

BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

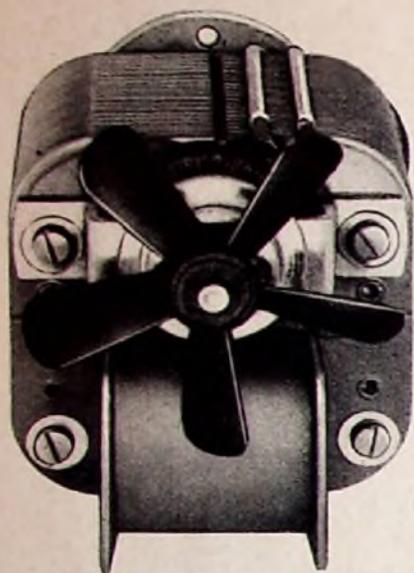


16

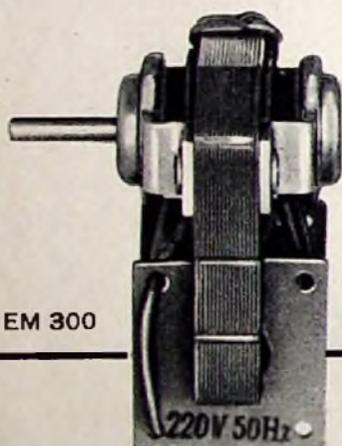
1956

2. AUGUSTHEFT

**500 000 Lorenz-Spaltpolmotoren —
ein überzeugender Beweis
für ihre Zugkraft!**



EM 304



EM 300



In dieser Zahl wurden sie bereits gefertigt und größtenteils als Phonoantrieb ins Ausland geliefert.

Was diese Motorchen so begehrt macht, ist ihr gutes Anzugsmoment, ist die gleichbleibende Drehzahl auch bei schwankender Netzspannung. Sie laufen leise, ohne den Funk zu stören und bedürfen keiner Wartung. Dazu ihr niedriger Preis!

Aber nicht nur in Plattenspielern und Plattenwechslern werden Lorenz-Spaltpolmotoren verwandt: In 5 Baugrößen von 0,8 bis 18 Watt Nennleistung bieten sie ideale Lösungen für den Antrieb von Magnettongeräten, von Fernsteuer-, Meß- und Regelinrichtungen, von Lüftern, Spielzeugen, Reklame-Laufwerken u. a. m.

Verlangen Sie die Technischen Daten der Baureihe EM 3.

LORENZ C. Lorenz AG Stuttgart

87

AUS DEM INHALT

2. AUGUSTHEFT 1956

Ein Schildbürgerstreich unserer Tage	459
Beispiele für Schaltungstechnik und Aufbau der neuen Musikmöbel 1956/57	460
Von Sendern und Frequenzen	462
Druckknopfbedienung für Musikmöbel	463
Unsere bunte Seite	464
Eigenschaften von UKW-Abstimmseinheiten mit der ECC 85	465
Mittelwellen-Navigationsfunkfeuer	467
Trigger-Zusatzgerät für Oszillografen	469
Bausteine für 2-m-Band-Super	471
Der Nordmende-Universalwobler »UW 958«	472
Erzeugen von künstlichem Nachhall	474
Das Doppelmagnetöngerät	475
Für den Anfänger	
Wirkungsweise und Schaltungstechnik der Elektronenröhre	477
Ausstellungen, Tagungen, Lehrgänge	479
Aus dem Ausland	479
FT-Zeitschriftendienst	
Exakte Rechteckspannungen ohne großen Aufwand	480
Zeitblenk-Generator für hohe Frequenzen	481
FT-Briefkasten	482

Bellagen

Bausteine der Elektronik

- Fotoelemente und -widerstände (7a)
- Schaltungen mit Fotoelementen (7b)

Röhren

- Endpentode EL 95
- NF-Pentode EF 83

Unser Titelbild: Einziehen der Katodenreuse in den Aufbau der siedegekühlten Telefunken-Senderöhre RS826 (120 kW Nutzleistung) Aufnahme: FT-Schwahn

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn (1); Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Baumelburg, Kartus, Schmidts, Ullrich) nach Angaben der Verfasser. Seiten 483 und 484 ohne redaktionellen Teil

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichbarndamm 141—167. Telefon: Sammelnummer 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Reih, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Spandau; Chefkorrespondent: W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu, Telefon 64 02, Postfach 229. Anzeigenleitung: W. Bartsch, Berlin. Postcheckkonto FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich. Nachdruck von Beiträgen ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.



Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

FUNK-TECHNIK

Fernsehen Elektronik

Ein Schildbürgerstreich unserer Tage

Die technische Weiterentwicklung der Rundfunkempfänger stand während der beiden letzten Jahre vor allem im Zeichen der Verbesserung der Wiedergabequalität. Selbst Empfänger der mittleren Preisklassen haben heute schon einen so hochwertigen NF-Teil und so gute Lautsprecherkombinationen, wie man sie noch vor wenigen Jahren kaum in Spitzengeräten fand. „High Fidelity“ ist in Deutschland nicht nur ein Werbeslogan wie in vielen anderen Ländern geworden, sondern dahinter verbirgt sich echter technischer Fortschritt als Frucht ausgedehnter Entwicklungsarbeiten in den Labors der Industrie.

In den Spalten der FUNK-TECHNIK war oft Gelegenheit, über den erreichten Fortschritt zu berichten. Erst anlässlich der am 30. Juni begonnenen Neuheitenperiode konnte wiederum auf die zahlreichen Verbesserungen hingewiesen werden, die in erster Linie der Erhöhung der Wiedergabequalität galten. Die Rundfunkempfänger der neuen Saison haben einen wiedergegebenen Frequenzumfang, der im allgemeinen bis 15 kHz reicht; daneben wurde auch die Wiedergabe der tiefen Frequenzen im Sinne einer echten Wiedergabe hörbar verbessert, ohne daß es zu dem Kellerton und dem Bumsen unseligen Angedenkens früherer Jahre kommt. Hand in Hand damit gehen die Verbesserungen der Abspielgeräte und der Schallplatte. Ähnliche Spitzenleistungen findet man auch bei den Musikmabeln, die in ihrer Wiedergabequalität oft noch die guten Rundfunkempfänger übertreffen, weil geschickte Konstrukteure es verstanden haben, das größere Volumen der Musikmabel für eine gute Schallabstrahlung heranzuziehen. Neben wohlabgewogenen Lautsprecherkombinationen und Spezial-Baßlautsprechern mit besonders großer Membrane findet man gutdurchdachte Lautsprecheranordnungen, die nicht nur der Verbesserung der Raumklangwirkung dienen, sondern die auch das Problem der Anpassung der schwingenden Membrane an die umgebende Luft ausgezeichnet gelöst haben.

Dieser technische Hochstand der Empfängertechnik hat natürlich nur einen Sinn, wenn auch auf der Senderseite alle Voraussetzungen für eine solche Wiedergabequalität gegeben sind. Dazu gehört, daß die Technik auf der Sender- und Studiolseite immer ein Grad besser ist als auf der Empfängerseite. Diese uralte Binsenwahrheit ist seit den Anfangsjahren der Rundfunktechnik bekannt. In der Vorkriegszeit arbeiteten schon fast alle Studios mit einem bis zu 10 kHz linearen Frequenzgang, obwohl die damals schon vorhandene Wellenknappheit im Mittel- und Langwellenbereich eine Begrenzung der höchsten nutzbaren Modulationsfrequenz erforderlich machte. Bei dem üblichen Senderabstand von 9 kHz war strenggenommen nur eine höchste Modulationsfrequenz von 4,5 kHz zulässig, obwohl viele Großsender stillschweigend nach bis zu höheren Frequenzen modulierten, wenn dadurch keine unerträglichen Störungen benachbarter Sender auftraten. In der Nachkriegszeit wurde die Wellenkalamität noch größer.

Aus dieser Notlage heraus entstand der UKW-Rundfunk, der gleichzeitig auch ein entscheidender Schritt zur Qualitätsverbesserung war. Jetzt war es möglich, Modulationsfrequenzen bis zu 15 kHz herauf, also bis an die obere Grenze des normalen menschlichen Hörbereichs, zu übertragen. Bei der Werbung für den UKW-Gedanken wurde deshalb von Rundfunkanstalten und Industrie gemeinsam immer wieder dieser Qualitätsgedanke besonders herausgestellt. Unumstritten ist die Einführung des UKW-Rundfunks der entscheidende Schritt zur sprunghaften Verbesserung der Wiedergabequalität, die im Mittelwellen- oder Langwellenbereich niemals zu erreichen gewesen wäre. Die große Masse der Rundfunkhörer hat inzwischen auch diese Vorteile restlos anerkannt, und es ist ohne Zweifel mit ein Verdienst der UKW-Technik, daß — langsam aber sicher — der Hörer zu einem musikalisch besseren Hören erzogen worden ist. Ein akustisch gut ausgewogenes Verhältnis der tiefen und hohen Frequenzen zueinander ist das, was heute jeder musikalisch anspruchsvolle Hörer erwartet.

Trotzdem kommen immer wieder Klagen über schlechte Qualität des UKW-Rundfunks. Da diese Klagen nicht vereinzelt sind und von durchaus ernst zu nehmenden Hörern — nicht von natürlichen Kritikern — kommen, scheint hier etwas nicht zu stimmen.

Die Klagen betreffen einmal Schallaufnahmen, die ganz offensichtlich nicht mehr den heute zu stellenden Anforderungen hinsichtlich Frequenz- und Dynamikumfang sowie Gleichlauf entsprechen. Daß es Fehler der Abspielgeräte im Studio sein sollen, wagt man kaum anzunehmen, weil die Pflichtenhefte der Rundfunkanstalten in dieser Hinsicht sehr strenge Maßstäbe an alle Studiogeräte legen. Es wird sich deshalb dabei wohl vorzugsweise um alte Aufnahmen handeln, die wegen ihrer Interpretation musikhistorisch wertvoll sind. Ist es aber richtig, solche Aufnahmen nicht vielmehr Sendungen vorbehalten, die dem Andenken eines großen Künstlers oder Interpreten gewidmet sind und bei denen man gerne und bewußt bereit ist, gewisse technische Konzessionen zu machen?

In vielen Fällen liegen aber andere Gründe vor, Gründe, die ihre Ursachen in der Übertragungstechnik haben.

Zur Verbindung der Studios mit den Sendern und der Studios der verschiedenen Rundfunkanstalten untereinander stellt die Deutsche Bundespost Rundfunkleitungen zur Verfügung, für deren technische Eigenschaften internationale Empfehlungen bestehen. Das Comité Consultatif International Téléphonique (CCIF) unterscheidet zwischen „Rundfunk-Übertragungsleitungen alter Art“, die ein Mindestfrequenzband von 50 bis 6400 Hz übertragen, und „normalen Rundfunk-Übertragungsleitungen“, die ein Frequenzband von 50 bis 10000 Hz übertragen. Über diese Empfehlungen hinausgehend übertragen die Rundfunk-Übertragungsleitungen im Bundesgebiet im allgemeinen ein Frequenzband von 50 bis 8000 Hz, bzw. von 30 bis 12000 Hz. Gemeinsam mit den deutschen Rundfunkanstalten durchgeführte Übertragungsversuche haben bestätigt, daß die übertragungstechnischen Anforderungen für die Modulation der UKW-Rundfunksender von den „normalen Rundfunk-Übertragungsleitungen“ der DBP erfüllt werden. Für die Modulation der Mittelwellen-Rundfunksender werden dagegen mit Rücksicht auf das kleinere auszustrahlende Modulationsfrequenzband durchweg „Rundfunk-Übertragungsleitungen alter Art“ benutzt.

Gegen diese Gepflogenheit wäre grundsätzlich nichts einzuwenden. Aber! Einzelne Rundfunkanstalten benutzen für den Programmaustausch „Rundfunk-Übertragungsleitungen alter Art“ auch in den Fällen, in denen die DBP „normale Rundfunk-Übertragungsleitungen“ zur Verfügung stellen könnte, weil die Bereitstellung dieser Leitungen wegen des größeren technischen Aufwandes selbstverständlich höhere Leitungsgebühren bedingt. So kommt es immer wieder vor, daß wegen der von einzelnen Rundfunkanstalten gemieteten Übertragungsleitungen minderer Qualität auch über die angeschlossenen UKW-Sender das Programm mit einer Qualität übertragen wird, die mit dem Begriff UKW-Qualität nichts mehr zu tun hat.

Das ist Sparsamkeit am falschen Platze!

Wenn auf der Empfängerseite schon alles getan wird, um höchste Wiedergabequalität zu erreichen, dann kann der Hörer mit Fug und Recht erwarten, daß auch die Rundfunkanstalten alles in ihren Kräften Stehende tun, um dem Hörer optimale Qualität zu bieten. Auch die Geräteindustrie wird an einer schnellen Bereinigung dieser Frage in höchstem Maße interessiert sein, denn für die vielen Millionen Hörer, die noch einen Empfänger ohne UKW-Teil haben, ist gerade die bessere Qualität des UKW-Empfangs oft der ausschlaggebende Grund für den Kauf eines modernen Empfängers.

Es unmöglich gemacht werden, daß die gute Qualität der UKW-FM-Technik durch derartige einseitige Maßnahmen in Mißkredit gebracht werden kann. Wenn auf einzelnen Verbindungen die hochwertigen Übertragungsleitungen heute noch nicht zur Verfügung stehen, beispielsweise zwischen den Funkhäusern in Hamburg und in Köln, dann muß dieser Zustand als technisches Übel nach kurze Zeit hingenommen werden. In allen anderen Fällen aber wird und kann niemand Verständnis dafür haben, daß aus rein kommerziellen Erwägungen heraus einzelne Rundfunkanstalten hier am falschen Ende sparen. Hier tut Abhilfe dringend not! Oder sollten wir doch in Schilda leben? — th

Beispiele für Schaltungstechnik und Aufbau



Auch bei den Musiktruhen des neuen Jahres dominieren die technischen Fortschritte auf den Gebieten der Klangqualität und des Bedienungskomforts. Im allgemeinen enthalten die Musiktruhen die gleichen technischen Neuerungen wie die Rundfunkempfänger. Sie sind jedoch an die Sonderverhältnisse der Truhen angepaßt.

Es ist erfreulich festzustellen, daß sich der Konstrukteur noch mehr als bisher um Probleme des Service bemüht. Die Reparatur von Musiktruhen ist oft zeitraubend. Hinzu kommt, daß dabei aus Transportgründen vielfach das Chassis ausgebaut werden muß und in der Werkstatt repariert wird. Bei manchen Musikschränken läßt sich das Chassis ohne Werkzeug jetzt leicht ausbauen.

Die moderne Linie wird von verschiedenen Herstellern im neuen Programm stärker als bisher betont. Man ist zwar in der Gestaltung zurückhaltender als bei den Heimempfängern, immerhin bietet aber das Angebot eine reichhaltige Auswahl auch an Truhen der neuen Form.

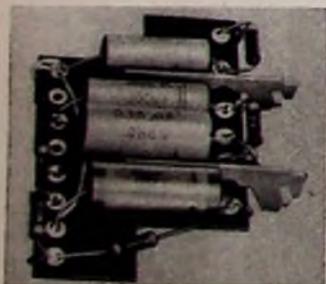
Platz für Magnetongerät

Verschiedene Firmen haben in ihren Musikschränken in diesem Jahr Platz für die nachträgliche Einfügung von Magnetongegeräten gelassen. So ist z. B. bei der Truhe „Univox TK“ der AEG (ausgerüstet mit dem Chassis des Supers „5076 WD“, jedoch mit vier Lautsprechern) entsprechender Raum vorhanden.

Sorgfältig angepaßte Gegenkopplung

In Musikschränken werden Chassis aus der laufenden Tischempfängerproduktion, aber auch Spezialentwicklungen für Truhen eingebaut. Die dabei notwendigen schaltungstechnischen Änderungen sollen vor allem die akustischen Eigenschaften der Gehäuse an den Frequenzgang anpassen. In den meisten Fällen muß daher die Gegenkopplung für jeden Musikschranktyp verschiedenartig ausgelegt werden, wenn sie frequenzabhängige Glieder enthält.

Blaupunkt löst das konstruktive Problem in idealer Weise durch die neue Gegenkopplungsplatte. Sie enthält sämtliche Einzelteile, die für die Klanggestaltung der jeweiligen Ge-



Ansicht der Gegenkopplungsplatte von Blaupunkt

häuseform notwendig sind. Diese Gegenkopplungsplatte wird übrigens nach dem neuen Tauchlötlverfahren gefertigt, das hohe Betriebssicherheit gewährleistet.

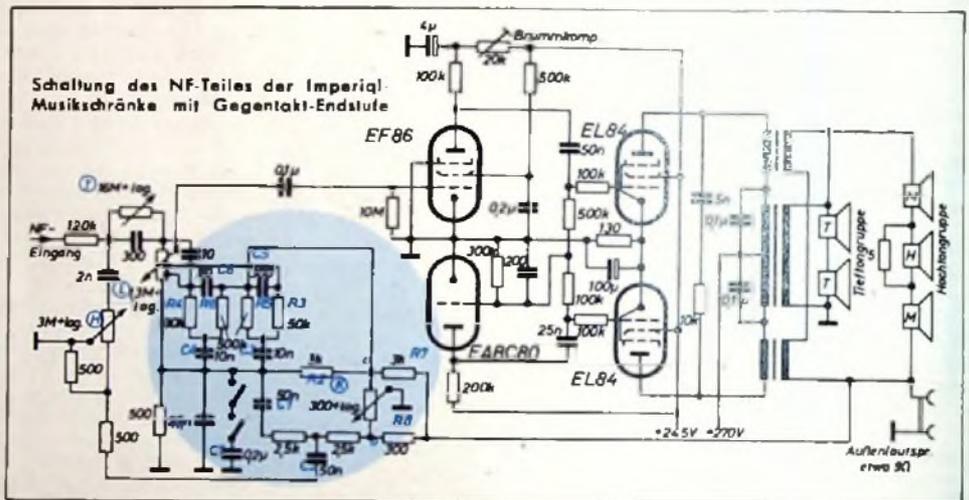
Die günstige Anpassung der akustischen Wiedergabe an die jeweilige Raumgröße ist bei den **Blaupunkt**-Truhen durch den Raumklangwähler gewährleistet. Mit einem vierstufigen Harmonieregler und zusätzlichen Baß- und Sopranreglern lassen sich dabei vier deutlich

unterscheidbare Klangbilder noch weitgehend variieren. Die Bemessung dieser Glieder wurde so gewählt, daß auch bei Bedienung durch Ungeübte die Harmonie des jeweiligen Klangbildes nicht gestört wird. Die Wirkung der neuen Steiltönblende der **Blaupunkt**-Geräte macht sich besonders auch bei der Wiedergabe älterer Schallplatten vorteilhaft bemerkbar. Hingewiesen sei ferner noch auf einen praktischen Vorteil der Truhen „Arizona 57“ und „Torino 57“. Der Plattenwechsellerraum hat bei diesen Truhen jetzt eine nach vorn schwenkbare Platte, so daß man bequem einen Fernseheempfänger auf die Truhe stellen kann.

Neue Linie als Tradition

Die neue Linie mit hellen Gehäusen wird nach wie vor bei den vier Musikschränken

Schaltungstechnisch läßt sich dieses Prinzip durch zwei parallele Gegenkopplungskreise verwirklichen, von denen einer die Bässe und Höhen anhebt, während der andere entsprechend absenkt. Der Anhebungszweig arbeitet auf den Fußwiderstand R_1 (s. Schaltbild) des Lautstärkereglers. Kondensator C_1 bewirkt die Tiefenanhebung. Kondensator C_2 die Höhenanhebung. Der Absenkungszweig wirkt rein ohmsch mit R_2 auf R_1 , gleichzeitig auch auf beide RC-Glieder R_3, C_3 und R_4, C_4 an den Anzapfungen des Lautstärkereglers. Für die Höhenabsenkungen sind C_5 und C_6 , ferner für die Absenkung der Tiefen R_5 und R_6 angeordnet. Mit Hilfe des Klangbildreglers K wird nun die von der Sekundärseite des Ausgangsübertragers kommende Spannung den beiden Gegenkopplungszweigen



von **Braun** konsequent durchgeführt. Die Rundfunkempfänger dieser Firma lassen sich mit dem Plattenspieler „G 12“ (helles Holzgehäuse) ebenfalls leicht zu praktischen Musikgeräten erweitern.

Klangbildwähler in den Imperial-Truhen

Ein besonderer Vorzug der Imperial-Truhen von **Continental** ist der Klangbildwähler nach dem Prinzip der Fächerentzerrung. Außer den drei Grundklanggruppen (Solo, Orchester und Jazz) können sämtliche Zwischenstufen eingestellt werden. Allerdings dürfen die Höhen und Tiefen durch Höhen- oder Tiefenregister nicht beschnitten sein. In der Stellung „Solo“ treten die Mittellagen deutlich hervor, während die Bässe und Höhen abgeschwächt sind. In der Stellung „Orchester“ ist die Frequenzcharakteristik etwa geradlinig. Schließlich werden in der Stellung „Jazz“ die Tiefen und Höhen angehoben und die Mittellagen abgeschwächt. Wenn der gewünschte Klangcharakter gewählt ist, kann mit Hilfe des Höhen- und Tiefenregisters das Tonbild zusätzlich korrigiert werden. Diese Art der niederfrequenten Entzerrung des Klangbildes mit nur einem Regler, der als „Fächerentzerrer“ arbeitet, also gleichmäßig und gleichzeitig Bässe und Höhen anhebt oder absenkt, dabei aber ständig das akustische Gleichgewicht wahrt und bei jeder Stellung des Lautstärkereglers die gleiche Regelfähigkeit behält, ermöglicht mit nur einem Griff, das Klangbild schnell anzupassen.

zugeleitet. In Stellung „Jazz“ liegt der Punkt a des Netzwerkes auf Chassispotential. Es werden dann Bässe und Höhen voll angehoben.

In Stellung „Solo“ hat Punkt b Massepotential. Bässe und Höhen werden jetzt stark geschwächt, so daß die mittleren Frequenzlagen deutlich hervortreten. Zwischen diesen beiden Extremen liegt die Stellung „Orchester“.

Aus der Bemessung der beiden Widerstände R_7 und R_8 kann man erkennen, daß die Gegenkopplungsspannung sehr verschieden auf beide Gegenkopplungszweige verteilt wird. Es wäre verkehrt, z. B. die Mittelfrequenz 1000 Hz für alle Stellungen des Klangbildwählers konstantzuhalten; „Jazz“ würde dann gehörmäßig wesentlich lauter als „Solo“ erscheinen. Der Absenkungszweig erhält daher über R_7 eine geringere Gegenkopplungsspannung. Kondensator C_7 wird nur bei AM zugeschaltet und verlagert die Höhenanhebung auf etwas tiefere Frequenzen. Schallplatten können jedoch mit UKW-Qualität wiedergegeben werden.

Schallverteilung durch Schallkompressor

Die Verwendung eines Druckkammersystems und eines angekoppelten Rohrstrahlers zur Portleitung und zeitlichen Verzögerung des Schalles bei den **Graetz**-Geräten wurde bereits ausführlich in Heft 13, S. 376, beschrieben. Mit einem solchen Schallkompressor sind bei **Graetz** auch die Musiktruhe „Scerzo“ und die Hi-Fi-Musiktruhe „Belcanto“ ausgerüstet. Be-

UKW-Sender Degerloch I und II

Ende Mai zog, wie bereits gemeldet, die UKW-Sendestation Degerloch des Süddeutschen Rundfunks zum Fernsehurm auf dem Hohen Bopser um. Stuttgart-Degerloch I arbeitet auf 94,5 MHz (Kanal 25) und Stuttgart-Degerloch II auf 90,9 MHz (Kanal 13). Der Versorgungsbereich dieser neuen Station konnte gegenüber früher eine wesentliche Erweiterung erfahren. Der Schwerpunkt der neuen Sendeanlage liegt 106 m höher als am früheren Standort auf dem Hoffeld; der Sichthorizont ist damit rd. 30 km größer. Der Bündelfaktor der neuen Antenne ist jetzt 10...12 gegenüber 4...5 bei der alten Antenne; die in der Hauptstrahlrichtung abgestrahlte Energie jedes der Sender liegt damit bei etwa 100 kW auf beiden Kanälen (früher 40 kW bzw. 7 kW).

Fernsehsender Wandelstein

Kürzlich fiel die Abendsendung des Fernsehensenders Wandelstein infolge eines Hochspannungsschadens völlig aus. Etwa 3000 Fernsehteilnehmer erkundigten sich telefonisch nach dem Betriebszustand der Sendeanlage. Die Technische Direktion des Bayerischen Rundfunks will künftig dafür sorgen, daß auf jeden Fall der Ton zu empfangen ist, damit etwaige Störungen des Bildsenders den Fernsehteilnehmern noch mitgeteilt werden können. Es war im vorliegenden Fall ein Hochspannungsschaden an der gesamten Fernsehsendeanlage eingetreten.

Bayerisches Werbefernsehen

Gegen die Einführung eines Bayerischen Werbefernsehens haben die Verbände der deutschen Zeitungs- und Zeitschriftenverleger Einspruch erhoben. Nach den jetzt vorliegenden Tarifen des Bayerischen Werbefernsehens liegt z. B. der Preis einer 20-Sekunden-Werbung bei etwa 1400 DM. Am 3. November 1956 soll mit den Sendungen begonnen werden.

Tägliche Fernseh-Tagesschau

Ab 1. Oktober 1956 soll die bisherige aktuelle Fernseh-Berichterstattung verstärkt werden. Die Tagesschau erscheint als Auftakt des Tagesprogramms dann täglich.

Olympische Spiele im Fernsehen

Die Frage der Fernsehberichterstattung über die Olympischen Spiele in Melbourne dürfte in diesen Tagen entschieden werden. Es wird damit gerechnet, daß die USA und Europa je ein Fernseh-Team zu den Olympischen Spielen entsenden.

Fernsehen in Kanada

Acht Fernsehsender der staatlich unterstützten Rundfunkgesellschaft arbeiten in den größeren Städten Kanadas, während 30 in Privatbesitz befindliche kleinere Sender in mittleren Städten betrieben werden. Die großen Städte sind untereinander durch ein besonderes Fernsehnetz verbunden, das z. Z. weiter ausgebaut wird. 1958 soll dieses Hauptverbindungssystem 6080 km lang sein und 155 Relaisstationen enthalten. Für den Aufbau dieses Netzes sind 50 Millionen Dollar angesetzt. Die Einführung des Farbfernsehens wird in etwa zwei Jahren erwartet. Heute steht in jeder zweiten Wohnung Kanadas ein Fernsehempfänger.

Fernsehverbindung Spanien-Frankreich

In den nächsten Monaten wird die Fernsehverbindung Spanien-Frankreich fertiggestellt werden. Zu diesem Zweck führt man von Frankreich eine Kabelstrecke nach Barcelona, an die auch Madrid angeschlossen werden soll. Das spanische Fernsehen beabsichtigt einen engeren Programm Austausch mit Frankreich. Die neue Fernsehstrecke gestattet ferner, Eurovisionssendungen von und nach Spanien zu übernehmen.

Fernsehsender auch im Irak

Vor einiger Zeit übergab König Faisal II. von Irak den ersten Fernsehsender des Mittleren Ostens dem Betrieb. Der aus England stammende Sender wurde in Bagdad eingerichtet. Die Sendungen sollen vorwiegend pädagogischen Charakter haben.

Pseudo-Stereophonie

In der Musiktruhe „Baden 7“ wendet Saba die erprobte „Pseudo-Stereophonie“ an. Es sind zwei Lautsprechergruppen vorhanden, die über eine Weiche gespeist werden und von denen die linke Gruppe als Tieftonkanal und die rechte Gruppe als Hochtonkanal angesehen werden kann. Im übrigen wurde in der Tieftongruppe an Stelle des früheren Lautsprechersystems von 20 cm Durchmesser ein größerer Typ von 26 cm Durchmesser eingebaut. Die Gegentakt-Endstufe ist in Ultra-Linearanschaltung ausgeführt. Ebenso wie die repräsentative Spitzentruhe „Baden-Automatic 7“ bietet auch die Musiktruhe „Brisgau-Automatic 7“ alle Vorteile der Saba-Motorelectronic (s. FUNK-TECHNIK Bd 11 [1956] Nr. 14, S. 405).

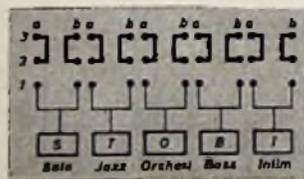
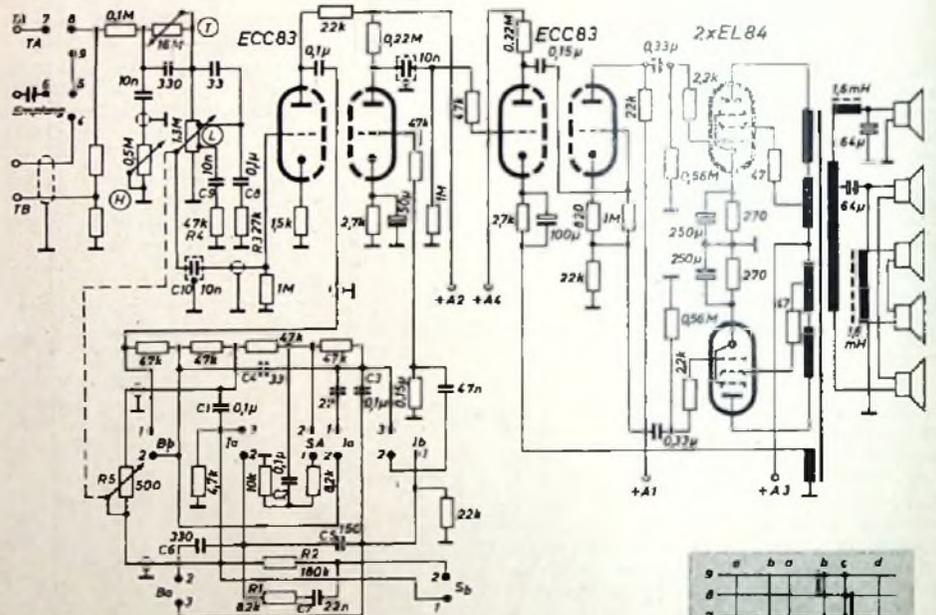
Auch die Klangabstrahlung der kleinen Saba-Truhe „Reichenau“ ist sorgfältig überlegt. Sie verwendet einen 20-cm-Lautsprecher, und zwei dynamische Hochtonsysteme, die so angeordnet sind, daß sie schräg nach oben strahlen.

