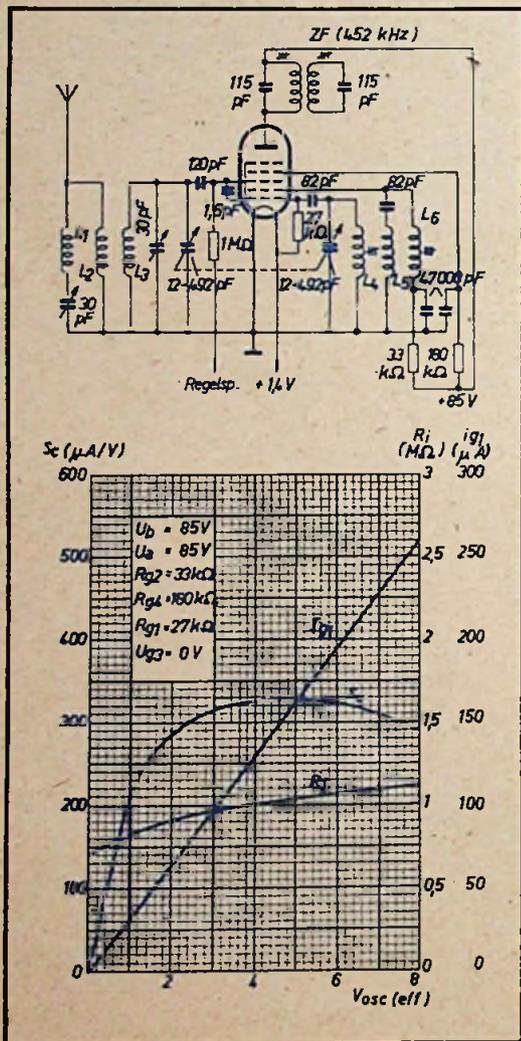
Die guten Kurzwelleneigenschaften dieser neuen Batterie-Mischheptode sind besonders durch ungewöhnlich geringen Oszillatorspannungsbedarf und geringe Kopplung zwischen Oszillorteil (Gitter 1 und 2) und Hochfrequenzsteuergitter (Gitter 3) gegeben. Am Oszillatorteil sind nur 4 V_{eff} erforderlich, dadurch wird Überlagerungsempfang zwischen 15 und 50 m ohne Bereichumschaltung möglich, bzw. es genügt eine einfache Unterteilung des Bereiches zwischen 10 und 90 m. Bei einer so niedrigen Oszillatorspannung bleibt die sonst häufig störende Abstrahlung der Oszillatorfrequenz über die Empfangsantenne besonders gering; sie wird außerdem noch vermindert durch kapazitive Erdung des 4. Gitters, das nicht mit dem Gitter 2 verbunden sondern getrennt herausgeführt ist.

Mit einer Mischstufe für Kurzwellenempfang nach dem nebenstehenden Prinzipschema erreicht man zwischen Antenne und Sekundärseite des 1. Bandfilters im Bereich von 10 bis 34 m eine praktisch konstante Verstärkungszahl $g = 54$; bei längeren Wellen entsprechend mehr, z. B. $g = 60$ bei 45 m.

Der Oszillator arbeitet im Kurzwellenbereich am besten mit Serienspeisung. Durch Verbinden des abgestimmten Oszillatorkreises mit Gitter 1 wird die Oszillatorspannung am Gitter 2 klein gehalten, so daß die hohe Mischsteilheit der Röhre (325 $\mu\text{A/V}$) aufrechterhalten bleibt.

Neu erschienen:

»Fernsehempfängerröhren« herausgegeben von der ELEKTRO SPEZIAL G. m. b. H., Hamburg, eine Dokumentation über moderne Röhren für Fernseh-Empfänger mit Daten und Schaltungen. Viele Abbildungen, vollständiges Empfängerschaltbild, 118 Seiten, Format A 4, Kartonumschlag, Schutzgebühr DM 5,50, zu beziehen durch die Buch- und Zeitschriften-Union m. b. H., Hamburg 13, Harvestehuder Weg 5.



Die niedrige Oszillatorspannung gestattet die Verwendung üblicher Spulen mit Massekern im Oszillator, wobei infolge der Dämpfung durch den Kern die Oszillatorspannung über den ganzen Wellenbereich konstant gehalten wird; die Drossel L_6 trägt ebenfalls dazu bei, dadurch daß sie mit $C = 82\text{ pF}$ und L_5 oberhalb der langwelligen Grenze des Wellenbereiches eine Resonanzstelle aufweist.

Zur Neutralisierung des Induktionseffektes und zum Kompensieren der Kopplung zwischen Gitter 2 und 3 wird zwischen Gitter 1 und 3 eine Kapazität eingeschaltet, die bei einer Zwischenfrequenz von 452 kHz 1,5 pF beträgt. Diese Kapazität reduziert die Abstrahlung der Oszillatorfrequenz auf ein Minimum und verhindert gleichzeitig das Mitziehen der Oszillatorfrequenz bei Impedanzänderungen im Eingangskreis.

In einer Schaltung mit mehreren Wellenbereichen sollen die nicht benutzten Spulen durch den Wellenschalter kurzgeschlossen werden.

Betriebs- und Kenndaten:

$U_f = 1,4\text{V}$ (1,35 V bei Serienheizung)

$I_f = 50\text{ mA}$

$U_b = U_a = 85\text{ V}_{eff}$

Widerstände siehe Schaltbild

$U_{g3} = 0$

$U_{osc} (g1) = 4\text{ V}_{eff}$

$S_c \sim 325\ \mu\text{A/V}$

$R_i \sim 1\text{ M}\Omega$

$U_{g3} = -6\text{V}$

$S_c \sim 3,25\ \mu\text{A/V}$

Es wird empfohlen, nur Batterien mit dem Gütezeichen des Fachverbandes der Batterie-fabriken zu verwenden.

$I_a = 650\ \mu\text{A}$

$I_{g4} = 140\ \mu\text{A}$

$I_{g2} = 1,65\text{ mA}$

gesamt ca. 2,4 mA

ELEKTRO SPEZIAL

G · M · B · H