Raumklangregler mit Vario-Plastik-System

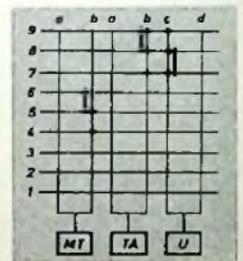
Auf das Raumklangregister mit Vario-Plastik-System von Schaub-Lorenz konnte schon im Heft 14, S. 420, verwiesen werden. Die Truhen „Bali“ und „Ballerina“ sind z. B. entsprechend

Wechselspannung von 0,4 V keinen nennenswerten Klirrfaktor entstehen zu lassen. Diese Gegenkopplung ist frequenzunabhängig, da der Anodenwiderstand für alle Frequenzen ein konstanter ohmscher Widerstand ist. Durch das nachfolgende ohmsche Netzwerk werden die Lautsprecher auf richtigen Schalldruckverlauf entzerrt. Es ist kombiniert mit einem fünfstufigen Klangregister. Der durch die Entzerrerschaltung geschwächte Pegel wird durch die zweite Triode wieder heraufgesetzt. Die letzten drei Verstärkerstufen sind frequenzunabhängig gegengekoppelt. Die in einer besonderen Wicklung des Ausgangsübertragers erzeugte Spannung wird in die Katode des ersten Triodensystems der zweiten ECC 83 eingekoppelt. Die Phasenumkehrstufe (zweites System der ECC 83) arbeitet mit hoher Anodenspannung (Speisespannung 285 V), um die Verzerrungen kleinzuhalten. Ferner wird die Gegentakt-A/B-Endstufe 2XEL 84 mit den für diese Röhre zulässigen vollen Anoden- und Schirmgitterverlustleistungen betrieben.

Ein wesentliches Kennzeichen des Hi-Fi-Verstärkers ist die frequenzunabhängige Gegenkopplung unter Einbezug der Endstufe, durch die der Ausgangscheinwiderstand des Verstärkers, über den die Lautsprecher eingespeist werden, sehr klein ist (sekundärseitig



Schaltung des NF-Teiles der Telefunken-Truhe „Bayreuth“



aufgebaut. Mit Zweikanal-Gegentakt-Endstufe in Raumklanganordnung arbeitet die Spitzentruhe „Ballerina-Konzert“; ihr Phonoteil enthält zusätzlich einen Entzerrer-Vorverstärker.

Hi-Fi-Verstärker mit frequenzunabhängiger Gegenkopplung

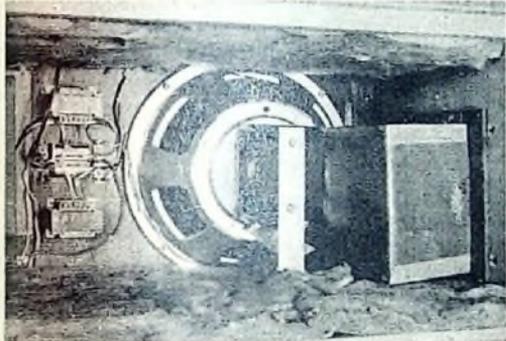
Allen Merkmalen der Hi-Fi-Technik entspricht der NF-Teil der Telefunken-Truhe „Bayreuth“. Sie ist mit den Röhren 2XECC 83 und 2XEL 84 bestückt und arbeitet mit fünfstufiger Verstärkung einschließlich Phasewender. Vor der ersten Triode liegen die Potentiometer für Tiefen- und Höhenregelung, der Lautstärkeregel und der Aufsprechspannungsteiler für das Tonbandgerät. Das erste Röhrensystem ist in der Katode stromgegengekoppelt, um bei der für Vollaussteuerung der Endröhre am Gitter benötigten

unter 0,5 Ohm). Dadurch werden die Lautsprecher, vor allem bei den tiefen Frequenzen, im Bereich der Eigenresonanzfrequenz des Tieftonlautsprechers stark gedämpft, und es kommt nicht zu dem gefährlichen Anstoßen der Lautsprecherresonanz bei Dynamiksprüngen der Modulation. Bei hohen Frequenzen wirkt sich die Einschwingfreiheit in der Beseitigung des Zischens und Nachzischens (z. B. von scharfen Sprachkonsonanten) aus. Die Klirrf- und Intermodulationsfaktoren nehmen Werte an, die in der Ela- und Studioteknik üblich sind.

Wie das Schaltbild des NF-Teiles der Truhe „Bayreuth“ zeigt, besteht die Lautsprecher-Entzerrerschaltung aus drei aufeinanderfolgenden Tiefpaßgliedern mit den Baßkondensatoren C 1, C 2 und C 3 in den Querzweigen. Die Längskondensatoren C 4, C 5 und C 6 heben

die hohen Frequenzen an. Diese Baßanhebung wird im Einklang mit der Baßabstrahlcharakteristik des Tieftonlautsprechers noch durch das Längsglied C 7, R 1, R 2 korrigiert. Dieser Zweig sorgt dafür, daß die Entzerrerkurve steiler wird und der Einsatzpunkt der Baßanhebung unter etwa 200 Hz liegt. Besonderer Wert wurde auf eine gehörliche Abhängigkeit der Frequenzkurven der Lautsprecherentzerrung von der eingestellten Lautstärke gelegt. Die Frequenzkurve wird über das Lautstärkepotentiometer mit Hilfe der beiden Physiologiezweige C 8, R 3 und C 9, R 4 einfließt, und zwar im Zusammenwirken mit dem in Tandem-Art mitlaufenden Regler R 5, der die Wirkung des ersten Baßgliedes der Entzerrerschaltung entsprechend steuert. Mit dem Spitzensuper-Chassis „Opus 7“ der Teletunken-Serie ist die Musiktruhe „Salzburg“ ausgerüstet. Sie enthält die beiden Tieftonlautsprecher des Tischgerätes und zwei vergrößerte Hochtonlautsprecher (13×18 cm). Der Tieftonlautsprecher hat eine Eigenresonanzfrequenz von 35 Hz bei einem Durchmesser von 30 cm.

Bei einer Hi-Fi-Truhe kann der Lautsprecher-raum nach drei verschiedenen Verfahren gestaltet werden, indem man ein vollkommen geschlossenes Gehäuse, ein Exponentialhorn oder das Baßreflexprinzip anwendet. Mit



Teilansicht der Schallkammer in der Teletunken-Truhe „Boyreuth“. In der mit Glaswolle zur Schalldämpfung ausgelegten Kammer ist rechts einer der seitlichen Hochtonlautsprecher (nach rückwärts abgekapselt), in der Mitte der Tieftonlautsprecher mit 300 mm \varnothing und links die elektrische Weiche für die Lautsprecher erkennbar.

Rücksicht auf die Abmessungen der Truhe erwies sich das Baßreflexprinzip am vorteilhaftesten. Hierbei treten in der Impedanzkurve zwei Resonanzstellen auf. Die eine ist die Lautsprecher - Eigenresonanz, während die zweite Resonanz durch die Wirkung der Luftfederung im Lautsprecher-raum in Verbindung mit der im Reflexausschnitt vorhandenen Luftmasse entsteht. Die zweite Resonanz liegt bei etwas höheren Frequenzen als die erste. Der Nachteil eines Baßreflexgehäuses mit zusammenhängendem großem Schlitz liegt darin, daß beide Resonanzen verhältnismäßig schlecht gedämpft sind und der Schalldruck in den Tiefen ungleichmäßig ist. Außerdem schwankt die Anpassung des Tieftonlautsprechers an die Röhre. Um eine größere Dämpfung zu gewährleisten, wurde der Baßreflexschlitz in eine Anzahl kleiner, auf der vorderen Schallwand angebrachten Löcher aufgeteilt. Man erhält so eine gleichmäßige Anhebung des Schalldrucks im Gebiet der tiefen Bässe ohne große Schwankungen. Die Wände des Lautsprecher- raumes bestehen aus besonders dickem Material, um Mitschwingen zu verhindern. Gleichzeitig wurde dadurch die akustische Rückkopplung bei TA-Betrieb unterdrückt. Stehende Wellen konnten durch Auskleiden der Innenseiten des Lautsprecher- raumes mit schalldruckdämmendem Material im Bereich höherer Frequenzen vermieden werden. Bei der Teletunken-Truhe „Bayreuth“ kommen zu den Tieftonsystemen vier Hochtonlautsprecher mit den Abmessungen 13×18 cm

hinzü, von denen zwei an der Vorderseite und je einer an den Seitenwänden angebracht sind. Diese Lautsprecher wurden nicht, wie bisher üblich, gegen die dicke Gehäusewand gesetzt, sondern in ein entsprechend größeres Loch der Holzwand so weit hineingeschoben, daß der Korbrand an die Außenseite der Truhentoberfläche anschließt. Durch den Fortfall eines Luftpolsters wird die Schalldruck-Frequenzkurve linearisiert. Ferner sind die Hochtonsysteme mit übergestülpten Kappen gegen den Tieftonlautsprecher akustisch abgeschirmt, so daß Intermodulation durch akustische Beeinflussung ausgeschlossen ist. Der Raum zwischen Korb und Kappe wurde zur Unterdrückung der Eigenresonanz der Hochtonlautsprecher mit Dämpfungsmittel ausgefüllt.

Außerdem hat man für die Hochtonsysteme sehr große Magnete verwendet, um hohen Wirkungsgrad zu erhalten. Der Kerndurchmesser ist 19 mm, während die Luftspaltinduktion 11 500 Gauß erreicht. Schließlich sind die Tieftonsysteme über einen Tiefpaß und die Hochtonlautsprecher über ein gemeinsames Hochpaßfilterglied angeschlossen. Auf diese Weise werden Intermodulationsverzerrungen in den Lautsprechern unterdrückt. Die Grenzfrequenz beider Filter liegt bei etwa 500 Hz. Die Truhe hat im übrigen eine hervorragende Rundcharakteristik für die Schallabstrahlung. Der Schalldruck rings um das Gehäuse schwankt nur um maximal ± 3 dB bis zu den höchsten Frequenzen.

Werner W. Diefenbach

Druckknopfbedienung für Musikmöbel

Bei größeren Musikmöbeln stellt der Käufer mit Recht besondere Ansprüche nicht nur an die technische Ausstattung, sondern vor allem auch an den Bedienungskomfort. Eine interessante und beim Publikum beliebte Einrichtung ist die von Kuba in den Spitzengeräten (z. B. „Lugano I“ und „Lugano II“) eingebaute Druckknopfbedienung zum automatischen Öffnen und Schließen des Plattenwechsellerraumes.

Beim Betätigen des Druckknopfes D (Abb. 2) erhält der Motor M Netzspannung. Über ein Schneckengetriebe wird der Kurbelarm K (Abb. 3) bewegt und steuert über die Zugstange Z und zwei Kugelgelenke Ku 1 und Ku 2 am Kurbelarm und an der Frontklappe oder ein dort fest montiertes Bauteil (z. B. Lautsprecher-Chassis) kraftschlüssig die Frontklappe V und damit den Wechslerboden B. Der Schalter S, der dem Druckknopf D parallel geschaltet ist, hat bei geschlossener Truhe über den Endanschlag L 1 den Motorstrom zunächst unterbrochen, schaltet aber nach kurzem Drücken von D und die dadurch einsetzende Bewegung des Wechslerbodens B den Motorstrom dauernd ein. Die Unterbrechung des Motorstromes ist so gewählt, daß eine Bewegung des Kurbelarmes K um 180° den Wechslerboden und die Frontklappe ganz ausfährt. Beim Erreichen dieser Stellung schaltet der zweite Endanschlag L 2 den Motor dann automatisch ab. Die Anordnung mit einer Drehung des Kurbelarmes um 180° hat den Vorteil, daß zum Einfahren des Wechs-



Abb. 1. Musiktruhe „Lugano II“ mit Druckknopfautomatik.

lers der Drehrichtung des Motors nicht umkehrbar zu sein braucht, weil erneutes Drücken von D den Motor wieder anlaufen läßt, und beim Erreichen des Endanschlags L 1 der Motorstromkreis wieder automatisch unterbrochen wird.

Bei einer Abwandlung dieses Prinzips (DBGM Nr. 1685 095) ist auch der Druckknopf noch entbehrlich. Es genügt hier vielmehr ein leichter Druck auf die Frontklappe, um den Schalter zu betätigen.

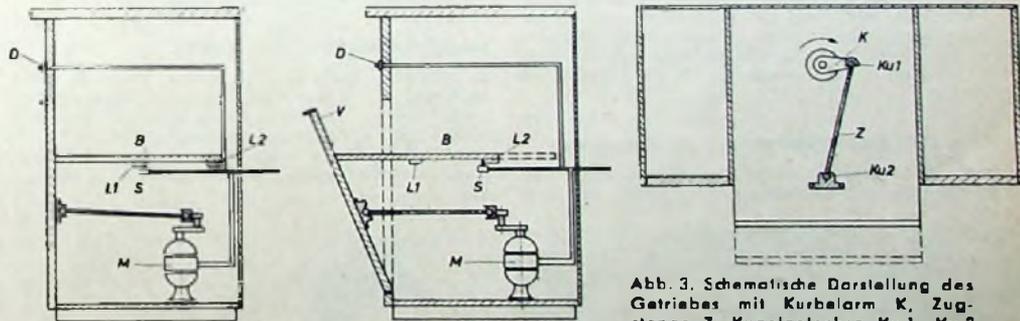
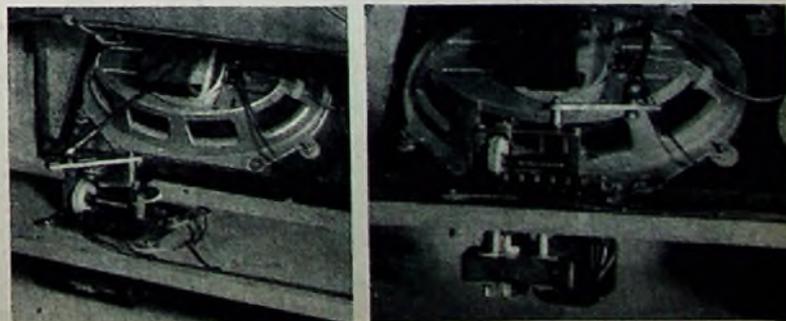


Abb. 3. Schematische Darstellung des Getriebes mit Kurbelarm K, Zugstange Z, Kugelgelenken Ku 1, Ku 2

Abb. 2 (oben). Schematische Darstellung der Druckknopfautomatik (links: Truhe geschlossen; rechts: Truhe mit Frontklappe geöffnet)

Abb. 4. Ansicht des Motors mit Getriebe, Kurbelarm, Zugstange und Kugelgelenken. Links Klappe geschlossen; rechts: geöffnet



900 000 QSL-Karten jährlich

Die von Heloz Pankow geleitete QSL-Karten-Vermittlungsstelle des DARC vermittelt jährlich rund 900 000 Karten. Diese hohe Zahl zeigt eindeutig, wie sehr der Amateur-Funkverkehr in den letzten Jahren in Deutschland angewachsen ist. Nicht erlaubt sind bei dieser Zahl jene QSL-Karten, die von den QSO-Partnern direkt versandt werden.

Grundsätzliche Bestimmungen im Seefunkdienst

Das Fernmeldetechnische Zentralamt Darmstadt hat ein kleines „Sammelheft für grundsätzliche Bestimmungen im Seefunkdienst (Stand vom 1. 7. 1956)“ herausgegeben. Dieses 32seitige Heft im DIN-A-5-Format enthält zusammengefaßt insbesondere die Bestimmungen, die aus inzwischen zurückgezogenen „Mitteilungen für Seefunkstellen“ weiterhin in Kraft bleiben.

Langspielplatten sind jetzt billiger

In letzter Zeit sind zum Teil bedeutende Preis-herabsetzungen bei Langspielplatten eingetreten. Abgesehen von Sonderaufnahmen, liegt das überwiegende, wertvolle Repertoire der 33er Langspielplatten im Preise zwischen 12 und 24 DM.

UKW-Stationen-Uhr

Von den rd. 160 UKW-Sendern in der Bundesrepublik arbeiten zum Teil bis zu sieben Sender (die räumlich so weit entfernt sind, daß sie sich gegenseitig nicht stören) auf einem Kanal. Um das Erkennen eines mit dem Rundfunkgerät empfangenen UKW-Senders zu erleichtern, hat Telefunken eine UKW-Stationenuhr in Form einer verstellbaren Pappschleife geschaffen. Auf dieser Uhr ist das Bundesgebiet einschließl. Berlin in elf Empfangsbezirke eingeteilt. Stellt man die auf der Skala des Rundfunkempfängers abgelesene Frequenz (oder Kanalzahl) auf der Uhr ein, dann kann in einem dem Empfangsbezirk zugeordneten Fenster der Name des Senders und der Sendegesellschaft abgelesen werden.

Neues Grundig-Werk

Die Betriebsgrundstücke und der größte Teil der Betriebsanrichtungen des ehemaligen Apparatwerkes Bayern (AWB) in Dachau wurden von Grundig erworben. Das neue Werk, das in Zukunft bis zu 1000 Betriebsangehörige beschäftigen soll, wird vor allem die Herstellung von Kleinsupern und Exportgeräten übernehmen. Die gesamte Fertigungsfläche der Grundig-Werke wurde durch diese Neuerwerbung um 10 1/2 auf 100 000 m² erhöht.

Die 100. Hafenfunkanlage in Hamburg

Die 100. Hafenfunkanlage konnte kürzlich von Telefunken und der Debeg in Hamburg auf dem

Tankboot „Hummel“ eingebaut werden. Im Monatsdurchschnitt werden z. Z. über das UKW-Hafenfunknetz etwa 10 000 Gespräche geführt.

Verkehrsregelung mit „Fernauge“

Anfang Juli wurde bei einer Großveranstaltung in Fürth das Grundig-„Fernauge“ für die Verkehrsüberwachung eingesetzt. Es beobachtete vom obersten Stock eines Hochhauses aus zwei Brücken, zwei Straßengabeln und eine Straßenbahnschleife. Mit Hilfe eines von der Bundespost erstellten 4-cm-Richtstrahlers konnte das aufgenommene Bild drahtlos zum 2 km entfernten Kommandostand der Polizei übertragen werden. Das Ergebnis der dadurch verbesserten Verkehrslenkung war ein glatt ablaufender Straßenverkehr ohne jeden Unfall.

Großlautsprecheranlage

Der Evangelische Kirchentag in Frankfurt am Main wurde am 12. August 1956 mit einer Großveranstaltung auf dem Rebstockgelände beendet, an der etwa 800 000 Menschen teilnahmen. Die Ansprachen übertrug man über eine Phillips-Lautsprecheranlage zentral von der Tribüne aus auf das 200 000 m² große Freigelände.

Fotovervielfacher

Den neuen Fotovervielfacher 50 AVP hat die Philips GmbH in ihr Lieferprogramm aufgenommen. In elf Vervielfacherstufen wird durch Sekundäremission bei einer Gesamtspannung von 1800 V eine Verstärkung des primären Photoelektronenstromes von mehr als 10⁶ erreicht.

Werkstatteinleitung für „KL 65“

Für das „Magnetophon KL 65“ gab Telefunken eine eindrucksvolle Werkstatteinleitung heraus (DIN A 4, 38 Seiten). An Hand von großen, übersichtlichen Bildern werden nicht nur der Aufbau und die Arbeitsweise des „KL 65“ beschrieben, sondern genaue Einstellanweisungen, Hinweise für Wartung, Fehleruche, Auswechseln von Bauteilen usw. dürfte noch mehr als das bringen, was der Instandsetzer von einer guten Werkstatteinleitung erwartet.

E 80 CC und E 80 F

Für die Herstellung der Verstärkerröhren E 80 CC und E 80 F aus der roten Reihe der Volvo-Pariserle hat die Volvo GmbH noch einen zweiten Fertigungsbetrieb eingesetzt, so daß diese viel verwendeten Röhren jetzt auch kurzfristig in größeren Stückzahlen geliefert werden können.

Stadtfunkdienst in München

In München wurde als der ersten Stadt im süddeutschen Raum ein Stadtfunkdienst eingerichtet. Damit können von Kraftfahrzeugen mit Sprechfunkanlagen aus Telefongespräche mit jedem Fernsprechteilnehmer im Bundesgebiet geführt werden. Ähnliche Stadtfunkdienste bestehen in Hamburg und Hannover.



Vor 20 Jahren. Die bevorstehende Olympiade in Melbourne ruft die Erinnerung an die Olympiade 1936 in Berlin wach. Dort zeigte bereits das deutsche Fernsehen, was es leisten konnte. Der Mann, der an der Kamera des ersten elektronischen Fernsehbildfängers der Welt stand und das Bild über den Fernsendsender Witzleben in mehr als zwei Dutzend Fernsehstuben von Berlin und Umgebung gab, war W. Bruch, Entwicklungsingenieur im Telefunken-Fernsehlabor, der auch heute noch dort an führender Stelle tätig ist. Auch die Lautsprecheranlage des Reichssportfeldes wurde von Telefunken erbaut und betreut.

UKW-Teil

Die Reihe der UKW-Teile von Nagaton ist durch die kommerzielle Ausführung „UK 126 42/56 Z-SdG.“ erweitert worden. Besondere Vorzüge sind 17 Kreise, zwei Zwischenfrequenzen (10,7 MHz, 6,08 MHz) und eine Empfindlichkeit von 0,5 µV (40 kHz Hub-Faktor 3). Die Oszillatorstrahlung wird durch zwei Vorstufen und Neutralisation unterdrückt. Der Frequenzbereich ist 85 ... 105 MHz.

Wechslerkoffer der Elac

Die Plattenspieler und -wechsler der Elac sind neuerdings auch als „Star“-Koffer in gefälligen zweifarbigem, grauroten Koffern lieferbar. „Star W 5“ enthält den „Miracord 5“ und ist gegenwärtig das kleinste Koffergerät mit dreitourigem Wechsler (4 Tasten, Filter-Schiebelaste, dreifache



„Elac-Star S 10“, ein neuer Plattenspielerkoffer

Verwendungsmöglichkeit als Wechsler, automatischer Spieler und Dauerspieler, Kristallsystem „KST 9“).

„Star W 6“ enthält den „Miracord 6“ mit zwei Drucktasten und Filterlaste.

„Star S 10“ ist mit dem einfachen Plattenspieler „Miraphon 10“ ausgerüstet.

„Star W 8 MT“ ist ein Koffer mit dem Wechsler „Miracord 8 MT“ (Vierpol-Spezialmotor, eingebauter Transistor-Verstärker, elektromagnetisches System „MST 2“).

„Star S 11 MT“ ist ebenfalls mit einem elektromagnetischen System versehen, hat jedoch einen Plattenspieler.



Auf der kürzlichen Tagung der Nobelpreisträger in Lindau wurden die Reden und Besprechungen der Teilnehmer mit einigen neuen AEG-Tonbandgeräten „Magnetophon KL 65“ aufgenommen. Das Foto zeigt Prof. Heisenberg, Göttingen (Mitte), und den Japaner Prof. Yukawa, Kyoto (rechts).

Eigenschaften von UKW-Abstimmereinheiten mit der ECC 85

Fast jeder moderne Rundfunkempfänger enthält in seinem UKW-Teil die Vor- und Mischstufe als Baustein in einem separaten Gehäuse. Zur Bestückung solcher Abstimmereinheiten wird bevorzugt die Doppeltriode ECC 85 benutzt, weil sie einen gedrängten Aufbau bei guten Verstärkungs- und Rauscheigenschaften zulässt. Solche Einheiten können dann für sich optimal ausgelegt werden und sind dadurch für nahezu alle vorkommenden Gerätetypen brauchbar. Es lohnt sich daher, bei der Auslegung der Schaltung sorgfältig alle Gesichtspunkte zu beachten, die zu einem optimalen Ergebnis führen. Einige Grundlagen und Hinweise für den Aufbau solcher Einheiten, die mit der ECC 85 bestückt sind, werden in der folgenden Beschreibung gegeben.

DK 621.396.621 029.6

1. Vorverstärkung

In den Abb. 1a, b und c sind die heute hauptsächlich angewendeten Vorstufen-Schaltungen etwas vereinfacht wiedergegeben. Abb. 1a zeigt die Gitterbasis-Schaltung (GB), bei der das Signal in die Katode eingespeist wird, Abb. 1b die sogenannte Zwischenbasis-Schaltung (ZB), die die Röhre sowohl über das Gitter als auch die Katode gesteuert wird, und Abb. 1c die Katodenbasis-Schaltung (KB). Bevor näher auf die Schaltungen eingegangen wird, soll die Frage des Rauschverhaltens er-

Die Berechnung der Rauschzahl aus dem Diodenstrom, den man mit einem Vielfachinstrument messen kann, erfolgt nach der Beziehung

$$F = \frac{2 e I_D \Delta I \cdot R_A}{4 k T_0 \Delta I} = 20 I_D R_A \quad (1)$$

($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Coul, Ladung des Elektrons; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Ws/Grad, Boltzmannsche Konstante; $T_0 = 293^\circ$ Kelvin, Zimmertemperatur; $R_A = 800$ Ohm, übertragener Antennenwiderstand)

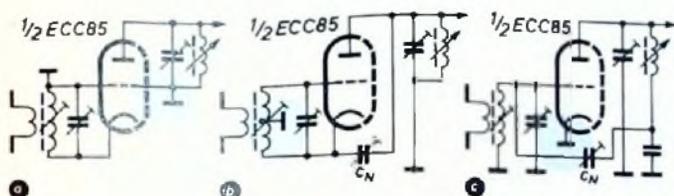


Abb. 1. Vereinfachtes Prinzipschaltbild einer Gitterbasis- (a), Zwischenbasis- (b) und Katodenbasis-Schaltung (c)

läutert werden. Bei normal ausgelegten Schaltungen ist das Rauschverhalten der Röhren unabhängig von der Schaltungsart und daher für alle drei angegebenen Schaltungen gültig. Im Gebiet der UKW-Frequenzen spielen die bei Langwellen stark hervortretenden atmosphärischen Störungen keine Rolle, auch nimmt das extraterrestrische Rauschen mit zunehmender Frequenz mehr und mehr ab, so daß schon im UKW-Bereich der Empfänger selbst als hauptsächliche Rauschquelle in Erscheinung tritt. Setzt man eine ausreichende Verstärkung in der ersten Röhre voraus, so bestimmt diese die Grenzempsindlichkeit und damit die Rauschzahl des Empfängers, also letztlich dann den Störabstand im Lautsprecher.

Optimale Grenzempsindlichkeit erreicht man durch Rauschanpassung. Alle für das Rauschen maßgeblichen Größen sind bei einem bestimmten Röhrentyp fest gegeben, so daß nur die Antennenanpassung als einzige durch Schaltungsmaßnahmen beliebig variable Größe übrigbleibt. Für jeden Röhrentyp gibt es einen optimalen, auf den Gitterkreis übertragenen Antennenwiderstand R'_A , bei dem die beste Grenzempsindlichkeit erreicht wird. Zur Bestimmung dieses Widerstandes bedient man sich am besten der experimentellen Methode, mit der man ihn in einer relativ einfachen Messung ermitteln kann. Gemäß Abb. 2 geht man dabei so vor, daß man eine Rauschdiode, z. B. Valvo K81A, an den Eingangskreis des Empfängers schaltet. Die Antennenspule wird entfernt oder bleibt offen. Der übertragene Antennenwiderstand R'_A ist durch einen ohmschen Widerstand nachgebildet, der induktionsarm sein muß. Durch Variation dieses Widerstandes bei gleichzeitiger Messung der Rauschzahl wird derjenige mit der niedrigsten Rauschzahl als optimaler Wert ermittelt. Für die Röhre ECC 85 wurde er auf diese Weise zu etwa 800 Ohm bestimmt. Dieser Wert gilt für eine normale Betriebseinstellung, wie sie in den Röhrendatenblättern angegeben wird. Der Antennenübertrager ist nun so einzustellen, daß der Strahlungswiderstand der jeweils verwendeten Antenne (60 oder 240 Ohm) in der obigen Größe als Kreisbelastung erscheint.

Die Ermittlung des Diodenstromes erfolgt, indem man zuerst am Ausgang des ZF-Teiles mit einem Thermokreuz oder einem Röhrenvoltmeter, das einen linearen Gleichrichter enthält, die Rauschspannung bei kalter Rauschdiode mißt und dann die Diode heizt, bis die Ausgangsspannung auf den $\sqrt{2}$ -fachen Wert angestiegen ist. Der bei diesem Wert der Ausgangsspannung gemessene Diodenstrom wird zur Berechnung von F in (1) eingesetzt. Man erhält mit der ECC 85 Grenzempsindlichkeiten von $2,5 \dots 3 kT_0$. Es ist erwähnenswert, daß in der Rauschzahl F das Rauschen des Generatorinnenwiderstandes mit dem Wert 1 enthalten ist. Das bedeutet, daß ein nicht rauschender Empfänger die Rauschzahl 1 erhält, vorausgesetzt, daß der Antennenersatzwiderstand (Innenwiderstand des Rauschgenerators) sich auf Zimmertemperatur befindet, was aber bei der Messung stets gegeben ist. Bei Anschluß einer Außenantenne ist letzteres nicht mehr der Fall, da die Rauschtemperatur des Strahlungswiderstandes der Antenne durch die Rauschtemperatur des Strahlungsfeldes bestimmt wird, in dem sich die Antenne befindet. Sie ist deshalb auch richtungsabhängig und im allgemeinen bei UKW-Frequenzen höher (bei 100 MHz z. B. gleich oder größer als die doppelte Zimmertemperatur). Hieraus läßt sich die Grenze für die noch sinnvolle Verkleinerung der Rauschzahl des Empfängers abschätzen. Eine Verkleinerung unter den von der Außenantenne schon gegebenen Wert würde wenig Nutzen bringen.

1.1 Gitterbasis-Schaltung

Die größte Bedeutung unter den Schaltungen nach Abb. 1 kommt der Gitterbasis-Schaltung zu (Abb. 1a). Sie hat den Vorteil geringer

Rückwirkung zwischen Eingangs- und Ausgangskreis. Eine Selbsterregung im Übertragungsbereich ist nicht zu befürchten. Infolge der starken Gegenkopplung ist der Eingangsleitwert sehr groß. Er ist, wenn man den Kreis- und den elektronischen Eingangsleitwert mit hinzurechnet,

$$G_{\text{Eing}} = G_{\text{Kr}} + G_{\text{el}} + \frac{S}{1 + G_i/G_A} \quad (2)$$

(G_A = effektiver Außenleitwert)

Mit Kreiswiderständen von 10 kOhm ist er bei der ECC 85 ungefähr 3,35 mS, das sind ≈ 300 Ohm. Mit einer Antenne von 240 Ohm wird die Aufschaukelung bei Leistungsanpassung 1,12fach (von Antennenklemmen bis Katode). Bei Rauschanpassung muß man den Fehlanpassungsfaktor c berücksichtigen.

$$c = \frac{2 \sqrt{G_{\text{Eing}} \cdot G'_A}}{G'_A + G_{\text{Eing}}} \quad (3)$$

Mit $G'_A = 1,25$ mS und $G_{\text{Eing}} = 3,35$ mS ist $c = 0,89$. Die Antennenanpassung wird damit ≈ 1 .

Die Verstärkung der Gitterbasis-Schaltung ist

$$V_{\text{GB}} = (\mu + 1) \frac{R_2}{R_i + R_A} \quad (4)$$

In R_A sind alle Zusatzdämpfungen enthalten. Neben der Belastung durch die Schaltung und Verdrahtung ist die Eingangsdämpfung der Mischstufe die wichtigste. Sie schwankt je nach Schaltung zwischen rund 2 und 6 kOhm und kann durch die Art der Zwischenschaltung zwischen Vor- und Mischstufe weitgehend variiert werden. Man erreicht ein Optimum der Verstärkung, wenn man die Mischstufe an den Kreiswiderstand durch Wahl einer geeigneten Anzapfung richtig anpaßt. Das Anzapfungsverhältnis wird

$$t = \sqrt{\frac{R_{0\text{EZ}}}{R_{20}}} \quad (5)$$

$R_{0\text{EZ}}$ ist dabei der Kreiswiderstand ohne Oszillatorbelastung. Das Anzapfungsverhältnis ist so zu verstehen, daß für $R_{0\text{EZ}} > R_{0\text{EZ}}$ die Mischstufe an einen Punkt zwischen Hochpunkt des Kreises und erdseitigem Ende angeschlossen wird. Ist z. B. $t = 0,7$, so ist der Anschluß bei 70% der Spulenwindungszahl vorzunehmen. $R_{0\text{EZ}}$ ist dabei $1/2 R_{00}$.

Neben dem ohmschen Anteil ist auch noch eine kapazitive Komponente vorhanden, die in ihren Auswirkungen auf den HF-Vorkreis ebenfalls störend ist, da sie die Kreiskapazität unnötig vergrößert. Auch dieser Einfluß wird durch eine Kreisanzapfung vermindert. Es ist sogar häufig so, daß die kapazitive Belastung mehr stört als die ohmsche, so daß die Anzapfung ausschließlich durch die erwünschte Verminderung der kapazitiven Mischstufenbelastung bestimmt wird. Ist $R_{0\text{EZ}} > R_{00}$, so schließt man die Mischstufe direkt an den Hochpunkt des Kreises an. Der zahlenmäßige Wert der Verstärkung wird nach (4) zwischen Katode und Anode mit $R_i = 9,7$ kOhm, $\mu = 57$ und $R_A = 10$ kOhm gleich 29,4; bis zum Gitter der Mischröhre ist sie etwa $13^{1/2}$. Der Wert von R_A gilt für eine Schaltung mit induktiver Abstimmung, die

1) $t_1 = 0,445$; Berechnung folgt im 2. Teil

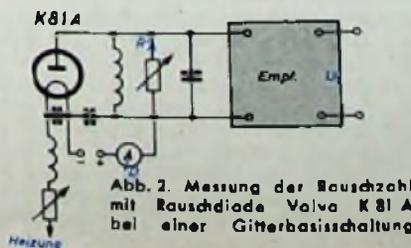


Abb. 2. Messung der Rauschzahl mit Rauschdiode Valvo K81A bei einer Gitterbasis-Schaltung

verhältnismäßig kapazitätsarm ausgeführt werden kann. Es wird in dem vorliegenden Beispiel mit einer Kreisgüte von 110 und einer Kreiskapazität von 18,6 pF der Resonanzwiderstand bei 94 MHz gerade 10 kOhm. Dieser Wert ist ein Betriebswert und schließt die Mischstufenbelastung mit ein. (Aus Gründen der Vereinfachung und der besseren Vergleichsmöglichkeit soll der gleiche Außenwiderstand von 10 kOhm auch für die beiden folgenden Schaltungen gelten.)

Bei kapazitiver Abstimmung werden wegen des andersartigen Aufbaues die Kreiskapazitäten größer und somit die Impedanzen niedriger, wenn man gleiche Kreisgüten voraussetzt. Daher wird die Verstärkung in der Praxis bei kapazitiver Abstimmung etwas niedriger als bei induktiver

1.2 Zwischenbasisschaltung

Die Zwischenbasisschaltung (Abb. 1b) bietet die Möglichkeit, durch geeignete Wahl des Anzapfungsverhältnisses x am Eingangskreis, den Eingangswiderstand des Empfängers so einzustellen, daß er gleich dem für niedrigstes Rauschen erforderlichen übertragenen Antennenwiderstand (R'_A) wird. Rausch- und Leistungsanpassung fallen damit zusammen. Das Anzapfungsverhältnis x ist als das Verhältnis der Spannungen zwischen Katode und Erde und Gitter und Katode definiert: $x = U_{KE}/U_{KC}$. Es wird gleich 1 bei der Gitterbasisschaltung und nahezu 0 bei der Katodenbasisschaltung. (Eine Restinduktivität zwischen Katode und Erde ist wegen der Fassungsfeder und der Zuleitung innerhalb der Röhre stets vorhanden, so daß x nicht ganz 0 wird. Bei der Katodenbasisschaltung vergrößert die Restinduktivität die Eingangsdämpfung der Röhre.)

Der Eingangswert wird

$$G_{\text{Eing}} = G_{Kr} + G_{el} + \frac{x(\mu + x)}{\frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_a}} \quad (6)$$

Mit $x = 0,34$ und den übrigen Werten wie in (2) ergibt sich ein Wert von 800 Ohm. Wenn man wieder eine Antenne von 240 Ohm zugrunde legt, wird die Antennenaufschaukelung $\bar{u}_A = 1,83$.

Die Verstärkung wird

$$V_{2B} = (\mu + x) \frac{R_a}{R_1 + R_a} \quad (7)$$

Sie unterscheidet sich kaum von (4). Rechnet man von den Antennenklemmen aus, so kommt ein Gewinn von 1,83 hinzu. In der Praxis wird dieser Gewinn aber nicht voll ausgenutzt werden können, da wegen der notwendigen Neutralisation der Anodenkreis nicht so kapazitätsarm aufgebaut werden kann, wie es zur Erreichung einer Impedanz von 10 kOhm erforderlich wäre. Außerdem wird die Schaltung meistens so ausgelegt, daß

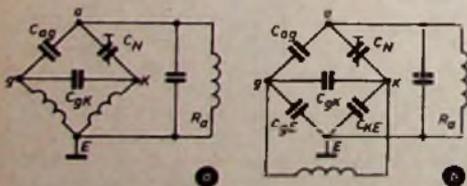


Abb. 3. Neutralisationsbrücke bei der Zwischenbasisschaltung mit induktiver Kreisanzapfung (a) und mit rein kapazitiver Kreisanzapfung (b)

auch mit kleinen Neutralisationsfehlern noch kein Schwingen auftritt. Die Neutralisationsbrücke ist in Abb. 3a wiedergegeben. Sie besteht aus zwei kapazitiven und zwei induktiven Zweigen. Die Neutralisationskapazität C_N wird $C_N = C_{ag} \cdot \frac{1-x}{x}$. Abb. 3b enthält zum Vergleich eine rein kapazitive Brücke

Der Hauptvorteil der Schaltung liegt darin, daß man Rausch- und Leistungsanpassung zusammenlegen kann. Die Bandbreite des Eingangskreises ist noch so groß, daß man mit einem fest eingestellten Kreis arbeiten kann.

1.3 Katodenbasisschaltung

Die Katodenbasisschaltung (Abb. 1c) erfordert zum richtigen Arbeiten eine Neutralisation. Da die Gefahr der Selbsterregung besonders groß ist, darf der Anodenschwingkreiswiderstand R_a nicht zu groß sein, wenn man eine gewisse Sicherheit gegen Schwingen auch bei Neutralisationsfehlern haben will. Die in Abb. 1c angewendete Neutralisationsschaltung ist in Abb. 4 noch einmal dargestellt. Es wird hier die Anodenneutralisation angewendet, bei der aus dem Anodenkreis eine gegenphasige Spannung auf das Gitter geführt wird.

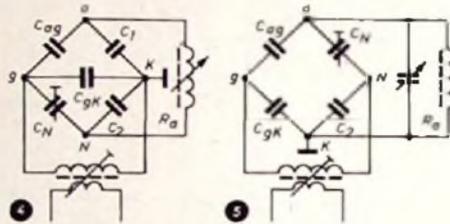


Abb. 4. Anoden-Neutralisationsbrücke bei der Katodenbasisschaltung. Abb. 5. Gitter-Neutralisationsbrücke bei der Katodenbasisschaltung

Wie aus dem Brückenschaltbild ersichtlich, ist diese Art nur für Schaltungen mit induktiver Abstimmung möglich, weil bei kapazitiver Abstimmung die Brücke fortlaufend durch den Abstimmvorgang verstimmt werden würde. Die in Abb. 5 gezeigte Gitterneutralisation ist auch für kapazitiv abgestimmten Anodenkreis anwendbar. Sie hat jedoch den Nachteil einer Gegenkopplung auf das Gitter, die den Innenwiderstand erniedrigt, so daß die Verstärkung entsprechend vermindert wird. Der Eingangswert wird

$$G_{\text{Eing}} = G_{Kr} + G_{R0} \quad (8)$$

Unter G_{R0} sind der elektronische, durch Laufzeiteinflüsse entstehende Leitwert und der durch die Katodeninduktivität verursachte Gegenkopplungsleitwert zu verstehen. Er ist bei der ECC 85 bei 100 MHz unter Berücksichtigung der Katodeninduktivität und der Fassungsfeder etwa 0,2 mS groß. Der Eingangswert wird mit $G_{Kr} = 0,1$ mS dann 0,3 mS. Nimmt man auch hier Rauschanpassung an, so wird die Antennenaufschaukelung \bar{u}_A von einer 240-Ohm-Antenne mit $c = 0,79$ (3) gleich 2,95. Die Antenne muß also im Fall der Rauschanpassung verhältnismäßig fest an den Eingang angekoppelt werden.

Die Verstärkung wird

$$V_{KB} = S \cdot \frac{R_1 \cdot R_a}{R_1 + R_a} \quad (9)$$

Zur zahlenmäßigen Errechnung kann man nicht den vergleichsweise erforderlichen Widerstand von $R_a = 10$ kOhm einsetzen. Durch die Neutralisationsbrücke der Abb. 4 wird R_a gemäß dem Verhältnis $\frac{C_1^2}{(C_1 + C_2)^2}$ aufgeteilt.

Wählt man $C_1 = 1/2 C_2$, was einem praktischen Fall entsprechen würde, so bekäme man eine Verstärkung von den Antennenklemmen bis Anode von $V_{KB} \approx 53$. In Wirklichkeit ist jedoch für eine ausreichende Sicherheit gegen Schwingen ein noch kleinerer Außenwiderstand R_a erforderlich, so daß die Anode in der Praxis meistens zusätzlich an eine Anzapfung der Kreisgitter angeschlossen wird.

Wendet man eine Neutralisation nach Abb. 5 an, so wird infolge der Gegenkopplung über C_{ag} der Innenwiderstand der Röhre so niedrig, daß durch die Bedämpfung des Anoden-

kreises die Verstärkung einschließlich der Antennenaufschaukelung nicht wesentlich größer wird als die der GB-Schaltung. Eine Verbesserung läßt sich erreichen, wenn man die Röhrenanode an eine Kreisanzapfung anschließt. Die optimale Anzapfung kann durch sinngemäße Anwendung von (5) gefunden werden.

1.4 Vergleich der Eingangsschaltungen

Vergleicht man die drei beschriebenen Schaltungen, so ist die GB-Schaltung wegen ihrer Einfachheit und Sicherheit gegen Schwingen am vorteilhaftesten. Der Aufbau der beiden anderen Schaltungen erfordert mehr Sorgfalt und eine zusätzliche Einstellung der Neutralisation. Die KB-Schaltung ermöglicht die Erreichung höherer Verstärkungswerte, die aber bei Röhrenwechsel mit größer werdender Verstärkung auch größere Schwankungen zeigen (C_{ag} -Streuungen). Zur Unterdrückung von Dezi-Schwingungen schaltet man in die Anodenleitung unmittelbar an der Lötfläche einen Dämpfungswiderstand von 5...10 Ohm. Da die Ausgangskapazität der Röhre mit in die Abstimmung des Anodenkreises eingeht, wird dieser Widerstand in den Kreis hineintransformiert und erscheint dort als zusätzliche Dämpfung. Ist R der Widerstand, C_a die Röhrenkapazität, so erscheint R mit der Größe R_D auf dem Kreis nach der Formel

$$R_D = R + \frac{1}{R\omega^2 C_a^2} \quad (10)$$

1.5 Resonanzwiderstände

In den bisher benutzten Formeln kamen neben den Röhrendaten noch die Resonanzwiderstände von Abstimmkreisen vor. Diese müssen durch Messung ermittelt werden. Man benötigt dazu die Dämpfung oder den Reziprokwert, die Güte, und die Kreiskapazität. Die Güte erhält man unmittelbar aus einer Bandbreitenmessung. Bei der Messung muß man darauf achten, daß die Meßinstrumente ausreichend lose angekoppelt werden, damit der Meßwert nicht durch die Meßgeräte verfälscht wird. Der Meßender-Innenwiderstand ist meistens 60 Ohm rein ohmsch. Mit einem kleinen Kondensator C_K wird er an den Kreis gekoppelt. Wenn R_D der auf den Kreis transformierte Widerstand R_i des Meßendes ist, so läßt sich C_K bei der Frequenz ω nach

$$C_K = \frac{1}{\omega \cdot \sqrt{R_i \cdot R_D}} \quad (11)$$

berechnen. Hierbei gilt $R_i < 0,1 X_{CK}$. C_K soll so groß sein, daß die Verstimmlung größer als die Bandbreite (3 dB Abfall) des Kreises ist. Mit $C_K = 0,4$ pF z. B. wird R_D bei 100 MHz gleich 266 kOhm. Dieser Widerstand belastet den HF-Kreis. Aus dem gemessenen resultierenden Widerstand läßt sich der Kreiswiderstand, da R_D bekannt ist, berechnen. Das gleiche gilt für die Belastung durch das Röhrenvoltmeter. Bei bekannter Eingangskapazität und bekanntem Eingangswiderstand läßt sich jedoch durch Vorschalten einer Serienkapazität der Eingangswiderstand entsprechend dem Kapazitätsverhältnis so weit vergrößern, daß die Belastung kleiner als 1% wird und nicht mehr berücksichtigt zu werden braucht.

Die Kreiskapazität wird mit einer kleinen Zusatzkapazität aus der Verstimmlung ermittelt

$$C_0 = \Delta C \cdot \frac{1}{\frac{f_0^2}{f_1^2} - 1} \quad (12)$$

(ΔC = Zusatzkapazität, f_0 = Resonanzfrequenz ohne ΔC , f_1 = Resonanzfrequenz mit ΔC). Sind C_0 und Q bekannt, so wird R_0 nach der Formel $R_0 = \frac{Q}{\omega C_0}$ berechnet. (Wird fortgesetzt)

Mittelwellen-Navigationsfunkfeuer

DK 621.396.969.181.33

2. Die Bordanlage (Radiokompaß)

2.1 Grundsätzliche Wirkungsweise

Der Radiokompaß ist eine Peileinrichtung, deren Drehrahmen automatisch in das Peilminimum gedreht wird. Eine ungerichtet empfangende Zusatzantenne ist so in die Schaltung eingefügt, daß die normal vorhandene Doppeldeutigkeit der Rahmenpeilung eindeutig

llig wird und das Anzeigeinstrument die Richtung zur Bodenstation an der über eine 360°-Skala laufenden Stellung eines Zeigers anzeigt.

Abb. 5 zeigt die vereinfachte Schaltung der Einrichtung, während Abb. 6 die Verarbeitung der Empfangsenergie in den einzelnen Stufen für nach links bzw. rechts aus der Nulllage gedrehten Rahmen erläutert. Die im Peilrah-

men der Drehrahmen in der Nullstellung, dann ist mangels hochfrequenter Empfangsenergie auch die ausgesiebte Niederfrequenz am Verstärkerausgang gleich Null.

Das Auftreten einer niederfrequenten Verstärkerausgangsspannung wird nun zur Steuerung eines motorischen Antriebes des Drehrahmens herangezogen, wobei durch die unterschiedliche Phasenlage die Drehrichtung bestimmt

Abb. 5. Die Schaltung des Radiokompasses. Das Blockschema des Radiokompasses „SCR 269“ zeigt Abb. 7 auf S. 468. Die Empfindlichkeit soll besser als 40 $\mu\text{V/m}$ und der Richtungsfehler $< \pm 0,5^\circ$ bei einer Feldstärke von 100 $\mu\text{V/m}$ sein. Das Gesamtgewicht der Anlage ist etwa 33 kg

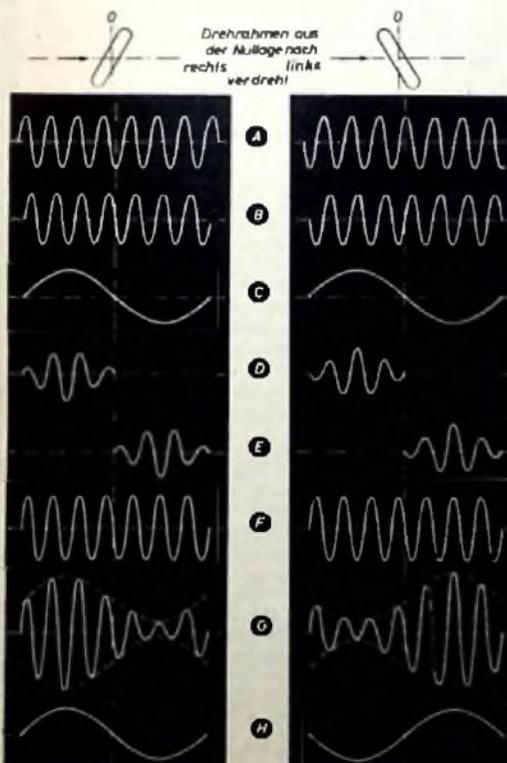
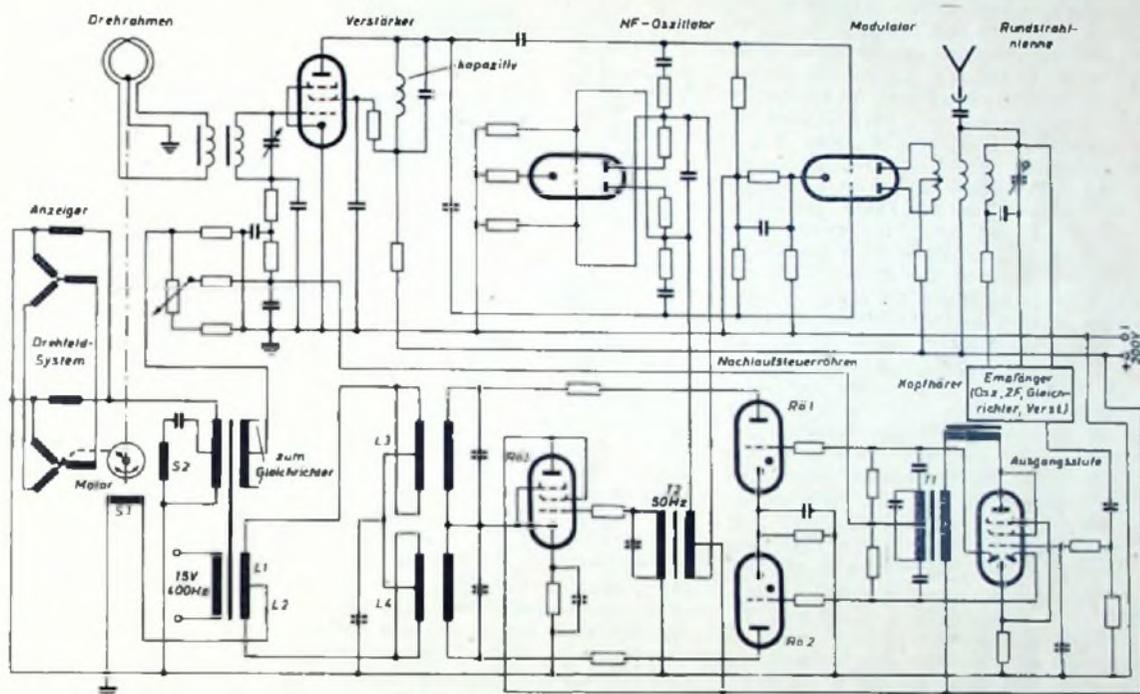


Abb. 6. Entstehung der phasenabhängigen NF-Spannung bei Rahmendre- hung

men induzierte Empfangsspannung, deren Phasenlage sich bei einer Veränderung der Lage des Drehrahmens aus der Nullstellung heraus um 180° ändert (Abb. 6 (A), links und rechts) und um $\pm 90^\circ$ gegen die in einer offenen Empfangsantenne induzierte Spannung verschoben ist (F), wird zunächst einer Verstärkerstufe zugeführt. Infolge des kapazitiven Widerstandes einer im Anodenkreis liegenden Parallelschaltung einer Induktivität und Kapazität wird eine Phasenverschiebung von 90° erreicht (B). Diese Spannung liegt an den Gittern einer Doppeltriode (Modulator), die zugleich durch einen NF-Oszillator (50 Hz) gegenphasig beaufschlagt werden (C), wodurch wechselweise das eine System geöffnet und das andere gesperrt ist. Da auch die Anoden im Gegentakt geschaltet sind, haben die in den Anodenspulen fließenden Ströme die in Abb. 6 (D und E) dargestellte Form und Phase. Entsprechende Spannungen werden in der Eingangsspule des Empfängers induziert, zu denen die von der ungerichteten Empfangsantenne herrührende (F) hinzutritt. Da die beiden Spannungskomponenten D, E und F gleich- bzw. gegenphasig sind, hat die am Empfängereingang liegende Spannung die in Abb. 6 (G) dargestellte Form einer mit der Modulationsfrequenz von 50 Hz amplitudenmodulierten Hochfrequenzschwingung. Die nach entsprechender Verstärkung, Demodulation und Siebung vorhandene Niederfrequenz (H) ist je nach der Rahmendre- hung in Phase (Abb. 6, links) oder um 180° phasenverschoben (Abb. 6, rechts). Befindet sich dagegen

wird und der Rahmen in die Nullstellung gedreht wird. Zu diesem Zweck liegt die Verstärkerausgangsspannung über einen Über- tragener T 1 an den Gittern zweier im Gegen- takt geschalteter Thyratrons RÖ 1 und RÖ 2, den Nachlauföhren, deren Anoden mit der Katode einer Folgeröhre RÖ 3 verbunden sind. Da RÖ 3 ihrerseits vom NF-Oszillator gesteuert wird, kann nur dann in den Nachlauföhren RÖ 1 und RÖ 2 Anodenstrom fließen, wenn die positive Halbwelle der Niederfrequenz die Folgeröhre öffnet. Es wird jedoch nur jene Nachlauföhre zünden und Anodenstrom füh- ren, an deren Gitter im selben Zeitraum eine positive Gitterspannung anliegt. Ist dies z. B. bei RÖ 1 der Fall, dann bleibt RÖ 2 wegen der negativen Gitterspannung gesperrt. Sie kann auch in der nächsten Halperiode, wenn hier die Gitterspannung positiv wird, nicht zünden, da in dieser Halperiode die Folgeröhre infolge negativer Anodenspannung stromlos wird und beide Nachlauföhren gesperrt sind. Die Gittervorspannung an den Nachlauföhren RÖ 1 und RÖ 2 ist so be- messen, daß bei fehlender NF-Ausgangsspan- nung am Verstärker keine Zündung eintritt, wenn die Anoden positiv werden. In den Anodenkreisen der Nachlauföhren liegen die Sekundärspulen zweier Übertrager, deren Pri- märspulen L 3 und L 4 mit zwei Wicklungen L 1 und L 2 des Transformators für die Strom- versorgung (Umformer 115 V, 400 Hz) zu einer Brückenschaltung zusammengefaßt sind. Hier- bei sind die beiden Teilwicklungen der Spulen L 3 bzw. L 4 so geschaltet, daß sekundärseitig, also in den Anodenkreisen der Nachlauföh-

ren, keine Spannung der Frequenz 400 Hz induziert wird. Im Mittelzweig der Brücke liegt eine hochohmige Windung S 1 des Antriebsmotors des Drehrahmens, während seine zweite, niederohmige Windung S 2 direkt an den Transformator angeschlossen und damit dauernd stromdurchflossen ist. Da die Brücke abgeglichen ist, fließt im Mittelzweig kein Strom, und der Motor dreht sich nicht. Das Brückengleichgewicht wird jedoch dann gestört, wenn in einem der Anodenkreise der Nachlaufrohren (z. B. R6 1) Strom fließt, der über die zugeordnete Sekundärwindung den Eisenkern der Spule L 3 sättigt. Hierdurch verringert sich die Impedanz der Spule L 3, und der im Mittelzweig der Brücke fließende Strom führt eine Drehung des Motors herbei, und zwar so lange, bis der Drehrahmen in die Nullstellung gelangt. Voraussetzung für eine Drehung ist hierbei noch eine Phasenverschiebung von 90° zwischen den Strömen in den Windungen S 1 und S 2, die mit Hilfe von in die Stromzweige eingefügten Kondensatoren auf diesen Wert gebracht wird. Ändert sich die Stromrichtung in der Windung S 1, so läuft der Motor in anderer Drehrichtung um. Dies ist der Fall, wenn die NF am Verstärker ausgang um 180° in der Phase gedreht ist (Abb. 6, rechts und links), die zweite Nachlaufrohre R6 2 Anodenstrom führt und die Impedanz der anderen Brückenhälfte (L 4) verringert wird. Der Motor läuft somit jeweils auf dem kürzesten Weg in die Nullstellung des Drehrahmens und bleibt dort stehen, da dann weder HF-Rahmenenergie noch NF-Ausgangsenergie vorhanden ist und keine der Nachlaufrohren Anodenstrom führt. Demzufolge ist auch die Motorbrücke im Gleichgewicht und die Windung S 1 stromlos. Um Pendelungen des Motors um die Nulllage zu vermeiden, muß der Motorstrom bzw. der Anodenstrom der Nachlaufrohren rechtzeitig zu Null werden. Das kann durch Bemessung der Katoden-RC-Kombination der Nachlaufrohren erfolgen. Die Nullstellung des Drehrahmens wird jetzt mittels einer Drehfeldübertragung auf das Anzeigegerät gegeben, dessen Zeiger die Rahmenstellung und damit die Richtung zur Bodenstation über einer 360°-Skala anzeigt.

Es muß noch sichergestellt werden, daß die Rahmenenergie stets kleiner bleibt als die Energie der offenen Antenne (bezogen auf den Verstärkereingang), da bei größerer Rahmenenergie die doppelte Modulationsfrequenz zusätzlich auftritt. Das Vorhandensein einer doppelten Niederfrequenz an den Gittern der Nachlaufrohren hätte zur Folge, daß beide Röhren während der gleichen Halbwelle positiver Anodenspannung zünden, da im gleichen Zeitraum die Gitter beider Röhren nacheinander ebenfalls positiv werden. Der Motor wird sich alsdann nicht mehr oder nur mehr unbedeutend drehen. Um dies zu verhindern, ist die an den Gittern der Nachlaufrohren liegende Sekundärwindung des Ausgangstransformators zusätzlich an zwei Diodenstrecken der Ausgangsröhre gelegt, wodurch eine negative Spannung geliefert wird, die über die Mittelanzapfung und geeignet bemessene Filtereinrichtungen an den Gitterkreis der Rahmeneingangsröhre geführt ist. Hierdurch wird deren Verstärkung geregelt, so daß jederzeit ein geeignetes Verhältnis zwischen Rahmen- und Antennenenergie vorhanden ist.

2.2 Die technische Ausführung

Eine der üblichen technischen Ausführungen („SCR 269“, USA) ist in Abb. 7 skizziert. Die Anlage umfaßt das aus Empfänger, Rahmenversatz und Nachlaufsteuerung bestehende Hauptgerät, an das die offene Empfangsantenne sowie der stromlinienförmig verkleidete Empfangsrahmen (8 Windungen, Durchmesser 20 cm) angeschlossen sind. Der Frequenzbereich des Empfängers umfaßt 200 ... 1750 kHz, eingeteilt in drei Stufen. Er

ist zum Hör- und Richtungsempfang für modulierte und unmodulierte Sender geeignet. Im Fuß der Rahmenverkleidung befinden sich der Antriebsmotor sowie der Drehfeldgeber zur Übertragung der Rahmenstellung. Vom Verteiler, der auch die zur Durchführung der verschiedenen Umschaltungen erforderlichen Relais enthält, zweigen die Kabel zu der aus Bordbatterie und 400-Hz-Generator bestehenden Stromversorgung sowie die zu den Bediengeräten und Anzeigegeräten führenden Leitungen ab. In Abb. 7 ist eine Doppel-

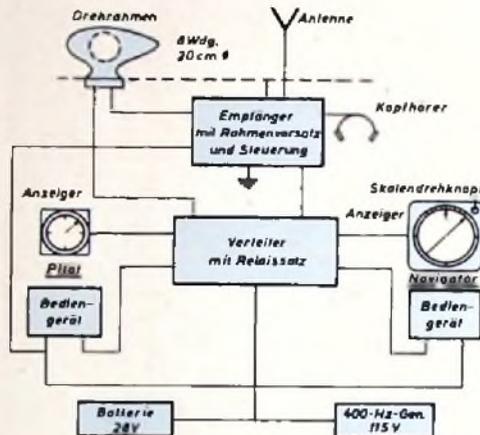


Abb. 7. Blockschema des Radiokompasses

anzeige mit je einem Instrument für den Flugzeugführer und den Navigator skizziert. Demgemäß sind auch zwei Bediengeräte vorhanden, an denen die für die Frequenzwahl und die Abstimmung erforderlichen Schalter und Anzeigen vorhanden sind. Die Anlage kann jedoch auch mit nur einer Anzeige betrieben werden. Das einfache Anzeigegerät hat eine Teilung von 5° zu 5°, das größere Instrument eine solche von 1° zu 1°. Die 360°-Skala dieses Instrumentes kann von Hand verdreht werden. Eine zusätzliche Marke gibt die Lage der Flugzeuglängsachse an.

Die durch Unsymmetrien im Gerät oder durch Einflüsse des Flugzeuges entstehenden Peilfehler werden durch Eichung ermittelt und in Tabellenform zur Korrektur der abgelesenen

Richtungswerte verwendet. Es kann jedoch auch der im Fuß des Rahmengeräuses befindliche Kompensator auf die jeweilige Fehlerkurve eingestellt werden, wodurch die Rahmenstellung direkt um den jeweiligen Richtungsfehler korrigiert wird und die wahre Peilrichtung zur Anzeige kommt.

2.3 Bedienung der Anlage

Der Flugzeugführer schaltet das Gerät an und stellt die Betriebsfrequenz der gewünschten Bodenstation ein, deren Morseerkennung er abhören kann. Der Drehrahmen dreht sich ins Empfangsminimum, und der Instrumentenzeiger gibt die Richtung zur Bodenstation in bezug auf die Flugzeuglängsachse an (Null oder Marke). Wird die verstellbare 360°-Skala nach den Angaben eines Magnetkompasses auf den Kurs des Flugzeuges eingestellt (Marke), dann gibt der Zeiger auch die Richtung der Bodenstation in bezug auf die mißweisende Nordrichtung auf der Skala an. Beim Zielflug steht der Zeiger auf der Marke der Flugzeuglängsachse und läßt Abweichungen vom Zielkurs direkt in Grad erkennen.

Üblich ist auch die Verwendung zweier getrennter Anlagen zum Anflug auf den Flughafen. Hierbei wird das eine Gerät auf die Frequenz des Anflugfunkfeuers, das zweite auf die Frequenz des Platzfunkfeuers eingestellt. Als Anzeigegerät wird dann ein Instrument mit Doppelzeiger benutzt, dessen einer Zeiger vom ersten Radiokompaß gesteuert wird, während der zweite Zeiger dem zweiten Gerät zugeordnet ist. Beim Anflug stehen zunächst beide Zeiger auf der Flugzeugmarke. Wird das Anflugfunkfeuer überflogen, so dreht sich der zugehörige Zeiger um 180°, der Sender liegt hinter dem Flugzeug. Auf der Strecke zwischen Platz- und Anflugfunkfeuer bilden somit beide Zeiger eine gerade Linie über die Skala hinweg. Nach Überfliegen auch des Platzfunkfeuers dreht auch der zweite Zeiger um 180°, und beide Zeiger liegen wieder übereinander, jedoch um 180° gegen die alte Lage verdreht (beide Sender rückwärts). Aus der Lage und dem Verhalten der Zeiger kann somit stets darauf geschlossen werden, wo sich das Flugzeug in bezug auf den Hafen befindet, so daß der Radiokompaß nicht nur als Strecken-Navigationsgerät, sondern auch für den Endanflug eines Hafens brauchbar ist.

Störungsfreier Fernsehempfang

In Ergänzung zu einer kürzlich von der Deutschen Bundespost herausgegebenen Notiz über Störungen des Fernsehempfangs geben die Deutsche Rundfunk- und Fernsehindustrie, der Rundfunk-Großhandel und der Rundfunk-Einzelhandel in Übereinstimmung mit dem Rundfunkmechanikerhandwerk folgende Stellungnahme bekannt:

„Um einen möglichst ungestörten Empfang der Ton- und Fernseh-Rundfunksendungen zu gewährleisten, ist die Deutsche Bundespost berechtigt, an störenden Geräten die Beseitigung der Störungen zu verlangen.“

Der Fernsehempfang kann durch UKW-Ton-Rundfunkempfänger, die keine entsprechende Störbegrenzung haben, gestört werden. In diesen Fällen besteht die Deutsche Bundespost auf Begrenzung dieser Störungen. Wird diesem Verlangen nicht gefolgt, dann kann sie dem Besitzer des störenden Gerätes die Genehmigung zum Betrieb entziehen, also das Gerät stilllegen.

Nach dem zweiten Weltkrieg ging man daran, Ordnung in den Wellenplan der Rundfunkanstalten der verschiedenen Staaten zu bringen. Auf der Kopenhagener Konferenz im Jahre 1948 wurden Deutschland nur sehr wenige und auch an anderen Orten Europas benutzte Wellen des mittleren Bereichs belassen. Das hatte zur Folge, daß ein ungestörter Rundfunkempfang in Deutschland nicht mehr gewährleistet war. Als außerordentlich wirksames Mittel, einen ungestörten Empfang wiederherzustellen, erwies sich das Rundfunknetz mit ultrakurzen Wellen. Die Einführung der UKW-Empfänger machte die verschiedensten Stadien

der technischen Entwicklung durch, um schließlich ab etwa 1951/52 zu einer gewissen Reife zu gelangen. Die nach dem damaligen Stand der Technik gebauten UKW-Empfänger können die benachbarten Fernsehempfänger (der Probebetrieb begann im Jahre 1951) empfindlich stören.

Die fortschreitende Entwicklung der UKW-Empfänger machte es möglich, diese Störstrahlung zu begrenzen und damit Störungen des Fernsehempfangs zu beschränken.

Die Deutsche Bundespost, die Rundfunk- und Fernseh-Industrie, der Rundfunk-Großhandel und der Rundfunk-Einzelhandel in Übereinstimmung mit dem Rundfunkmechanikerhandwerk haben darüber beraten, wie bei dem Anwachsen der Fernsehsehnerzahl einer Zunahme von Störungsfällen wirksam begegnet werden kann.

Die Industrie hat Unterlagen ausgearbeitet, nach denen störende UKW-Empfänger in ihrer Störstrahlung begrenzt werden können. Sollte die Deutsche Bundespost durch ihren Funkstörungen-Meßdienst feststellen, daß ein UKW-Gerät stört, dann wendet sich der Besitzer des Gerätes zweckmäßig an seinen Fachhändler, der in der Lage ist, nach den Unterlagen der Industrie gegen verhältnismäßig geringe Kosten die Störstrahlung zu begrenzen. In vielen Fällen lohnt sich diese Aufwendung schon deshalb, weil gleichzeitig eine Verbesserung des UKW-Empfangs erreicht wird. Bei Neuanschaffungen empfiehlt es sich, UKW-Geräte zu erwerben, bei denen die Störstrahlungsbegrenzung zugesichert wird.“

Trigger-Zusatzgerät für Oszillografen

DK 621 373.444.1:621.317.755

Das Fernsehen, die Entwicklung und Herstellung von elektronischen Zählgeräten, die Radartechnik u. a. m. erfordern Oszillografen, die eine genaue Betrachtung von Impulsen gestatten. Oftmals ist hierbei die Dauer eines Impulses sehr kurz gegenüber der Periodendauer. Wenn man das Zeitablenkgerät des Oszillografen in üblicher Weise mit der Impulsfrequenz synchronisiert, so ist von der Impulsform selbst kaum etwas zu erkennen; der Impuls erscheint nur als schmaler Strich auf der Braunschne Röhre, während der größere Teil des Leuchtschirmes ungenutzt bleibt. Wird die Ablenkfrequenz jedoch auf einen so großen Wert eingestellt, daß die Hinlaufzeit in der Größenordnung der Impulsdauer liegt, so ist eine Synchronisation unmöglich, und man erhält kein stehendes Bild. Von den zahlreichen Verfahren zur „Dehnung“ der Zeitachse auf der Oszillografenröhre soll hier das Prinzip der getriggerten Auslösung der Zeitablenkung beschrieben werden. Viele neuere Oszillografen sind bereits mit Ablenkgeräten bestückt, die eine Triggerung ermöglichen. Mit der im folgenden beschriebenen einfachen Zusatzschaltung lassen sich jedoch auch ältere Oszillografen, die mit einem sogenannten Drei-Pentoden-Kippgerät ausgerüstet sind, für Impulsuntersuchungen geeignet machen.

Abb. 1 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Meßspannung, Ablenkspannung und Schirmbild des Oszillografen bei getriggertem Betrieb, wenn periodische Vorgänge, die kurz gegenüber der Periodendauer sind, beobachtet

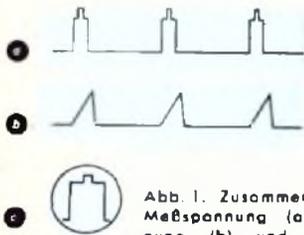


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Meßspannung (a), Ablenkspannung (b) und Schirmbild (c) bei dem getriggerten Betrieb

werden. Wie man sieht, hängt die Auflösung nicht von der Impulsfolgefrequenz, sondern nur von der Dauer des Anstiegs der Sägezahnkurve ab. Durch Variation der Anstiegszeit kann man die Breite des Impulsbildes auf dem Leuchtschirm verändern. In modernen Oszillografen verwendet man zur Erzeugung einer Ablenkspannung nach Abb. 1b monostabile Multivibratoren, die durch Impulse ausgelöst werden. Die Auslöseimpulse kann man entweder durch einen eingebauten Generator erzeugen oder von der Meßspannung selbst ableiten. Diese getriggerten Ablenkgeräte haben außerdem den Vorteil, daß sie auch eine gesteuerte einmalige Ablenkung ermöglichen.

In älteren Oszillografen werden als Sägezahngeneratoren häufig Multivibratoren in der sogenannten Drei-Pentodenschaltung verwendet. Diese Schaltung arbeitet je nach Dimensionierung der Schaltelemente und Röhren von einigen Hz bis zu 1 MHz zufriedenstellend. Es lag deshalb nahe zu untersuchen, ob sie sich auf getriggerten Betrieb umstellen läßt. Abb. 2 zeigt die Prinzipschaltung eines derartigen Drei-Pentoden-Kippgerätes, das folgendermaßen arbeitet: Der Kondensator C wird über die Laderöhre R_{01} und den Widerstand R_L schnell aufgeladen und entlädt sich dann mit konstantem Strom über die Entladepentode R_{02} . Während der Aufladung sperrt der an R_L auftretende negative Impuls die

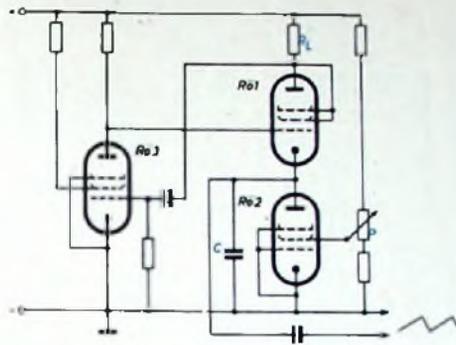


Abb. 2. Prinzipschaltbild eines Drei-Pentoden-Kippgerätes

Steuerröhre R_{03} , bis die Spannung zwischen Anode und Kathode von R_{01} so gering geworden ist, daß kein Anodenstrom mehr fließen kann. Dadurch verschwindet der negative Impuls an R_L , in R_{03} fließt Anodenstrom, und die Entladung des Kondensators C beginnt. Das Potential der Anode von R_{03} und damit des Steuergitters von R_{01} ist während dieser Zeit so stark negativ, daß nunmehr R_{01} gesperrt ist. Der Kondensator C entlädt sich so lange über R_{02} , bis die Sperrspannung von R_{01} erreicht ist; dann setzt der Ladestrom wieder ein, und der Vorgang beginnt von neuem. Durch Umschalten des Kondensators C kann man die Kippfrequenz stufenweise und durch Verändern des Ladestromes (mit P) kontinuierlich regeln; die Ablenkspannung wird am Kondensator C abgenommen.

Ferner benötigt man eine Rechteckspannung, die während der Dauer des Hinlaufs die Elektronenstrahlröhre hellsteuert, damit das Oszillogramm nur in dieser Zeit sichtbar ist. Diese Maßnahme ist bei einem getriggerten Kippgenerator unbedingt notwendig, da der Vorlauf meistens nur eine kurze Zeit der Kipp-Periode einnimmt und daher ohne Beeinflussung der Fleckhelligkeit sehr dunkel gegenüber dem Rücklauf und der „Pause“ erscheinen würde.

Für die weiteren Ausführungen ist es notwendig, den Ausdruck „Zeitablenkfrequenz“ durch eine zweckmäßigere Definition zu ersetzen. Unter der Kipp- oder Ablenkfrequenz versteht man im allgemeinen den reziproken Wert der Zeitdauer einer ganzen Kipp-Periode; die Rücklaufzeit t_r ist also darin enthalten (Abb. 3). Für die Form des Oszillografenbildes ist aber — von Sonderfällen abgesehen — nur die Zeitdauer des Hinlaufs maßgebend, und es ist daher sinnvoll, statt der ungenauen Bezeichnung „Zeitablenkfrequenz“ den Begriff „Hinlaufdauer“, den davon reziproken Wert oder den Ausdruck „Zeitdehnung“ (in s/cm oder $\mu\text{s/cm}$) zu verwenden. Dadurch ist eindeutig gesagt, daß z. B. 1 μs Hinlaufdauer bei einer Meßspannung von 1 MHz das Bild von genau einer Periode auf dem Schirm erzeugt.

Um die getriggerte Auslösung des oben beschriebenen Kippgerätes zu ermöglichen, muß dafür gesorgt werden, daß der periodische Kippvorgang unterbrochen wird, wenn der Kondensator C aufgeladen ist. Nur dann ist gewährleistet, daß nach der Triggerung sofort die Entladung — der Hinlauf auf dem Leuchtschirm — einsetzt und nicht erst eine gewisse Zeit für den Rücklauf verlorengeht. Grundsätzlich ist es möglich, diese Sperrung durch einen negativen Impuls geeigneter Größe und Dauer zu erreichen, der dem Steuergitter von R_{02} zugeführt wird. Die

Entladung von C könnte dadurch erst dann einsetzen, wenn der Impuls beendet ist. Versuche haben jedoch gezeigt, daß sich der Innenwiderstand der gesperrten Pentode bei Regelung der Schirmgitterspannung durch ein Potentiometer P (dadurch kann die Hinlaufdauer kontinuierlich eingestellt werden) erheblich ändert. Der Innenwiderstand von R_{02} bildet aber parallel zum Isolationswiderstand von C den unteren Teil eines Spannungsteilers, an dem die Betriebsspannung liegt, und bestimmt daher die Amplitude der Ablenkspannung; diese soll aber einen definierten Wert haben, damit die Bildbreite erhalten bleibt. Geeigneter für die Triggerung ist R_{03} . Macht man die Gittervorspannung dieser Röhre so groß, daß sie vollkommen gesperrt ist, so liegen ihre Anode und damit auch das Gitter der R_{01} auf dem Potential der Betriebsspannung. Der Innenwiderstand von R_{01} ist dadurch sehr klein, und der Kondensator C kann sich über sie auf die volle Spannung aufladen und bleibt in diesem Zustand.

Hebt jetzt ein positiver Impuls am Gitter 1 von R_{03} diese Sperrung auf, so kann der Kondensator C sich sofort über die Entladepentode entladen. Es muß nur noch dafür gesorgt werden, daß nach vollendeter Entladung zwar die Wiederaufladung stattfindet, der Kippvorgang dann jedoch unterbrochen wird. Zur Steuerung dieses Vorganges eignet sich der negative Impuls, der bei der Aufladung am Widerstand R_L entsteht.

Wie bereits erwähnt wurde, muß der Vorlauf hellgesteuert werden. Dazu ist eine positive Rechteckspannung erforderlich, die dem Wehnelt-Zylinder der Elektronenstrahlröhre zugeführt wird. Eine Schaltungsanordnung, die diese Spannungen (den positiven Impuls zur Steuerung von R_{03} und den positiven Impuls zur Hellsteuerung) liefert und auch durch den an R_L zur Verfügung stehenden kleinen Impuls gesteuert werden kann, ist die Eccles-Jordan- oder Flip-Flop-Schaltung [5].

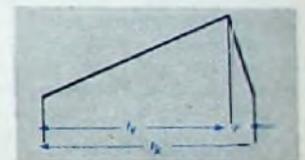


Abb. 3. Sägezahnablenkspannung eines Oszillografen

In Abb. 4 ist die Zusammenschaltung eines geeigneten Flip-Flops mit einer Drei-Pentoden-Kipperschaltung dargestellt. Die Betriebsspannung des Flip-Flop ist 140 V; der positive Pol liegt an Masse. Im Ruhezustand führt R_{04b} Strom, und am Widerstand R_6 entsteht ein negativer Spannungsabfall, der groß genug ist, die Steuerröhre R_{03} zu sperren. Dadurch kann sich der Kondensator C aufladen. Erhält das Gitter von R_{04b} jetzt einen negativen Impuls, so kippt der Flip-Flop um, d. h., R_{04a} führt Strom, R_{04b} ist gesperrt, und der Spannungsabfall an R_6 verringert sich auf den durch die ohmschen Spannungsteilerwiderstände bedingten Wert. Die Steuerröhre R_{03} des Kippgerätes führt nunmehr sofort ihren vollen Anodenstrom, wodurch sich der Kondensator C über die Entladepentode R_{02} zeitlinear entladen kann. Diese Spannung bewirkt den Hinlauf des Elektronenstrahles. Ist dieser beendet, so entsteht während der Aufladung des Kondensators C über R_{01} ein negativer Impuls an R_L , der über ein Differenzglied mit nachfolgender Gleichrichtung an das Gitter von R_{04a} geführt wird. Dadurch kippt der Flip-Flop wieder um, R_{04b} führt Strom, und der

Spannungsabfall an R6 sperrt die Steuer-
röhre R6 9. Es kann keine neue Entladung des
Kippkondensators C stattfinden, und erst ein
weiterer negativer Impuls am Gitter von
R6 4b löst den Vorgang wieder aus.
Der positive Impuls für die Hellsteuerung
der Elektronenstrahlröhre, der eine Größe von
etwa 20 V_{aa} haben muß, wird direkt an der

Abb. 5. Kapazitiv ge-
koppelter Trigger-Zu-
satz für ein Kippgerät
mit drei Pentoden

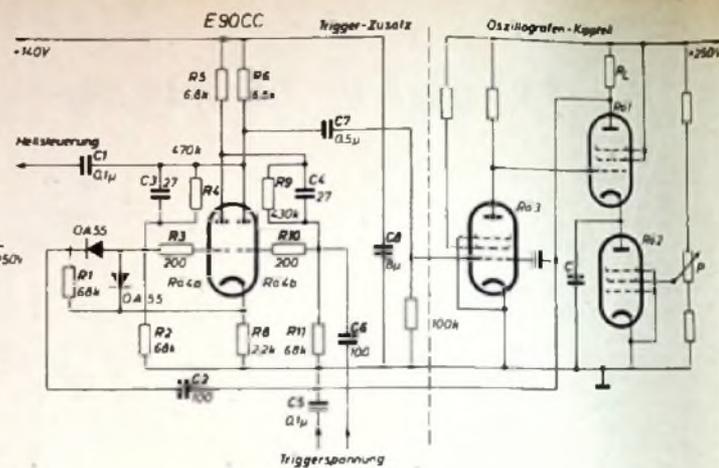
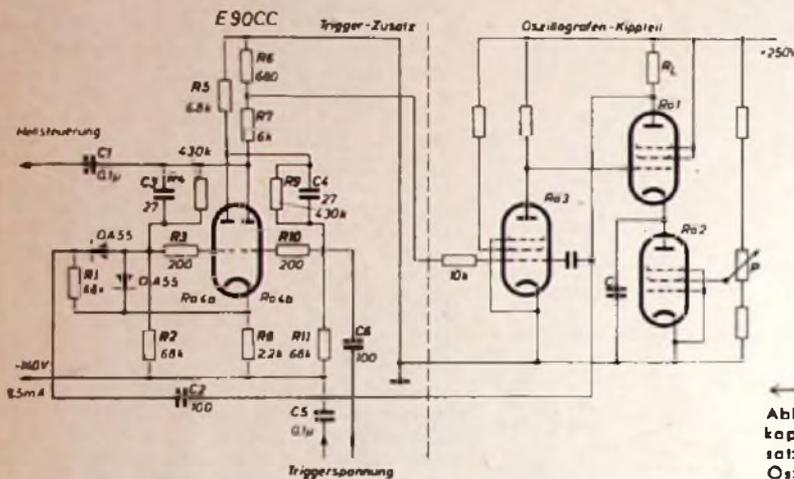


Abb. 4. Galvanisch ge-
koppelter Trigger-Zu-
satz zum Kippgerät des
Oszillografen „GM 5654“

Anode der R6 4b abgegriffen und über einen
Kondensator dem Wehnelt-Zylinder zuge-
führt. Dieser Kondensator bildet mit dem
Ableitwiderstand des Wehnelt-Zylinders ein
CR-Glied, dessen Zeitkonstante die längste
Hinlaufdauer bestimmt, die noch einwandfrei
mit diesem Kippgerät erreicht werden kann.
Es gilt hier etwa

$$C_K \cdot R_W = \frac{T_L}{5}$$

wobei C_K den Koppelkondensator, R_W den
Ableitwiderstand des Wehnelt-Zylinders und
 T_L die längste gewünschte Hinlaufdauer be-
deuten. Da man den Wert von R_W meistens
unbedenklich auf 0,5 MOhm erhöhen kann,
ergibt sich für eine längste Hinlaufzeit von
1 s ein Koppelkondensator von

$$C_K = \frac{1}{5 \cdot 5 \cdot 10^5} = 0,4 \mu F$$

Zu beachten ist, daß die Arbeitsspannung
dieses Kondensators, je nach der Betriebs-
spannung der Braunschen Röhre, mehrere kV
betragen kann.

Bei der Dimensionierung des Flip-Flop, der in
Verbindung mit einem vorhandenen Drei-Pen-
toden-Kippgerät arbeiten soll, geht man fol-
gendermaßen vor: Mit einer regelbaren,
gegen Masse des Oszillografen negativen
Spannung wird zunächst die Größe der Sperr-
spannung von R6 3 festgestellt. Dieser Wert
ist erreicht, wenn der Kippvorgang aussetzt.
Dann bestimmt man, während das Kippgerät
wieder arbeitet, die negative Spannung, die
man dem Steuergitter von R6 3 zuführen
kann, ohne daß sich die Größe der abge-
gebenen Ablenkspannung merkbar verringert.
Da beide Spannungen von der eingestellten
Hinlaufdauer abhängen, muß man jeweils die
ungünstigsten Werte der „kleinsten erforder-
lichen“ und der „größten zulässigen“ nega-
tiven Spannung feststellen. Die „kleinste er-
forderliche“ Spannung bestimmt den Span-
nungssprung, der an R6 auftreten muß, bei
gegebenem maximalen Anodenstrom von
R6 4b also die Größe von R6.

Während des Hinlaufs (R6 4b ist dann strom-
los) tritt an R6 Infolge des Querstromes durch
R6, R7, R4 und R2 ein kleinerer Spannungs-
abfall auf, der nicht größer sein darf als die
„größte zulässige“ negative Spannung,
damit die Amplitude der Ablenkspannung
gegenüber dem ungetriggerten Betrieb nicht
verkleinert wird. Da die Größe von R6 be-
reits festgelegt ist, kann man nun den maxi-
malen zulässigen Querstrom ausrechnen, aus

dem sich bei einem bestimmten Spannungs-
teiler-Verhältnis die Summe der Widerstände
R4 und R2 ergibt. Für die weitere Bere-
chnung des Flip-Flop, Wahl der Röhren usw.,
wird auf die diesbezüglichen Arbeiten ver-
wiesen [5]. Es sei nur erwähnt, daß bei der
Dimensionierung auch die kürzeste Hinlauf-
zeit, bei der der Flip-Flop noch einwandfrei
umschalten soll, und die Größe des an R6
bei der Aufladung von C auftretenden nega-
tiven Impulses zu berücksichtigen sind.

Der zum Auslösen der Schaltung erforderliche
negative Triggerimpuls wird an das Gitter
der R6 4b geführt. Seine erforderliche Höhe
kann man durch Versuche leicht bestimmen
(sie liegt in der Größenordnung von einigen
Volt). Damit die Auslösung auch noch durch
kleinere positive oder negative Impulse er-
folgen kann, ist es zweckmäßig, einen Ver-
stärker mit Phasenumkehrstufe vorzuschalten.
Die in Abb. 4 angegebene Flip-Flop-Schaltung
arbeitet mit dem Drei-Pentoden-Kippgerät
des Philips-Oszillografen „GM 5654“ im Bereich
von 1 s bis 2 μ s Hinlaufzeit einwandfrei.
Der erforderliche Spannungssprung am Widerstand
R6 des Flip-Flop war 7 V, der maximal zu-
lässige Spannungsabfall (an R6) während des
Vorlaufes 0,2 V.

Durch die galvanische Kopplung wurde er-
reicht, daß keine Änderungen am Kipp-
teil selbst vorgenommen werden mußten. Ledig-
lich der Gitterableitwiderstand der R6 3 von
10 kOhm wurde um 680 Ohm erhöht, was für
die Funktion jedoch ohne Bedeutung ist.
Die Wirkungsweise des Kippteils während
des Hinlaufs hat sich gegenüber dem unget-
riggerten Betrieb nicht verändert, und das ist
neben dem geringen Aufwand ein besonderer
Vorteil der beschriebenen Schaltung.

Abschließend sei noch bemerkt, daß die gal-
vanische Kopplung zwischen Flip-Flop und
Kippgerät, die die „unbequeme“ Polung der
Speisespannung des Flip-Flop zur Folge hat,
durch eine RC-Kopplung ersetzt werden kann,
falls eine kürzeste Hinlaufzeit von etwa 20 μ s
genügt (Abb. 5). Die Zeitkonstante des RC-
Gliedes ist so zu bemessen, daß R6 3 während
der Dauer des längsten gewünschten Vor-
laufes sicher gesperrt bleibt. Man kann even-
tuell auch eine Umschaltung des Koppelkon-
densators für verschiedene Hinlaufzeiten vor-
sehen. Die galvanische Kopplung bietet jedoch
verschiedene Vorteile und sollte immer
verwendet werden, wenn eine geeignete zweite
Gleichspannungsquelle zur Verfügung steht
oder einfach eingefügt werden kann.

Schrifttum

- [1] Czech, J.: Der Elektronenstrahl-Oszillograf. Berlin 1955. VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
- [2] Rodrian, G.: Ein Zeitablenkgerät für einmalige Vorgänge. FUNK-TECHNIK Bd 10 (1955) Nr. 1 S. 12—14 u. Nr. 2 S. 41—42
- [3] Czech, J.: Besondere Zeitdehnungsverfahren bei Elektronenstrahl-Oszillografen. FTZ Bd 6 (1954) Nr. 8 S. 425
- [4] Richter, H.: Ein Beitrag zur Zeitdehnung von Oszillogrammen. FUNK-TECHNIK Bd 10 (1955) Nr. 6 S. 151
- [5] Piloty, R.: Die Dimensionierung der Eccles-Jordan-Schaltung. AET Bd 7 (1953) Nr. 7

Unsere Leser berichten

Fernseh-Weitempfang

Beim Überprüfen eines reparierten Fernsehgerätes in Eutin am 2. 6. 1956 wurde zufällig auf Kanal 4 geschaltet und mit einem einfachen Dipol mit Reflektor, bemessen für Kanal 9 und 11, ausgerichtet nach Kiel. Höhe über dem Erdboden etwa 15 m, plötzlich ein italienischer Fernsehsender der RAI empfangen. Die Uhrzeit war 16 bis 16 Uhr 20. Das Testbild war durchweg deutlich und scharf durchgezeichnet mit leichten Geisterbildern und zeitweisem schnellem Schwund. Der Ton (ein Wiener Walzer) kam völlig unverzerrt durch. An anderen Stellen unseres Stadtgebietes um etwa 16 Uhr 30 bis 17 Uhr durchgeführte Empfangsversuche zeigten keinerlei Ergebnisse mehr. Elektro-Nord

Skelett-Antenne

Leser K. Z. schreibt zum Beitrag „Eine Skelett-Antenne“ (Heft 24/1955, S. 702):

„Für meinen UKW-Empfänger habe ich mehrere Antennenformen ausprobiert, so z. B. auch die Rahmenantenne System Cubical-Quad nach FUNK-TECHNIK Bd 7 (1952), Nr. 20, S. 554. Die Richtwirkung dieser Antenne war gut, jedoch wurde das UKW-Band nur im Bereich 90...100 MHz zufriedenstellend aufgenommen, während der Empfang im Frequenzbereich 80...90 MHz nur schwach war. Daraufhin versuchte ich es mit der Skelett-Antenne; diese Form ist meines Erachtens mancher anderen Antenne weit überlegen. Ich erzielte im Zimmer, obwohl ich nur eine primitive Zuleitung verwendete, einen stärkeren Empfang als mit der auf dem Dach aufgebauten Dipolantenne mit Antennenverstärker. Beim Aufbau auf dem Dach habe ich an Stelle eines Reflektors ein Drahtgitter (Maschengröße 5 x 5 cm, Drahtdurchmesser 0,8 mm, Abmessungen 180 x 180 cm) senkrecht hinter dem Dipol befestigt. Durch diese Anordnung sind die bisher vorhandenen rückwärtigen Störeinstrahlungen beseitigt worden. Außerdem habe ich empfunden, daß die Richtwirkung größer wurde.“

Bausteine für 2-m-Band-Super

Technische Daten des UKW-AM-Teiles

Antennen Eingang: 240 Ohm symmetrisch, 60 Ohm asymmetrisch
 Kreise: 12, davon 3 Vorkreise, Oszillatorkreis, 8 ZF-Kreise
 Röhren: PCC 84, EC 92, EF 80, EF 89
 Ge-Diode: RL 132
 Abstimmung: Zweifach-Drehkondensator
 Empfindlichkeit: 0,7 µV
 Rauschzahl: besser als 3 kT₀
 Bandbreite: etwa 12...15 kHz
 Frequenzbereich: 143...147 MHz
 ZF-Ausgang: f = 11,2 MHz
 Signalanzüge: Anschlußmöglichkeit für Instrument oder Magisches Auge

Beim Aufbau eines leistungsfähigen Supers für das 2-m-Amateurband kann man zwei Wege gehen. Für das erste Verfahren, ein solches Gerät von der HF-Stufe bis zum Netzteil selbst zu bauen, wurde unter Verwendung handelsüblicher Bauelemente und einer Misch-einheit erst kürzlich ein Konstruktionsbeispiel gebracht¹⁾. Ein solches Gerät erfolgreich zu bauen und auf optimale Leistung zu bringen, setzt Meßgeräte und Fingerspitzengefühl voraus. Wer ohne Meßeinrichtungen und ohne umfassende Kenntnis der UKW-Probleme einen 2-m-Super bauen möchte findet in der Baustein-Methode einen weniger mühevollen Weg.

UKW-Teil mit 12 Kreisen

Im Handel kann z. B. zu mäßigem Preis der Nogatlan-UKW-Teil „126 42/56 W II“ bezogen werden. Diese UKW-Einheit liefert ausgangsseitig die NF-Spannung, so daß man zum Betrieb lediglich noch einen NF-Teil und ein Netzgerät braucht.

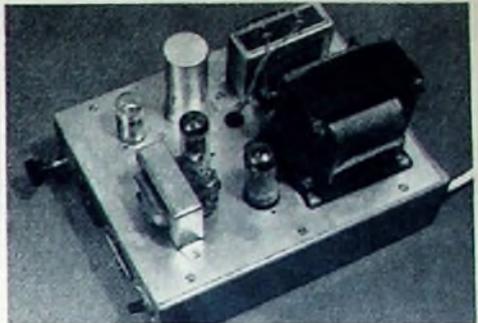
Wie das Schaltbild zeigt, arbeitet die Röhre PCC 84 als HF-Verstärker in Kaskoden-Schaltung. Die sich anschließende Triode EC 92

¹⁾ Doppelsuper für das 2-m-Band. FUNK-TECHNIK Bd. 11 (1956) Nr. 4, S. 100

Ist als selbstschwingender Mischer geschaltet. Während Eingangs- und Zwischenkreis für Breitbandübertragung fest eingestellt sind, werden der Anodenkreis des zweiten HF-Verstärkers und der Oszillatorkreis durch einen Zweifachdrehkondensator abgestimmt. Vor der ersten ZF-Verstärkerröhre EF 80 liegt ein Vierkreis-ZF-Filter. Der zweite ZF-Verstärker mit der Pentode EF 89 ist durch ein Zweikreis-ZF-Bandfilter an die erste ZF-Stufe gekoppelt. Die Signalspannung wird durch die Germaniumdiode RL 132 erzeugt. Vor der Diode zweigt über den 10-pF-Kondensator der ZF-Ausgang A ab, während an Anschluß B die Meßspannung abgenommen werden kann. Beim Einbau dieses Bausteines in ein bereits vorhandenes Gerät (z. B. Allband-Super, Verstärker usw.) kann die Heizung zu gewissen Komplikationen führen. Der UKW-Teil enthält daher einen Heiztransformator, der primärseitig für 220 V~ ausgelegt ist und sekundärseitig die 7,5-V-Spannung für die Röhre PCC 84 sowie die 6,3-V-Spannung für die übrigen Röhren liefert. Es sei noch erwähnt, daß bei dem für AM-Betrieb eingerichteten UKW-Teil auf eine Regelautomatik verzichtet wurde, so daß die maximale Empfindlichkeit ausgenutzt werden kann.

NF-Verstärker

Als NF-Verstärker eignet sich die im Detailschaltbild gezeigte Kombination einer Triode als NF-Vorverstärker (EBC 91) mit der Endpentode EL 90, die für Lautsprecherempfang ausreichende Leistung abzugeben vermag. Bei Kopfhörerempfang kann an Stelle des Lautsprechers ein 6-Ohm-Kopfhörer an der Sekundärseite des Ausgangsübertragers angeschlossen werden. Bei der hohen Verstärkung des NF-Teiles läßt sich auch die Fehlanpassung eines 2000-Ohm-Kopfhörers in Kauf nehmen. Der Verstärker benötigt keine Klangkorrektur, die bei einem Betriebsempfänger dieser Art uninteressant ist. Es könnte lediglich zur Beschneidung des hohen Tontfrequenzbereichs ein Klangfarbenregler oder -schalter angeordnet werden. Beim eingangsseitigen Lautstärkeregel kommt man ohne Anzapfung und Frequenzgangkorrektur aus.



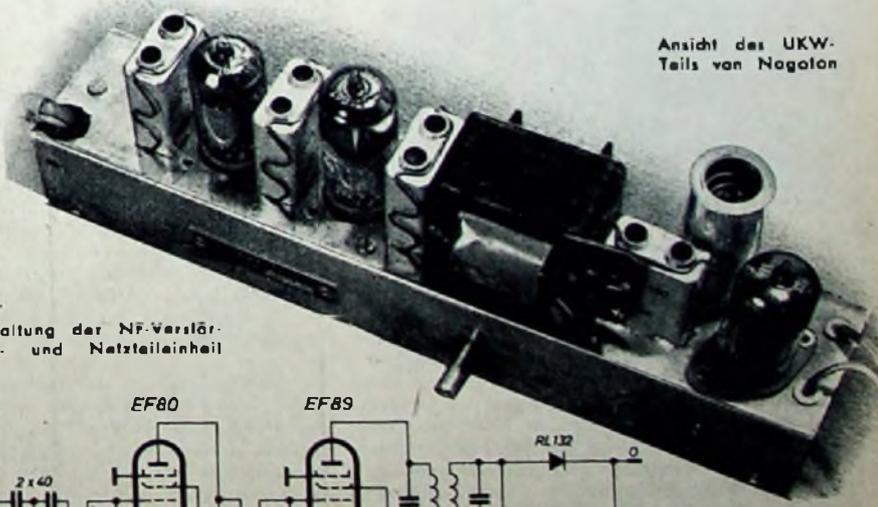
Ansicht des NF-Verstärkers mit Netzteil

Netzteil mit Stromversorgungsanschluß

An der Schaltung des Netzteils mit der Röhre EZ 80 fällt die gründliche HF-Entstörung an der Sekundärseite des Netztransformators auf. Die Anodenspannung ist durch Netzdrossel und hohe Kapazitätswerte des Lade- und Siebkondensators sorgfältig gesiebt. Anodenspannung und Netzspannung für den Heiztrafo sind zu einer Fünffach-Steckkupplung geführt.

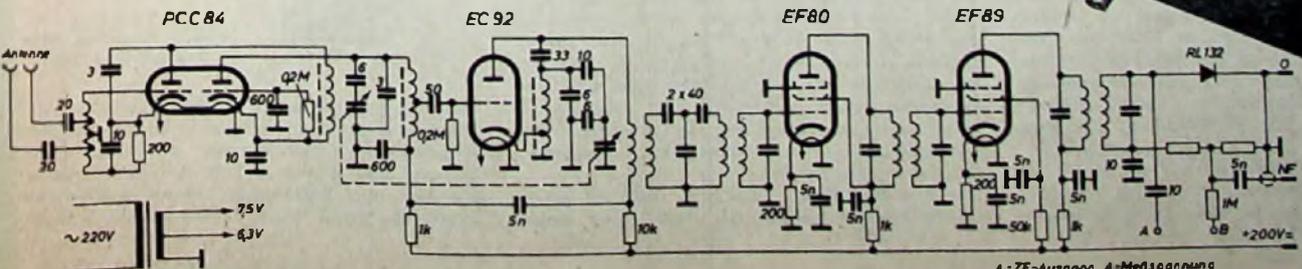
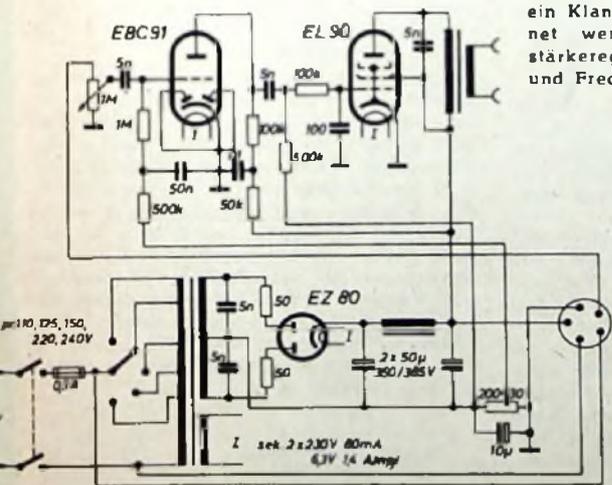
Konstruktionshinweise

Der UKW-Teil wird vom Hersteller in Miniaturbauform mit den Abmessungen 225x48x95 mm geliefert. Die Abmessungen sind so günstig, daß der Zusammenbau mit der zweiten Einheit in einem Gehäuse einfach ist. Verstärker- und Netzteil wurden auf einem Chassis mit den Abmessungen 200x160x60 mm in der aus dem Foto ersichtlichen Art aufgebaut. Lautstärkeregel, Netzspannungswähler, Steckverbindung und Netzschalter sind an der einen Schmalseite herausgeführt. Empfangsversuche wurden mit einer handelsüblichen 6-Element-Antenne (Dipol, Reflektor, vier Direktoren) für das 2-m-Band (Fuba) durchgeführt, die die hervorragende Empfindlichkeit des UKW-Teiles bewiesen. Durch richtiges Einpeilen der Antenne ist ein beträchtlicher Lautstärkegewinn um mehrere S-Stufen möglich, so daß man im 2-m-Band für die Zwecke des Amateurlinks stets mit Richtantennen arbeiten sollte.



Ansicht des UKW-Teils von Nogatlan

Schaltung der NF-Verstärker- und Netzteil-einheit



Die Schaltung des 4-Röhren-12-Kreis-UKW-Bausteines

A: ZF-Ausgang, A: Meßspannung

Der Nordmende-Universalwobbler »UW 958«

DK 621.74.3

Eines der Hauptanwendungsgebiete von Wobbelmeßgeräten ist die Aufnahme der Durchlaßkurven von UKW- und Fernsehempfängern. Beim Entwurf derartiger Meßgeräte treten zahlreiche Probleme auf, deren Kenntnis die Anwendung aber auch den Bau ähnlicher Anordnungen erleichtert. Der Nordmende-Universalwobbler Typ »UW 958« bietet eine große Anzahl technisch interessanter Einzelheiten; seine Schaltung soll daher im folgenden besprochen werden.

Prinzipialschaltung

Abb. 1 zeigt das Blockschaltbild des Gerätes. Es besteht aus zwei Teilen: 1. dem Wobblersender, 2. dem Markengeber.

Der Wobblersender arbeitet nach dem Schwebungsprinzip. Eine feste Frequenz von 130 MHz wird mit einem Hub von maximal ± 8 MHz gewobbeln. Hinter den Oszillator ist eine Trennstufe geschaltet, von der die gewobbelte Frequenz einer Mischstufe zugeführt wird. An der Mischstufe liegt außerdem die Spannung eines Zusatzoszillators, der auf Frequenzen zwischen 135 und 360 MHz umschaltbar und abzustimmen ist, so daß sich als Nutzfrequenz die Differenzfrequenz ergibt, die zwischen 5 und 230 MHz einstellbar ist. Der Wobbeloszillator wird in einer Halbperiode der zur Wobbelung benutzten Netzfrequenz ausgelastet, so daß in dieser Zeit der Elektronenstrahl eine Nulllinie schreibt. Die Auslastspannung ist gegen die Wobbel- und Ablenkspannung um 90° phasenverschoben, so daß die Durchlaßkurve in der Zeit zwischen dem negativen und positiven Scheitelwert der Wobbelspannung geschrieben wird.

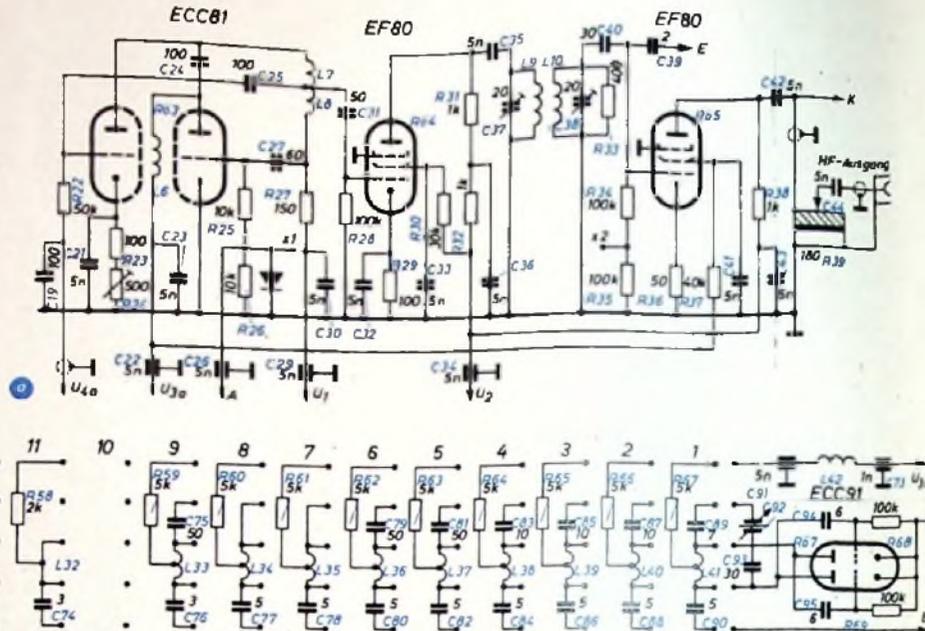


Abb. 2. Schaltung des Wobblersenders (a) mit Zusatzoszillator (b)

liche Marken erzeugt, so daß der Abstand zwischen Bild- und Tonträger und die Lage der Durchlaßkurve des Fernsehempfängers zu diesen Trägern mit großer Genauigkeit bestimmt werden können.

Der Markengeber für sich ist ein Prüfsender. Wird er als solcher benutzt, dann wird der Quarzoszillator als 800-Hz-Modulator umgeschaltet. Für Fremdmodulation ist ein Modulationsverstärker vorhanden. Der Markengenerator kann auch mit Fernsehsignalen moduliert werden. Durch einen getrennten Regler ist die Markengröße unabhängig von der Größe der Wobbelspannung einzustellen.

Zur besseren Übersicht wurde für die nachstehenden Betrachtungen das Schaltbild des Gesamtgerätes in Teilschaltbilder zerlegt.

Der Wobblersender

Der gewobbelte Oszillator (R6 3 in Abb. 2a) arbeitet mit einer Röhre ECC 81, von der das eine System als Oszillator, das andere als Blindröhre benutzt wird. Die Wobbelspannung U_{4a} wird von der Helzwicklung abgenommen (s. Abb. 5) und dem Gitter der Blindröhre zugeführt. Mit dem Katodenwiderstand R 24 läßt sich der genaue Arbeitspunkt einstellen, damit sich eine lineare Frequenzänderung ergibt. Der Gleichrichter im Gitterkreis von R6 3 dient zur Erzeugung der Auslastspannung. In den positiven Halbwellen der Wobbel-(Netz-)Spannung stellt er einen Kurzschluß dar, so daß der Gitterableitwiderstand R 25 praktisch an Masse liegt und der Oszillator ungehindert schwingen kann. In den negativen Halbwellen ist der Oszillator gesperrt.

An einer Anzapfung der Oszillatortspule L 7/8 wird die HF-Spannung ausgekoppelt und an die Pufferstufe R6 4 (EF 80) geführt. Der Außenwiderstand ist 1 kOhm groß. Die Ankopplung an die Mischstufe erfolgt über ein Bandfilter (stark gedämpft), das den gewobbelten Bereich überträgt und außerdem den unvermeidlichen Amplitudengang des Wobbeloszillators ausgleicht.

Der Zusatzoszillator (R6 7 in Abb. 2b) arbeitet in Gegentaktschaltung mit einer Röhre

ECC 91, was besonders bei den höchsten Frequenzen vorteilhaft ist. Es sind insgesamt elf Bereiche für Wobblersender und Markengeber vorhanden (s. technische Daten am Schluß des Aufsatzes). Im Wobblersender entfällt allerdings der Bereich für 114 ... 174 MHz (Stellung 10), da in diesem keine Frequenzen des UKW-Rundfunks oder Fernsehens liegen. Die Spulen (L 32 ... L 41), die Anodenwiderstände (R 58 ... R 67), die Variationsbereichkondensatoren (oben) und die Auskopplungskondensatoren (unten) werden in einem Trommelrevolver (Kanalwähler) zusammen mit den Bereichen des Markengebers umgeschaltet. Die Auskopplung (E) erfolgt an einer der Anoden des Gegentaktoszillators. Der Zusatzoszillator kann innerhalb der Bereiche kontinuierlich verstimmbar werden.

Die Mischstufe (R6 5 in Abb. 2a) ist mit einer EF 80 bestückt. Es kommt additive Mischung zur Anwendung. Der Außenwiderstand R 38 ist 1 kOhm groß, jedoch liegt diesem wechselstrommäßig der Ausgangsspannungsregler R 39 mit 180 Ohm parallel. An letzterem wird die HF-Spannung abgenommen. Dem „heißen“ Punkt des HF-Reglers wird auch die Eichmarkenspannung (K) zugeführt, so daß beide Spannungen an den Prüfling gelangen. Mit dem Regler R 39 wird die Größe dieser Spannungen gemeinsam geregelt. Die maximale Abschwächung ist 1 : 1000. Der Anteil der Eichmarkenspannung ist aber noch getrennt für sich regelbar (R 18 in Abb. 4).

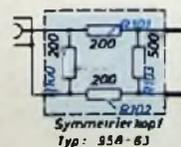


Abb. 3. Schaltung eines Symmetriergliedes

Die Ausgangsspannung ist unsymmetrisch. Für Empfängereingänge werden jedoch meistens symmetrische Spannungen benötigt. Diese können mit einem zwischen Wobblersenderausgang und Empfängereingang geschalteten Symmetrierglied (Abb. 3) hergestellt werden.

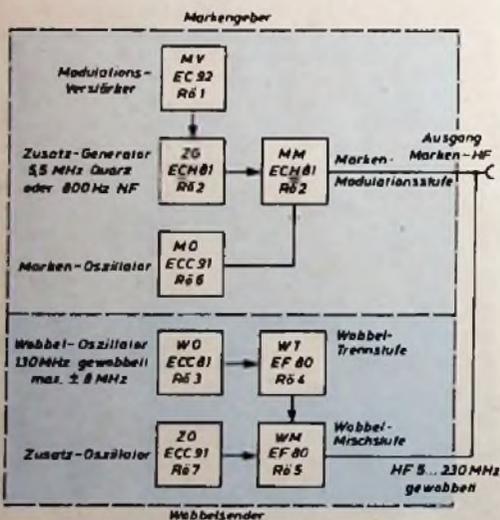


Abb. 1. Blockschaltbild des Nordmende-Universalwobblers »UW 958«

Ebenso wichtig wie der Wobbelteil ist der Eichmarkengeber, ohne den ein Wobbelmeßgerät unvollständig wäre. Der Markengeber ist im Prinzip ein Prüfsender (er kann auch als solcher benutzt werden), der den Bereich des Wobblersenders, also 5 ... 230 MHz, bestreichen muß. Wobbel- und Markenspannung werden gemeinsam auf das Prüfobjekt gegeben. Durch Schwebungsbildung in der Umgebung der Markenfrequenz ergibt sich auf der Meßkurve ein „Pipa“ (auch „Laus“ genannt). Der Markenoszillator kann in einer Mischstufe mit einer Quarzfrequenz von 5,5 MHz gemischt werden, die im Abstand von 5,5 MHz zusätz-

Der Markengeber

Abb. 4 zeigt die Schaltung des Markengebers. Der Hauptoszillator (Rö 6 in Abb. 4b) ist wie der Zusatzoszillator in Abb. 2b als Gegenläufer mit einer Röhre ECC 91 ausgeführt. Auch hier werden mittels des Trommelaggregates zahlreiche Umschaltungen der Einzelteile vorgenommen, was wegen des großen Bereiches von 5 bis 230 MHz erforderlich ist. Die Kondensatoren des Dreifach-Splitstator-Drehkondensators werden z. B. je nach Bedarf alle oder nur einzeln, ge-

Anodenspannung. Hierdurch wird eine günstige Mischstellheit erreicht, da die durch den Katodenwiderstand von 250 Ohm erzeugte Vorspannung zu groß ist.

Der Ausgang der Mischstufe ist ähnlich geschaltet wie der Ausgang des Wobblers. Nur liegt hier die HF-Zuführung am Schleifer des Potentiometers R 78 (180 Ohm), das zu R 39 (in Abb. 2a) parallelgeschaltet ist. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß R 39 in jeder Stellung von R 78 nur mit dessen Gesamtwert (180 Ohm) belastet ist, so daß wohl

Bedienung und Aufbau

Abb. 6 zeigt die Frontansicht des Gerätes. Der rechte obere Knebelknopf schaltet gemeinsam die Bereiche von Wobbelsender und Markengeber. Mit dem darunter befindlichen Drehknopf wird die Abstimmung des Zusatzoszillators des Wobblers betätigt. Hierfür ist keine besondere Skala vorhanden, da der Wobbelhub einen großen Teil des Bereiches überstreicht. Zur genauen Eichung dient der Markengeber.

Der linke obere Knebelknopf ist der Betriebsartenschalter. Der darunter befindliche Drehknopf betätigt die Abstimmung des Markengebers, die auf der darüber befindlichen großen Skala abgelesen werden kann.

Die Normalstellung des Betriebsartenschalters ist „Fremd-Mod. AM“. Solange die Fremdmodulationsbuchsen (links unten) frei sind, liefert der Markengeber unmodulierte HF zur Erzeugung von Pipsen. In der nächsten Stellung ist außer dem Markengeber der 5,5-MHz-Quarzoszillator in Betrieb und moduliert die Markengeberfrequenz. So entstehen links und

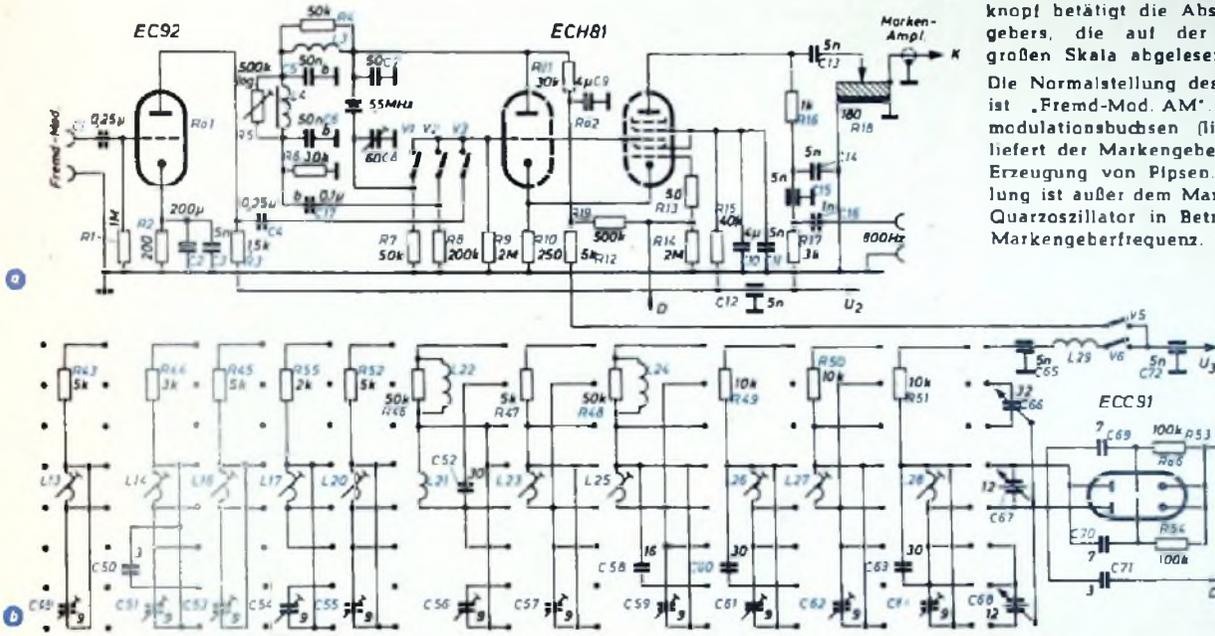


Abb. 4. Schaltung des Markengebers (a) mit Hauptoszillator (b)

Abb. 6 (unten). Frontansicht des Wobblers

benenfalls über Verkürzungstrimmer, an den Kreis geschaltet.

Als Quarzoszillator (5,5 MHz) bzw. als 800-Hz-Generator dient das Triodensystem einer ECH 81 (Rö 2 in Abb. 4a). Das Triodengitter ist mit dem Gitter 3 des Heptodensystems verbunden. Die Umschaltung von Quarzfrequenz (V 1 geschlossen) auf 800 Hz (V 2 geschlossen) bzw. auf Fremdmodulation (V 3 geschlossen) erfolgt am Gitter der Triode. Eine Röhre EC 92 (Rö 1) dient als Modulationsverstärker. Infolge des niedrigen Außenwiderstandes (R 3 = 1,5 kOhm) kann auch Fernsehmodulation zugeführt werden. Hierzu ist ein Signal von 1,8 V_{eff} erforderlich.

Der Hauptoszillator liegt am Gitter 1 des Heptodenteils der ECH 81 (über D). Dieses Gitter bekommt über R 79 (500 kOhm) Plus-

die zugeführte Markenspannung geregelt werden kann. Die Ausgangsspannung des Wobblers hiervon aber unabhängig ist.

Für die 800-Hz-Spannung sind ein eigener Außenwiderstand (R 17 = 3 kOhm) und eine besondere Ausgangsbuchse vorhanden. Hier kann auch eine Eichkontrolle des Markengebers mit dem 5,5-MHz-Quarzoszillator vorgenommen werden.

Die Stromversorgung

Zur Gleichstromversorgung dient die Gleichrichterröhre EZ 80 (Rö 8 in Abb. 5). Die Siebung erfolgt durch Widerstände und Elektrolytkondensatoren. Durch getrennte Siebglieder sind die einzelnen Stufen gut voneinander entkoppelt. Die Anodenspannung des Markengenerators ist stabilisiert.

Der Netztransformator hat eine besondere Wicklung zur Erzeugung der Zeitablenkspannung für den Oszillografen und der phasenverschobenen Austastspannung. Für letztere ist der RC-Spannungsteiler aus R 81 (500-kOhm-Regler), R 80 (250 kOhm) und C 100 (10 nF) vorhanden. Mit R 81 kann die Phasenlage der Austastspannung eingestellt werden. Die symmetrische Zeitablenkspannung für den Oszillografen wird an den gekoppelten Potentiometern R 77 (250 kOhm, lin.) abgenommen.



rechts neben der Markenfrequenz im Abstand von 5,5 MHz zwei weitere Pipsen mit etwas geringerer Amplitude. In der Stellung „800 Hz AM“ ist der Markengeber mit 800 Hz zu 30% amplitudenmoduliert. In dieser Stellung kann er als Prüfsender benutzt werden. In der nächsten Stellung ist nur der 5,5-MHz-Quarzoszillator in Betrieb. An der HF-Buchse können 5,5 MHz abgenommen werden. Bei „Eichkontrolle“ sind Markengeber und Quarzoszillator eingeschaltet. An den Buchsen „800 Hz/Eichkontr.“ (rechts unten, normalerweise zur Abnahme der 800-Hz-NF-Spannung) kann in dieser Stellung ein NF-Verstärker angeschaltet werden. Beim Durchdrehen des Markengebers hört man Schwebungspfeife, wenn der Markengeber auf ein ganzzahliges Vielfaches der Quarzfrequenz eingestellt ist.

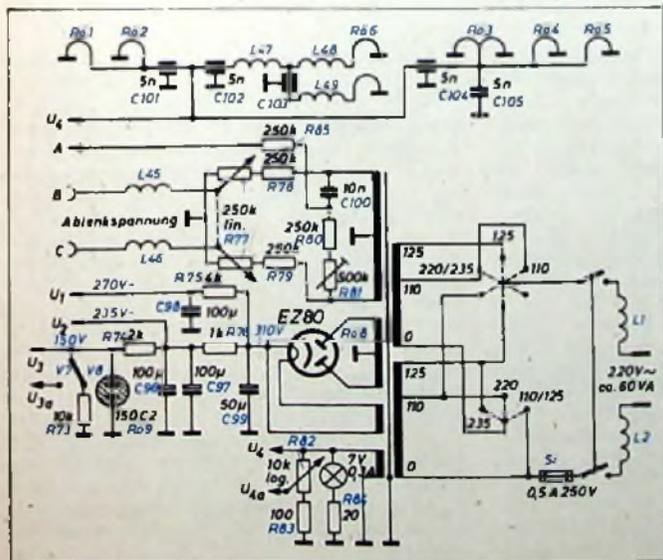


Abb. 5. Schaltung des Stromversorgungsteils

Nachhall-Apparatur »EL 6910«

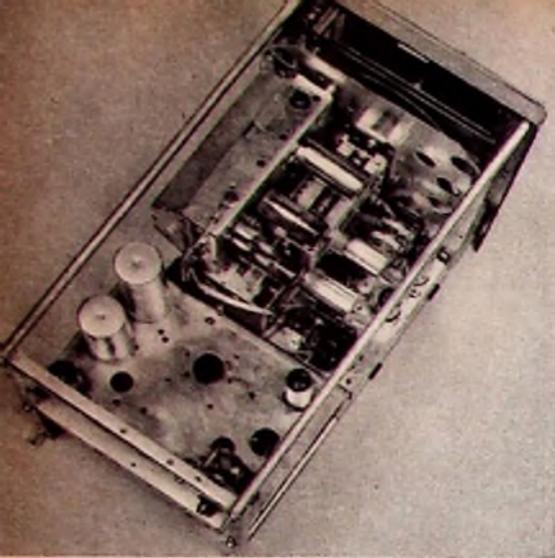


Abb. 7. Chassis-Ansicht des Wobblers „UW 958“

So kann die Eichung des Markengebers kontrolliert und an den vorgesehenen Stellen gegebenenfalls nachjustiert werden.

Der Aufbau des Gerätes geht aus Abb. 7 hervor. Das einem Kanalwähler ähnliche Trommelaggregat für die Umschaltung des Oszillators ist deutlich zu erkennen. Die Anordnung des Drehkondensators und der verschiedenen Röhren ist aus Abb. 7 ebenfalls ersichtlich.

Technische Daten

Frequenzbereiche und Ausgangsspannung			
Bereich	Frequenz [MHz]	Ausgangsspannung Wobbel-generator [mV]	Ausgangsspannung Markengeber [mV]
1	5 ... 6	max 50	etwa 100
2	6 ... 10	50	100
3	10 ... 12	50	100
4	12 ... 18	50	100
5	17 ... 29	50	100
6	28 ... 42	50	100
7	40 ... 61	50	100
8	59 ... 90	50	100
9	85 ... 115	50	100
10	114 ... 174	Bereich fehlt	100
11	170 ... 230	max 10	50

Weitere Daten des Wobblers
 Wobbelfrequenz: 50 Hz sinusförmig (Netzfrequenz)
 Hub: etwa 300 kHz ... 16 MHz, regelbar
 Ablenkspannung für den Oszillografen: 170 V_{eff} symm., regelbar
 Ausgangsspannungsregler: statig regelbar, max. 1000 : 1 abschwächend
 Röhrenbestückung: ECC 81, ECC 81, 2 x EP 80

Weitere Daten des Markengebers
 Frequenzgenauigkeit der HF-Bereiche: 1% (mit eingebautem Quarz kontrollierbar)
 Eigenmodulation: AM 5,5 MHz (quartzgesteuert) zum Schreiben einer Doppelmarke AM 800 Hz, etwa 30%
 Fremdmodulation: AM, für Bildmodulation etwa 1,8 V erforderlich
 Quarz 5,5 MHz: Ausgangsspannung 150 mV an 150 Ohm
 NF 800 Hz: Ausgangsspannung etwa 1 V, hochohmig
 Röhrenbestückung: ECC 81, ECH 81, EC 92

Netzanschluß: 110/125/220/235 V Wechselspannung, 50 Hz, etwa 65 W
 Netzsicherung: 220 V/0,5 A, 110 V/1 A
 Röhrenbestückung Netzteil: EZ 80, 150 C 2
 Gewicht: etwa 11 kg
 Abmessungen: 186 x 262 x 350 mm

Die Anlage dient dazu, ein bestimmtes Signal beliebig oft zu wiederholen, und zwar mit einstellbaren Zeitunterschieden zwischen der Originaldarbietung und der ersten bzw. den weiteren folgenden Wiederholungen. Durch Hinzufügen vieler verzögerter Wiederholungen erreicht man dabei den Eindruck eines Nachhalls, während sich mit nur einer Wiederholung Echoerscheinungen ergeben.

Zur magnetischen Aufzeichnung des Signals verwendet man eine mit einer am Rand aufgetragenen magnetisierbaren Schicht versehene Scheibe aus einer Spezial-Aluminiumlegierung, deren Achse in zwölf Präzisions-Kugellagern läuft. Die maximale Exzentrizität ist 3 µ. In 30 µ Abstand vom Scheibenrand sind um diesen herum verteilt sechs Magnetköpfe angeordnet (Abb. 1), von denen jeder zum Einstellen von Kopfabstand und Azimut in einem Support montiert ist. Zum Antrieb dient ein polumschaltbarer Asynchronmotor, der über eine federnde Rolle eine auf der Scheibenachse angebrachte Schwungmasse antreibt und die Scheibe mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 3 bzw. 1,5 m/s rotieren läßt.

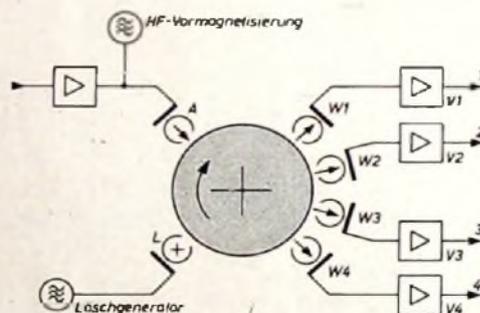


Abb. 1. Anordnung der Magnetköpfe um die rotierende Tonscheibe

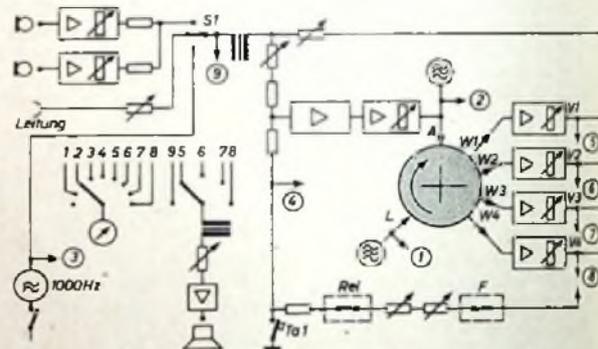
Abb. 2. Vereinfachtes Schaltschema der Nachhall-Apparatur „EL 6910“

Anläßlich der Tagung deutscher Bühnentechniker Anfang Juli in Hamburg zeigte Philips erstmals in Deutschland die Nachhall-Apparatur „EL 6910“, sie ist sowohl zum Verbessern der Raumakustik in Räumen für Musikwiedergabe als auch zum Erzeugen von Nachhalleffekten in Theatern, Film- und Rundfunkstudios geeignet.

Das vom Aufnahmekopf A aufgesprochene Signal wird von den vier Wiedergabeköpfen W1...W4 abgetastet und dann kurz vor beendetem Umlauf der Scheibe mit dem Löschkopf L gelöscht. Da die Wiedergabeköpfe um die Scheibe verschiebbar sind, lassen sich durch Einstellen des gegenseitigen Abstandes verschiedene Zeitintervalle zwischen Original und Wiedergabe W1...W4 erreichen. Die kleinste Zieldauer eines solchen Zyklus ist 50 ms, die größte 450 ms. Wenn die von den Wiedergabeverstärkern V1...V4 der einzelnen Wiedergabeköpfe abgegebenen Pegel unter dem des Originals liegen, dann klingt das Schallereignis allmählich ab, d. h., man ruft Nachhalleffekte hervor. Da der exponentielle Abfall ein kontinuierlicher Vorgang ist, ist es notwendig, die Zellen zwischen den einzelnen Wiedergaben kleinzuhalten, um eine möglichst ununterbrochene Folge von abklingenden Schallereignissen zu haben. Deshalb führt man das Signal eines beliebigen Wiedergabekopfes, meistens des vierten, über

eine Rückkopplungsschaltung wieder dem Aufnahmekopf zu (Abb. 2), so daß bei jedem folgenden Umlauf der Scheibe das aufgesprochene Signal abgeschwächt wiederholt wird.

Mit Pegelreglern im Rückkopplungskanal ist die gewünschte Nachhallzeit einzustellen. Beim Drücken der Taste T₀₁ wird der Rückkopplungskanal an Masse gelegt, so daß das Verzögerungssignal nicht mehr an den Eingang des Aufnahmeverstärkers gelangt. Das aufgezeichnete Signal wird demzufolge mit einer zeitlichen Verzögerung, die dem Abstand der Wiedergabeköpfe und der Umfangsgeschwindigkeit der Tonscheibe entspricht, nur über die an den Ausgang der Wiedergabeverstärker V1...V4 angeschlossenen Endverstärker und die damit verbundenen vier Lautsprechergruppen im Saal wiedergegeben. Das Buchsenpaar Rel, dessen Kurzschlußstecker durch ein vom Saal aus bedienbares Relais ersetzt werden kann, ermöglicht ebenfalls die Abschaltung des Verzögerungssignals. Zur Korrektur der Wiedergabekurve läßt sich über ein weiteres Buchsenpaar F ein RC-Filter einschalten, um damit den Frequenzgang der Nachhallkurve der Raumakustik des Wiedergaberaumes anzugleichen. Die in einem Metallschrank in Kassettenform eingebaute Nachhallapparatur „EL 6910“ hat zwei Eingänge über Mikrofon-Vorverstärker (30 ... 15 000 Hz ± 3 dB, Eingangsempfindlichkeit 0,6 mV, Ausgangsspannung 5 V, Klirrfaktor bei 1000 Hz 1%, Brumm- und Störpegel -65 dB) und einen direkten Leitungseingang, die über den Umschalter S1 wählbar sind. In einer dritten Stellung wird zum Einpegeln ein Meßton (1000 Hz) aufgesprochen. Der Aufnahmeverstärker ist mit den Röhren 2 x E 80 F, 2 x E 80 CC und 2 x E 80 L bestückt. Die vier Wiedergabeverstärker V1...V4 (20 ... 15 000 Hz



± 3 dB, Ausgangsspannung 5 V, Klirrfaktor bei 1000 Hz 1%, Brumm- und Störpegel -50 dB) liefern die Modulationsspannung für die Endverstärker der Lautsprechergruppen. Die Misch- und Kontrolleinrichtung dient einmal dazu, einen der vier Wiedergabeverstärker auf den Aufnahmeverstärker zu schalten, zum anderen zum Messen des Eingangs- und Ausgangspegels, des Vormagnetisierungs- und des Löschstromes und zum Einpegeln mittels des eingebauten NF-Generators. Die Einstell- und Regelorgane sind fest eingebaut und nur mit Schraubenzieher zu bedienen. Es ist jedoch auch möglich, die Regelorgane für Nachhallzeit, Pegel und Frequenzgang in das Mischpult des Tonmeisters einzubauen, um während der Aufnahme eine beliebige Einstellung zu ermöglichen. Ein eingebauter Kontrollverstärker (30 ... 15 000 Hz ± 0,5 dB, Endstufe 2 x E 80 L) gestattet den Anschluß eines Kontroll-Lautsprechers zum Abhören des Originals und jedes der vier Wiedergabeverstärker.

Das Doppelmagnetongerät

Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 11 (1956) Nr. 15, S. 445

3. Elektrische Ausstattung

3.1 Vorteile des Zusammenbaues aller Verstärker mit dem Laufwerk

Um die Vorteile des Doppelmagnetongeräts voll ausnutzen zu können und die eingangs aufgestellten Forderungen zu erfüllen, ist eine entsprechende Verstärkerausrüstung notwendig. Es hat sich nun als vorteilhaft erwiesen, alle benötigten Verstärker usw. mit dem Laufwerk zu einer Einheit zusammenzufassen. Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

1. Alle im Betrieb notwendigen Verbindungen zwischen den einzelnen Verstärkern sind innerhalb des Geräts entweder fest verlegt oder werden durch eingebaute Schalter vorgenommen. Dadurch entfallen Störungen durch schadhafte Verbindungskabel, Kontakunsicherheiten an den Verbindungssteckern sowie Verkopplungen durch zu lange oder unzuverlässig verlegte Leitungen. Durch minimale Länge der abgeschirmten Leitungen wird der Abfall der hohen Frequenzen infolge der Abschirmkapazitäten auf ein Mindestmaß beschränkt.

2. Alle Bedienelemente können auf engem Raum in günstigster Anordnung zusammengefaßt werden. Die Bedienung ist daher bequem und übersichtlich, was besonders dann von Bedeutung ist, wenn innerhalb einer Übertragung schnelle Umschaltungen vorzunehmen sind. Beim transportablen Betrieb entfällt die bei Verwendung getrennter Verstärker durch räumliche Verhältnisse bedingte, von Fall zu Fall verschiedene Anordnung der Einzelgeräte. Man findet die Bedienelemente stets an derselben gewohnten Stelle.

3. Durch die Speisung aller Verstärker aus einem gemeinsamen Netzteil wird der Aufwand an Siebmitteln verringert. Die Kosten der gesamten Anlage werden dadurch sowie durch Verwendung eines großen Transformators und Gleichrichters an Stelle mehrerer kleinerer geringer. Durch die Zusammenfassung der Siebmittel für alle Verstärker im Netzteil wird die Schaltung der Verstärker einfacher und übersichtlicher und die Fehlersuche erleichtert. Da den räumlich vom Netzteil getrennten Verstärkern mit Ausnahme der Heizspannung nur gesiebte Gleichspannungen zugeführt werden, ist die Störfeldstärke im Verstärker geringer und die Abschirmung weniger kritisch.

4. Durch den Einbau der Verstärker in das Laufwerkchassis wird der besonders bei Einbau einer Einrichtung zur elektrischen Nachhallzeugung, die einen gewissen Abstand der Köpfe und damit auch der Triehwerksteile erfordert, reichlich vorhandene unbenutzte Raum ausgenutzt.

Diesen Vorteilen könnten drei Nachteile entgegengehalten werden:

1. Das ohnehin beträchtliche Gewicht des Laufwerks wird durch den Einbau der Verstärker noch erhöht. Die Gewichtszunahme dürfte jedoch im allgemeinen höchstens 20% ausmachen.

2. Durch den relativ engen Zusammenbau können Kopplungen zwischen den Verstärkern entstehen. Durch ausreichende Abschirmung und günstige Anordnung lassen sich diese jedoch vermeiden. Der Aufwand für die Abschirmung ist gering, da sie keinen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt ist. Stanndlebeklebte Papp- oder Preßspanwände genügen vollständig.

3. Schließlich könnte noch als Nachteil angeführt werden, daß im Reparaturfall durch den Zusammenbau vieler Einzelgeräte Fehlersuche und Austausch schadhafter Teile erschwert werden. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn die einzelnen Verstärker usw., wie schon erwähnt, als selbständige Baueinheiten ausgeführt werden, die mit wenigen Handgriffen ausgebaut werden können.

Wird das Hauptchassis, wie in Abb. 8 dargestellt, pultförmig abgekantet, so lassen sich im Vorderteil des Geräts alle Bedienelemente günstig unterbringen. Verstärker ohne Bedienelemente, wie die Vorverstärker für Mikrofon- und Bandwiedergabe, können an passender Stelle im Innern des Geräts angeordnet werden.

3.2 Funktion der Verstärker

Das Blockschaltbild der zur Erfüllung der aufgestellten Forderungen nötigen Verstärkereinrichtung zeigt Abb. 9, wobei die Zusammenfassung zu Baueinheiten gestrichelt angeordnet ist. Die Baueinheit „Wiedergabeteil“ setzt sich aus dem Wiedergabeverstärker WV und dem Mischpult 1 zusammen. Der Wiedergabeverstärker wird zweckmäßigerweise für eine Sprechleistung von ~ 10 W ausgelegt, um auch kleinere Säle ohne zusätzlichen Kraftverstärker beschallen zu können. Das mit vier Reglern ausgerüstete Mischpult gestattet die stetige Regelung und Überblendung der direkt bzw. über Vorverstärker ankommenden Eingänge „Rundfunk“, „Band 1“, „Band 2“ und „Mikrofon“. Die Eingangsempfindlichkeit des Mischpults für Vollaussteuerung des Wiedergabeverstärkers soll etwa 100...200 mV sein. Bei kleineren Eingangsspannungen bereitet die Abschirmung Schwierigkeiten, während bei Verringerung der Empfindlichkeit von WV der Aufwand erhöht wird, da jede im Hauptverstärker eingesparte Verstärkerstufe eine zusätzliche Stufe in jedem Vorverstärker erfordert. Bei drei Vorverstärkern verdreifacht sich dann der Aufwand. Um während des Schnitts die Aufnahme über den Wiedergabeverstärker abhören zu können, ist ein zusätzlicher Aufsprechverstärker notwendig. Diese Funktion wird von dem zweistufigen Breitbandverstärker AV übernommen. Dieser erhält seine Eingangsspannung vom Mischpult 2 und arbeitet über eine Entzerrerschaltung auf die Sprechköpfe beider Laufwerke, die wahlweise angeschaltet werden können. Das Mischpult hat vier Eingänge, die an „Band 1“, „Mikrofon“, „Rundfunk“ und dem Ausgang des Wiedergabeverstärkers liegen. Mischpult 2, Aufsprechverstärker und -entzerrer sind mit

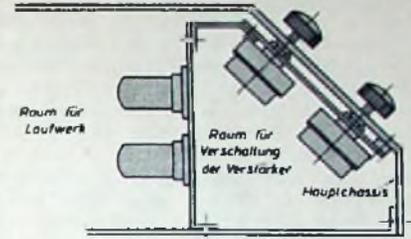


Abb. 8. Unterbringung der Verstärker im Laufwerkchassis

dem Lischgenerator zur Baugruppe „Aufsprechteil“ zusammengefaßt.

Nach diesem Schaltprinzip ist nun neben Wiedergabe und Aufnahme mit gleichzeitiger Kontrolle auch der Umschnitt von Bändern möglich. Dieser erfolgt stets von Maschine 1 auf Maschine 2, d. h., Band 1 wird über den Hörkopf HK 1 und Vorverstärker VV 1 abgehört, die NF-Spannung über das Mischpult 2 dem Aufsprechverstärker zugeführt und dessen Ausgang auf den Sprechkopf von Maschine 2 geschaltet. Über HK 2, VV 2, Mischpult 1 und WV wird der Umschnitt gleichzeitig abgehört. Auf diese Weise kann von einem Band beliebig viele Kopien hergestellt werden, und der Amateur hat zahlreiche weitere Möglichkeiten zur Bearbeitung eines Bandes, da er nun mit einer Kopie der Aufnahme beliebige Experimente zur Erzielung bestimmter Klangeffekte anstellen kann, ohne dabei befürchten zu müssen, daß bei Mißlingen der Versuche die Aufnahme verlorengeht. Einige Beispiele für die Herstellung solcher „Effekt-“ oder „Trickaufnahmen“ seien hier angeführt.

3.3 Elektrische Nachhallzeugung

Eines der wirksamsten Mittel zur Veränderung des Klangcharakters einer Aufnahme, das auch vom Rundfunk immer häufiger benutzt wird, ist die Benutzung des Nachhall-effekts. Der Wunsch nach einer Einrichtung zur Erzeugung von Nachhalleffekten ist in Tonamateurkreisen ebenso verbreitet wie die Ansicht, daß sich derartige Effekte mit dem Amateur zur Verfügung stehenden Mitteln nicht erreichen lassen. Es gibt jedoch einige Möglichkeiten, Nachhalleffekte mit einem auch für Amateure vertretbaren Aufwand zu erzielen. Zur Erklärung dieser Verfahren sei zunächst kurz auf das akustische Wesen des Nachhalls eingegangen.

Durch den Nachhalleffekt wird der Eindruck erweckt, als ob die betreffende Aufnahme in einem hallenden Raum aufgenommen wurde. Wird in einem geschlossenen Raum ein Schall erzeugt, so breiten sich die Schallwellen von der Schallquelle aus nach den verschiedensten Richtungen aus. Treffen sie dabei auf ihrem Wege auf ein Hindernis, so werden sie reflektiert und laufen in einer anderen Richtung weiter. Diese Reflexion ist jedoch nicht vollständig, denn ein Teil der Energie der Schallwelle wird von der Reflexionsfläche verschluckt. Wie groß dieser Anteil ist, hängt vom Schallschlußgrad dieser Fläche ab. Die reflektierte Schallwelle breitet sich nun weiter aus, bis sie an einem anderen Hindernis erneut reflektiert und dabei wieder geschwächt wird. Die Anzahl der Reflexionen in der Zeiteinheit ist im Mittel konstant und hängt von den Abmessungen des Raumes ab. Je größer der Raum, um so größer ist die mittlere freie Weglänge der Schallwellen zwi-

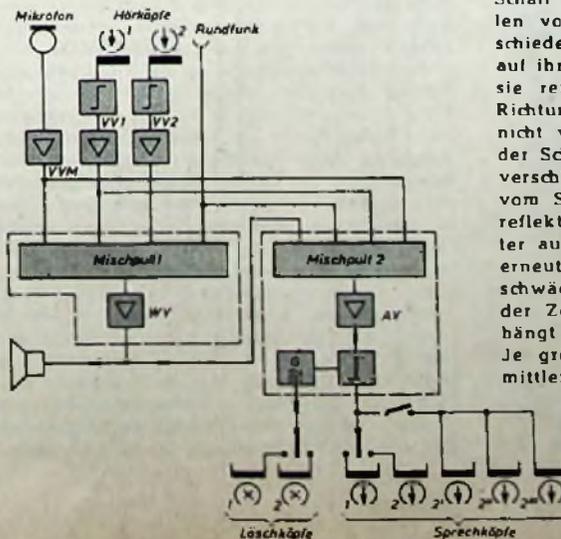


Abb. 9. Blockschaltbild der Verstärkerausrüstung

schen zwei Reflexionen. Da nun die Schallwellen, gleiche Beschaffenheit aller Reflexionsflächen vorausgesetzt, bei jeder Reflexion im gleichen Verhältnis geschwächt werden, fällt ihre Energie nach plötzlichem Abschalten der Schallquelle nach einer Exponentialfunktion ab, deren Zeitkonstante um so größer ist, je geringer der Schallschluckgrad der Wände und je größer die Zeit zwischen zwei Reflexionen, d. h. die Größe des Raumes, ist. Der Nachhall tritt daher vor allem in großen Räumen mit glatten, steinernen Wänden und wenig schallschluckender Innenausstattung auf, z. B. in Höhlen, Kellergewölben, Kirchen usw. Auf Grund der ungleichmäßigen Oberflächenbeschaffenheit der Wände wird eine auftretende Schallwelle nicht als Ganzes reflektiert, sondern nach verschiedenen Richtungen zerstreut, also in mehrere Teilwellen aufgespalten, deren Laufzeiten bis zur nächsten Reflexion verschieden sind. Zerstreung und Schwächung sind außerdem je nach Beschaffenheit der Wände frequenzabhängig. Der in einem solchen Hallraum stehende Hörer nimmt also nach Auslösung eines kurzzeitigen Schallstoßes, beispielsweise eines Knalls, ein langsam abklingendes Geräusch wahr, das aus einer großen Anzahl von Echos besteht, die so dicht aufeinander folgen, daß sie nicht mehr einzeln wahrgenommen werden. Die Dichte der Echos nimmt dabei durch die Zerstreung bei der Reflexion während des Abklingvorgangs ständig zu. Bis der Vorgang so weit abgeklungen ist, daß der Schall vom menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen wird, können mehrere Sekunden vergehen.

Bei der künstlichen Nachhallzeugung müssen nun diese Vorgänge möglichst naturgetreu nachgebildet werden, da das Ohr für Abweichungen vom natürlichen Verlauf sehr empfindlich ist. Es genügt also nicht, bei der Bandaufnahme durch einige zusätzliche Sprechköpfe eine Anzahl von Echos aufzusprechen, denn der so erzielte Effekt hat mit einem echten Nachhall kaum Ähnlichkeit. Die beste Annäherung ist mit akustischen Mitteln zu erreichen, indem die zu verhallende Aufnahme auf einen Lautsprecher gegeben wird, der sich in einem Hallraum befindet. Ein im gleichen Raum aufgestelltes Mikrofon nimmt den Originalschall des Lautsprechers und zugleich sämtliche Echos auf. Dieses Verfahren wird vom Rundfunk fast ausschließlich benutzt, und die so gewonnenen Effekte sind vom echten Nachhall praktisch nicht zu unterscheiden. Für den Amateur kommt dieses Verfahren jedoch seltener in Frage, weil ein geeigneter Hallraum kaum zur Verfügung stehen dürfte. Es sollen daher drei Verfahren kurz beschrieben werden, nach denen sich mit Hilfe

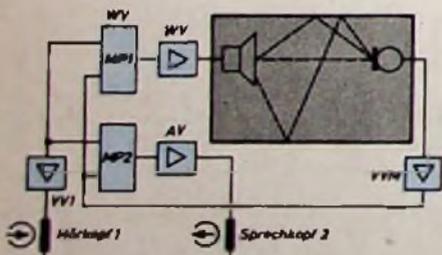


Abb. 10. Prinzip der Nachhallzeugung durch akustischen Verzögerungskreis

des Doppelmagnetongeräts mit recht guter Annäherung Nachhalleffekte ohne Benutzung eines Hallraums erzielen lassen.

Abb. 10 zeigt das Blockschema des ersten Verfahrens, das große Ähnlichkeit mit dem Hallraumverfahren besitzt. Die zu verhallende Aufnahme läuft auf Maschine 1 ab, wird über HK 1 abgehört und nach Verstärkung durch VV 1 über die Mischpulte dem Aufsprech- und Wiedergabeverstärker zugleich zugeführt. Während nun über AV und SK 2 die Ori-

ginalaufnahme auf die zweite Maschine überspielt wird, arbeitet WV auf einen Lautsprecher, der in einem möglichst großen Raum, der keine Halleigenschaften haben muß, aufgestellt ist. In etwa 5 m Entfernung von diesem befindet sich ein Mikrofon, dessen Spannung über den Mikrofonvorverstärker ebenfalls den Mischpulten zugeführt wird. Von dort gelangt sie wieder auf den Aufsprech- und Wiedergabeverstärker. Durch die Laufzeit des Schalls vom Lautsprecher zum Mikrofon ist das von diesem aufgenommene Programm gegen das vom Lautsprecher abgestrahlte und zugleich als Original auf Maschine 2 geschnittene verzögert. Da das Mikrofon weiterhin nicht nur Schallwellen empfängt, die in gerader Richtung vom Lautsprecher zum Mikrofon laufen, sondern auch solche, die durch Reflexion an den Wänden des Raums auf Umwegen mit größerer Verzögerung zum Mikrofon gelangen, besteht die dem Kreislauf wieder zugeführte Spannung aus einer ganzen Reihe von Echos, deren erstes die Verzögerung hat, die dem geradlinigen Abstand von Lautsprecher und Mikrofon auf Grund der Schallgeschwindigkeit entspricht, beispielsweise bei 5 m Abstand 15 ms. Indem diese Echos dem Lautsprecher wieder zugeführt werden, wiederholt sich der ganze Vorgang vielmals, wobei die Echofolge immer dichter wird, da jedes Echo beim nochmaligen Durchlaufen des Kreislaufs auf der akustischen Strecke Lautsprecher—Mikrofon in mehrere aufgespalten wird. Die Abklingzeitkonstante hängt nun lediglich von der Verstärkung innerhalb des Kreislaufs ab, durch die die durch den Schluckgrad der Wände verlorengehende Energie nachgeliefert wird. Diese Verstärkung muß stets kleiner als 1 sein, da sonst Selbsterregung auftritt. Wird die Verstärkung bis dicht an die Selbsterregung gesteigert, so lassen sich Abklingzeiten von mehreren Sekunden erreichen. Durch dieses akustische Verfahren wird der echte Nachhall sehr naturgetreu nachgebildet.

Der Nachteil des Verfahrens liegt neben der Umständlichkeit der Aufstellung von Mikrofon und Lautsprecher vor allem darin, daß beide einen sehr ausgeglichenen Frequenzgang haben müssen. Hat nämlich das Mikrofon nur eine geringe Resonanz bei einer bestimmten Frequenz, so tritt für diese Selbsterregung ein, da die Verstärkung für diese Frequenz den Wert 1 bereits überschreitet, während sie für andere Frequenzen noch zu gering ist, um einen genügend langen Nachhall zu erzeugen. Durch Unterdrückung der Resonanzfrequenz mittels frequenzabhängiger Gegenkopplungen im Mikrofonvorverstärker läßt sich allerdings in vielen Fällen Abhilfe schaffen.

Einfacher, jedoch nicht so naturgetreu, läßt sich ein Nachhalleffekt durch ein Verfahren erreichen, das nur elektrische Mittel benutzt. Das Prinzip der Anordnung zeigt Abb. 11. Die von Maschine 1 abgenommene Aufnahme wird über den Aufsprechverstärker auf Band 2 überspielt, gleich darauf über HK 2 abgehört, verstärkt und außer dem Kontrolllautsprecher auch dem Aufsprechverstärker wieder zugeführt, wodurch ein Echo aufgezeichnet wird. Dieses läuft nun auch an HK 2 vorbei, wird wieder verstärkt und nochmals als zweites Echo aufgezeichnet usw. Dieser Vorgang kann sich beliebig oft wiederholen und klingt, wenn die Kreisverstärkung kleiner als 1 ist, exponentiell ab. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die einzelnen Echos in konstantem Abstand, der durch die Entfernung von Sprech- und Hörköpfe gegeben ist, aufeinander folgen. Dadurch entsteht ein etwas harter, unnatürlich wirkender Nachhall. Weiterhin tritt noch eine technische Schwierigkeit auf. Der Abstand zweier Echos darf nämlich etwa 60 ms nicht überschreiten, da sonst vom Ohr kein Nachhall, sondern eine Folge von Einzelechos wahrgenommen wird. Daraus und aus der Bandgeschwindigkeit ergibt sich der Kopfspaltabstand bei einer Band-

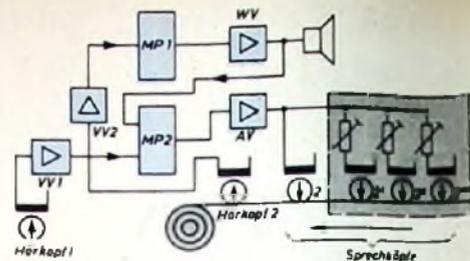


Abb. 11. Nachhallzeugung durch elektrischen Verzögerungskreis und Kopfkombinationen

geschwindigkeit von 76 cm/s zu 50 mm, bei 38 cm/s zu 25 mm und bei 19 cm/s zu 13 mm. Das Verfahren läßt sich wegen der Kopfabmessungen also praktisch nur bei 76 cm/s Bandgeschwindigkeit verwirklichen. Außerdem ergeben sich bei dem geringen Kopfabstand Abschirmungsschwierigkeiten, denn ein direktes Übersprechen vom Sprech- auf den Hörköpfe muß auf jeden Fall unterbunden werden.

Dieser Nachteil kann jedoch durch eine Erweiterung des Geräts beseitigt werden, die in Abb. 11 auf grauem Ton gezeichnet ist. Das Gerät erhält bei diesem Verfahren zwei oder drei zusätzliche Sprechköpfe, die unter Zwischenschaltung verschieden großer Vorwiderstände zur Erreichung einer von Kopf 2...2'' abfallenden Aufsprechamplitude parallel zum Sprechköpfe 2 geschaltet werden. Diese Köpfe liefern nun bereits die ersten zwei oder drei Echos. Da ein Übersprechen zwischen den Sprechköpfen nicht befürchtet zu werden braucht und auch nicht stört, weil sie ohnehin parallel liegen, können sie ohne Zwischenabschirmung direkt aneinandergereiht werden. Bei Verwendung kleiner Kopftypen läßt sich dann je nach Typ ein Spaltabstand von etwa 12...16 mm erreichen. Der Hörköpfe braucht nun bei beispielsweise drei zusätzlichen Köpfen erst das vierte Echo zu liefern, kann also vom ersten Sprechköpfe einen Abstand von 50 mm haben, was räumlich und abschirmungsmäßig durchaus zu erreichen ist. Macht man nun noch den Abstand zwischen den einzelnen Sprechköpfen verschieden groß, so erhält man einen ständig wechselnden Echoabstand. Damit sind mit Ausnahme der Zunahme der Echodichte während des Abklings alle Eigenschaften des natürlichen Nachhalls annähernd nachgebildet, und man erreicht eine sehr gute Nachhallwirkung. Für Amateurzwecke dürfte daher dieses Verfahren, das keine zusätzlichen akustischen Mittel erfordert, das geeignetste sein.

3.4 Trickaufnahmen

Das Doppelmagnetongerät bietet noch verschiedene andere Möglichkeiten zur Herstellung von Trickaufnahmen. So können Doppelaufnahmen (wie z. B. Gespräche mit Hintergrundgeräuschen) in Hörspielzonen hergestellt werden, indem zunächst die vorher auf einem anderen Band aufgenommenen Geräusche auf das Band überspielt werden und anschließend im zweiten Durchlauf auf dieses die Mikrofonaufnahme, die gegebenenfalls auch schon auf Band vorliegen kann, aufgespielt wird. Verunglückt diese einmal, so ist die unter Umständen schwierig zu beschaffende Geräuschaufnahme nicht verloren, da noch das Original existiert. Ebenso besteht die Möglichkeit, die Geräuschkulisse über den Wiedergabeverstärker auf einen geeignet aufgestellten Lautsprecher zu geben und dadurch in die Mikrofonaufnahme einzublenden. Auf diese Weise kann man sich z. B. bei Gesang von einem Rundfunkorchester begleiten lassen. Macht man nun noch von den akustischen Eigenschaften verschiedener Räume, der Möglichkeit der Frequenzgangbeeinflussung und der Verhallung Gebrauch, so lassen sich in Verbindung mit einem guten Mikrofon mit dem Doppelmagnetongerät ohne zusätzliche Geräte viele Trickaufnahmen herstellen.



②

Wirkungsweise und Schaltungstechnik der Elektronenröhre

1.26 Geschwindigkeit der Elektronen im luftleeren Raum

Wie später noch gezeigt wird, ist die Laufzeit der Elektronen im Inneren der Röhre besonders bei sehr hohen Frequenzen von großer Bedeutung. Um diese Laufzeit bestimmen zu können, muß man den Abstand zwischen Anode und Katode sowie die Elektronengeschwindigkeit kennen. Die Geschwindigkeit ergibt sich aus der Beziehung

$$v_e = 595 \sqrt{U_a} \quad [\text{km/s}] \quad (5)$$

Darin bedeutet U_a die Anodenspannung. Man sieht, daß die Elektronengeschwindigkeit mit der Wurzel aus der Anodenspannung zunimmt. Bei $U_a = 400 \text{ V}$ ist $v = 12.000 \text{ km/s}$, bei 200 V etwa 8000 km/s . Die Laufzeit des Elektrons zwischen Anode und Katode ergibt sich aus

$$t = \frac{2l}{v_e} \quad [\text{s}] \quad (6)$$

Darin sind l der Abstand zwischen Anode und Katode und t die Laufzeit. Der Faktor 2 rührt davon her, daß man die Anfangsgeschwindigkeit der Elektronen gleich Null setzt, während man die Endgeschwindigkeit mit v_e annimmt. Über die Laufzeitfragen wird später noch gesprochen.

1.27 Anodenverlustleistung

Die von der Anodenspannung beschleunigten Elektronen haben eine kinetische Energie, die dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist. Treffen die Elektronen plötzlich auf die Anode, dann werden sie bis zur Geschwindigkeit Null abgebremst. Sie müssen dabei ihre kinetische Energie in irgendeiner Form abgeben. Liegt zwischen Anode und Katode lediglich eine Gleichspannungsquelle mit dem Innenwiderstand Null, so wird die kinetische Energie der Elektronen nahezu vollständig im Anodenblech in Wärme umgesetzt. Die Anode nimmt also eine elektrische Leistung

$$N_a = U_a \cdot I_a \quad [\text{W}] \quad (7)$$

auf, die das Produkt der Anodenspannung U_a und des Anodenstroms I_a ist. Die daraus resultierende Erwärmung der Anode kann so stark werden, daß das Anodenblech u. U. zum Glühen kommt. Deshalb schreiben die Röhrenhersteller für jeden Röhrentyp eine höchstzulässige „Anodenverlustleistung“ vor, die man auch „maximale Anodenbelastbarkeit“ nennt. Die Größe der zulässigen Anodenverlustleistung hängt dabei von der Oberfläche und den Kühlverhältnissen der Anode ab. Es gibt Röhren, die mehrere hundert Kilowatt Anodenverlustleistung aufnehmen können, während kleinere Typen nur mit Bruchteilen eines Watts belastbar sind. Durch Schwärzen des Anodenbleches erreicht man eine gute Wärmeabstrahlung, so daß geschwärzte Anoden bei gleicher Oberfläche höher belastbar sind. Bei größeren Röhren, z. B. Senderöhren, wird die Anodenverlustleistung durch Wasserkühlung abgeführt.

1.28 Abschirmung von Röhren

Röhren und Elektrodenysteme müssen aus verschiedenen Gründen abgeschirmt werden. Nicht alle von der Katode emittierten Elektronen erreichen die Anode, ein kleiner Teil fliegt im Vakuum weiter und bildet die sogenannten „Streuelektronen“. Sie können das ordnungsgemäße Arbeiten der Röhre stören, beispielsweise Glasaufladungen verursachen usw. Deshalb schirmt man das Elektroden-

system metallisch ab, wofür sich beispielsweise metallische Deckel an beiden Systemenden eignen. Solche Abschirmungen sind vor allem dann von Bedeutung, wenn in einem Röhrenkolben mehrere Röhrensysteme enthalten sind (sogenannte Verbundröhren). Streuelektronen könnten dann die Ursache für eine gegenseitige Beeinflussung der Systeme sein. Diese Erscheinung läßt sich durch eine sorgfältige gegenseitige metallische Abschirmung der Systeme mit Sicherheit vermeiden.

Besonders unangenehm ist das Auftreten von Sekundärelektronen. Sie können immer dann entstehen, wenn vagabundierende Elektronen, die außerhalb des Röhrensystems auftreten, auf einen festen Körper, vorzugsweise die Glaswand des Kolbens, auftreffen. Bei dem Aufprall löst ein auftreffendes Elektron, ein sogenanntes „Primärelektron“, aus dem Kolben mehrere andere Elektronen, sogenannte „Sekundärelektronen“, aus, und diese können Verzerrungen oder Verstärkungsschwankungen usw. zur Folge haben. Man bringt daher gern an der Innenseite des Kolbens eine Kohle- oder Graphitschicht an, wodurch das Auslösen von Sekundärelektronen weitgehend verhindert wird. Legt man die leitende Schicht auf Katodenpotential, dann können die Elektronen wieder zur Katode zurückfließen. Derartige Maßnahmen findet man vor allem in Katodenstrahlröhren, bei denen die Gefahr des Auftretens von Sekundärelektronen wegen der hohen Anodenspannungen groß ist.

Abschirmungen außerhalb des Röhrenkolbens haben mit den Elektronen nichts mehr zu tun. Sie sollen lediglich statische Felder abschirmen, die entweder von außen auf die Röhre einwirken oder die im Inneren der Röhre entstehen und nicht nach außen gelangen sollen. Derartige statische Abschirmungen wendet man sowohl im Hochfrequenz- als auch im Niederfrequenzgebiet an. Sie liegen stets auf Nullpotential der Schaltung.

1.29 Katoden und Anoden

Die Anoden der Elektronenröhren bestehen entweder aus Nickel- oder Eisenblech oder aus Drahtgeflecht. Drahtgeflecht hat den Vorteil der größeren wirksamen, wärmeabstrahlenden Oberfläche. Nachteilig ist, daß ziemlich viele Elektronen durch die Anode hindurchlaufen und auf die Kolbenwand treffen können. Trotzdem greift man gern zur Drahtmaschenanode, wenn es sich um Röhren handelt, die große Leistungen verarbeiten müssen. Auf die Schwärzung der Anode zwecks besserer Wärmeabstrahlung wurde bereits hingewiesen.

Die mechanische und technologische Konstruktion der Katode ist wesentlich komplizierter als die der Anode. Sie hängt außerdem weitgehend davon ab, ob die Katode für direkte oder indirekte Heizung bestimmt ist. Der mechanische Aufbau dieser Katoden wird später besprochen werden. Reine Wolframkatoden kommen wegen der erforderlichen hohen Austrittsgeschwindigkeit der Elektronen praktisch nicht mehr in Betracht. Das gleiche gilt auch für Katoden aus reinem Thorium, bei dem die Austrittsgeschwindigkeit nur wenig unter der von reinen Wolframkatoden liegt. Dagegen sind Wolframfäden üblich, die mit einer dünnen Schicht aus Bariumoxyd oder Kalziumoxyd überzogen sind. Die Bariumoxydschicht hat sich wegen ihrer sehr geringen Austrittsgeschwindigkeit am meisten durchgesetzt. Es ist also damit zu rechnen, daß die meisten modernen Röhren eine Bariumoxyd-Katode enthalten.

1.3 Heizung

1.31 Direkte Heizung

Wie schon erwähnt, muß man die Katoden der Röhren künstlich heizen, weil die normale Zimmertemperatur für das Zustandekommen einer verwertbaren Emission nicht ausreicht. Die „Kaltkatode“ ist zwar prinzipiell denkbar und kam auch in den ersten Elektronenröhren zur Anwendung. Um aber die austretenden Elektronen überhaupt nachweisen zu können und um mit ihnen sichtbare Wirkungen herorzubringen, waren sehr hohe Anodenspannungen — mehr als 10.000 Volt — nötig. Beispielsweise arbeiteten die ersten Katodenstrahlröhren, mit denen die Röntgenstrahlen entdeckt wurden, mit kalten Katoden. Heute ist man bei normalen Elektronenröhren ganz davon abgekommen, verwendet also nur noch „Glühkatoden“, die elektrisch auf eine wesentlich über der Zimmertemperatur liegende Betriebstemperatur gebracht werden.

Bei der sogenannten direkten Heizung besteht die Katode aus einem dünnen metallischen Faden, an dessen Enden eine Spannung, die „Heizspannung“, gelegt wird. Der fließende Strom, der „Heizstrom“, erhitzt den Faden so stark, daß er zum Glühen kommt. Das Produkt aus Heizstrom und Heizspannung ist die „Heizleistung“. Sie wird so bemessen, daß die für den Betrieb des Fadens gerade erforderliche Temperatur erreicht wird. Der Durchmesser des Heizfadens ist häufig sehr klein. Drahtdurchmesser von etwa $0,01 \text{ mm}$ lassen sich ohne weiteres erreichen. Der Faden selbst besteht meistens aus reinem Wolfram mit einer Bariumoxydschicht von etwa 10 bis 100μ ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$) Dicke. Diese Schicht ist für die Elektronenemission verantwort-

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte unter anderem im Juliheft folgende Beiträge

Lichtpunkt- und Vidikon-Filmabtaster — Ein Vergleich unter Zugrundelegung der Gerbernorm

MF-Schmalbandauschgeneratoren

Einfache lichtelektrische Nachführvorrichtung für astronomische Fernrohre

Anwendung der Wanderfeldröhre in der Meßtechnik

Die Superorthikon-Fernseh-Kameraröhre

Fernsehgeräte im Walzwerk

Baumbeleuchtung für Baderschirm-Beobachtungsräume

Neue Geräte für die magnetische Schallspeicherung

Aus Industrie und Technik

Zeitschriftenausweise • Patentschau Referate • Neue Bücher

Format DIN A 4 • monatl. ein Heft • Preis 3,- DM

Zu beziehen

durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde

lich und wird durch den darunter befindlichen Wolframfaden auf die richtige Temperatur gebracht. Meistens reichen 700...800°C aus, was etwa dunkler Rotglut entspricht.

Der Faden ist im allgemeinen zwischen zwei relativ eng benachbarten Stützpunkten gespannt. Die direkte Heizung kommt heute fast nur noch für aus Batterien geheizte Röhren in Betracht. Hierfür ist eine kleine Heizleistung aus wirtschaftlichen Gründen besonders erwünscht, und sie läßt sich mit der direkten Heizung auch recht gut verwirklichen. Allerdings ist meistens reine Gleichstromheizung nötig, weil Wechselstromheizung des Fadens wegen der geringen Wärmeträgheit des Fadens Anlaß zu periodischen Temperaturschwankungen im Rhythmus der Frequenz des Heizstromes gibt. Dadurch entstehen entsprechende Anodenstromschwankungen, die sich beispielsweise im Lautsprecher des Rundfunkempfängers als Brummlen bemerkbar machen können. Bei Batteriebetrieb ist mit solchen Störungen nicht zu rechnen. Eine weitere unangenehme Eigenschaft direkt geheizter Katoden ist das ungleiche Katodenpotential längs der Katode, weil die Heizspannung längs der Heizfadenlänge abfällt. Deshalb sind kurze Heizfäden besonders erwünscht.

Schließlich ist auch noch zu erwähnen, daß die direkt geheizten Fäden gegen Stoß und elektrische Überlastungen besonders empfindlich sind. Die Heizfäden sind meistens so dünn, daß sie oft schon bei relativ geringen Erschütterungen der Röhre abreißen können. Ferner wird der Faden oft schon bei kleinen Überschreitungen der zulässigen Heizspannung durch Verdampfen der emittierenden Schicht unbrauchbar, d. h. die Röhre wird taub. Bei Heizung aus Batterien besteht diese Gefahr jedoch praktisch nicht.

1.32 Indirekte Heizung

Wie schon der Name sagt, wird bei der indirekten Heizung die Katode nicht unmittelbar erhitzt. Bei indirekt geheizten Katoden unterscheidet man zwischen dem eigentlichen Heizfaden, auch „Brenner“ genannt, und der wirklichen Katode, die nur zur Elektronenemission dient und vom Brenner „indirekt“ erhitzt wird. Die Katode besteht aus einem dünnwandigen Metallröhrchen (Nickel oder Nickellegierung), das die emittierende Schicht trägt. Im Inneren dieses Röhrchens ist der Heizfaden untergebracht, meistens mit einer hitzebeständigen Isolierschicht, z. B. aus Aluminiumoxyd, bedeckt, um eine elektrische Trennung zwischen Katode und Heizfaden herbeizuführen. In älteren Ausführungen brachte man den Heizfaden in einem Isolierrohrchen aus Magnesiumoxyd unter, weil man die Technik der elektrischen Trennung zwischen Katode und Faden noch nicht genügend beherrschte. Durch dieses Isolierrohrchen wurde die Wärmeträgheit wesentlich erhöht, so daß zum Anheizen der Katode auf Betriebstemperatur eine unverhältnismäßig lange Zeit erforderlich war. Bei den modernen Röhren fällt das Isolierrohrchen weg; die Schicht auf dem Heizfaden dient als Isolation. Der Faden selbst ist „gewendelt“ und bifilar gewickelt, so daß sich die durch den Heizstrom verursachten Magnetfelder nach außen hin auf-

heben. Man kann daher solche Fäden ohne weiteres mit Wechselstrom heizen; Brummstörungen sind um so weniger zu erwarten, als die relativ wärmeträge Katodenoberfläche den Schwankungen des Heizstromes nicht folgen kann. Als weiterer Vorteil der indirekten Heizung ist zu erwähnen, daß die Oberfläche der emittierenden Katode überall gleiches Potential aufweist, weil der Heizstrom sie nicht durchfließt. Außerdem bietet die elektrische Trennung von Faden und Katode erhebliche Vorteile in schaltungstechnischer Hinsicht, wovon später noch die Rede sein wird. Schließlich lassen sich noch die anderen Elektroden näher an die Katode heranbringen; dadurch werden die Systemabmessungen kleiner und die elektrischen Eigenschaften, z. B. die Steilheit, günstiger. Die erforderlichen Heizleistungen liegen bei Rundfunkröhren zwischen etwa 1 W und 4 W.

Die Isolation zwischen Faden und Katode ist bei indirekt geheizten Röhren nicht absolut durchschlagssicher, denn die Isolationsschicht ist relativ dünn. Deshalb darf die von den Herstellern für den jeweiligen Typ stets vorgeschriebene Höchstspannung zwischen Faden und Katode nicht überschritten werden. Diese Tatsache ist vor allem bei der noch zu besprechenden Serienheizung von Bedeutung, bei der relativ große Gleich- und Wechselspannungen zwischen Faden und Katode auftreten können. Für den zulässigen Spannungswert ist stets die Gleichspannung oder der Effektivwert einer eventuell vorhandenen Wechselspannung anzunehmen. Bei indirekt geheizten Röhren muß man mit der Summe aus Gleichspannung und effektiver Wechselspannung rechnen. Werden die zulässigen Spannungen erheblich überschritten, so besteht die Gefahr einer baldigen Zerstörung der Röhre.

Wegen der nicht ganz vollkommenen Isolation zwischen Katode und Heizfaden hat der Widerstand zwischen diesen beiden Elektroden einen endlichen Wert. Dadurch können eventuell Brummgeräusche entstehen. Deshalb soll man nur solche Schaltmittel zwischen Faden und Katode legen, die Gittervorspannungen erzeugen oder zur Gegenkopplung dienen. Die Firmen begrenzen ferner den Wert des außen zwischen Faden und Katode gelegten Widerstandes, um das Auftreten von Störungen infolge thermischer Widerstandsänderung der Isolation zwischen Faden und Katode zu verhindern. Beim Entwurf von Schaltungen muß man sich daher stets genau an die jeweils genannten Werte halten.

Sehr wichtig ist das Einhalten der richtigen Heizdaten; die Lieferfirmen geben die jeweils zulässigen Streuungen an, die jedoch im praktischen Betrieb nach Möglichkeit nicht erreicht werden sollten. Jede übermäßige Erhöhung oder Erniedrigung des Heizstromes oder der Heizspannung hat eine Beeinträchtigung der Emissionsfähigkeit der Katodenschicht zur Folge. Bei Überheizung tritt eine Schichtzerstörung durch Verdampfen ein, bei Unterheizung verarmt dagegen die Schicht an wirksamem Barium, weil das Bariumoxyd infolge unzureichender Erwärmung nur mangelhaft nachgeliefert wird. Bei starker Überheizung muß man außerdem mit einem Durchbrennen des Fadens rechnen.

1.33 Parallelschaltung von Heizfäden

Bei Verwendung mehrerer Röhren in einem Gerät kann man die Heizfäden entweder parallel oder in Reihe schalten. Die Parallelschaltung — den einfachsten Fall — zeigt Abb. 5. Die Enden der Heizfäden 1, 2, 3 und 4 sind miteinander verbunden. Voraussetzung für die Parallelschaltung ist, daß alle Fäden

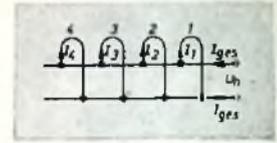


Abb. 5 Parallelschaltung der Heizfäden

die gleiche Heizspannung benötigen. In Ausnahmefällen kann den Röhren mit der niedrigsten Heizspannung ein Serienwiderstand zugeordnet werden, der sich aus der Beziehung

$$R_s = \frac{U_1 - U_2}{I} \quad [\Omega] \quad (8)$$

ergibt, wenn R_s der Vorwiderstand für den betreffenden Heizfaden, U_1 die angelegte Gesamt-Heizspannung, U_2 die Heizspannung für die betreffende Röhre und I der Heizstrom dieser Röhre ist. Die Heizströme aller Röhren addieren sich zu dem Gesamtstrom I_{ges} .

Die Parallelheizung kommt bei reinen Wechselstromempfängern, Autoempfängern und (teilweise) bei Batterieempfängern vor. Hinsichtlich Dimensionierung hat man nur darauf zu achten, daß die Heizstromquelle eine hinreichend konstante Spannung und die benötigte Heizleistung abgeben kann. Beim plötzlichen Einschalten besteht für die Heizfäden keine Gefahr, weil die Spannung konstant und im Einschalt Augenblick wegen der starken Belastung durch die kleinen Widerstände der noch kalten Fäden sogar etwas geringer als normal ist. In Wechselstromempfängern wird die Heizspannung einer entsprechend bemessenen Wicklung des Netztransformators entnommen; bei Autoempfängern dient die Starterbatterie unmittelbar zur Heizung. Für Batterieempfänger sieht man entweder Trockenbatterien oder Spezialakkumulatoren vor, die möglichst klein und gasdicht sein sollen (z. B. die DEAC-Batterien). Bei Batteriegeräten müssen u. U. die Fäden teilweise in Serie geschaltet werden, da die Heizspannung dieser Röhren unterschiedlich ist. Erwähnt sei noch, daß man die Heizwicklung des Transformators bei Wechselstromheizung häufig mit einer Mittelanzapfung versieht, die an Masse liegt. Dadurch werden Brummstörungen, die bei empfindlichen Röhren auftreten können, weitgehend vermieden. Früher speiste man auch direkt geheizte Röhren mit Wechselspannung; in diesem Fall war eine Mittelanzapfung unbedingt erforderlich, da man den Anodengleichstrom bzw. Katodenstrom der elektrischen Mitte des Heizfadens zwecks Vermeidung von Netzbrummen zuführen mußte. Indessen sind heute direkt geheizte Endröhren praktisch nicht mehr in Gebrauch. (Wird fortgesetzt)

In Werkstatt,



Kundendienst,



Labor



zieht man die Lorenz-Röhre vor.

Ausstellungen, Tagungen, Lehrgänge

31. 8.— 9. 9.	Deutsche Fernsehschau 1956	Stuttgart
2. 9.— 9. 9.	Leipziger Herbstmesse	Leipzig
10. 9.— 15. 9.	Verband Deutscher Elektrotechniker 49 Hauptversammlung	Frankfurt a. M.
13. 9.	Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE, NTG-Mitgliederversammlung	Frankfurt a. M.
15. 9.— 30. 9.	Deutsche Industrie-Ausstellung Berlin 1956	Berlin
17. 9.— 21. 9.	Fernsehtechnische Gesellschaft, FTG-Jahrestagung	Baden-Baden
25. 9.— 29. 9.	VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik, Tagung Regelungstechnik	Heidelberg
1. 10.— 3. 10.	VDI-Fachgruppe Verfahrenstechnik, Tagung Jahrestreffen 1956 der Verfahrens- Ingenieure	Hamburg
24. 10.— 27. 10.	Ausschuß für Funkortung, Jahrestagung Funk- und Schallortung in der Schifffahrt und Seevermessung	Hamburg

CCIR-Vollversammlung in Warschau

Am 9. August trafen sich in Warschau anlässlich der 8. Vollversammlung des CCIR Abordnungen aus 32 europäischen Ländern. Im Rahmen der deutschen Delegation nehmen unter Führung der Deutschen Bundespost auch Vertreter der maßgebenden Industrie teil, wie z. B. von *Telefunken* die Herren Prof. Dr. Nestel, Berlin, Dr. Ulbricht, Ulm, Dr. Brühl, Backnang, und Dipl.-Ing. Bruch, Hannover.

Deutsche Fernsehschau 1956

Zum Besuch der Deutschen Fernsehschau 1956, die in der Zeit vom 31. August bis 9. September 1956 im Stuttgarter Höhenpark Killesberg stattfindet, liegen bereits viele Anmeldungen von Interessenten aus England, USA, Belgien, Schweiz, Frankreich und aus anderen Ländern vor. Auch die sowjetische Botschaft kündigt den Besuch von Fachleuten aus Moskau und die tschechoslowakische Handelskammer in Prag den Besuch von Angehörigen tschechoslowakischer Firmen an.

Kursus „Grundlagen der Kernenergie-Technik“

Im Rahmen der Hauskurse der *Technischen Akademie Bergisch Land e. V.* findet in Wuppertal-Elberfeld u. a. vom 24. bis 28. September 1956 (jeweils vormittags) ein Kursus „Grundlagen der Kernenergie-Technik“ statt. Vortragende sind D. J. M. Kay, London, und Prof. Dr.-Ing. H. F. Schwenkhausen.

Lehrgänge für UKW- und Fernsehtechnik

Der nächste vom *Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e. V.* in Zusammenarbeit mit dem *Physikalischen Institut der Universität Mainz* veranstaltete Lehrgang findet in der Zeit vom 10. bis 23. September 1956 (Abschlussprüfung am 24. und 25. September) in Mainz statt. Die Lehrgangsgebühren betragen 50 DM. Anmeldung beim Leiter der Lehrgänge: A. Schmelz, Mainz, Augustinerstr. 48.

Aus dem Ausland

Englische Autosuper mit Transistoren

Die englische Firma Pye kündigt mit dem „Transistorised Car Radio“, Modell „TCR 16“, eine neue Entwicklung in der Autosuperfertigung an. Transistoren werden in sämtlichen Stufen, auch im Stromversorgungsnetz verwendet. Die Ausgangsleistung ist bei Verwendung von zwei Lautsprechern 6 W, während der Frequenzbereich von 120 bis 6000 Hz reicht. Besondere Vorzüge sind u. a. die lange Lebensdauer der Transistoren und der geringere Batterie-Stromverbrauch, der auf etwa $\frac{1}{3}$ reduziert werden konnte. Insgesamt werden drei verschiedene Transistor-Autosuper gefertigt, darunter ein „Hi-Fi“-Modell. Ein anderer Transistor-Autosuper hat fünf Wellenbereiche (MW, LW und 3 X KW).

Amerikanischer Universal-Koffer auch für Fernsehen

Zu einem erstaunlich niedrigen Preis (124 Dollar) wird in den USA der erste Kombinationskoffer mit Fernsehgerät, Radio und Plattenspieler angeboten. Dieses Koffergerät läßt sich auch aus der Autobatterie betreiben.

Automatischer Wetterdienst in USA

In den USA wurden erstmalig kleine schwimmende Wetterstationen verwendet, um die Entwicklung des Wirbelsturmes „Janet“ zu überwachen. Auf dem Wege, den der Orkan wahrscheinlich nehmen würde, waren drei Wetterbojen ausgelegt. Die Funkzeichen, die das Nähen des Wirbelsturmes anzeigten, konnten von sämtlichen drei Bojen bez. einwandfrei aufgenommen werden.

Die Bojen sind mit einem Ruder ausgerüstet, das sie in Windrichtung hält, haben einen Durchmesser von 40 cm, sind 35 cm hoch und wiegen 165 kg. Es ist beabsichtigt, später vollständig selbsttätige, unbemannte Wetterstationen in unzugänglichen Gegenden der Welt einzurichten.

Eurovisions-Sendung vom Mittelmeer

Gegenwärtig werden Vorbereitungen getroffen, um im nächsten Jahre im Rahmen der Eurovision Originalreportagen vom etwa 200 m tiefen Grund des Mittelmeeres zu übertragen. Man beabsichtigt, eine nie von Menschen-äugen gesehene versunkene Welt zu zeigen, wie z. B. phönizische und römische Galeeren, Kriegsschiffe der beiden letzten Weltkriege, Kreuzfahrerschiffe usw.

für Spitzengeräte

bei denen höchste Übertragungsgüte Bedingung ist,
kommen als Eingangsstufen nur beste Übertrager in
Frage. Labor-W empfiehlt Ihnen, da Sie Wert auf
Qualität legen, seine

BREITBAND-ÜBERTRAGER

Die hier gezeigte Bauform T8 421 hat folgende Eigenschaften:

- Frequenzbereich 20 - 20000 Hz \pm 1dB
- Brummkompensiert
- Zentralbefestigung (M 10 x 0,5)
- Größe nur 40 \varnothing x 42 mm
- Mikrofonie-unempfindlich
- Bequem montierbar
- Wirksame Doppelschirmung

Daneben stehen Ihnen noch viele andere Bauformen zur Verfügung. Wo z. B. ein nachträglicher Einbau nicht mehr möglich ist, können wir mit Kabel-Übertragern helfen. Unsere Prospekte sagen Ihnen mehr; vor allem auch über Labor-W-Miniatur-Übertrager.

Nutzen Sie unsere Erfahrungen im Bau hochwertiger Eingangs-Übertrager aus. Lassen Sie sich beraten von

DR. ING. SENNHEISER - BISSENDORF (HANN.)

MIKROPHONE

ÜBERTRAGER

VERSTÄRKER

KLEINHÖRER

MESSGERÄTE

Exakte Rechteckspannungen ohne großen Aufwand

Es ist sehr zweckmäßig, wenn man im Labor oder in der Werkstatt einen zuverlässigen Rechteckgenerator zur Verfügung hat, da man mit einer einwandfreien Rechteckspannung manche Prüfung und Messung einfacher durchführen kann. Vor allem für das Prüfen von Tonfrequenzanlagen, in erster Linie von Verstärkern, hat sich der Rechteckgenerator in Verbindung mit einem Katodenstrahloszillografen außerordentlich gut bewährt. Gibt man auf den Eingang des zu untersuchenden Verstärkers eine möglichst exakte Rechteckspannung und beobachtet seine Ausgangsspannung auf dem Katodenstrahloszillografen, so kann man bei einiger Erfahrung aus dem Kurvenbild gleichzeitig die Verstärkungseigenschaften bei hohen und niedrigen Frequenzen, den Phasenwinkel und andere Eigenschaften des Verstärkers beurteilen.

Wenn ein Tonfrequenzgenerator bereits vorhanden ist, so läßt sich aus ihm durch ein kleines Zusatzgerät ein Rechteckgenerator machen. Das einfachste und zu diesem Zweck wohl am meisten benutzte Zusatzgerät ist ein sogenannter „Clipper“, der aus der Sinusspannung des Tonfrequenzgenerators eine Rechteckspannung macht, indem er die positiven und negativen Spitzen

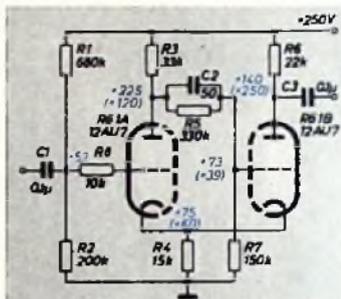


Abb. 1. Vollständige Schaltung eines kleinen Zusatzgerätes zur Gewinnung exakter Rechteckspannungen mit Frequenzen zwischen 0 u. 100 kHz

der Sinusspannung abschneidet. Die so gewonnene Rechteckspannung ist aber nicht sehr vollkommen, da ihre Flankensteilheit unzureichend und nicht besser als die der ursprünglichen Sinusspannung ist. Eine Verbesserung ist auf diesem Wege nur möglich, wenn man das Clipping mehrfach wiederholt und dazwischen eine ausreichende Verstärkung vornimmt. Dabei ist aber ein erheblicher Schaltungsaufwand unvermeidlich.

Günstiger arbeiten Multivibratoren oder bistabile Flip-Flop-Schaltungen, die von dem Sinusgenerator gesteuert werden und im Takt der Sinusspannung von dem einen in den anderen stabilen Zustand kippen. Hier erhält man recht gut ausgebildete Rechtecke mit steilen Flanken. Eine besonders einfache und doch außerordentlich zufriedenstellend arbeitende Schaltung dieser Art ist in Abb. 1 mit allen zum Nachbau erforderlichen Schalldaten wiedergegeben. Da die Schaltung recht unkritisch ist, kann sich auch der Ungeübte dieses kleine Zusatzgerät leicht mit Erfolg anfertigen.

Die Schaltung zeichnet sich durch eine große Flankensteilheit der Ausgangsspannung mit weniger als 5 μ s aus, und zwar für jede beliebige Frequenz der Rechteckspannung zwischen fast 0 Hz und etwa 100 kHz. Die Frequenz der gewonnenen Rechteckspannung ist gleich der Frequenz der auf den Eingang gegebenen Steuerspannung; in dieser Beziehung unterscheidet sich also die Schaltung von den üblichen Flip-Flop-Schaltungen, die als Frequenzteiler wirken. Die Kurvenform der steuernden Eingangsspannung spielt keine Rolle. Sinusspannungen sind ebenso wie jeder andere periodische Spannungsverlauf brauchbar. Auch obertonreiche Schwingungen, etwa von einem Mikrofon oder von Musikinstrumenten abgeleitete Spannungen, sind zur Steuerung geeignet. Hier deutet sich übrigens ein weiteres Anwendungsgebiet des kleinen Zusatzgerätes an: Man kann es nämlich als Filter benutzen, das aus einer obertonreichen Schwingung die Grundfrequenz ausbleibt und als leicht meßbare Rechteckspannung wiedergibt.

Die Amplitude der Steuerspannung muß mindestens 5 V sein. Bei kleineren Amplituden liefert die Schaltung keine Ausgangsspannung. Sonst sind Form und Amplitude der Rechteckspannung völlig unabhängig von Form und Amplitude der Steuerspannung. Da das Gerät nur wenig Platz beansprucht, baut man es am besten in den vorhandenen Tonfrequenzgenerator ein.

Die Arbeitsweise der Schaltung ist leicht zu verstehen; sie kippt in einen von zwei stabilen Zuständen, je nachdem, ob auf ihren Eingang ein positiver oder ein negativer Spannungsstoß gegeben wird. Zu diesem Zweck ist die Anode der ersten Triode R6 1A über ein differenzierendes Netzwerk C2—R5 auf das Gitter der zweiten Triode R6 1B gekoppelt, während durch den gemeinsamen Katodenwiderstand R4 eine Art Rückkopplung von R6 1B auf R6 1A gegeben ist. In Abb. 1 sind an den verschiedenen Punkten der Schaltung die Gleichstrompotentiale für die beiden stabilen Zustände angegeben. Es sei zunächst einmal angenommen, daß sich die Schaltung in dem Zustand befindet, für den die nicht eingeklammerten Potentialwerte gelten. Wie man sieht, ist das Steuergitter von R6 1A etwa 18 V negativ gegen die Katode, so daß R6 1A praktisch gesperrt ist. Demgegenüber fließt durch R6 1B ein Anodenstrom, da hier das Gitter nur 2 V negativer als die Katode ist. Das Potential an der Anode von R6 1B beträgt demgemäß nur 140 V.

Wenn jetzt ein positiver Spannungsstoß in Form der aufsteigenden Flanke der Eingangsspannung an das Gitter von R6 1A gelangt, so steigt der vorher minimale Anodenstrom von R6 1A an, so daß ein negativer Spannungsstoß an ihrer Anode entsteht. Dieser Spannungsstoß wird durch das Differenzieretzwerk in eine sehr scharfe negative Spannungsspitze verwandelt, die am Gitter von R6 1B wirksam wird. Dies hat einen plötzlichen Abfall des Anodenstromes von R6 1B und somit auch der Spannung am gemeinsamen

TE KA DE

WELT SERIE

1956
1957

760/556



Rundfunkempfänger
Fernsehempfänger

TE·KA·DE NÜRNBERG 2

Katodenwiderstand R_4 zur Folge. Die Katode von $R_6 1A$ wird darum negativer, was mit einem weiteren Anstieg des Anodenstromes von $R_6 1A$ verbunden ist und die Wirkung des positiven Spannungstoßes am Eingang unterstützt. Dieser Vorgang setzt sich lawinenartig fort, bis das Potential der Anode von $R_6 1A$ auf 120 V abgesunken ist (eingeklammerte Wert in Abb. 1). Das Gitter von $R_6 1B$ hat jetzt ein Potential von 39 V, während der Spannungsabfall an R_4 nur noch 60 V ist. Der maximale Anodenstrom durch $R_6 1A$ ist nämlich infolge des größeren Anodenwiderstandes R_3 kleiner als der durch $R_6 1B$. Das Gitter von $R_6 1B$ ist also 21 V negativ gegen die Katode, so daß der Anodenstrom durch $R_6 1B$ gesperrt ist und die Anode ein Potential von 250 V hat. Die Ausgangsspannung hat damit einen Sprung von 110 V gemacht, und dies ist die Amplitude der Rechteckspannung. Dieser Sprung ist innerhalb von 5 μ s nach Beginn des den Vorgang auslösenden positiven Eingangstoßes beendet und völlig unabhängig von der Form dieses Eingangstoßes.

Der den eingeklammerten Potentialwerten entsprechende Zustand der Schaltung bleibt so lange erhalten, bis ein negativer Spannungstoß auf das Gitter der Eingangsröhre $R_6 1A$ trifft; dieser ist in der Praxis durch die abfallende Flanke der an den Eingang gelegten Sinusspannung des Tonfrequenzgenerators verwirklicht. Durch den negativen Spannungstoß werden die gleichen Vorgänge, nur in der entgegengesetzten Richtung, eingeleitet wie durch den positiven Spannungstoß. Die Schaltung kippt wieder in ihren anfänglichen Zustand mit den nicht eingeklammerten Potentialwerten zurück. Dr. F.

[Dorf, R. H.: Non-clipping Wave Square Radio & Television News Bd. 55 (1956) Nr. 3, S. 130]

Zeitblenk-Generator für hohe Frequenzen

Für die zeitproportionale und sich regelmäßig wiederholende Ablenkung des Leuchtpunktes eines Katodenstrahloszillografen braucht man einen Klippgenerator, der eine Sägezahnspannung konstanter Frequenz und Amplitude sowie mit linearen Flanken liefert. Weitere Voraussetzungen für einen solchen Generator sind leichte Synchronisierbarkeit durch die zu messende Spannung und Einstellbarkeit der Frequenz über einen möglichst großen Bereich, wobei sich die Amplitude nur unwesentlich mit der Frequenz ändern darf. Für niedrigere Ablenklfrequenzen und zwar bis zu einer oberen Grenze von etwa 50 kHz, sind Klippgeneratoren mit gasgefüllten Entladungsröhren gut geeignet, weil sie einfach im Aufbau sind und recht zuverlässig arbeiten.

Die Schwierigkeiten beginnen erst, wenn man Ablenklfrequenzen braucht, die wesentlich über 50 kHz liegen und von gasgefüllten Entladungsröhren nicht mehr bewältigt werden können. Man muß dann zu Multivibrator-Schaltungen mit gittergesteuerten Hochvakuumröhren greifen; diese müssen aber sehr kompliziert und kostspielig ausgeführt werden, wenn beispielsweise die Aufgabe gestellt ist, den Multivibrator so zu entwerfen, daß er eine lineare Ablenkspannung von etwa 10 Hz bis 500 kHz abgibt.

Die Schaltung eines Multivibrators mit Hochvakuumröhren läßt sich aber ohne Beeinträchtigung seiner Eigenschaften verhältnismäßig einfach gestalten, wenn man die gittergesteuerte Entladungsröhre nach Art eines Katodenverstärkers schaltet und den die Frequenz der Sägezahnspannung bestimmenden RC-Kreis in die Katodenleitung der Entladungsröhre legt. Durch entsprechende Wahl von R und C läßt sich dann ohne Schwierigkeiten ein Frequenzbereich von 10 Hz bis 500 kHz erfassen. Die Synchronisierung dieser Schaltung ist leicht durchzuführen.

Eine Ausführungsform eines nach diesem Prinzip arbeitenden und ohne große Kosten zu bauenden Zeitblenk-Generators für Frequenzen von 10 Hz bis 500 kHz ist in Abb. 1 dargestellt. Die Triode $R_6 2$ ist die Entladungsröhre.

Frequenz	C
10 ... 140 Hz	0,2 μ F
100 ... 1400 Hz	20 nF
1 ... 14 kHz	2 nF
10 ... 140 kHz	200 pF
100 ... 500 kHz	20 pF

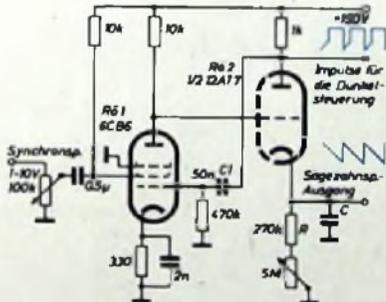


Abb. 1. Einfacher und synchronisierbarer Multivibrator für Frequenzen von 10 Hz bis 500 kHz, der eine für die Zeitblenkung von Oszillografen geeignete Sägezahnspannung liefert. Der Multivibrator verwendet Hochvakuumröhren

In deren Katodenleitung die frequenzbestimmenden Elemente R und C liegen; die Dimensionen von C für die verschiedenen Frequenzbereiche sind neben dem Schaltbild angegeben. Die Pentode $R_6 1$ ist eine Art Steuerröhre, die das Ein- und Ausschalten der Triode $R_6 2$ bestimmt und der die Synchronisierspannung in Höhe von 1 bis 10 V über das Schirmgitter zugeführt wird.

Während der zeitproportionalen Ablenkung, also während der längeren und flacheren (hier abfallenden) Flanke der Sägezahnspannung, ist die Entladungsröhre $R_6 2$ vollständig gesperrt, die Pentode $R_6 1$ dagegen strömeführend. Der Kondensator C entlädt sich also jetzt langsam über den Widerstand R. Wenn bei dieser Entladung das Potential an der Katode von $R_6 2$ unter einen bestimmten Wert absinkt, beginnt ein Anodenstrom in $R_6 2$ zu fließen, so daß das Anodenpotential von $R_6 2$ abfällt. Dadurch wird über C das Gitterpotential der Pentode $R_6 1$ erniedrigt und $R_6 1$ gesperrt. Das bei einem plötzlichen Anstieg des Potentials an der Anode von $R_6 1$ zur

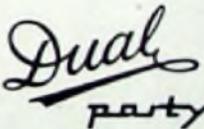


Wir stellen DUAL-party vor!

Der Plattenwechsler DUAL 1003 hat das Vertrauen der Schallplattenfreunde gewonnen. Wir machten Sie mit seinen vorzüglichen Eigenschaften genau bekannt.

Diesen bewährten Plattenwechsler und den modernen, kleinen Plattenspieler DUAL 295 liefern wir jetzt auch in eleganten Koffergewänden, die in Hannover große Bewunderung fanden und Ihnen nun den Verkauf leicht machen:

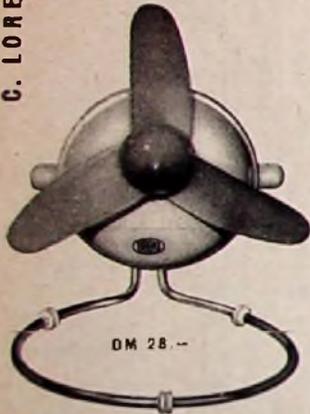
DUAL-party 1003: Phonokoffer in grün Kroko mit dem Plattenwechsler, der alle Vorzüge in sich vereinigt: zuverlässig, klangvollendet, vielseitig. Mit höchstem Bedienungskomfort, wie Dreitasten-Aggregat, automatischer Saphireinstellung, Pausen- und Wiederholungsschaltung, Synchronlauf, Plattenlift und vielem anderen. Preis: DM 215.—



DUAL-party 295: Kleiner Koffer mit viertourigem Plattenspieler — 16, 33, 45, 78 U/min. — für alle Schallplatten bis 30 cm ϕ . In verschiedenfarbigen Bastnarben-Überzügen. Mit Haltevorrichtung für zehn 17-cm-Platten. Preis: DM 108.—

Bitte, verlangen Sie ausführliche Informationen. DUAL, Gebrüder Steidinger, St. Georgen/Schwarzwald.





Das ist
>WINDY<
 der kleine Windmacher
 mit 2 Windstärken



modern bauen

h Hirschmann

GEMEINSCHAFTS-ANTENNEN-ANLAGEN

sind für den gemeinsamen Anschluß von Rundfunk und Fernsehempfängern eingerichtet - sind betriebssicher und kurzschlußfest - ersparen Spezialanschlusskabel - sind die einzigen Anlagen für Impulz-Verlegung - sind ideal in der Montage für alle Bauvorhaben - bitte fordern Sie Prospekte an

RADIOTECHNISCHES WERK ESSLINGEN/IN

Folge, der sich auf das Steuergitter der Triode R62 überträgt und diese vollstromführend macht. Die Stromführung von R62 dauert aber nur kurze Zeit, weil sich der Kondensator C schnell auflädt und das Katodenpotential schnell ansteigt. Es ist dies der der Zeilenrückführung entsprechende Vorgang.

An der Anode von R62 entsteht dabei ein kurzer negativer Impuls, der zur Dunkelsteuerung des Lichtpunktes während seines Rücklaufs ausgenutzt werden kann. Der Wert des Katodenpotentials von R62, bei dem R62 stromführend wird und die Entladung von C beendet ist (und damit also auch Amplitude, Linearität und Frequenz der Sägezahnspannung), hängt von dem Potential an der Anode von R61 ab, das dort während des normalen Anodenstromes herrscht. Dieses Potential läßt sich durch die Schirmgitterspannung und somit durch die Synchronisierungsspannung beeinflussen. Günstige Arbeitsbedingungen ergeben sich, wenn die mittlere Spannung der Katode der Entladungsröhre R62 gegen „Erde“ etwa 80 V und die Amplitude der resultierenden Sägezahnspannung ungefähr 8 V betragen.

Wenn man mit kleineren Synchronisierungsspannungen auskommen will, kann man sich der Schaltung nach Abb. 2 bedienen, die sich von Abb. 1 nur durch die Steueröhre unterscheidet. Als solche wird hier eine Doppeltriode R61-

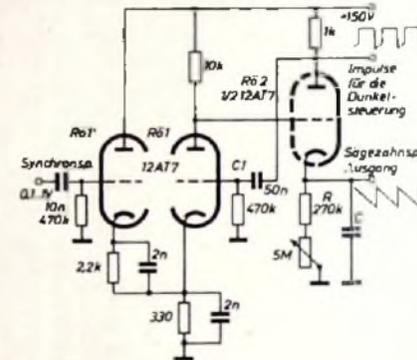


Abb. 2. Ein ähnlicher Multivibrator wie in Abb. 1, der aber mit kleineren Synchronisierungsspannungen gut auskommt

R61 verwendet; dem ersten System R61' wird die Synchronisierungsspannung über das Steuergitter zugeführt. Von dem ersten System R61' gelangt die Synchronisierungsspannung zur Katode des eigentlichen Steuersystems R61, das dann in der gleichen Weise wie die Pentode R61 in Abb. 1 arbeitet. Da die Katodensteuerung der Triode R61 empfindlicher als die Schirmgittersteuerung der Pentode ist, benötigt man jetzt nur noch Synchronisierungsspannungen zwischen 0,1 und 1 V. Mit Ausnahme einer etwas besseren Frequenzstabilität ist sonst der Multivibrator nach Abb. 2 dem der Abb. 1 gleichwertig.

Die Schaltungen sind gegen Röhrenschwankungen und sonstige Schwankungen der Schaltdaten recht unempfindlich. Man muß aber darauf achten, daß der Ausgang des Multivibrators auf einen Widerstand arbeitet, der groß gegen den frequenzbestimmenden Widerstand R ist, da sonst die Linearität der Sägezahnspannung leidet. Streukapazitäten, die parallel zum Ladekondensator C liegen, beeinflussen dagegen lediglich etwas die Frequenz der Sägezahnspannung. Um jede Möglichkeit einer Selbsterregung der Laderöhre R62 auszuschließen, kann man in Ihre Gitterleitung einen Schutzwiderstand von rund 2 kOhm legen.

(Fleming, L. Multivibrator 500 Kc Sweep Circuits. Electronics Bd. 29 (1956) Nr. 2, S. 186)

F - BRIEFKASTEN

K.-H. B., M.
 Ich möchte die in FUNK-TECHNIK Bd 10 (1955) Nr. 11, S. 304 beschriebene „Endstufe für hochwertige Wiedergabe“ von H. Pfeiffer nachbauen. Können Sie mir die Daten des Nachübertragers angeben?

Für den Übertrager gilt nachstehende Bauvorschrift:
 Kern EI 97/35; Blechsorte Dyn. Blech IV, 0,5 mm; Luftspalt 0,5 mm.
 Primäre Windungszahl n_1 für $L_1 = 22 \text{ H}$ bei 0,5 mm Luftspalt und $A_1 = 1,04 \mu\text{H/w}^2$

$$n_1 = \sqrt{\frac{22}{1,04 \cdot 10^{-6}}} = 4600 \text{ Windungen}$$

Wicklung	Draht CuL	Anfang Ende	Wdg.	Farben	Bemerkungen
I	0,24	A E	0 2300	— ge	etwa 15 Lagen links wickeln
Zwischenisolation: 2x0,03 Triacetat- oder Styroflexfolle					
II	1,10	A E	0 166	sw gn	5 Lagen rechts wickeln
Zwischenisolation: 6x0,03 Triacetat- oder Styroflexfolle					
III	0,24	A E	0 2300	— rt	15 Lagen rechts wickeln

A I ist mit A III im Wickel zu verbinden.

„ZELLATON“

Lautsprecher und Lautsprecher-Anlagen

D. B. P., D. B. P. a., GM, WZ., im In- und Ausland

geben mit ihren Hartschaummembranen, neuartigen Sicken und Spinnen jetzt die Klarheit und Reinheit der natürlichen Musik

AUS UNSERER PREISLISTE:

Ze 1 3 Watt 50—14000 Hz 19,— DM
 Ze 1 5 Watt 40—15000 Hz 90,— DM

Ze 5 (Plural) ergibt ohne elektr. Hilfsmittel, ohne Hoch- und Tiefpasssysteme, eine Wiedergabe, die höchsten Ansprüchen gerecht wird. Dazu durch entsprechende Konstruktion des Systems Raumklangwirkung. Siehe Abbild.

Durch Zusatz u. Ersatz bel bestehenden Anlagen oder Neufertigungen, Tonmöbel usw. können Sie damit wirklich vollkommene Musik hören

DR. E. PODSZUS & SOHN
 Nürnberg, Lenbachstr. 7 • Fürth, Ludwigstr. 93



Ze 5 (Plural)



Geloso „G 255“ Ein Universal-Tonbandgerät von Weiruf für Heim, Reise u. Büro

- 2 Geschwindigkeiten 4,75 u. 9,5 cm/sec.
- Internationale Doppelspur
- Eingebauter Lautsprecher
- Drucktastensteuerung
- Frequenzber. b. 9,5 cm/sec. 80 - 8000 Hz
- Spieldauer max. 2 x 40 min.

Ausführung: Silbergr. Plastikgehäuse. Abmessungen: 250 x 140 x 150 hoch
 Gewicht: 3,45 kg. Preis des Gerätes incl. Spule, Band, Mikrofon und Telefonadapter DM 379,—. Geeigneter Wechselrichter hierzu auf Anfrage

Holen Sie bitte Angebot ein. Händler- Rabatt.

Sämtliche Grundig-, Telefunken-, AEG-Tonbandgeräte für den Fachhandel.

RIMELEKTROTON DM 11 RADIO-PHONO-FERNSEH-GROSSHANDEL
 MÜNCHEN 15 • SCHILLERSTR. 2, II • TELEFON 57224

Kaufgesuche

Chiffreanzeigen. Adressierung wie folgt:
 Chiffre .. FUNK-TECHNIK, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141-167

HANS HERMANN FROMM sucht ständig alle Empfangs- u. Miniaturlöhren, Webröhren, Stabilisatoren, Osz.-Röhren usw. zu günstigen Bedingungen. Berlin-Friedenau, Hähnelstraße 14, 83 30 02

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen gesucht, Krüger München 2 Euhuberstr. 4

Labor-Meßinstrumente u. -Geräte. Charlottenbg. Motoren. Berlin W 35, 24 80 75

Suchen Lager-, Radio-, Elektro-, Röhrenposten. TEKA, Weiden/Opf. 7

Breitband-Oszillograf gesucht. Angebote erbiten unter F. Q 8186

Verkäufe

Feldstärkemesser, Rohde & Schwarz, Type HFD, abzugeben. Frequenzbereich 90 bis 470 MHz AM und FM. Anfragen erbiten unter F. P. 8185

Kommerz. u. Radio-Schaltungen

Technischer Leserkreisverband. Fernunterricht: Rundfunk — Fernsehen — 15 geb. Lehrhefte, bei Teilzahlung je Heft DM 2,95; kostenlos Korrektur und Abschlußbestätigung. **Frei Prospekt.**

Ferntechnik Berlin N 65 Luderitzstraße 16

Antennenband- und Koaxialleitungen
 ELEKTRO ISOLIERWERKE SCHWARZWALD VILLINGEN

BERU
Funkentstörmittel
 ENTSTÖR-ZÜNDKERZEN
 ENTSTÖR-KONDENSATOREN
 ENTSTÖR-STECKER usw.
 für alle Kraftfahrzeuge
 BERU VERKAUFS-GESELLSCHAFT MBH., LUDWIGSBURG

NOGOTON Amateur-UKW-Super
 143—147 MHz (s. auch S. 471 dieses Heftes) DM 118,—.
 Ebenso alle anderen Teile ab Lager lieferbar z. B.
 EBC91 DM 3,80, EL90 DM 3,80, EZ80 DM 3,25 usw.
 Sonderangebot: Ferritpellantenne drehbar, abgeschirmt, Mittel-Longwelle DM 3,90, RS291 (110 Watt Tetrad) originalverpackt DM 0,90, Bosch MP 2mf 160/240 V Rollblechform DM 0,60.
KERNCHEN-ELECTRONIC Bremerhaven 2 Hennestraße 16

Kontakte für Schwach- und Starkstrom Tischkontakte Kontrollapparate aller Art
 6 - 500 Volt

Signallampen
 4 Volt - 1000 Volt
 10-200mm Durchmesser
 Glühlampen 110 - 380 Volt

KARL JAUTZ Signalapparate-Fabrik GmbH (14a) Plochingen Würh.
 Verlangen Sie Katalog 1954/55
 Telefon: 593 - Fernschreiber: 072/3490

METALLGEHÄUSE
 FÜR INDUSTRIE UND BASTLER

PAUL LEISTNER HAMBURG HAMBURG-ALTONA-CLAUSSTR. 4-6

Größeres Lampengeschäft
 (2 große Schaufenster) mit Radio- und festen Installationskunden im Zentrum Münchens sofort zu verkaufen. Erforderlich je nach Warenübernahme 15 000 — 20 000,—.
 Anfragen erbiten unter F. R. 8187

Klangstruktur der Musik



NEUE ERKENNTNISSE MUSIK-ELEKTRONISCHER FORSCHUNG

Mit diesem, im Auftrage des Außeninstitutes der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg herausgegebenen Werk erschien — erstmalig in seiner Art — ein Buch, in dem führende Spezialisten die Zusammenhänge zwischen Musik und Technik, die Grundlagen der Klangerzeugung sowie die Möglichkeiten der Bearbeitung des Lautmaterials zu neuen, synthetischen Klängen und ihre Einflüsse auf die heutige Komposition eingehend behandeln.

Die rasche Entwicklung der elektronischen Tonaufnahme- und Wiedergabetechnik bis zu der unter dem modernen Schlagwort „high fidelity“ bekannten Steigerung der Klangqualität, die bahnbrechenden Ergebnisse bei der Konstruktion elektronischer Musikinstrumente sowie die Vervollkommnung der Schallspeicherungsverfahren versetzen uns in die Lage, neuartige Wege auch

zur Erzeugung und Übermittlung bisher unbekannter Klänge zu beschreiten.

Die technischen Hilfsmittel und Einrichtungen hierfür sind in einem Kapitel „Studiotechnik“ ausführlich geschildert. Ein sorgfältig zusammengestelltes Verzeichnis der Fachausdrücke in deutscher, englischer und französischer Sprache sowie ein umfassender Schriftumsnachweis ergänzen das Werk.

Damit ist KLANGSTRUKTUR DER MUSIK ein wichtiges Fachbuch für alle Ingenieure, Tonmeister und Elektroakustiker bei Funk- und Fernsehstudios, Filmaufnahme- und Synchronatelliers, Tonstudios usw., für Konstrukteure und Hersteller elektroakustischer Geräte sowie für alle Musikwissenschaftler, interessierte Musiker und Komponisten.

INHALT:

Priv.-Dozent Dr.-Ing. F. WINCKEL
Naturwissenschaftliche Probleme der Musik

Prof. Dr. H.-H. DRÄGER
Die historische Entwicklung des Instrumentenbaues

Reg.-Rat Dr. W. LOTTERMOSER
Akustische Untersuchungen an alten und neuen Orgeln

O. SALA
Subharmonische elektrische Klangsynthesen

Ing. J. POUILLIN
Musique Concrète

Priv.-Dozent Dr. W. MEYER-EPPLER
Elektronische Musik

Ing. F. ENKEL
Die Technik des Tonstudios

Dr.-Ing. H.-W. STEINHAUSEN
Musische Technik

Prof. B. BLACHER
Die musikalische Komposition unter dem Einfluß der
technischen Entwicklung der Musik

Prof. H. H. STUCKENSCHMIDT
Musik und Technik

Ing. F. ENKEL

Die Technik des Tonstudios

1. Einleitung
2. Die Aufnahmeräume
Raumakustische Fragen
Dauer und Frequenzabhängigkeit des Nachhalls
Diffusität des Schallfeldes
Laufzeitunterschiede zwischen direktem und indirektem Schall
3. Mikrofone
Arbeitsweise
Die Aufstellung der Mikrofone
4. Die Regleleinrichtungen
Übersicht
Verstärker
Nichtlineare Verzerrungen
Störspannungen
Dynamikregelung
Lautsprecher
Das Ohr
5. Die Schallspeicherung
Allgemeines
Die Betriebsschaltung
Der Bandschnitt
Die Archivierung
6. Die Wartung der elektroakustischen Einrichtungen
Meßtechnische Überwachung
Schrifttum

224 Seiten · 140 Abbildungen · Ganzleinen 18,50 DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland oder direkt vom Verlag.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde