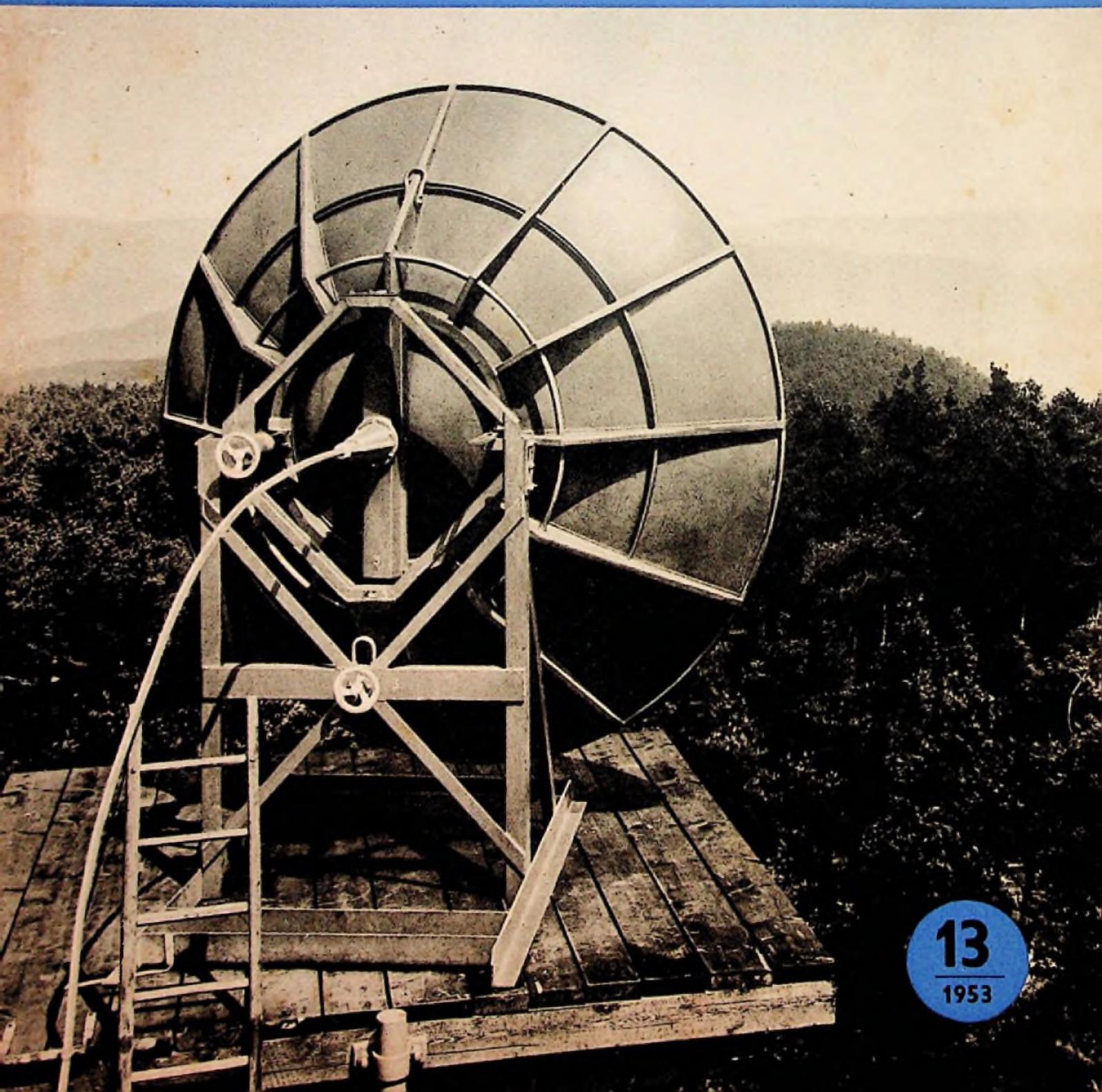


BERLIN

FUNK- TECHNIK

Fernsehen Elektronik



13
1953

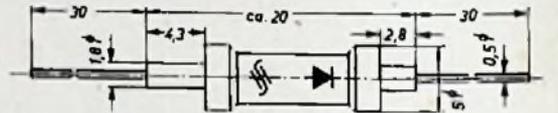
Neue Germanium-Richtleiter

Die in der FUNK-TECHNIK, Bd. 7 [1952], H. 15, S. 394, veröffentlichte Tabelle über Siemens-Germanium-Richtleiter wird durch die nachstehende Aufstellung ersetzt. Aufgeführt sind die normalen, hauptsächlich verwendeten Typen. Alle Richtleiter mit Typenbezeichnungen der 100er-Reihe sind einzelne Richtleiter. Diodenpaare haben Typenbezeichnungen der 200er-Reihe; in ihren elektrischen Daten entsprechen sie sonst den durch die beiden Endzahlen näher gekennzeichneten Typen der 100er-Reihe. Beispiel: Das Richtleiterpaar RL 234 besteht aus zwei ausgesuchten, unter sich sehr weitgehend gleichen Richtleitern vom Typ RL 134 (siehe auch Seite 391/392)

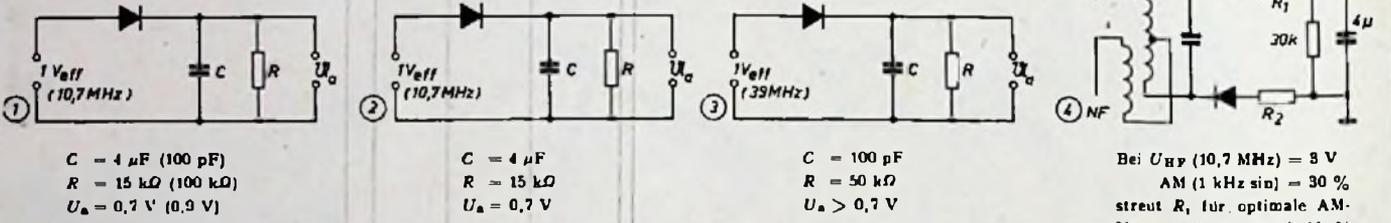
| Typ | Kenndaten ¹⁾ | | | Grenzdaten ²⁾ | | | Prüfschaltung |
|----------------------|--|---|----------------------------------|--------------------------|---------------------|--|---------------|
| | Sperrspannung ($-I_D = 1 \text{ mA}$) | Durchlaßstrom ($U_D = +1 \text{ V}$) | Sperrwiderstand | Umkehrspannung U_R | Diodenstrom max. | Spitzenstrom (für max. 1 s) max. | |
| RL 131 | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 900 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | 1 |
| RL 132 | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 500 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | 1 |
| RL 133 | 25 V | $\approx 3 \text{ mA}$ | $\approx 100 \text{ k}\Omega^4)$ | 35 V | 40 mA | 300 mA | 2 |
| RL 134 | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 100 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | 2 |
| RL 141 | 25 V | $\approx 3 \text{ mA}$ | $\approx 50 \text{ k}\Omega^4)$ | 35 V | 40 mA | 300 mA | — |
| RL 143 | 80 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 900 \text{ k}\Omega^3)$ | 110 V | 50 mA | 300 mA | — |
| RL 145 | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 150 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | 3 |
| RL 231 ⁵⁾ | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 900 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | 4 |
| RL 232 ⁶⁾ | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 500 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | — |
| RL 233 ⁷⁾ | 25 V | $\approx 3 \text{ mA}$ | $\approx 100 \text{ k}\Omega^4)$ | 35 V | 40 mA | 300 mA | — |
| RL 234 ⁸⁾ | 40 V | $\approx 2 \text{ mA}$ | $\approx 100 \text{ k}\Omega^3)$ | 55 V | 40 mA | 300 mA | — |

Gemeinsame Daten und Maße (Maße in mm)

Kapazität etwa 1 pF
 Selbstinduktion etwa 30 nH
 einschl. je 10 mm Länge der Zuleitungsdrähte
 Gewicht etwa 1,2 g

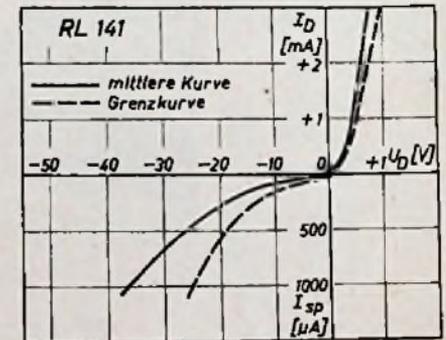
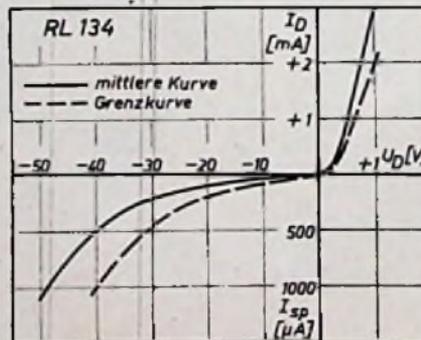
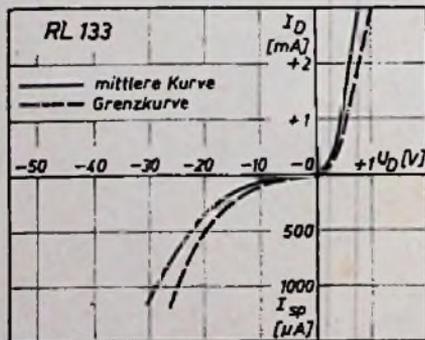
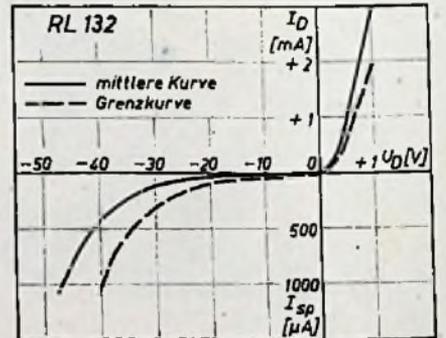
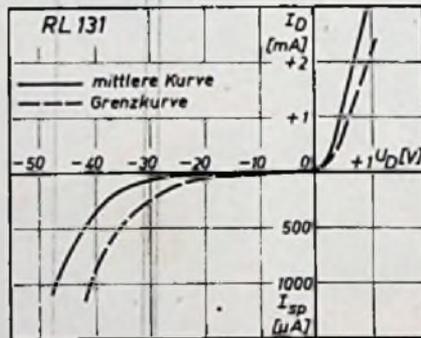


Prüfschaltungen 1... 4



Anmerkungen

- Für eine Umgebungstemperatur von 20° C
- Für eine Umgebungstemperatur von 20° C und -40° ... +70° C Temperaturbereich
- $U_D = -10 \text{ V}$
- $U_D = -5 \text{ V}$
- Die angegebenen Werte gelten für jeden Einzelrichtleiter. Weitere Daten entsprechend RL 131
- Die angegebenen Werte gelten für jeden Einzelrichtleiter. Weitere Daten entsprechend RL 132
- Die angegebenen Werte gelten für jeden Einzelrichtleiter. Weitere Daten entsprechend RL 133
- Die angegebenen Werte gelten für jeden Einzelrichtleiter. Weitere Daten entsprechend RL 134





FUNK- TECHNIK

CHEFREDAKTEUR CURT RINT

AUS DEM INHALT

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Neue Germanium-Richtleiter | 388 | „MZV 5“ Ein hochwertiger Mehrzweck- | |
| Entwicklungsleiter im Röhrenbau | 387 | verstärker mit Kondensatormikrofon .. | 408 |
| Eine neue Endpentode für Rundfunk- | | Drabftonzusatz für Plattenspieler | 408 |
| empfänger | 388 | Neue Frequenzen für UKW-Sender | 410 |
| Germanium-Richtleiter | 390 | Schaltungs- und Werkstattswinke | 412 |
| Die Ortskurventheorie der Transforma- | | Zweiröhren-Einkreiser mit stromarmer | |
| tions-schaltungen | 392 | Pentode | |
| Trägergesteuerte Schirmgittermodulation | 395 | Antriebschönüre in Rundfunkempfängern | |
| Von Sendern und Frequenzen | 397 | FT-ZEITSCHRIFTENDIENST | |
| Dynamische Klangregelung | 398 | Eine neuartige Wanderfeldröhre | 413 |
| FT-FERNSEH-EMPFÄNGER-KARTEI | 399 | Deutsche Fernseh-Bildröhren | 414 |
| Fernseh-Service-Lehrgang ① | 401 | FT-BRIEFKASTEN | 414 |
| Bauanleitung für ein Zerhackgerät | 403 | | |

Zu unserem Titelbild: Parabolspiegel der Endstelle Weinblei; Fernsehstrecke Feldberg — Weinblei
Werkaufnahme Lorenz

Entwicklungslinien im Röhrenbau

Als Fortschritt ist es zu bezeichnen, daß das Rätselraten um die Zukunftsaussichten moderner Röhrenserien als beendet angesehen werden kann. Einige nach 1945 entwickelte Röhrenserien konnten sich nach einer Periode der Prosperität nicht überall durchsetzen. Diese Entwicklung war zwar von kritisch eingestellten Röhrenfachleuten vorausgesagt, in ihrem Ablauf jedoch damals nicht erkannt worden. Mit der Einführung des UKW-Rundfunks und später des ersten Fernseh-Versuchsbetriebes galt es, neue Röhren zu schaffen, modernste Typen, die sich den Sonderanforderungen der hohen Frequenzbereiche, der AM/FM-Empfängertechnik und des Fernsehempfängerbaues gewachsen zeigen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten sind die auftauchenden konstruktiven und schaltungstechnischen Probleme durch die 7-Stift-Miniatur- bzw. 9-Stift-Noval-Röhren in eleganter Weise gelöst worden. Diese Röhren beherrschen heute das Feld und werden auch in naher Zukunft das Gesicht des modernen Empfängerchassis bestimmen.

Es ist das unbestrittene Verdienst der Röhrenindustrie, bei der Entwicklung neuer Empfängerröhren und der Lösung einschlägiger Schaltungsfragen innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes ganze Arbeit geleistet zu haben. Wir wissen, daß die Empfindlichkeit der ersten AM/FM-Superhets im UKW-Bereich selbst in Empfängern der Spitzenklasse nicht zufriedenstellen konnte. Noch schwieriger war es, hohe Empfindlichkeit und erstklassige Klangqualität in der durch knappe Preiskalkulation gebundenen Mittelklasse zu erreichen. Hier hat sich in letzter Zeit unter Verwendung der Noval-Triode EC 92 die selbstschwingende UKW-Mischstufe mit abgestimmtem Gitterkreis und hochohmigem Gitterableitwiderstand durchgesetzt. Diese Trioden-Mischstufe wird auch in der nächsten Zeit modern bleiben. Hohe Verstärkung, geringes Rauschen und minimale Ausstrahlung der Oszillatorfrequenz dieser Anordnung gelten als unübertroffen. Mit einer zweiten als HF-Verstärker geschalteten EC 92 in Gitterbasisschaltung liefert der UKW-Eingangsteil 150fache Gesamtverstärkung bei einer äquivalenten Eingangsräuschspannung von 0,6 μ V und einer vom Eingang ausgestrahlten Oszillatorspannung von 4 ... 6 mV.

Eine ähnliche Entwicklung bahnt sich beim Bau von Fernsehempfängern an. Die bisherigen Erfahrungen ließen eine Verbesserung der Hochfrequenzeingangsstufen angezeigt scheinen. Die neue PCC 84 (s. FUNK-TECHNIK, Bd. 8 [1953], H. 11, S. 346), eine steile Duotriode mit 300-mA-Heizfaden, verbesserten UKW-Eigenschaften (z. B. Eingangswiderstand 4 k Ω bei 200 MHz) und spezieller Dimensionierung für den 200-MHz-Bereich, erreicht mit der Kaskode-Schaltung, bei der das erste System in Katodenbasis- und das zweite in Gitterbasisschaltung arbeitet, wesentlich höhere Verstärkungsziffern. Durch Kompensation der schädlichen Kapazitäten ergibt sich auch im Kanal XI, also auf höchster Empfangsfrequenz, annähernd die gleiche Verstärkung wie bei niedrigeren Frequenzen.

Mancher Bildröhrenhersteller klagt darüber, daß die Sonderwünsche nach verschiedenen Farbtonen die Fabrikation in gewisser Beziehung komplizieren. Einige Fernsehempfänger-Fabriken bevorzugen z. B. bläuliche Bildschirme, andere wählen

chamois. Es ist heute noch unklar, welchen Farbton der Kunde tatsächlich wünscht. Eine weise Beschränkung auf die unbedingt erforderlichen Farbtöne ist im Interesse des Fernseh-Service angezeigt.

Wie die genannten Beispiele zeigen, bewegt sich die Röhrenentwicklung z. Z. in ruhigeren Bahnen und hat offenbar auf der Grundlage der Novaltechnik einen vorläufigen Abschluß erreicht. So sind die wenigen Röhrenneuerungen vorwiegend als Ergänzungstypen bisher bewährter Röhrenserien zu betrachten. Mit der neuen Endpentode EL 84 (s. S. 388) für den hochwertigen AM/FM-Super wird dem Konstrukteur die Möglichkeit gegeben, bei gleicher Gitterwechselspannung, wie sie die EL 41 benötigt, den NF-Teil bestehender Gerätetypen verschiedenartig auszu-legen.

Ein noch nicht einheitlich gelöstes Problem ist die Anpassung der Röhrentypen an die internationalen Standardausführungen. Einige Hersteller bemühen sich, die eine oder andere schon im Ausland bewährte Röhre mit gewissen Verbesserungen auf den deutschen Markt zu bringen. Bei sinnvoller Ausnutzung der Kennlinien und der Schaltungstechnik erlauben diese Röhren Höchstleistungen im Empfängerbau, die der Inlandskäufer zu schätzen weiß. Andererseits findet man die für den Export nicht unvorteilhafte Entwicklungsrichtung, die Kennlinien der Röhren weitgehend an die elektrischen Daten äquivalenter Auslandstypen anzugleichen. Der Röhrenersatz bietet dann im Ausland keine Schwierigkeiten mehr, da sich die dort erhältlichen internationalen Standardtypen (z. B. der 6er-Röhren) ohne weiteres im Bedarfsfall einsetzen lassen. Wie sehr sich dieses Prinzip in der Praxis verwirklichen läßt, zeigt das Miniaturröhrenprogramm eines Röhrenherstellers, das lediglich in der neuen Endpentode EL 84 eine Übergröße aufweist.

Eine gewisse Überraschung bedeutet die Feststellung, daß offenbar der Röhrengleichrichter im Rundfunkgerät wieder an Bedeutung gewinnt. Die technischen und wirtschaftlichen Vorzüge des Selengleichrichters sind nach wie vor überzeugend, doch kann die Gleichrichterröhre in Sonderfällen billiger als der Selengleichrichter bezogen werden, wenn die Stückzahlen entsprechend hoch sind. Man findet daher außer in den Empfängern der Röhrenfabrikanten Gleichrichterröhren selbst in Geräten jener Fabrikanten, die den Produktionsstätten der Selengleichrichter näherstehen.

Die Entwicklung der Germanium-Dioden- und Transistoren-Technik wird von den Röhrenherstellern aufmerksam verfolgt. Obwohl es Stimmen gibt, die in diesen neuen Bauelementen eine ernsthafte Konkurrenz für die Radioröhre sehen, sind die Röhrenfabriken zuversichtlicher. Man ist der Meinung, daß sich Röhre und Germanium-Diode sowie Transistor vorteilhaft ergänzen können. Ein gutes Beispiel bildet die neuzeitliche Empfängerfertigung. Die Germanium-Diode ist heute schon ein wertvolles Bauelement im Demodulator von AM/FM-Superhets und Fernsehempfängern (s. S. 390). Allerdings kann die Frage heute noch nicht beantwortet werden, ob der Transistor im Empfängerbau einmal eine ähnliche Rolle spielen wird. Der Empfängerkonstrukteur ist jedenfalls pessimistisch.

Heizung
indirekt
durch Gleich- oder Wechselstrom
Parallelspeisung
 $U_H = 6,3 \text{ V}$ $I_H = 0,76 \text{ A}$

Kapazitäten
 $C_a = 6 \text{ pF}$ $C_{g1} < 0,5 \text{ pF}$
 $C_{g2} = 11 \text{ pF}$ $C_{g3} < 0,25 \text{ pF}$

Grenzdaten
 $U_{a0} = \text{max } 550 \text{ V}$
 $U_a = \text{max } 800 \text{ V}^2)$
 $N_a = \text{max } 12 \text{ W}^1)$
 $U_{g20} = \text{max } 550 \text{ V}$
 $U_{g2} = \text{max } 800 \text{ V}^2)$
 $N_{g2} = \text{max } 2 \text{ W } (U_{g1} \sim 0)$
 $N_{g3} = \text{max } 4 \text{ W } (N_{a0} = \text{max})$
 $-U_{g1} = \text{max } 100 \text{ V}$
 $I_a = \text{max } 65 \text{ mA}$
 $R_{g1} = \text{max } 1 \text{ M}\Omega^2)$
 $R_{g2} = \text{max } 0,3 \text{ M}\Omega^2)$
 $-U_{g1} = \text{max } 1,3 \text{ V}$
 $(I_{g1} = + 0,3 \mu\text{A})$
 $U_{r2} = \text{max } 100 \text{ V}$

1) Werden die Betriebsspannungen aus einem Sammler entnommen (Zerbackerbetrieb), so vermindern sich die Grenzwerte: $U_a = U_{g2} = \text{max } 250 \text{ V}$ und $N_a = \text{max } 9 \text{ W}$
2) Automatische Vorspannung
3) Feste Vorspannung

Tab. 1. Heizdaten, Kapazitäten und Grenzdaten der EL 84 (alle Daten sind vorläufige Werte)

Die Endstufe von Rundfunk-Empfängern wurde in den letzten Jahren vielfach mit der Rimlockröhre EL 41 bestückt. Die von dieser Röhre abgegebene Leistung von etwa 4 W wurde auch nach Einführung des UKW-Rundfunks noch als für Mittelklassengeräte ausreichend betrachtet. Mit der immer weiter getriebenen Ausnutzung der durch die Frequenzmodulation gegebenen Möglichkeiten erwachte aber seit einiger Zeit der Wunsch nach einer etwas größeren Leistungsreserve, die weniger der Steigerung der mittleren Lautstärke als vielmehr der verzerrungsarmen Tiefenanhebung dienen soll. Mit der Erweiterung des Wiedergebereichs nach hohen Frequenzen soll zur Wahrung eines naturgetreuen Klangbildes eine entsprechende Tiefenanhebung Hand in Hand gehen.

Die außer der EL 41 zur Verfügung stehende Endpentode EL 12 hat, durch die Anodenverlustleistung von 18 W bedingt, einen wesentlich größeren Kolben als die EL 41 und eine für Mittelklassengeräte unnötig große Leistungsreserve. Andererseits ist es unbefriedigend, daß eine Gegentaktstufe mit der EL 41 bei $U_a = 250 \text{ V}$ keine wesentlich größere Leistung abgibt als die EL 12 in Ein-takt-A-Schaltung. Eine günstige Leistungsabstufung für die verschiedenen Geräteklassen wäre die Skala 4, 6, 8, 12, 16 W.

Die in den letzten Jahren in der Röhren-Massenfertigung gewonnenen Erfahrungen in Verbindung mit dem Übergang zur Noval-Technik für neu entwickelte Röhren zeigten, daß es ohne Beeinträchtigung der Lebensdauer möglich ist, in einem Novalkolben eine Endröhre mit 12 W Anodenverlustleistung unterzubringen. Das bedeutet eine Nutzleistung von knapp 6 W, also gerade die Größe, die für Mittelklassengeräte gewünscht wird. Nach diesen Erfahrungen und Überlegungen wurde die Endpentode EL 84 entwickelt; sie wird schon in beträchtlichem Umfang in den Geräten der kommenden Saison Verwendung finden.

Zur Wärmeabführung wurde gegenüber der EL 41 die Anode vergrößert. Aber auch der Gittertemperatur mußte besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, um Gitteremission zu vermeiden. Deshalb ist das Steuergitter nicht nur an den in der Sockelschaltung entsprechend gekennzeichneten Stift angeschlossen, sondern zusätzlich mit einem der drei Stifte verbunden, die die Bezeichnung i.c. tragen (Passungskontakte, die zu derartig bezeichneten Stiften gehören, dürfen keinesfalls als Schaltungsstützpunkte benutzt werden).

Das Kennlinienfeld ist in Abb. 2 dargestellt. Tab. 1 enthält die Heizdaten, Kapazitäten und Grenzdaten. Die Heizleistung ist nur wenig größer als bei der EL 41; die Kapazität zwischen Heizfaden und Gitter ist so klein, daß die hierdurch erzeugte Brummlleistung mindestens 60 db unter 50 mW liegt. Die Gitter-Anodenkapazität ist kleiner als die der EL 41, so daß die durch Anodenrückwirkung hervorgerufene zusätzliche dynamische Eingangskapazität¹⁾ je nach der Größe der Parallelkapazität zur Primärseite des Ausgangstransformators etwa zwischen 10 und 25 pF liegt

EL 84

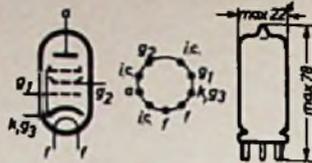


Abb. 1. Sockelschaltung (Novalsockel B 9 A) und Abmessungen der EL 84

Eine neue End-

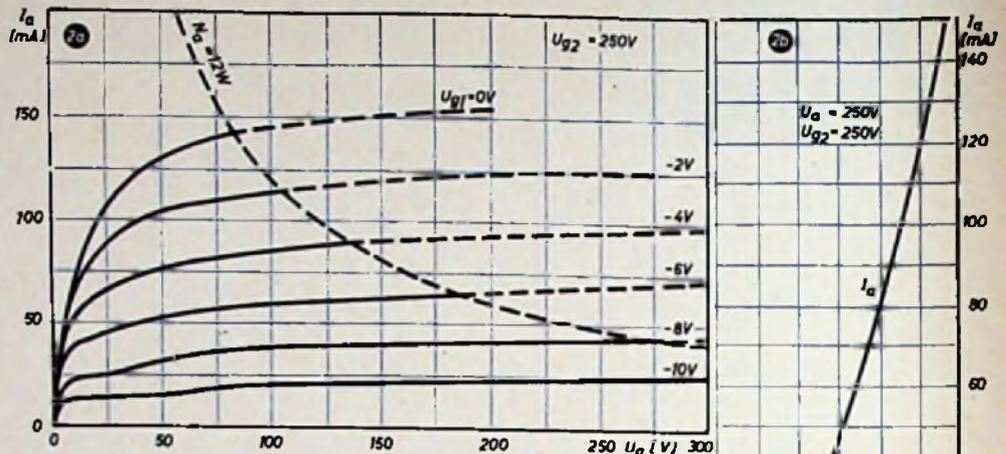


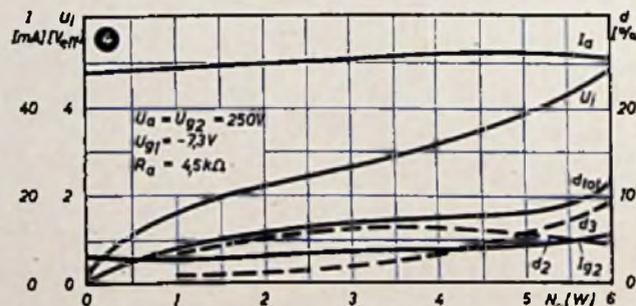
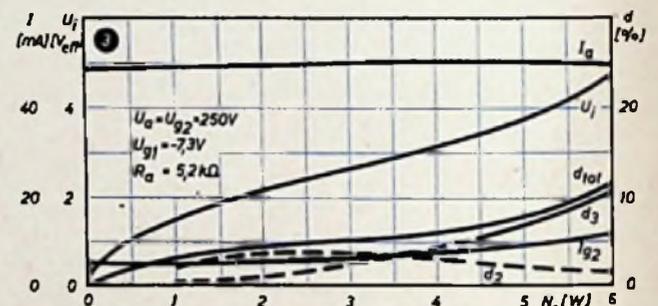
Abb. 2. Kennlinien der Endpentode EL 84

Betriebsdaten Klasse A (zu Abb. 3)

| | | | |
|----------------|------------------------|------------------|------------|
| U_a | 250 | V | |
| U_{g2} | 250 | V | |
| U_{g1} | -7,3 | V | |
| R_a | 5,2 | k Ω | |
| R_k | 135 | Ω | |
| $U_{g1} \sim$ | 0, 0,3, 3,4, 4,3, 4,7 | V _{eff} | |
| I_a | 48 | 49,5, 49,2 | mA |
| I_{g2} | 5,5 | 10,8, 11,6 | mA |
| S | 11,9 | | mA/V |
| R_1 | 98 | | k Ω |
| μ_{g2g1} | 18 | | |
| $N_a^{1)}$ | 0,05, 4,5, 5,7, 6^{1)} | | W |
| $d_{tot}^{1)}$ | 6,8, 10, 11 | | % |

1) feste Gittervorspannung
2) bei Gitterstrom Einsatz

Abb. 3. Betriebs-einstellung 1 der EL 84



Betriebsdaten Klasse A (zu Abb. 4)

| | | | |
|----------------|------------------------|------------------|------------|
| U_a | 250 | V | |
| U_{g2} | 250 | V | |
| U_{g1} | -7,3 | V | |
| R_a | 4,5 | k Ω | |
| R_k | 135 | Ω | |
| $U_{g1} \sim$ | 0, 0,3, 3,5, 4,4, 4,8 | V _{eff} | |
| I_a | 48 | 50,8, 50,5 | mA |
| I_{g2} | 5,5 | 10, 11 | mA |
| S | 11,9 | | mA/V |
| R_1 | 98 | | k Ω |
| μ_{g2g1} | 18 | | |
| $N_a^{1)}$ | 0,05, 4,5, 5,7, 6^{1)} | | W |
| $d_{tot}^{1)}$ | 7,5, 10, 11,8 | | % |

1) feste Gittervorspannung
2) bei Gitterstrom Einsatz

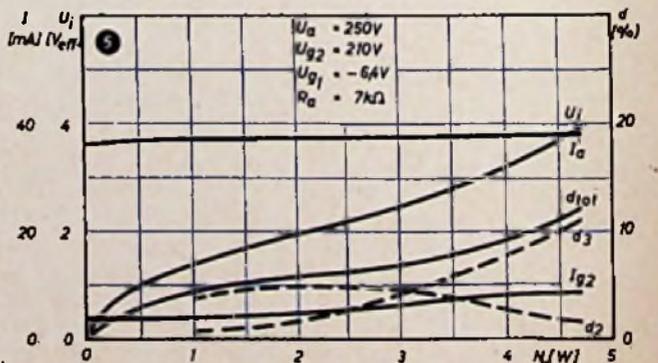


Abb. 5. Betriebs-einstellung 3 der EL 84.

pentode für Rundfunkempfänger

und damit halb so groß ist wie bei der EL 41. Dies kommt der Höhenwiedergabe zugute bzw. gestattet eine Vergrößerung des Außenwiderstandes der NP-Vorstufe.

Die normale Betriebseinstellung für eine Röhre in A-Betrieb bei voller Ausnutzung der maximal zugelassenen Anodenverlustleistung von 12 W zeigt Abb. 3 (Einstellung 1). Bei einem Klirrfaktor von 10 % werden 5,7 W abgegeben. Die Messung erfolgte hier, wie auch in den Einstellungen 2 bis 4 mit fester Gittervorspannung, da dies auch bei Betrieb mit Kathodenwiderstand den tatsächlichen Verhältnissen bei Musikwiedergabe am nächsten kommt¹⁾.

In Einstellung 2 (Abb. 4) ist der Außenwiderstand etwas kleiner als in Einstellung 1. Leistung und Klirrfaktor sind in beiden Einstellungen die gleichen, aber die Zusammensetzung des Klirrfaktors aus zweiter und dritter Harmonischer ist verschieden.

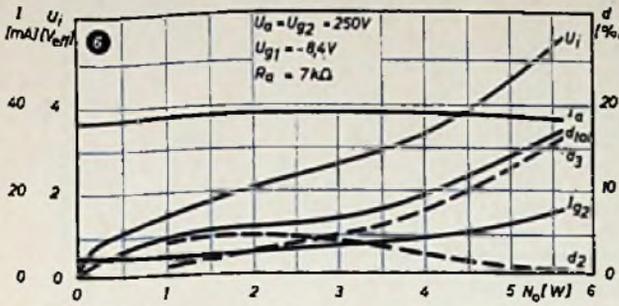
Bei kleinen und auch bei manchen mittleren Geräten vermeidet man gern die Benutzung einer Siebdrossel im Netzteil. Man speist dann die Anode der Endröhre vom Ladekondensator und das Schirmgitter sowie die übrigen Röhren über einen Siebwiderstand vom Siebkondensator. Hierbei ist die Schirmgitterspannung meist nur unwesentlich größer als 200 V, so daß bei dieser Betriebsart bisher mit der EL 41 die Nutzleistung kaum über 3 W lag. Durch Einsatz der EL 84 ist hier eine wesentliche Leistungssteigerung möglich. In der Einstellung 3 (Abb. 5), in der Anodenspannung und Anodenstrom mit der normalen Einstellung der EL 41 übereinstimmen aber die Schirmgitterspannung nur 210 V ist, wird bei einem Klirrfaktor von 10 % eine Leistung von 4,3 W abgegeben. Sie liegt so hoch, daß sie auch für viele Geräte der Mittelklasse ausreichen wird und man also auch dort den Netzteil durch Austausch der Siebdrossel gegen einen Widerstand verbilligen kann. Ein besonderer Vorteil der EL 84 in dieser Einstellung ist, daß die Anodenverlustleistung mit 9 W um 25 % unter dem zugelassenen Grenzwert liegt. Wenn die Schaltung so dimensioniert wird, daß die Einstellung 3 ohne Signal bzw. bei Empfang eines sehr schwachen Senders erreicht wird, kann auch die beim Empfang eines sehr starken Senders beträchtlich ansteigende Schirmgitterspannung keine Überlastung der Endröhre verursachen, die Nutzleistung nähert sich dann je nach der Zahl der geregelten Röhren mehr oder weniger der der Einstellung 1.

Natürlich kann man eine Einstellung ähnlich der Einstellung der EL 41 auch mit höherer Schirmgitterspannung betreiben, wenn die Gittervorspannung etwas stärker negativ gemacht wird. Ein Beispiel zeigt Einstellung 4 (Abb. 6). Für Spitzengeräte eignet sich besonders die Gegentaktschaltung mit zwei Röhren EL 84, mit der man eine Leistung erhält, die wesentlich über der mit zwei Röhren EL 41 oder einer Röhre EL 12 erreichbaren liegt. Dabei sind maximale Leistung und hierbei auftretender Klirrfaktor für B-Schaltung und AB-Schaltung die gleichen. Der Vorteil der B-Schaltung liegt in dem wesentlich kleineren Rubestrom, so daß, da die maximale Leistung bei Rundfunkbetrieb immer nur ganz kurzzeitig auftritt, der mittlere Leistungsverbrauch kleiner ist und der Netzteil knapper dimensioniert werden kann. Andererseits ist meist zusätzlicher Aufwand zur Erzeugung der festen Gittervorspannung notwendig, und der Klirrfaktor liegt bei kleiner und mittlerer Aussteuerung höher als bei der gleichen Leistung in AB-Schaltung. Deshalb wird man in Geräten für möglichst hohe Wiedergabegüte die AB-Schaltung bevorzugen, in Geräten, bei denen möglichst geringer Stromverbrauch gefordert wird, dagegen die B-Schaltung.

Bei einer Anoden- und Schirmgitterspannung von 250 V werden im Gegentaktsbetrieb 11 W mit einem Klirrfaktor von 3 % abgegeben. Einstellung 5 (Abb. 7) ergibt AB-Betrieb, Einstellung 6 (Abb. 8) B-Betrieb. Die Röhrenbelastung liegt dabei wesentlich unter dem zulässigen Grenzwert; Anoden- und Schirmgitterstrom sind bei Vollaussteuerung nicht größer als bei einer EL 12 mit 8 W Nutzleistung.

Die volle Ausnutzung der Grenzwerte für Spannung und Verlustleistung ergibt eine Nutzleistung von 17 W mit einem Klirrfaktor von 4 %. Das ist mehr als das Doppelte der mit einer Röhre

¹⁾ Siehe hierzu FUNK-TECHNIK, Bd. 8 (1953), H. 12, S. 361 ... 363; „Nutzleistung und Verzerrungen bei Rundfunk-Endpentoden“.



Betriebsdaten. Klasse A (zu Abb. 6)

| | | | | | |
|--------------------------------|------|------|-------------------|-----|------------------|
| U _a | 250 | V | | | |
| U _{g2} | 250 | V | | | |
| U _{g1} | -8,4 | V | | | |
| R _a | 7 | kΩ | | | |
| R _k | 210 | Ω | | | |
| U _g | 0 | 0,3 | 3,5 | 5,5 | V _{eff} |
| I _a | 36 | 38,8 | 36 | mA | |
| I _{g2} | 4,1 | 8,5 | 14,6 | mA | |
| S | 10 | mA/V | | | |
| R _i | 40 | kΩ | | | |
| μ _{g2g1} | 19 | — | | | |
| N _o ¹⁾ | 0,05 | 4,2 | 5,6 ²⁾ | W | |
| d _{tot} ¹⁾ | 10 | 17,8 | % | | |

¹⁾ feste Gittervorspannung
²⁾ bei Gitterstromeinsatz

Abb. 6. Betriebseinstellung 4

Betriebsdaten. 2 Röhren im Gegentakts Klasse AB (zu Abb. 7)

| | | | |
|------------------|---------|----------|------------------|
| U _a | 250 | V | |
| U _{g2} | 250 | V | |
| R _k | 130 | Ω | |
| R _{aa'} | 8 | kΩ | |
| U _g | 0 | 8 | V _{eff} |
| I _a | 2 × 31 | 2 × 37,5 | mA |
| I _{g2} | 2 × 8,5 | 2 × 7,5 | mA |
| N _o | 0 | 11 | W |
| d _{tot} | — | 3 | % |

Abb. 7. Betriebseinstellung 5

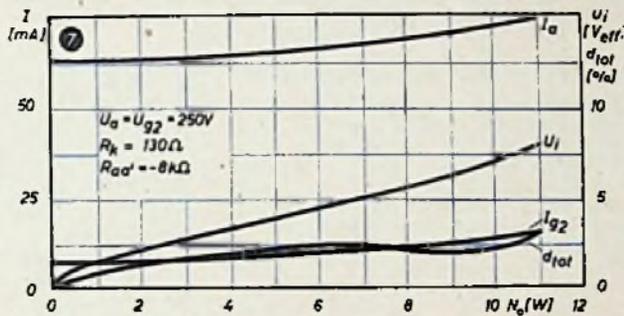
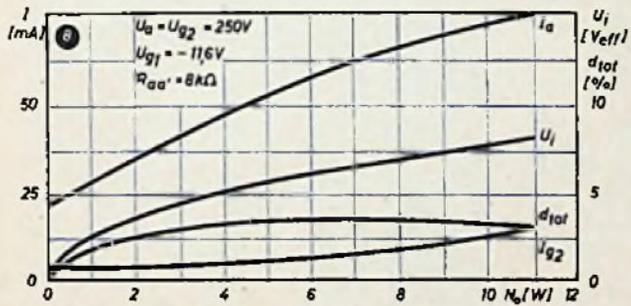


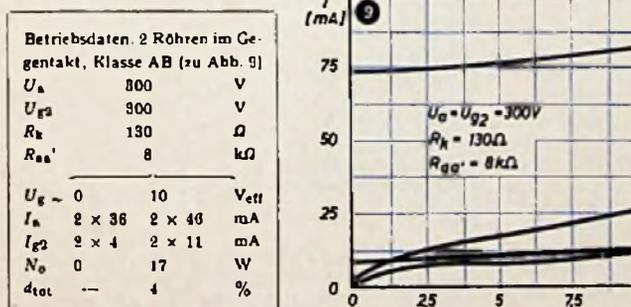
Abb. 8. Betriebseinstellung 6



Betriebsdaten. 2 Röhren im Gegentakts Klasse B (zu Abb. 8)

| | | | |
|------------------|---------|----------|------------------|
| U _a | 250 | V | |
| U _{g2} | 250 | V | |
| U _{g1} | -11,6 | V | |
| R _{aa'} | 8 | kΩ | |
| U _g | 0 | 8 | V _{eff} |
| I _a | 2 × 10 | 2 × 37,5 | mA |
| I _{g2} | 2 × 1,1 | 2 × 7,5 | mA |
| N _o | 0 | 11 | W |
| d _{tot} | — | 3 | % |

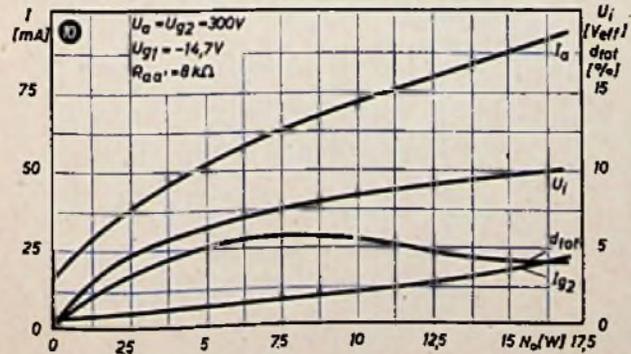
Abb. 9. Betriebseinstellung 7



Betriebsdaten. 2 Röhren im Gegentakts Klasse AB (zu Abb. 9)

| | | | |
|------------------|--------|--------|------------------|
| U _a | 300 | V | |
| U _{g2} | 300 | V | |
| R _k | 130 | Ω | |
| R _{aa'} | 8 | kΩ | |
| U _g | 0 | 10 | V _{eff} |
| I _a | 2 × 36 | 2 × 40 | mA |
| I _{g2} | 2 × 4 | 2 × 11 | mA |
| N _o | 0 | 17 | W |
| d _{tot} | — | 4 | % |

Abb. 10. Betriebseinstellung 8



Betriebsdaten. 2 Röhren im Gegentakts Klasse B (zu Abb. 10)

| | | | |
|------------------|---------|--------|------------------|
| U _a | 300 | V | |
| U _{g2} | 300 | V | |
| U _{g1} | -14,7 | V | |
| R _{aa'} | 8 | kΩ | |
| U _g | 0 | 10 | V _{eff} |
| I _a | 2 × 7,5 | 2 × 46 | mA |
| I _{g2} | 2 × 0,8 | 2 × 11 | mA |
| N _o | 0 | 17 | W |
| d _{tot} | — | 4 | % |

EL 12 erreichbaren Leistung. Für AB-Betrieb gilt die Einstellung 7 (Abb. 9), für B-Betrieb die Einstellung 8 (Abb. 10).

Beim Einsatz im Autoempfänger können besonders hohe Schwankungen der Betriebsspannungen vorkommen. Deshalb war es notwendig, einige Grenzwerte etwas herabzusetzen, so daß für diese Betriebsart nur die Einstellungen 3, 4, 5 und 6 in Frage kommen. Besonders günstig ist hier die Einstellung 6, in der 11 W abgegeben werden und der Ruhestrom beider Röhren zusammen nur 22,2 mA ist.

Zum Schluß soll noch in Tabelle II die Leistungsskala angegeben werden, die sich mit den Röhren EL 41, EL 84 und EL 12 in den verschiedenen Betriebseinstellungen ergibt. Hierbei muß für einen korrekten Vergleich auch bei der EL 41 die Leistung mit fester Gittervorspannung angegeben werden, die 4,2 W ist, während der in den veröffentlichten Daten angegebene Wert von 3,9 W für volle Aussteuerung mit Katodenwiderstand gilt. Für Nutzleistungen über 17 W kommen Einstellungen mit 2 x EL 12 oder 2 x EL 84 in Frage.

| Nutzleistung [W] | Klirrfaktor [%] | Röhre | Betriebsart | U_a [V] | U_{G2} [V] | I_a bzw. I_{a0} [mA] | R_k bzw. U_{G1} [Ω bzw. V] | R_a bzw. R_{aa} [$k\Omega$] | Bemerkung |
|------------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|--------------|--------------------------|--|-----------------------------------|---------------------|
| 4,2 | 10 | 1 x EL 41 | A | 250 | 250 | 36 | 170 | 7 | |
| 4,2 | 10 | 1 x EL 84 | A | 250 | 250 | 36 | 210 | 7 | Einstellung 4 |
| 4,8 | 10 | 1 x EL 84 | A | 250 | 210 | 36 | 160 | 7 | Einstellung 3 |
| 5,7 | 10 | 1 x EL 84 | A | 250 | 250 | 48 | 135 | 5,2 oder 4,5 | Einstellung 1 od. 2 |
| 8 | 10 | 1 x EL 12 | A | 250 | 250 | 72 | 90 | 3,5 | |
| 9 | 2,5 | 2 x EL 41 | AB | 250 | 250 | 2 x 25 | 140 | 9 | |
| 8,4 | 4,6 | 2 x EL 41 | AB | 250 | 250 | 2 x 36 | 85 | 7 | |
| 11 | 3 | 2 x EL 84 | AB | 250 | 250 | 2 x 21 | 130 | 8 | Einstellung 5 |
| 11 | 3 | 2 x EL 84 | B | 250 | 250 | 2 x 10 | -11,6 | 8 | Einstellung 6 |
| 13 | 2,5 | 2 x EL 41 | AB | 300 | 300 | 2 x 30 | 140 | 9 | |
| 14,5 | 2,2 | 2 x EL 12 | AB | 250 | 250 | 2 x 45 | 90 | 5 | |
| 17 | 4 | 2 x EL 84 | AB | 300 | 300 | 2 x 36 | 130 | 8 | Einstellung 7 |
| 17 | 4 | 2 x EL 84 | B | 300 | 300 | 2 x 7,5 | -14,7 | 8 | Einstellung 8 |

Tab. II. Leistungsskala der Endpentoden EL 41, EL 84 und EL 12

GERMANIUM-RICHTLEITER

Durch die jüngste Entwicklung der Radio- und Fernsehtechnik, die immer mehr das Gebiet der hohen Frequenzen berücksichtigt, hat die Technik der Germaniumdiode sehr an Bedeutung gewonnen. In Deutschland sind es z. Z. vor allem die Firmen SAF und S & H, die Germaniumdioden herstellen und vertreiben¹⁾. Eine Übersicht über die damaligen Typen der SAF und von Siemens veröffentlichten wir z. B. bereits vor einem Jahr (FUNK-TECHNIK, Bd. 7 [1952], H. 14, S. Umschlagseite, u. H. 15, S. 394). Auch FUNK UND TON brachte im Band 6 [1952], H. 8, S. 427 ... 438, eine sehr weit reichende Aufstellung der auf dem internationalen Markt erhältlichen Kristalldioden.

Die Germaniumdiode (auch Richtleiter genannt) ist vielseitig einsetzbar; vom modernen Detektorgerät (s. FUNK-TECHNIK, Bd. 8 [1953], H. 10, S. 306) bis zum modernsten Fernsehempfänger, vom Tastkopf (s. FUNK-TECHNIK, Bd. 7 [1952], H. 5, S. 133) bis zum Feldstärkemeßgerät (s. FUNK-TECHNIK, B. 8 [1953], H. 12, S. 377) hat sie sich ein weites Anwendungsgebiet erobert. Diesmal haben wir uns bei der Siemens & Halske AG über die Fabrikation dieses kleinen, interessanten Bauelementes informiert. Die bisherigen Typen sind z. T. weiterentwickelt worden oder haben neue Bezeichnungen erhalten. Die Tabelle auf Seite 386 zeigt eine Auswahl der gebräuchlichsten Siemens-Germanium-Richtleiter.

Ganz allgemein eignen sich die Siemens-Germanium-Richtleiter zur Gleichrichtung von Wechselspannungen bis über 100 Volt. Sie werden vorwiegend als Detektoren für hohe Frequenzen verwendet. Ihr Arbeitsgebiet umfaßt aber auch die Frequenzen und Anwendungszwecke, für die bisher Kupferoxydul-Gleichrichter einzeln oder in Brückenschaltungen verwendet worden sind. Ferner kommen Germanium-Richtleiter auch für höhere Frequenzen in Betracht, bei denen sich bisher nur Röhrendioden bewährt haben.

1) Hersteller von Germaniumdioden sind auch noch die Firmen Proton (Ing. W. Büll) und Roat.

Grundsätzlicher Aufbau, allgemeine Eigenschaften

Der Körper der Richtleiter besteht aus zwei oberflächenvergüteten Messingteilen, die mit einem Keramikrohr verlötet sind. Dadurch ist der Inneneinbau luftdicht verschlossen. Der eine Teil trägt den Germaniumkristall, der zweite die Gegenelektrode, die bei den meisten Typen aus Molybdän besteht. Die Messingteile haben nach außen verschiedene lange, zylindrische Stutzen (kurzer Stutzen = Kathode), deren Verlängerung durch Anschlußdrähte gebildet wird. Die Richtleiter werden lackiert und mit Firmen- und Typenstempel versehen. Eine Füllung des Innenraumes mit einem Spezialwachs hat neben anderem die Aufgabe, Schwingungen der Feder (Gegenelektrode) bei Erschütterungen zu dämpfen.

Ein Germanium-Richtleiter hat im Durchlaßbereich eine Kennlinie, die weitgehend mit der einer Röhrendiode übereinstimmt, allerdings mit dem Unterschied, daß die der Germaniumdiode bereits steller aus dem Nullpunkt des Koordinatennetzes ansteigt und keinen Anlaufstrom zeigt. Auf der Sperrseite fließt bei der Germaniumdiode immer ein Strom, d. h., sie hat einen endlichen Sperrwiderstand. Hierauf muß bei der Bemessung von Schaltungen geachtet werden.

Es ist ein großer Vorzug der Germaniumdiode, daß sie ohne Heizung auskommt und daher an günstigster Stelle der Schaltung, auch in Spulenköpfen, ohne Umwegleitungen eingelötet werden kann. Da Germaniumdioden allerdings einen nicht vernachlässigbaren (negativen) Temperaturbeiwert haben, der sich zur Durchlaßseite kaum, zur Sperrseite aber durch Abnahme des Sperrwiderstandes und der zulässigen Sperrspannung bei Temperaturerhöhung äußert, sollen sie an möglichst kalten Stellen der Schaltung und des Aufbaus eingebaut werden.

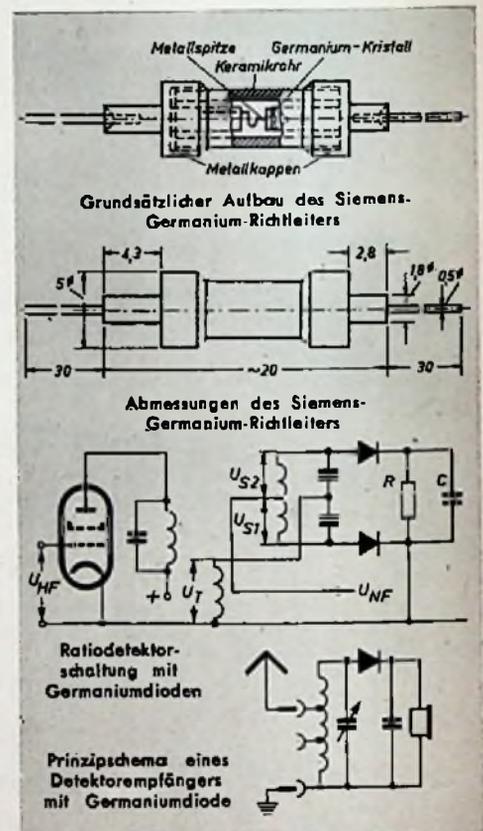
Der niedrige Innenwiderstand in Durchlaßrichtung ermöglicht Dauerbetrieb bis zu etwa 40 mA Belastung sowie maximale, kurzzeitige Belastungen von mehreren hundert Milliamperen. In Anbetracht der kleinen Kontaktfläche entspricht dies Stromdichten von etwa 10 000 A/cm².

Gebräuchliche Richtleitertypen

Für allgemeine Verwendung eignen sich Richtleiter als Meßdioden, für die Amplitudenbegrenzung, Relaissteuerung, als Vorspannungsgleichrichter, in elektronischen Rechenmaschinen usw. Es stehen Ausführungen für die verschiedensten Sperrspannungen und Sperrwiderstände zur Verfügung.

Die Spezialtypen für Rundfunk und Fernsehen haben dem jeweiligen Verwendungszweck angepasste Eigenschaften und können je nach Daten für alle HF-Anwendungsgebiete benutzt werden. Die Universaldioden RL 131 und RL 132 kommen

¹⁾ Xizen der Spitzen von Germanium-Dioden und Kontrolle im optischen Projektionsgerät



für die Regelspannungserzeugung, für Frequenzmesser, Diodevoltmeter und viele andere Zwecke in Betracht. Infolge ihres niedrigen Sperrwiderstandes werden die Typen RL 133 und RL 134 besonders in Kreisen mit niedrigem Abschlußwiderstand eingesetzt (z. B. normaler Detektorempfang, Hochfrequenzanzeige in Meßsendern, Frequenzmessern usw.).

Die Fernsehtypen umfassen zunächst eine Diode für die Bildgleichrichtung (RL 141), deren Besonderheit in gutem Wirkungsgrad bei sehr niedrigem Abschlußwiderstand liegt, sowie eine Diode für die Schwarzpegelhaltung (RL 143), die dauernd an wenigstens einem Teil der Bildröhrenvorspannung liegt, und eine Ausführung für die Regelspannungserzeugung des Bild-Ton-Verstärkers (RL 145). Ein Richtleiterspaar (RL 246) ist für den Phasenschräglimitator vorgesehen (Synchronisation der Kippgeräte). Man bevorzugt diese Typen besonders deshalb, weil bei Röhrendioden durch die Einschleusung in den Heizkreis leicht Brummschwierigkeiten auftreten.

FM-Modulation

In FM-Modulatorschaltungen findet man Germanium-Dioden immer häufiger. Ein FM-Modulator soll für eine vorgegebene FM-modulierte ZF-Spannung eine möglichst große NF-Spannung mit geringer nichtlinearer Verzerrung ausgangseitig abgeben. Darüber hinaus soll er Störspannungen durch Rauschen, Übersprechen anderer Sender und ähnliche Empfangsstörungen weitgehend unterdrücken.

In Deutschland sind für die FM-Modulation der Phasendiskriminator nach Foster-Seeley und der Ratiodetektor (Riegger) gebräuchlich. Der Phasendiskriminator benötigt für die erforderliche AM-Unterdrückung im praktischen Betrieb eine zusätzliche Begrenzerstufe (Pentode). Eine gewisse Begrenzung erhält man auch durch eine dritte Diode, die zusammen mit einem AC-Glied großer Zeitkonstante an einer besonderen Wicklung des Diskriminatorfilters liegt. Sie setzt kurzzeitigen Änderungen der ZF-Spannung eine größere Trägheit entgegen (Entdämpfung bzw. Dämpfung des Diskriminators, ähnlich wie beim Ratiodetektor). Der Träger wird durch die angewandte Gegentaktanschaltung am Ausgang unterdrückt. Die Linearität des Diskriminators ist groß. Sie wird bei gegebenem Frequenzhub von der wirksamen Kopplung und insbesondere von der Symmetrie der Schaltung bestimmt. Betriebsmäßige Unsymmetrien der beiden Dioden gegeneinander ergeben eine unsymmetrische S-Kurve und damit erhöhten Klirrfaktor der NF-Spannung, vor allem bei hohem Frequenzhub. Die NF-Spannung am Ausgang ist größer als beim Ratiodetektor und wird am resultierenden Gesamtabchlusswiderstand abgegriffen, der zudem größer als beim Ratiodetektor gewählt werden kann. In Diskriminator-schaltungen wirkt sich die höhere Empfindlichkeit der Richtleiter gegenüber Röhrendioden sehr vorteilhaft aus.

Betrachten wir nun die Verhältnisse beim Ratiodetektor, der auch ohne Begrenzerstufe die AM-Störspannungen unterdrückt. Bedingung für einwandfreie Funktion ist eine geeignete Bemessung und gute Symmetrierung der Schaltung. Um die erforderlichen Diodeneigenschaften ermitteln zu können, muß kurz auf die Wirkungsweise eingegangen werden. Der auf die mittlere ZF-Spannung aufgeladene Elektrolytkondensator parallel zum gesamten Abschlusswiderstand ($r \approx 0,1 \text{ sec}$) wirkt kurzzeitigen Spannungsänderungen (AM) infolge seiner Ladung entgegen und verursacht entweder eine erhöhte Diodendämpfung — bei steigender Spannung — oder eine Entdämpfung des Diodenkreises bei sinkender Spannung. Dazu ändert sich gleichzeitig das Verhältnis der beiden wirksamen Brückenspannungen infolge zusätzlicher Phasendrehungen. Eine weitgehende Unterdrückung von AM-Störungen der an der Brückendiagonale abgegriffenen NF-Spannung erhält man nur dann, wenn die angegebenen Faktoren (Diodendämpfung und Änderung der Brückenspannungen) eine bestimmte Größe haben und aufeinander abgestimmt sind. Man erreicht dies durch passende Wahl der Kreisdaten (z. B. Kopplung, Kreisgüten ohne oder mit Dioden, Abschlusswiderstand möglichst klein und, soweit hinsichtlich Empfindlichkeitsabfall zulässig, symmetrische Anzapfung und Aufbau des Sekundärkreises) und durch günstige Diodeneigenschaften. Die Dioden sollen kleineren Durchlaßwiderstand aufweisen als AM-Dioden, um ein bestimmtes dynamisches Verhalten (Dämpfung,

Entdämpfung) zu gewährleisten. Ferner müssen die Dioden in ihren dynamischen HF-Eigenschaften übereinstimmen, damit das Brückengleichgewicht gewahrt bleibt. Da der wirksame Diodenwiderstand von der jeweiligen Gleichspannung am Elektrolytkondensator abhängt und für optimale Unterdrückung einen bestimmten Größenwert haben muß, wird diese nur bei einer bestimmten Elkospannung (ZF-Spannung) erreicht. Eine ausreichende AM-Unterdrückung über einen größeren Aussteuerbereich des Ratiodetektors erhält man, wenn vor dem Elektrolytkondensator Zusatzwiderstände ($\leq 2 \text{ k}\Omega$) angeordnet werden. Man kann auch in Reihe zur Filter-Tertiärspule einen Zusatzwiderstand (z. B. 50Ω) schalten, der insbesondere bei hohen ZF-Spannungen (große Diodenströme) wirksam ist. Im Zusammenhang damit sei erwähnt, daß der Ratiodetektor nur kurzzeitige Spannungsänderungen unterdrückt. Langsame Änderungen der ZF-Spannung durch Intensitätsschwankungen bei der Übertragung bewirken eine Lautstärkeregelung, die sich durch eine Begrenzerstufe oder durch Schwundregelung mit Hilfe der am Elektrolytkondensator herrschenden Summenspannung beseitigen läßt.

Durch den Wegfall der Heizung erweisen sich Germanium-Dioden im FM-Modulator von Allstromgeräten als sehr vorteilhaft, zumal man im Gegensatz zur Schaltungstechnik der meist gebräuchlichen EABC-Röhren auch erdsymmetrische FM-Modulatoren anordnen kann.

Herstellungsverfahren

Für eine gleichmäßige Fertigung ist handelsübliches Germanium nicht ohne weiteres brauchbar, da seine Verunreinigungen nach Art und Menge schwanken, die Richteigenschaften aber durch Verunreinigungen entscheidend beeinflusst werden. Es wird deshalb zunächst eine recht komplizierte Raffination des Germaniums bis zu einem solchen Reinheitsgrad durchgeführt, daß ein Einfluß der restlichen Verunreinigungen nicht mehr bemerkbar ist. Dieses Germanium hat, zwischen den gegenüberliegenden Flächen eines Würfels von 10 mm Kantenlänge sperrschichtfrei gemessen, einen Widerstand von etwa 60Ω . Es wird nun durch definiert zugefügte Fremdstoffe (z. B. Wismut, Antimon, Zinn usw.) auf einen Widerstand von etwa 1Ω gebracht. Man schmilzt dieses Germanium zu kleinen Kügelchen von etwa 1 mm Durchmesser, die dann in einer fallbeilähnlichen Vorrichtung in zwei Halbkugeln gespalten werden. Für spezielle Richtleitertypen wird ein größerer Germaniumblock erschmolzen, den man in kleine Stücke zersägt. Mit einem Speziallot, das eine sperrschichtfreie Verbindung ermöglicht, werden die Halbkugeln oder die gesägten Stücke auf den Kristallträger aufgelötet. Für das Halbkügelchen hat der Kristallträger eine entsprechende Hohlkalotte als Lötfläche.

Anschließend und teilweise auch vor der Lötung erfolgt eine Oberflächenbehandlung des Germaniums z. B. durch Ätzen in Säure, die je nach den verlangten Richtleitereigenschaften und dem Zusatz zum Germanium verschieden ist. Danach wird der Kristallträger mit dem Keramikrohr verlötet und schließlich der Innenraum des Keramikrohres mit Spezialwachs gefüllt. In den Federträger wird der Federdraht eingeklemmt, auf Länge geschnitten, geformt und die Spitze angeätzt. Form und Maße der Feder und der Spitze werden im optischen Projektionsgerät kontrolliert.



Empressen und Formen der Gegenelektrode

Danach kommen der mit dem Keramikrohr verlötete Kristallträger und der Federträger in eine Vorrichtung, in der zunächst ein Kontakt zwischen Spitze und Germanium hergestellt wird. Dann stellt man mit einer Feinstellvorrichtung auf optimale elektrische Eigenschaften nach, gibt einige Formierschritte zur Verbesserung der Eigenschaften und verlötet dann das Keramikrohr mit dem Federträger. Nach einem weiteren Formiergang werden die Anschlußdrähte angebracht. Schließlich folgen Ätzen, Lackieren und Tempern.

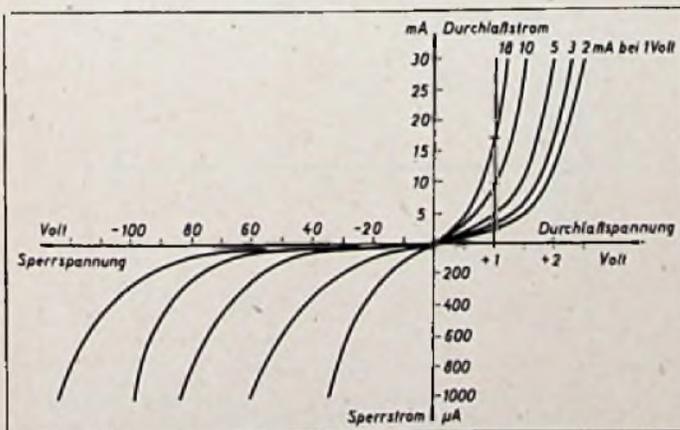
Trägeltestschaltungen

Vor allem dem hochreinen Germanium sind gewisse Trägeltesterscheinungen eigentümlich, die mehr oder weniger stark auftreten und die Verwendbarkeit des Richtleiters bei Hochfrequenz beeinträchtigen. Durch geeignete Behandlung während des Herstellungsganges ist es gelungen, diese Erscheinungen so weitgehend zu unterdrücken, daß eine besondere Gruppe von Hochfrequenzrichtleitern gefertigt werden kann.

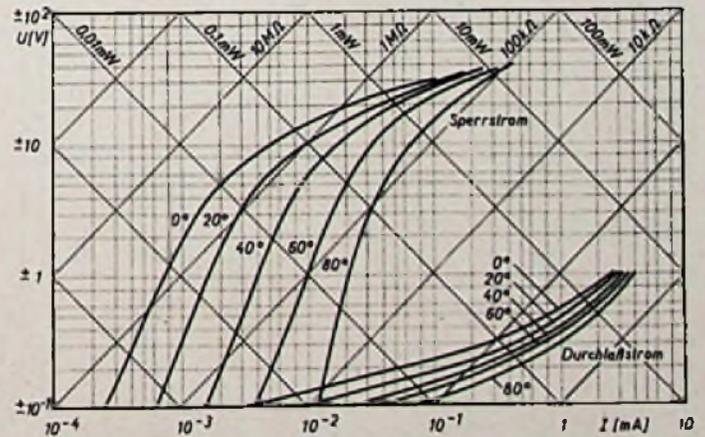
Prüfen von Germanium-Dioden

Jeder Richtleiter wird auf seine statischen Werte geprüft. Man mißt den Durchlaßstrom I_D bei $U_D = +1 \text{ V}$ sowie die Sperrspannung, indem in Sperrrichtung die Spannung so weit gesteigert wird, bis ein Strom von $0,5 \text{ mA}$ bei Spannungen oberhalb -40 V und ein Strom von 1 mA unterhalb -40 V erreicht ist. Die abgelesene Spannung ist die Sperrspannung. Die Richtleiter werden nach den Nennsperrspannungen von 25, 40, 60, 80 und 100 V gruppiert. Der Sperrwiderstand wird dann bei der Nenn-Sperrspannung von 25 V durch den Strom bei -5 V , bei höheren Nenn-Sperrspannungen durch den Strom bei -10 V Sperrspannung bestimmt.

Zusätzlich folgen Prüfungen auf Hochfrequenzwirkungsgrad sowie für Richtleiterpaare, die für FM-Modulation bestimmt sind. Spezialmessungen zur Paarung nach gleichen Eigenschaften im Diskriminator oder Ratiodetektor.



Beispiele für Kennlinien typischer Siemens-Germanium-Dioden



Temperaturabhängigkeit der Kenndaten für die Germaniumdioden RL 131

Die Ortskurventheorie der Transformationschaltungen

An Stelle reiner Schwingkreisschaltungen mit Übertragern oder an Stelle von Übertragern allein benutzt man in der letzten Zeit zum Zwecke der Widerstandsanzpassung immer häufiger Transformationschaltungen. Vor allem werden solche Transformationschaltungen im Gitter- und Anodenkreis von Sendern und Empfängern verwendet. Besonders auch für Fernsehempfänger ist diese Schaltungstechnik beliebt geworden.

Die Vorteile der Transformationschaltungen sind geringe Verluste der zu übertragenden Leistung und große Übersetzungs- und Anpassungsverhältnisse. Nachteilig wirkt sich die geringe Nutzfrequenzbreite der Transformationschaltungen nur dann aus, wenn keine Abstimmöglichkeiten vorhanden sind oder wenn breite Frequenzspektren (Impulse) übertragen werden sollen. Die Transformationschaltungen sind z. T. unter den Bezeichnungen „Collinsfilter“, „Pi-Filter“ oder „Spannungsteilerschaltungen“ bekannt. Um sie in der HF-Technik mit Erfolg anzuwenden, bedarf es zweckmäßiger Betrachtungs- und Berechnungsmethoden, die auch den Forderungen des praktisch tätigen Ingenieurs nach Einfachheit in der Handhabung und Übersichtlichkeit gerecht werden.

Das Ortskurvendiagramm weist in der Anwendung entscheidende Vorteile auf:

1. Es vermittelt sofort eine handgreifliche Vorstellung von dem physikalischen Vorgang.
2. Die Handhabung ist einfach; sie bereitet keine Schwierigkeiten.
3. Dem Diagramm ist schnell zu entnehmen, ob und wieviel Lösungen ein gegebenes Problem hat.
4. Sofort läßt sich übersehen, wie sich die Lösungen ändern, wenn eine oder mehrere Voraussetzungen geändert werden.
5. Regeln und Gesetze, die das Verhalten der Transformationsschaltung beschreiben, sind aus dem Ortskurvendiagramm abzulesen.
6. In vielen Fällen der Praxis kann das Ortskurvendiagramm zur qualitativen Auswertung benutzt werden.

7. Der Einfluß der Verluste der Schaltelemente ist ohne weiteres zu übersehen.

8. Das Ortskurvendiagramm ist ein einfaches geometrisches Gebilde. Dies gibt uns die Möglichkeit, über einfache geometrische Beziehungen Gleichungen der Transformationsschaltung aufzustellen.

Den letzten der aufgezählten Vorteile wollen wir im folgenden anwenden.

Transformationschaltungen sind Wechselstromschaltungen. Als solche enthalten sie zwei unterschiedliche Arten von Schaltelementen, und zwar reelle und imaginäre Widerstände (ohmsche Widerstände und Reaktanzen). Eine Schaltung ist jedoch ein topologischer Begriff. Die Eigenschaften der Schaltung (vor allem ihr Scheinwiderstand) werden nicht nur durch den elektrischen Wert aller an der Schaltung beteiligten Elemente, sondern auch durch die Art des Zusammenschaltens,

durch die Topologie der Schaltung, bestimmt.

Da bei den Wechselstromschaltungen nur zwei Arten des Zusammenschaltens existieren, ist eine einfache und übersichtliche Betrachtungsweise selbst komplizierter Schaltungen möglich. Mit Hilfe der beiden Arten des Zusammenschaltens (der Serienschaltung) und der Parallelschaltung) und deren wiederholte Anwendung gelingt es, jede beliebige Transformationschaltung aufzubauen.

Jeder Scheinwiderstand, gleichgültig wie er sich zusammensetzt, kann nun durch ein Parallelersatzschaltbild und ein Serienersatzschaltbild für jeweils eine Frequenz dargestellt werden. Das Ersatzschaltbild besteht immer nur aus einer reellen und einer imaginären Komponente. Werden Scheinwiderstände (komplexe Widerstände) in Serie geschaltet,

Abb. 1. Ermittlung der Serienkomponenten (1a) und der Parallelkomponenten (1b) eines Scheinwiderstandes. Abb. 2. Diagramm einer RC-Parallelschaltung bei veränderbarem C. Abb. 3. Diagramm einer RC-Parallelschaltung bei veränderbarem R. Abb. 4. Diagramm einer RC-Serienschaltung bei veränderbarem C. Abb. 4c und 4d. Diagramm einer RC-Serienschaltung bei veränderbarem R. Abb. 5. Diagramm einer LR-Parallelschaltung bei veränderbarem L. Abb. 6. RL-Parallelschaltung bei veränderbarem R

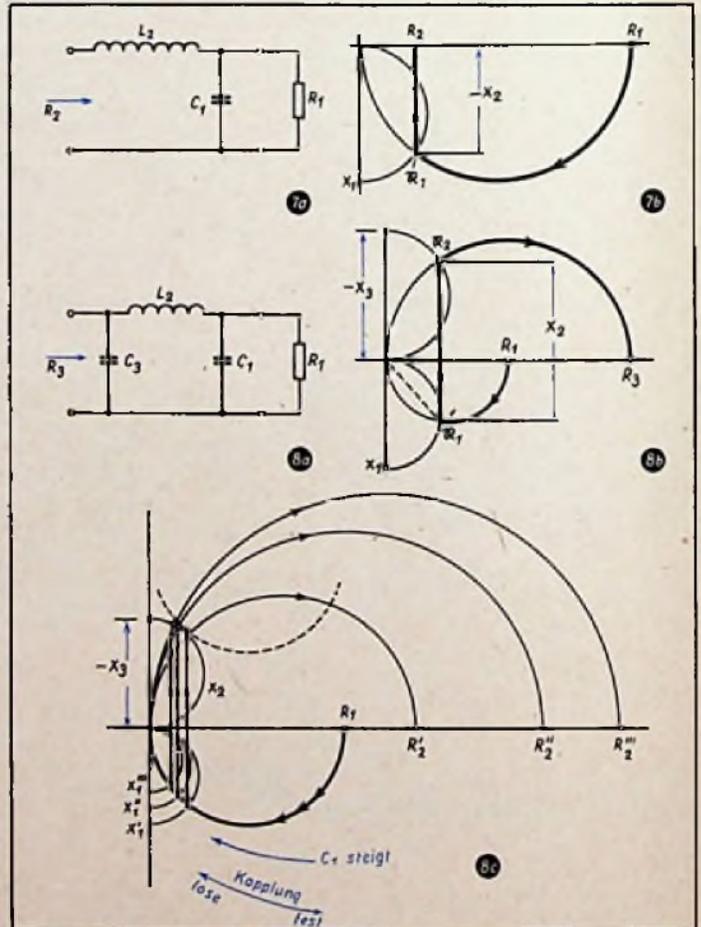
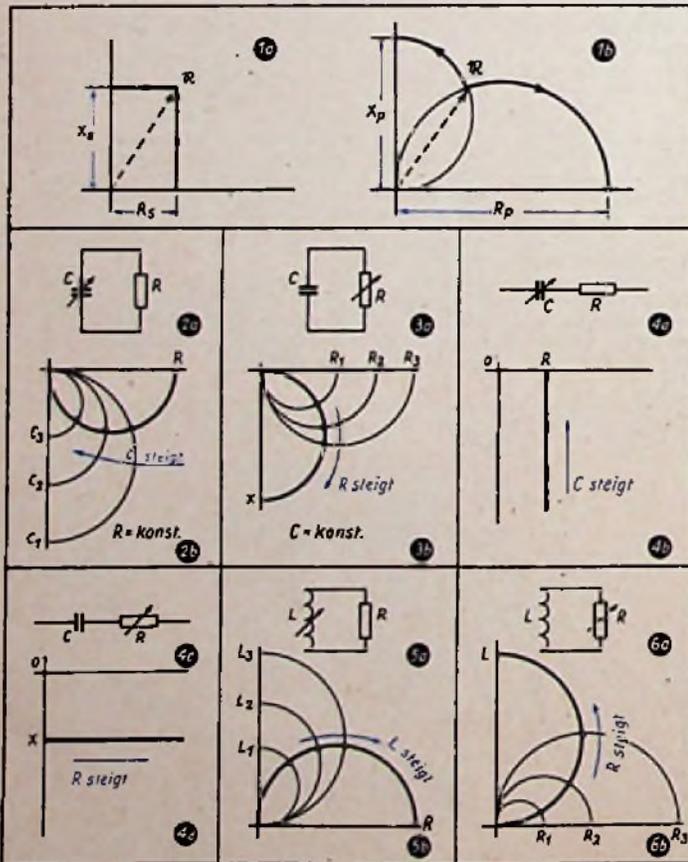


Abb. 7. Stromlaufplan und Diagramm einer LC-Transformationschaltung. Abb. 8a und 8b. Stromlaufplan und Diagramm eines Collinsfilters. Abb. 8c. Diagramm des Collinsfilters nach Abb. 8a bei veränderbarer Kopplung (Änderung des Eingangswiderstandes)

so wird dieser Vorgang zweckmäßigerweise im Serienerersatzschaltbild dargestellt, bei einer Parallelschaltung dagegen im Parallelersatzschaltbild. Man muß also je nach Bedarf das Parallelersatzschaltbild oder das Serienerersatzschaltbild eines komplexen Widerstandes zur Hand haben. Diese Forderung wird aber bereits durch eine elementare Beziehung aus der Geometrie (Satz 1) ermöglicht und gestattet eine Konstruktionsvorschrift (Satz 2), die als das Kernstück dieses Aufsatzes anzusehen ist.

Satz 1.

Der Absolutbetrag des Scheinwiderstandes ist gleich dem geometrischen Mittel der Komponenten. Dies gilt für das Serienerersatzschaltbild und auch für das Parallelersatzschaltbild.

$$\sqrt{X_p \cdot X_s} = \sqrt{Y_p \cdot Y_s} = |\mathfrak{R}| = \sqrt{R_p \cdot R_s} \quad (1)$$

Der Beweis folgt aus den geometrischen Zusammenhängen.

Dieser erste Satz ermöglicht nun den für die Ortskurventheorie grundlegenden Satz.

Satz 2.

Ist ein Punkt der komplexen Zahlenebene einem Scheinwiderstand \mathfrak{R} zugeordnet, so erhält man die Komponenten des Serien- und des Parallelersatzschaltbildes durch Projektion. Die Projektion für die Komponenten des Serienerersatzschaltbildes wird durch parallele Geraden zu den Koordinatenachsen vorgenommen. Die Projektion für die Komponenten des Parallelersatzschaltbildes erfolgt durch Kreise, deren Mittelpunkt auf den zugehörigen Koordinaten liegt (s. Abb. 1a und 1b).

Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie einfach aus rein grafischem Wege die Komponenten eines Scheinwiderstandes im Serien- und im Parallelersatzschaltbild ermittelt werden können. Dadurch ist ein Umrechnen vom Parallel- in das Serienerersatzschaltbild und umgekehrt jederzeit ohne Schwierigkeiten durchzuführen. Der Abb. 1 ist ferner die bekannte Tatsache zu entnehmen, daß bei Parallelschaltung der Betrag der Komponenten größer als der Betrag des Scheinwiderstandes ist. Bei Serienschaltung ist der Betrag der Komponenten aber kleiner als der Betrag des zugehörigen Scheinwiderstandes.

Nachstehend wird das Ortskurvendia-gramm nur für Widerstände benutzt. Das belastende, anstrengende Umdenken von Widerstand auf Leitwert entfällt. Ändert man eine Komponente des Scheinwiderstandes, so beschreibt der Punkt \mathfrak{R} eine Kurve, die Ortskurve genannt wird. Dabei ist es gleichgültig, ob die Änderung des imaginären Teiles durch Verändern der Frequenz oder der Kapazität oder der Induktivität erfolgt.

Nach Abb. 1 kann die Ortskurve nur ein Kreis oder eine Gerade sein. Ändert man in Abb. 1a X_s bei konstantem R_s , so ist die Ortskurve notgedrungen eine Gerade parallel zur Ordinate (Abb. 4b). Ändert man in Abb. 1b X_p bei konstantem R_p , so kann der Schnittpunkt der beiden Halbkreise immer nur auf dem Halbkreis über R_p liegen, da ja R_p konstant bleibt. Die Ortskurve ist also ein Halbkreis (Abb. 2b, 3b, 5b und 6b). In Abb. 2 bis 6 sind alle elementaren Fälle zusammengestellt.

Will man den Scheinwiderstand komplizierter Gebilde ermitteln, so ändert sich auch dabei im Prinzip nichts. Durch

wiederholte Anwendung des Satzes 2 und dessen Umkehrung (bzw. der grafischen Verfahren nach Abb. 1a und 1b) gelingt es, den Scheinwiderstand an zwei beliebigen Klemmen einer Wechselstromschaltung zu bestimmen.

Zunächst gliedert man die Wechselstromschaltung in Gruppen gleichartig geschalteter Elemente. Zweckmäßig ist es dabei, den Gruppen eine laufende Nummer zu geben und innerhalb der Gruppe die Gruppennummer als Index zu verwenden. Sind in einer Gruppe mehrere gleichartige Reaktanzen oder Widerstände vorhanden, so wird zur Unterscheidung das Strichzeichen benutzt. Ein L in beispielsweise der 7. Gruppe, und sei es auch das einzige L der Schaltung, hat dann die Bezeichnung L_7 . Eine konsequente Bezeichnungsweise ist vor allem bei unübersichtlichen Schaltungen für den Erfolg der Methode ausschlaggebend.

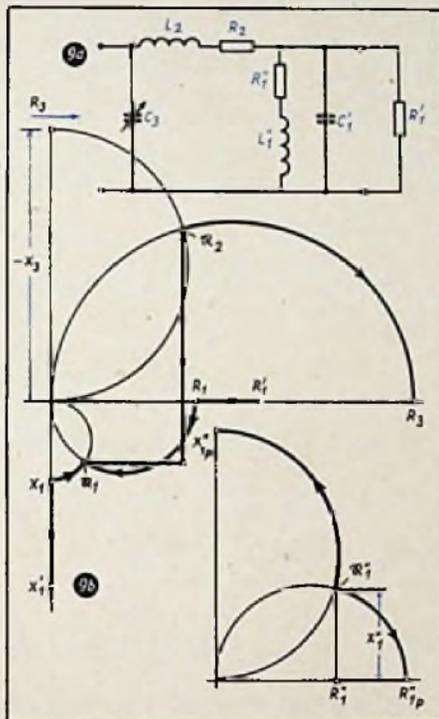


Abb. 9. Diagramm und Stromlaufplan einer beliebigen Transformationsschaltung

Das Verfahren gestattet im strengen Sinne nur die Erledigung von Zweipol-aufgaben. Da man aber jeden Vierpol dann als Zweipol betrachten kann, wenn man den Abschlußwiderstand (Belastungs-widerstand R_1) zum Vierpol rechnet, ist das Ortskurvenverfahren auch für Vierpole anwendbar.

Zur näheren Erläuterung seien zunächst die Ortskurven einfacher Transformati-onsschaltungen behandelt.

In Abb. 7a haben die Glieder L_2 und C_1 die Aufgabe, den Widerstand R_1 (Eingangswiderstand einer Röhre) auf den Wert R_2 (optimaler Arbeitswiderstand der Vorröhre) zu transformieren. Die Parallelkomponenten R_1 und X_1 (C_1) der ersten Gruppe \mathfrak{R}_1 lassen sich sofort angeben. Da aber die Reaktanz L_2 in Serie zu schalten ist, muß von \mathfrak{R}_1 das Serienerersatzschaltbild gefunden werden. Dies erfolgt nach Abb. 1b (Umkehrung) über die beiden Kreisbögen. Wählt man X_1 (C_1) so, daß der Schnittpunkt der beiden Kreisbögen genau über R_2 (L_2) kommt, so ist die Aufgabe gelöst. Die Werte für X_1 und X_2 können direkt dem Diagramm entnommen werden. Daraus sind bei

einer gegebenen Frequenz die Werte der Kapazität und der Induktivität errechen-bar.

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, daß die Lösung der Aufgabe eindeutig ist; es gibt nur einen Wert für L und C. Durch die Eindeutigkeit der Lösung der Aufgabe nach Abb. 7a ist das LC-Ver-hältnis des Kreises nicht frei wählbar. Außerdem sind bei großen Übersetzungs-verhältnissen die Werte für L und C unbequem. Dann wird besser die Schaltung der Abb. 8 zur Lösung der Transformati-onsaufgabe herangezogen. Auch hier ist wie bei Abb. 7 zunächst \mathfrak{R}_1 zu bilden. An \mathfrak{R}_1 ist jetzt X_2 anzusetzen. Nunmehr muß C_3 verwendet werden. Da C_3 parallel zu \mathfrak{R}_2 geschaltet ist, läßt sich wieder über die Kreisbögen (Abb. 1b) die Paral-lelkomponente von \mathfrak{R}_2 ermitteln. Da nur eine Reaktanz zugeschaltet wird, ist $R_2 = R_1$. Richtet man die Konstruktion der Abbildung so ein, daß der obere Halb-kreis in R_3 endet, dann ist die Aufgabe gelöst. Dem Diagramm kann wiederum bei gegebener Frequenz L_2 , C_1 und C_3 entnommen werden.

Nach dem Diagramm Abb. 8b ist die Aufgabe nicht eindeutig lösbar. Erst nach Wahl einer der Reaktanzen L_2 , C_1 oder C_3 sind die beiden restlichen eindeutig bestimmt.

Die Transformationsschaltung der Abb. 8a, das Collinsfilter, soll hier eingehender behandelt werden.

Der Abb. 8b entnehmen wir zunächst die Erkenntnis, daß Betrachtungsmethoden, wie sie beim Schwingkreis üblich sind, bei der Transformationsschaltung zu Resultaten führen, die den physikalischen Kern nicht treffen und auch keine oder nur sehr unübersichtliche Berechnungs-möglichkeiten ergeben. Aber genau das Umgekehrte ist richtig: Der Schwing-kreis ist ein Spezialfall eines viel allge-meineren Gebildes, der Transformations-schaltung.

Ein besonderer Vorteil des Collinsfilters bei Senderausgangsschaltungen ist die Möglichkeit, die Leistungsauskopplung des Senders zu variieren. Die Leistungs-auskopplung wird kleiner (loser), wenn man das Übersetzungsverhältnis des Collinskreises vergrößert. Das Diagramm Abb. 8c zeigt, daß der Kondensator C_1 für die Kopplung verantwortlich ist, und gibt auch an, wie er sich zu verändern hat, wenn der Eingangswiderstand er-höhrt wird.

Wie einfach das Ortskurvendia-gramm selbst bei zusammengesetzten Schaltungen anwendbar ist, beweist die Abb. 9. Zunächst wird der Scheinwiderstand des ersten Terms \mathfrak{R}_1 ermittelt. Dazu ist in einem Hilfsdiagramm die Parallelkom-ponente der Serienschaltung von R_1 und L_1 zu ermitteln. Nunmehr können die Kom-ponenten R_1 und X_1 auf bekannte Art errechnet werden. Über die Kreisbögen läßt sich der Scheinwiderstand von \mathfrak{R}_1 feststellen, der identisch mit den Serien-komponenten ist, da wir uns im Wider-standsdiagramm befinden. Nunmehr wird R_2 und L_2 (X_2) angesetzt, und anschlie-ßend wird vom Gesamtwiderstand über die Kreisbögen wieder das Paralleldia-gramm gesucht, in dem die Ergänzung durch X_3 erfolgt.

*

So zweckmäßig und vorteilhaft im allge-meinen Diagramme zur überschlägigen Betrachtung sind, so unhandlich und un-bequem sind sie zur numerischen Aus-

rechnung eines Problems. Das Ortskurvendiagramm gibt uns nun die Möglichkeit, über die geometrischen Zusammenhänge einfach und schnell brauchbare Formeln zu entwickeln. Der Vorteil dieser Formeln ist es, daß sie exakt gültig sind.

Wir betrachten zunächst die Transformationschaltung der Abb. 7a. Gefragt ist nach einer Formel für L_2 und C_1 bei gegebenen R_1 und R_2 .

In Abb. 7b wollen wir einige Ergänzungen vornehmen (sie sind aus geometri-

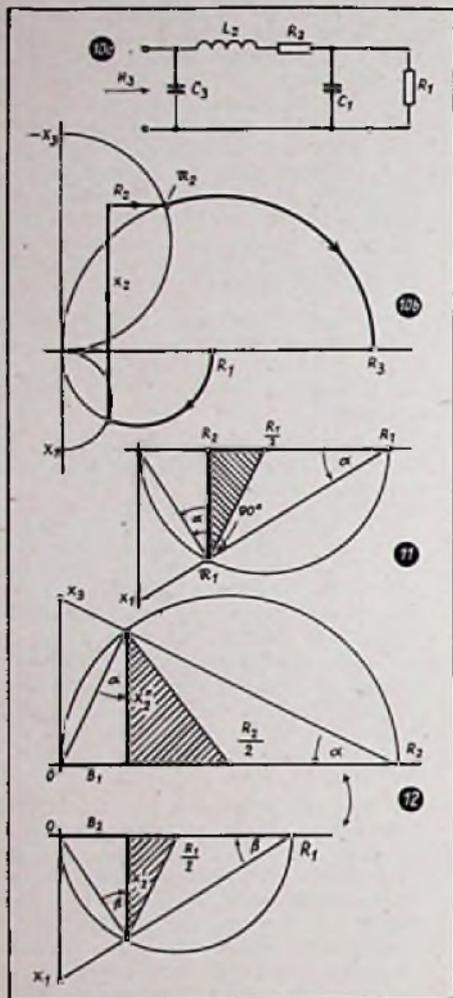


Abb. 10. Stromlaufplan und Diagramm eines verlustbehafteten (R_2) Collinsfilters. Abb. 11. Geometrische Zusammenhänge des Diagramms nach Abb. 7b. Abb. 12. Geometrische Zusammenhänge des Diagramms nach Abb. 8b (Collinsfilter)

schen Gründen erlaubt, da der Endpunkt von R_1 auf einem Kreis liegt) und erhalten so Abb. 11. Der Abb. 11 entnehmen wir zunächst

$$\frac{X_1}{R_1} = \frac{R_2}{X_2}; \quad R_1 R_2 = X_1 X_2 \quad (2)$$

Der Pythagoreische Lehrsatz ergibt dann

$$X_2^2 + \left(\frac{R_1}{2} - R_2\right)^2 = \frac{R_1^2}{4} \quad (3)$$

Aus (3) erhalten wir

$$X_2 = \sqrt{R_1 \cdot R_2 - R_2^2} \quad (3a)$$

Dies in (2) eingesetzt führt zu

$$X_1 = \frac{R_1 \cdot R_2}{\sqrt{R_1 \cdot R_2 - R_2^2}} \quad (2a)$$

Beachtet man noch, daß

$$X_1 = \frac{1}{\omega C_1} \quad \text{und} \quad X_2 = \omega L_2 \quad (4)$$

ist, so können alle vorkommenden Schaltungen nach Abb. 7a berechnet werden.

Beispiel 1

$R_1 = 4 \text{ kOhm}$, $R_2 = 2 \text{ kOhm}$. Gesucht ist in der Transformationschaltung nach Abb. 7a L_2 und C_1 .

Nach (3a) wird $X_2 = 2 \text{ kOhm}$. Dies in (2a) eingesetzt ergibt für $X_1 = 4 \text{ kOhm}$. Aus den Scheinwiderständen lassen sich dann für die interessierenden Frequenzen L_2 und C_1 mit (4) errechnen. Nunmehr soll die Transformationschaltung nach Abb. 8a erledigt werden. Die geometrischen Verhältnisse betrachten wir in Abb. 12.

Wir setzen: $B_1 = B_2 = \sigma R_1$, wobei $\sigma < 1$ (5)

σ wird dabei ein frei wählbarer Parameter.

Aus der Abb. 12 folgt

$$\frac{X_3}{R_2} = \frac{\sigma R_1}{X_3''}; \quad \frac{X_1}{R_1} = \frac{\sigma R_1}{X_2'} \quad (6)$$

und außerdem

$$\left(\frac{R_2}{2}\right)^2 = X_3''^2 + \left(\frac{R_2}{2} - \sigma R_1\right)^2 \quad (7)$$

sowie

$$\left(\frac{R_1}{2}\right)^2 = X_2'^2 + \left(\frac{R_1}{2} - \sigma R_1\right)^2 \quad (8)$$

Diese Ansätze ergeben ausgerechnet

$$X_3'' = \sqrt{\sigma R_1 R_2 - \sigma^2 R_1^2} \quad (7a)$$

$$X_2' = R_1 \sqrt{\sigma - \sigma^2} \quad (8a)$$

$$X_1 = R_1 \frac{\sigma}{\sqrt{\sigma - \sigma^2}} \quad (6a)$$

$$X_3 = \sigma \frac{R_1 \cdot R_2}{X_3''} \quad (6b)$$

und endlich

$$X_2 = X_2' + X_2'' \quad (9)$$

Damit kann das Collinsfilter nach Abb. 8a berechnet werden.

Beispiel 2

Ein Collinsfilter nach Abb. 8a soll eine 60-Ohm-Antennenleitung an 6 kOhm anpassen. Die Reaktanzen sind gesucht.

Es ist also $R_1 = 60 \text{ Ohm}$, $R_2 = 6 \text{ kOhm}$.

Wir wählen σ mit 0,1.

Dann wird mit (7a)

$$X_3'' = \sqrt{10^{-1} \cdot 6 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10^3 - 10^{-2} \cdot 36 \cdot 10^2} = 190 \text{ Ohm}$$

und mit (8a)

$$X_2' = 60 \sqrt{0,1 - 0,01} = 18 \text{ Ohm.}$$

Nach (9) ist der Scheinwiderstand der Induktivität

$$X_2 = 208 \text{ Ohm}$$

Aus (6a) folgt

$$X_1 = 60 \cdot \frac{0,1}{0,3} = 20 \text{ Ohm}$$

und aus (6b)

$$X_3 = 0,1 \cdot \frac{60 \cdot 6 \cdot 10^3}{1,9 \cdot 10^2} = 190 \text{ Ohm}$$

Aus diesen Scheinwiderständen kann wiederum unschwer bei beliebigen Frequenzen der Wert der zugehörigen Reaktanz errechnet werden.

KURZNACHRICHTEN

Dr.-Ing. Karl Neuenhofer 70 Jahre alt

Dr.-Ing. Karl Neuenhofer, Vorsitzender des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie und Vorstandsmitglied der Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim, vollendete am 21. Juni sein 70. Lebensjahr. Dr. Neuenhofer studierte in Hannover Maschinenbau, promovierte zum Dr.-Ing. und trat 1909 bei Brown Boveri ein. Er wurde 1924 Verkaufsdirektor und 1937 als stellvertretendes, 1939 als ordentliches Mitglied in den Vorstand berufen. Dr. Neuenhofer ist u. a. Präsidial-Mitglied des Bundesverbandes der Deutschen Industrie, Mitglied des Hauptvorstandes des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten, des Vorstandes des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Die Technische Hochschule Karlsruhe hat ihm im Jahre 1952 die Würde eines Ehrensensors verliehen; das Deutsche Museum München zeichnete ihn mit dem Ehrenring aus.

Landes-Berufsschule für Radio- und Fernsehtechniker in Rendsburg

Am 12. Mai 1953 wurde in Rendsburg in Anwesenheit zahlreicher prominenter Vertreter der Behörden und des Handwerks die Landesberufsschule für Radio- und Fernsehtechniker eröffnet. Die gut ausgestattete Schule ist mit einem Wohnheim für die Lehrlinge verbunden. Sie wird von allen Lehrlingen, die in Schleswig-Holstein in der Radiotechnik ausgebildet werden, zweimal im Jahr je vier Wochen lang besucht. Damit erfüllen die Lehrlinge ihre Berufsschulpflicht.

Fernsehen in der Schweiz

Nach der Fertigstellung des Schweizerischen Fernsehsenders auf dem Uetliberg bei Zürich wurde mit dem Umbau des Filmstudios Bellerive be-

gonnen. Das zukünftige Fernsehstudio ist geräumig und enthält an der einen Längswand einen schalldichten Anbau für die Filmabtestgeräte im Erdgeschoss sowie im ersten Stock drei Kabinen für Regie, Bildkontrolle und Tonkontrolle. Als Fernseh-Programmdirektor ist in Zürich Eduard Haas tätig, der zuletzt Vize-Direktor des Schweizerischen Kurzwellendienstes war. Auf Grund von Fernseh-Vorstudien in Dänemark, Deutschland, England, Frankreich und Holland gelang die Zusammenstellung eines aus 27 Mann bestehenden Fernseh-Teams, von denen einige Fachkräfte bereits in ausländischen Fernsehdiensten gearbeitet haben.

... und in Argentinien

In Buenos Aires arbeitet seit über einem Jahr der Fernsendeder „Radio Belgrano TV“ mit einer Leistung von 5 kW. Gesendet wird im Kanal 7. Die Sendezeiten sind täglich 17.30 ... 19 Uhr und 21 ... 24 Uhr. Außer den aktuellen Ereignissen werden z. B. zweimal wöchentlich Direktübertragungen aus Theatern und einmal wöchentlich eine eigene Aufführung aus dem Studio übertragen. Das interessanteste Spiel der Fußballmeisterschaft wird jeden Sonntag vom Sender übernommen. Z. Z. muß das Fernsehen stark von der Regierung unterstützt werden, da die eigenen Einnahmen die Kosten noch nicht decken. Geplant oder im Bau sind drei weitere Sender.

Fernsehempfänger Argus-Capitol

Die Lieferung eines Fernsehsehgerätes für sieben Kanäle kündigt die neue Firma Argus Fabrik für Fernsehgeräte GmbH, Orsay, an. Der Empfänger ist mit der Bildröhre MW 36-44 ausgestattet, arbeitet nach dem Intercarrierverfahren, hat u. a. zwei 4-W-Lautsprecher und eingebaute Antenne.

H. L. RATH

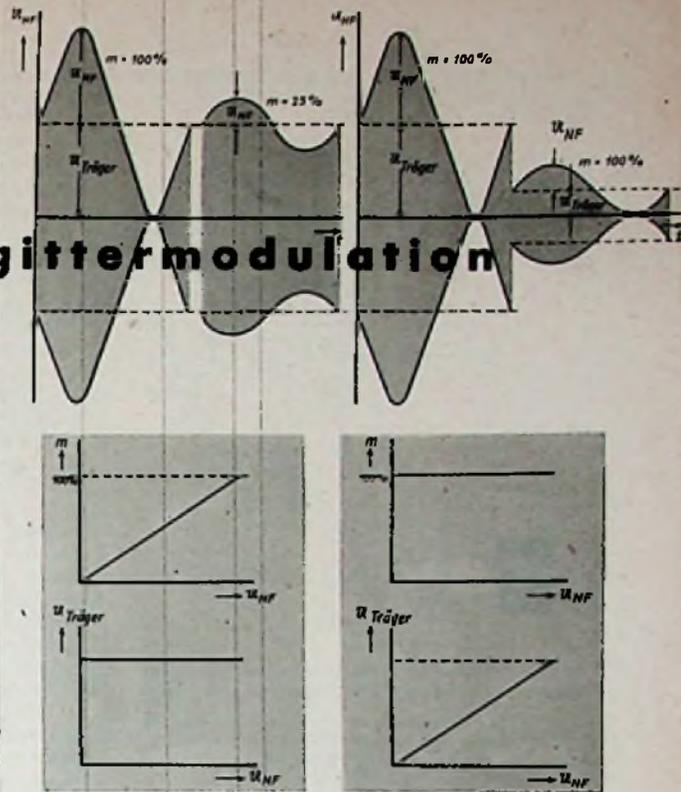
Trägergesteuerte Schirmgittermodulation

In Amateur-Handbüchern und -Zeitschriften werden so zahlreich Methoden für die Amplitudenmodulation von Sendern beschrieben, daß dem unbefangenen OM und insbesondere dem Neuling die Auswahl schwerfallen muß. Häufig ist dabei ein bestimmtes Verfahren schon durch den untragbar großen Aufwand an Röhren und Schaltmitteln undiskutabel. Die nachstehend beschriebene Modulationsart wird bisher nur vereinzelt benutzt, hat aber den Vorteil, billig in der Anschaffung und einfach im Einstellen der richtigen Modulationsbedingungen zu sein. Den Anlaß zur Erprobung des Verfahrens gaben eine deutsche Veröffentlichung [1] (Schriftumshinweise folgen am Schluß der Fortsetzung) und Diskussionen mit anderen OMs.

Prinzip der trägergesteuerten Amplitudenmodulation

Bei den üblichen Amplitudenmodulationsverfahren arbeitet man mit einem hochfrequenten Träger konstanter Amplitude, der mit niederfrequenten Schwingungen moduliert wird. Da die Lautstärke der Niederfrequenz natürlich nicht konstant ist, ändert sich ständig der Modulationsgrad¹⁾. Trägergesteuerte Anordnungen dagegen halten gerade den Modulationsgrad konstant. Das bedeutet, daß die Trägeramplitude proportional den NF-Amplituden schwanken muß. Wenn die NF-Spannung gering ist, dann ist auch die Trägeramplitude klein und umgekehrt (Abb. 1). Grundsätzlich läßt sich eine Trägersteuerung bei jedem AM-Verfahren anwenden. An Hand der Abb. 2 sei das Prinzip erklärt. Die Amplitudenmodulation erfolgt hier, wie meist üblich, in der PA-Stufe (Kanal I). Zusätzlich wird nun ein Teil

Abb. 1. Amplitudenmodulation ohne (links) und mit Trägersteuerung (rechts)



gittergleichspannung, so daß der Effekt der Trägersteuerung hervorgerufen wird. Während also im ersten Fall (Abb. 2) die Trägerfrequenz sowohl von den positiven als auch von den negativen Halbwellen moduliert wird, erfolgt bei dieser vereinfachten Methode die Modulation nur durch Halbwellen einer Richtung, da die andere Seite weggeschnitten wurde²⁾. Für diese einfache Art der Trägersteuerung gilt, daß nach dem Abschneidevorgang keine RC-Glieder, Siebketten usw. mehr folgen dürfen. Sonst wäre keine NF-getreue Modulation mehr möglich, und es würde lediglich ein im Rhythmus der Dynamik³⁾ schwankender Träger erzeugt werden.

Für beide genannten Verfahren verwendet man gleiche Bezeichnungen; in

Auch die Schirmgittermodulation mittels PA-Schutzröhre, der sogenannten „clamp-tube“, gehört hierher und wird oft zur Bezeichnung der Modulationsart verwendet [3, 11].

Vorteile und Nachteile der trägergesteuerten Modulation auf der Sendersseite [4]

Als bestechender Vorteil ist bereits der annähernd konstante Modulationsgrad erwähnt worden. Gerade bei den kleinen Leistungen der Amateursender ist es außerordentlich wichtig, den Modulationsgrad nahe an 100% zu bringen und ihn möglichst auf diesem Wert zu halten. Um dabei Übermodulation sicher auszuschließen, muß beim Betrieb mit konstantem Träger der Modulationsverstärker eine Clipperstufe aufweisen, die einen verhältnismäßig großen Aufwand bedingt. Dieser läßt sich durch Einbau der beschriebenen Trägersteuerung vermeiden. Insofern werden Amateure, deren Hauptinteresse dem Telegrafieverkehr gilt, gern zur carrier-controlled-Modulation greifen, um für Gelegenheitsfälle auch in Telefonie QRV zu sein. Zu den weiteren Vorteilen der trägergesteuerten Modulation sind die Stromkostensenkung und auch die Schonung der PA-Röhre zu rechnen, denn diese führt nur während der Besprechung des Mikrofons vollen Anodenstrom. Ein großer Modulationstransformator wird überhaupt nicht benötigt; die einfachste Schaltung arbeitet ganz ohne Transformator, während elegantere Ausführungen nur übliche NF-Transformatoren erfordern. Natürlich dürfen auch die Nachteile einer Trägersteuerung nicht übersehen werden. Für die Einstellung der Arbeitsbedingungen ist es wichtig, daß auch im unbefangenen Zustand des Senders immer

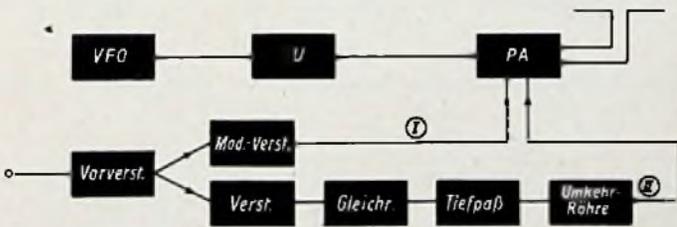


Abb. 2. Blockschaltbild eines Senders mit „echter“ Trägersteuerung

der Niederfrequenz abgezweigt und im Kanal II verarbeitet. Hier werden diese NF-Schwingungen verstärkt, gleichgerichtet und in einer Siebkette (Tiefpaß) von restlichen Tonfrequenzen befreit. Die übrigbleibende Gleichspannung ist den Amplituden der modulierenden NF proportional; sie wird über eine Umkehr-röhre ebenfalls der PA-Stufe zugeführt und verschiebt hier im gewünschten Sinn den Arbeitspunkt der PA-Röhre. In Amateurkreisen hat sich ein wesentlich einfacheres Verfahren eingebürgert (Abb. 3). Im Gegensatz zu Abb. 2 fehlen der ganze Kanal I und die Siebkette im Kanal II. Dadurch entsteht am Ausgang des Gleichrichters eine Gleichspannung, die im Rhythmus der NF schwankt. Diese moduliert die PA-Röhre (z. B. am Schirmgitter) und ändert gleichzeitig die Schirm-

Abb. 3. Blockschaltbild eines Amateursenders mit vereinfachtem Trägersteuerungsverfahren



Deutschland heißen sie „trägergesteuerte Modulation“, während in Englisch sprechenden Ländern „controlled carrier“, „voice controlled carrier“ (VCC) und „floating carrier“ üblich sind. Der aus dem Namen der Erfinder abgeleitete Begriff „Hapug“-Modulation findet sich nur im deutschen Schrifttum; er hat sich im Amateurwesen nicht durchsetzen können.

²⁾ Durch entsprechende Wahl des Arbeitspunktes der letzten Röhre des Kanals II läßt sich ein Abschneiden der positiven Halbwellen erreichen, so daß auch noch der Gleichrichter wegfallen kann.

³⁾ Unter Dynamik versteht man das Verhältnis der NF-Amplituden bei Pianostellen zu denen bei Fortstellen, d. h. das Verhältnis der leisesten zu den lautesten Stellen; es wird meistens in [db] angegeben.

¹⁾ Der Modulationsgrad m ist definiert als
$$m = \frac{\text{HF-Amplitude}}{\text{NF-Amplitude}} \cdot 100 (\%)$$

noch ein gewisser Trägeranteil vorhanden ist. Hierfür wurde der Begriff „Trägerrestverhältnis“ geschaffen:

$$p = \frac{\text{Träger-Reststrom}}{\text{Trägerstrom bei Modulation}}$$

Mit dieser Definition entspricht die normale AM dem Wert $p = 1$, während

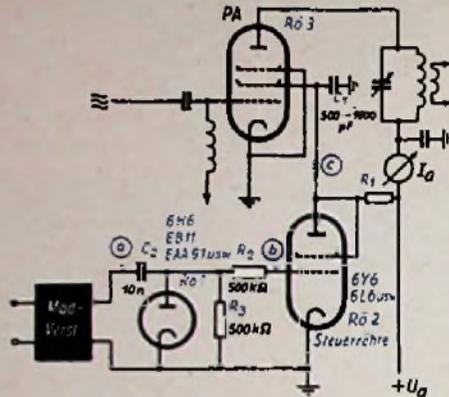


Abb. 4. Trägergesteuerte Schirmgittermodulation (Verwendung eines Gleichrichters im NF-Zweig)

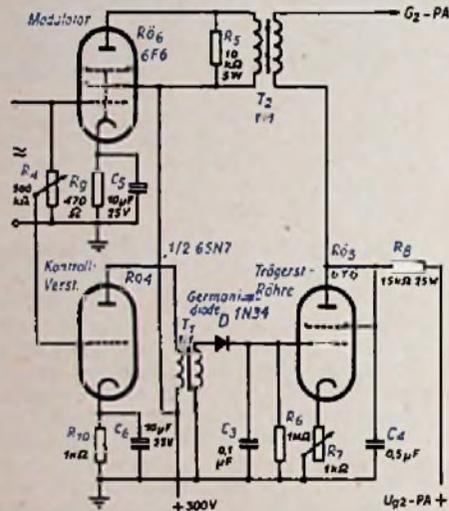


Abb. 5. Ausführungsbeispiel für echte trägergesteuerte Schirmgittermodulation (unter Verwendung eines Gleichrichters D in dem Trägerzweig)

$p = 0$ eine Trägersteuerung ohne Reststrom kennzeichnet.

Der günstigste p -Wert hängt nun von verschiedenen Faktoren ab. Auf der Senderseite ergibt sich (nach früheren Untersuchungen der Post) bei Trägerverhältnissen unter $p = 0,3$ ein starkes Anwachsen des Klirrfaktors, weil man dann in den Bereich der unteren Krümmung der Modulationskennlinie gelangt. Optimale Ergebnisse sollen sich mit $p = 0,6 \dots 0,7$ erreichen lassen.

Soweit die komplette Trägersteuerungseinrichtung benutzt wird, ist den Einschwingungsvorgängen im Tiefpaß des Kanals II (Abb. 2) besondere Beachtung zu schenken, da hier erhebliche Verzerrungen entstehen können. Wird nämlich z. B. die modulierende NF sprunghaft größer und ist die Einschwingzeit der Siebkette zu hoch, dann wächst die Gleichspannung zu langsam, so daß auch der Träger verzögert ansteigt. Während dieser ganzen Zeit wird der Sender übersteuert.

Auswirkungen der trägergesteuerten Modulation auf der Empfangsseite [4]

Ein Amateur, der für Sendungen mit trägergesteuerter Modulation einwandfreie Berichte erhalten möchte, muß auch einige Besonderheiten der Empfangsseite

kennen und beachten. Sonst könnte es leicht vorkommen, daß von einer „Güte“ der Übertragung nicht mehr gesprochen werden kann. Je nach der Art des benutzten Empfangsgerätes liegt entweder quadratische (in älteren Geräten, z. B. o-v-1) oder lineare Demodulation (z. B. Diodenstrecke im Superhet) vor. Bei linearer Gleichrichtung entstehen empfangsseitig keine Verzerrungen, da die Ausgangsspannung, unabhängig vom Träger, nur von der modulierenden NF abhängt. Dagegen ruft die quadratische Gleichrichtung Verzerrungen hervor, deren Größe dem Modulationsgrad proportional ist. Weil nun gerade im Amateurfunkverkehr ein nahe an 100% liegender Modulationsgrad angestrebt wird, können die bei quadratischer Gleichrichtung im Empfänger entstehenden Verzerrungen einen Klirrgrad von etwa 25% ausmachen. Zusätzlich tritt bei dieser Demodulationsart eine Änderung der Dynamik auf. Die Ausgangsspannung des Demodulators ist nämlich sowohl von der modulierenden NF als auch vom Wert des Trägers abhängig. Daraus folgt sofort, daß leise NF im Vergleich zu lauter NF benachteiligt wird und als zu leise erscheint. Hier muß senderseitig durch ein genügend großes Trägerrestverhältnis Abhilfe geschaffen werden.

Es kommt aber noch ein weiterer Punkt hinzu. Bei Empfängern mit Schwundregelung versucht diese, unabhängig vom einfallenden Träger, am Kopfhörer stets eine gleich große Spannung aufrechtzuerhalten. Das bedeutet, daß die senderseitig vorhandene Dynamik im Idealfall voll-

zu kleines Trägerrestverhältnis und auf der Empfangsseite durch Abschalten des Schwundausgleiches zu erreichen. Stets sollte man dies dann tun, wenn beim Empfang einer Telefonstation das S-Meter im Rhythmus der Sprache pendelt (Kennzeichen für trägergesteuerte Modulation).

Ausführungsbeispiele für trägergesteuerte Schirmgittermodulation

Grundsätzlich läßt sich die Trägersteuerung mit jeder bekannten Modulationsart koppeln. Im folgenden werden jedoch als Beispiele nur solche Schaltungen angeführt, die die Modulation am Schirmgitter der PA-Röhre vornehmen, denn dies ist die bequemste Methode. Wer darüber hinaus noch mehr Einzelheiten über Verfahren trägergesteuerter Modulation erfahren möchte, sei auf die Literatur [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] verwiesen.

Schaltung A

Hier handelt es sich um die einfache Art einer Trägersteuerung [1] durch Abschneiden der einen Halbwelle der Niederfrequenz mittels Gleichrichterröhre (Abb. 4). Die vom Mikrofon gelieferte und dann verstärkte Sprechwechselspannung wird in der Röhre R01 gleichgerichtet. Die entstehende negative Spannung ist Steuergittervorspannung für Röhre R02. In den Sprechpausen, wenn diese negative Vorspannung also äußerst klein ist, wird auch der Innenwiderstand von R02 sehr klein (R02 zieht großen Anodenstrom). Damit liegt fast die ganze Spannung an R_1 , und nur sehr wenig bleibt

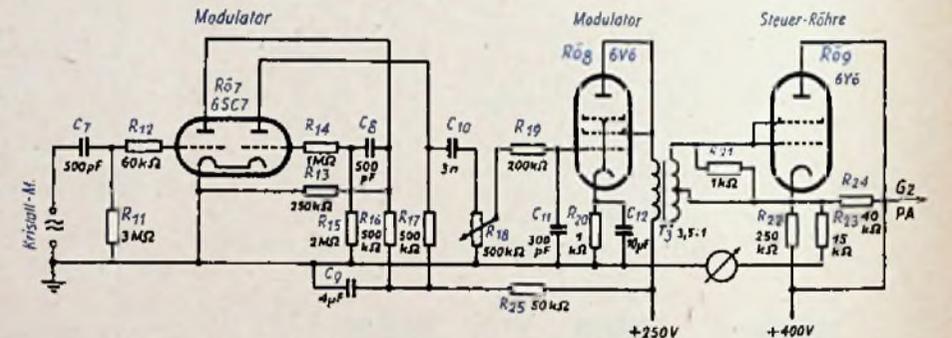


Abb. 6. Trägergesteuerte Schirmgittermodulation (ohne Verwendung eines Gleichrichters im NF-Zweig)

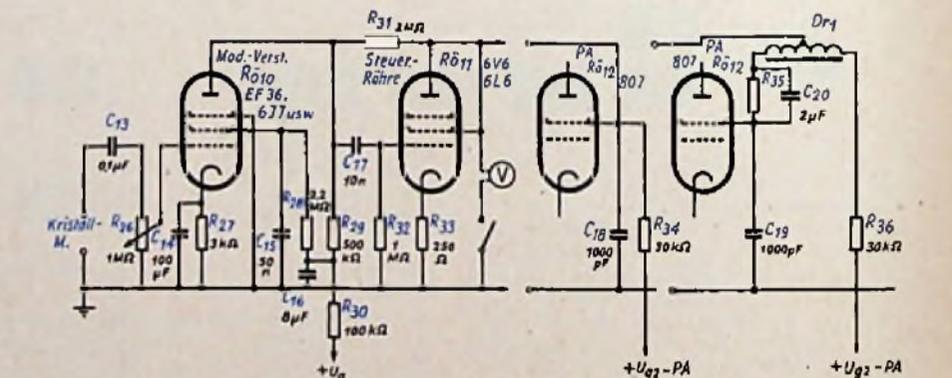


Abb. 7. Ausführungsbeispiel für trägergesteuerte Schirmgittermodulation, insbesondere für QRP-Betrieb. Es sind zwei verschiedene Ausführungen der PA-Stufe angegeben. C_{20}/R_{35} sowie D_{r1} (Drossel mit Mittelanzapfung oder Autotransformator) in der rechten PA-Stufe verbessern die Sprachqualität

ständig zusammengedrückt wird. Ferner verursacht dieses Ausregeln der Trägeramplituden-Unterschiede eine Schwankung des Rauschpegels, die sich sehr störend auswirkt, da jetzt zwischen den Sätzen oder Worten das Empfängergeräusch ansteigt. Eine Abhilfe ist auf der Senderseite wieder durch ein nicht

als wirksame Schirmgitterspannung für R03 übrig; der Träger wird herabgesetzt. Beim Besprechen des Mikrofons steigt die Gittervorspannung für R02 entsprechend an, R02 wird hochohmiger; der Träger erreicht seine volle Höhe. Die Dimensionierung der Einzelteile ist nicht kritisch. Für den Verstärker reicht

Je nach den vorhandenen Röhren und dem Mikrofon ein 2- bis 3stufiger Aufbau aus. Die angegebenen Werte für die Gleichrichterstufe und die 6Y6 haben sich gut bewährt. Lediglich zur Bestimmung von R_1 ist am fertigen Gerät ein Test erforderlich, damit die zulässigen Daten von Rö 2 und Rö 3 nicht überschritten werden. Für Rö 2 ist praktisch jede Vakuum-Diode zu benutzen; auch Germanium-Dioden zeigen guten Erfolg. Bei der Wahl von Rö 2 sind solche Typen zu bevorzugen, die bereits bei geringen

Somit ist gewährleistet, daß sich sowohl für die Modulationsspannung als auch für die Trägersteuerungs-Gleichspannung das erforderliche Variationsverhältnis getrennt einstellen läßt.

Schaltung C

Wie schon im ersten Abschnitt angedeutet, kann der Gleichrichter D (Abb. 5) eingespart werden, wenn die Trägersteuerungsröhre gleichzeitig zum Abkappen der Niederfrequenz herangezogen wird [2]. W 6 AJF veröffentlicht als beste Schal-

Tab. I. Strom- und Spannungswerte einer Trägersteuerung von G 3 AGQ

| U_a - PA | 500 Volt | | 200 Volt | |
|---------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| I_a - PA | 20 mA | 30 mA | 8 mA | 11 mA |
| I_{g1} - PA | 2 mA | 2 mA | 0,5 mA | 0,15 mA |
| U_{g1} - PA | 100 Volt unmoduliert | 200 Volt moduliert | 40 Volt unmoduliert | 75 Volt moduliert |

(Gittervorspannung PA über $R_k = 1 \text{ k}\Omega$; Steuerröhre 6V6)

negativen Gitterspannungen gesperrt werden und bei $U_{g1} = 0$ Volt relativ großen Anodenstrom ziehen. Die bekanntesten Vertreter sind die 6Y6 und die 6L6, beide als Trioden geschaltet. Falls ein vorhandener Telegrafiesender auf diese Modulationsart erweitert werden soll, ist darauf zu achten, daß der Schirmgitterkondensator der PA-Stufe verkleinert wird, um eine Benachteiligung der höheren Modulationsfrequenzen zu vermeiden. In dieser Schaltung arbeitet der Sender von DL 6KG. Eine 6Y6 moduliert zwei parallel geschaltete RL 12 P 35. Die Station DL 9WV am gleichen Ort verwendet eine 6L6, um eine RL 12 P 35 zu modulieren. Erfahrungen und Meßergebnisse werden in den beiden letzten Abschnitten mitgeteilt.

Schaltung B

Für Amateure, die mehr Aufwand treiben wollen, sei hier die Schaltung einer Amplitudenmodulation mit echter Trägersteuerung angegeben [6, 8] (Abb. 5). Wie man leicht erkennt, handelt es sich um eine Schaltung gemäß Abb. 2. Der Kanal I als eigentlicher Modulator ist in keinem Teil von normal üblicher Schirmgittermodulation mit konstantem Träger verschieden. Neu ist der Trägersteuerungszusatz (Kanal II) mit den Röhren Rö 4 und Rö 5.

Einen wesentlichen Vorteil gegenüber der Schaltung nach Abb. 4 bringt der Regelwiderstand R_7 . Mit ihm läßt sich eindeutig der Trägerrestwert einstellen. Die angegebene Dimensionierung der RC-Glieder beruht auf folgenden Überlegungen: $C_3 \cdot R_4$ muß eine so große Zeitkonstante T ($T = RC$) haben, daß alle Schwankungen der NF-Hüllkurve ausgelöscht werden; andererseits darf aber C_3 nicht zu groß werden, da sonst die Aufbauzeit des Trägers unzulässig verlängert werden würde. Übliche Werte sind $C_3 = 0,1 \mu\text{F}$ und $T = C_3 \cdot R_4 = 100 \text{ ms}$. Widerstand R_8 bestimmt die Schirmgitterspannung der PA-Röhre. Die Zeitkonstante des Gliedes $C_4 \cdot R_8$ muß klein gegenüber $C_3 \cdot R_4$ sein.

Diese Anordnung stellt letzten Endes die erstrebenswerte Lösung für trägergesteuerte Schirmgittermodulation dar. Die Schaltung ist zwar komplizierter als die der Abb. 4, aber die beiden Vorgänge Modulation und Trägersteuerung sind elektrisch voneinander getrennt und einzeln regelbar, und zwar

NF-Amplitude mit Potentiometer im Modulationsverstärker,

Maximalwert Träger mit R_4 ,

Minimalwert Träger mit R_7 .

lung von acht erprobten Systemen die Abb. 6. Mit diesem Modulator konnte er zwei Röhren B 13 oder zwei 4-125A modulieren⁴⁾. Bei Herabsetzung des NF-Pegels läßt sich nach seinen Angaben genauso gut eine einzelne 807 aussteuern. Die Schaltung entspricht an sich einem B-Verstärker, dem die zweite Röhre fehlt. Da die 6Y6 Gitterstrom zieht, muß als Treiberröhre etwa eine 6V6 verwendet werden. R_{21} dient als Belastungswiderstand des Transformators, wenn die 6Y6 gesperrt ist.

Von G 3 AGQ stammt eine neuere Veröffentlichung [7], die in ganz einfacher Weise für QRP-Sender ausgelegt ist. Auch hier findet in der Trägersteuerungsröhre der Abkappvorgang statt (Abb. 7). Dieser Modulator wurde für einen Sender mit dem Aufbau 6L6-807 verwendet. Die sich einstellenden Strom- und Spannungswerte gehen aus Tab. I hervor.

Schaltung D

Der Vollständigkeit halber sei abschließend ein Schaltbild angeben, das eine echte Trägersteuerung unter Verwendung eines Gleichrichters darstellt (Abb. 8). Elektrisch sind die Kanäle I und II kaum voneinander getrennt. Die Wirkungsweise dieser Schaltung ist leicht zu übersehen. Normalerweise ist das Schirmgitter der PA-Röhre über R_{30} geerdet (minimaler Trägerrest). Bei Bredprechung entsteht einmal eine Gleichspannung (RG 12 D 60), die das Schirmgitter und damit den Träger hochfährt; zum anderen

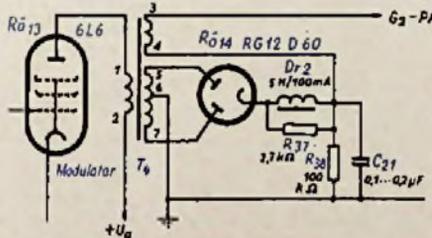


Abb. 8. Ausführungsbeispiel für echte trägergesteuerte Schirmgittermodulation (die Kanäle I und II sind elektrisch kaum voneinander getrennt). T_1 - Übersetzungsverhältnis (für PA-Röhre 807): $1/2 : 5/7 = 1:2,5$; $5/7 : 3/4 = 1:1,1$; $1/2 : 3/4 = 1:2,8$

wird zusätzlich über die Wicklung 3/4 reine Niederfrequenz an die PA-Röhre gebracht.

Weitere Einzelheiten können der Veröffentlichung von DL1FG entnommen werden [5]. Allerdings erfordert diese Schaltung einen, wenn auch nur kleinen, Modulationstransformator mit richtigem Übersetzungsverhältnis. (Schluß folgt)

⁴⁾ Anodenverlustleistung jeder Röhre 125 Watt.

Ab 1. Juli 1953 Stockholmer Abkommen in Kraft

In der Nacht vom 30. Juni zum 1. Juli d. J. sind die Frequenzen verschiedener UKW-Sender gemäß den Vereinbarungen der Internationalen Wellenkonferenz in Stockholm umgestellt worden. In vielen Fällen handelt es sich nur um geringfügige Verschiebungen. Im Bereich des NWDR und des Bayerischen Rundfunks können nur jeweils zwei Stationen die alten Frequenzen behalten. Nach dem Stockholmer Abkommen sind insgesamt 98 neue Frequenzen für die Bundesrepublik und West-Berlin einschließlich der Frequenzen für die UKW-Sender von RIAS und BFN vorgesehen. Da die UKW-Empfänger heute sehr empfindlich sind, rechnet man im süddeutschen und südwestdeutschen Raum mit gewissen Überschneidungen bei ungewöhnlichen Ausbreitungserscheinungen.

Bad Mergentheim jetzt auf 1412 kHz

Der MW-Sender Bad Mergentheim-Löffelstein arbeitet ab 23. Mai d. J. auf der neuen Frequenz 1412 kHz = 212 m mit 3 kW.

Neue Frequenz für MW-Sender Lingen

Wie der NWDR mitteilt, muß der MW-Sender Lingen, der vor einiger Zeit auf die Frequenz 755 kHz umgestellt wurde, erneut einen Frequenzwechsel vornehmen, da gegenseitige Störungen mit ausländischen Sendern aufgetreten sind. Ab 22. Mai benutzt der Sender nunmehr die neue Frequenz 1570 kHz. Die Umstellung, von der man sich eine Verminderung dieser Störungen und eine Vergrößerung des Versorgungsbereiches verspricht, erfolgte zunächst versuchsweise.

Neuer UKW-Sender

Der neue UKW-Sender des Bayerischen Rundfunks auf dem Pfaffenberg bei Aschaffenburg übernahm Ende Mai d. J. als 24. Station des bayerischen UKW-Sendernetzes den Versuchsbetrieb auf der Frequenz 90,9 MHz. Die Sendungen finden vorläufig noch zu unregelmäßigen Zeiten statt.

Fernsehsendernetz des Süddeutschen Rundfunks

Auf einer gemeinsamen Sitzung des Verwaltungsrates mit dem Fernsehausschuß des Süddeutschen Rundfunks am 8. Juni d. J. wurde als vorrangigste Aufgabe grundsätzlich der Ausbau des Fernseh-Sendernetzes mit vorläufig zwei Sendern gebilligt, die etwa 60 % der Bevölkerung des Sendegebietes versorgen werden.

Der erste Fernsehsender wird auf dem Hohen Bosper in Stuttgart-Degerloch errichtet; seine Fertigstellung fällt mit dem Ausbau der Deulz-Strecke in der ersten Hälfte des Jahres 1954 zusammen. Ein zweiter Sender soll die Versorgung des Unterlandes gewährleisten.

Die Kostenvoranschläge für den Programmbeitrag auf Grund des hannoverschen Fernsehvertrages wurden zu Kenntnis genommen. Über die Beschaffung der dazu notwendigen Mittel sollen Verhandlungen aufgenommen werden, so daß die begonnenen Vorbereitungen weitergeführt werden können. Wie ferner verlautet, soll sich der Landtag von Württemberg-Baden bereits in nächster Zeit mit einem Gesetzentwurf befassen, der die Fernseh-Lizenz auf 5 DM monatlich festsetzt.

Große Reichweite des UKW-Senders Waldenburg

Wie viele Hörerzuschriften beweisen, hat der UKW-Sender Waldenburg eine überraschend große Reichweite. Der etwa 30 km östlich von Heilbronn gelegene Sender steht auf einer etwa 500 m hohen Anhöhe. Da die Antenne an der Spitze eines 135 m hohen Mastes angebracht und die Sendeleistung 10 kW ist, sind die Abstrahlungsverhältnisse sehr günstig. Die Sendefrequenz ist 88,9 MHz.

Neuer UKW-Frequenzplan siehe Seite 410

Dynamische Klangregelung

Heft 12 [1953], S. 371 der FUNK-TECHNIK enthält Hinweise auf bewährte Schaltungen für eine Aussteuerungsautomatik in Verstärkeranlagen. Der nachstehend beschriebene Vorschlag für eine dynamische Klangregelung beschäftigt sich mit einem Teilgebiet aus diesem Thema.

Unter einer dynamischen Klangregelung ist ein Vorgang zu verstehen, der die Frequenzkurve eines Verstärkers automatisch der jeweils herrschenden augenblicklichen Lautstärke der Darbietung so anpaßt, daß dem Ohr stets eine dem Original möglichst ähnliche Wiedergabe dargeboten wird, oder, anders ausgedrückt, daß das Ohr die Wiedergabe immer mit dem gleichen Klangcharakter empfindet, den es auch beim Original (etwa im Konzertsaal) aufnehmen würde.

Die Notwendigkeit der Anpassung der Verstärker-Frequenzkurve an die Wiedergabelautstärke (also die Einstellung des Klangbildes in Abhängigkeit von dem Lautstärkereglern derart, daß sich das Klangbild nicht mit der Lautstärke ändert) ist durch eine Eigentümlichkeit des menschlichen Ohres bedingt. Aus den erstmalig 1933 veröffentlichten Fletcher-Munson-Kurven kann man ablesen, welche Schallenergie dem Ohr für die einzelnen Frequenzen zugeführt werden muß, damit es sämtliche Frequenzen mit gleicher Lautstärke wahrnimmt. Diese Kurven, die relative Werte mit dem Bezugspunkt bei 1000 Hz angeben, sind nun in ihrer Form stark von dem absoluten Schalldruck, praktisch also von der Lautstärke abhängig. Soll der Lautsprecher eine musikalische Darbietung mit geringerer Lautstärke wiedergeben, als man sie im Original im Konzertsaal hören würde, muß, wenn in beiden Fällen der gleiche Klangcharakter vorhanden sein soll, durch eine entsprechende Einstellung des Klangreglers die Frequenzkurve der Wiedergabeeinrichtung (Verstärker, Lautsprecher usw.) richtig „hingebogen“ werden. Die Formunterschiede der beiden Fletcher-Munson-Kurven bei der Originallautstärke und der Wiedergabelautstärke sind also durch diese Frequenzkurve auszugleichen.

Diese feste Einstellung des Klangfarbenreglers für eine bestimmte Wiedergabelautstärke kann man als „statische Klangregelung“ bezeichnen. Da man die Lautstärke des Originals im allgemeinen nicht kennt, setzt man sie mit 80 db über der Hörschwelle an und liest dann aus den Fletcher-Munson-Kurven ab, wie die Frequenzkurve der Wiedergabeeinrichtung von der Waagerechten abweichen muß. Hierzu bildet man einfach die Differenz der 80-db-Kurve mit der für die Wiedergabelautstärke gültigen Kurve und erhält so die Frequenzkurve, die die Wiedergabeeinrichtung haben soll. Die Annahme der Durchschnittslautstärke des Originals zu 80 db ergibt, wie Rechnung und Praxis beweisen, in jedem Falle die beste Annäherung der Wiedergabe an das Original.

Die statische Klangregelung berücksichtigt aber grundsätzlich nicht, daß keine Darbietung eine gleichbleibende Lautstärke hat; diese schwankt vielmehr ständig. Während ein Absinken der Originallautstärke unter 80 db praktisch keine Veränderung der Klangfarbe bei der Wiedergabe bewirkt, kommt es bei einem Lautwerden zu einer erheblichen Verschiebung in den Tiefen. Bei den Höhen tritt ebenfalls eine Verschiebung in Erscheinung, die aber so geringfügig ist, daß sie vernachlässigt werden kann. Ein Beispiel gibt am besten Aufschluß über diese Erscheinung.

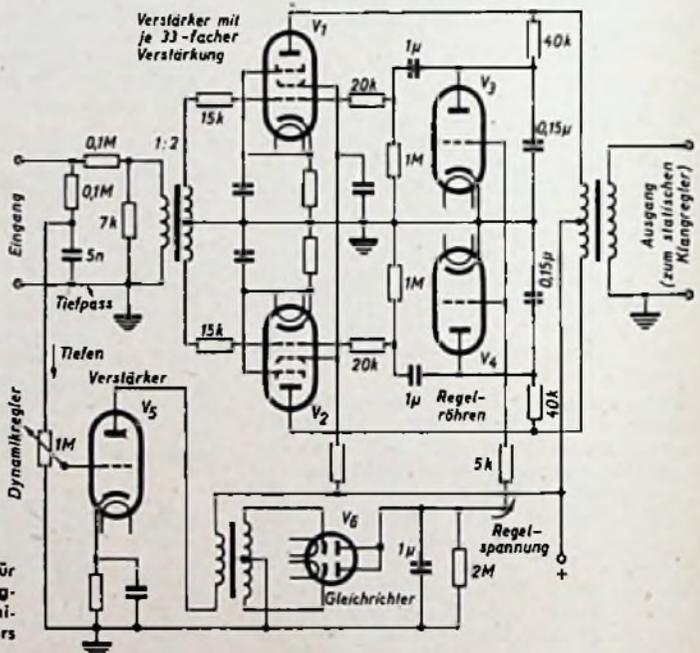
Die Wiedergabe soll mit einer gegenüber dem Original um 30 db verminderten Lautstärke erfolgen. Ist die Lautstärke des Originals 80 db, so folgt aus den Fletcher-Munson-Kurven, daß für 100 Hz eine Anhebung von 14 db notwendig ist. Diese Anhebung ist für alle Originallautstärken zwischen 30 und 80 db korrekt. Steigt aber die Originallautstärke momentan auf 90 db, so ist die richtige Anhebung nur noch 11 db; bei 100 db sinkt sie auf 7 db und ist schließlich bei 120 db, der Schmerzgrenze, mit nur noch 3 db gerade richtig. War also die statische Klangregelung ordnungsgemäß auf eine Anhebung von 14 db für 100 Hz eingestellt worden, so werden die Tiefen an den Fortissimo-Stellen viel zu laut wiedergegeben. Die Aufgabe der dynamischen Klangregelung ist es, die Tiefen an den lautstarken Stellen des Programms in Abhängigkeit von der

Fehler aus. Es sei aber betont, daß er nur an den sehr lautstarken Stellen des Programms in Tätigkeit tritt und beispielsweise bei Sprache, Kammermusik usw. unwirksam bleibt.

Der dargestellte dynamische Klangregler ist seinem Wesen nach ein Dynamikkompressor für die tiefen Töne und schwächt die tiefen Töne in zunehmendem Maße bei größer werdender Lautstärke ab. Der Regler besteht aus einer Gegentakt-Verstärkerstufe V_1 und V_2 , deren Ausgang auf den Eingang über ein frequenzabhängiges RC-Netzwerk gegengekoppelt ist. Die Steuerröhren V_3 und V_4 sind Teile dieses Netzwerkes, und ihr innerer Widerstand bestimmt die Frequenzkurve des Netzwerkes maßgebend. Durch Regelung der Gittergleichspannung von V_3 und V_4 werden die Innenwiderstände der Röhren verändert, und damit wird auch die Frequenzkurve des Gegenkopplungsnetzwerkes beeinflusst. Die Schaltung ist so getroffen, daß bei zunehmender Lautstärke die Gitterspannung von V_3 und V_4 in solchem Sinne geändert wird, daß sich die Gegenkopplung für die tiefen Frequenzen relativ zu den übrigen Frequenzen verstärkt.

Zur Gewinnung dieser von der Lautstärke abhängigen Gitterspannung wird vom Eingang des Reglers ein Teil der Tonfrequenzspannung, und zwar vorwiegend der untere Teil des Frequenzspektrums, über ein Potentiometer abgenommen, in der Röhre V_5 verstärkt und schließlich in V_6 gleichgerichtet. Die am

Schaltungsbeispiel für eine Ausführungsmöglichkeit des dynamischen Klangreglers



Lautstärke selbsttätig zu dämpfen. Der dynamische Klangregler wird zusätzlich zu dem statischen Klangregler benutzt und ist seinem Wesen nach ein automatischer Regler, der nur von den Tiefen gesteuert wird.

Die von dem dynamischen Klangregler geforderte zunehmende Dämpfung der Tiefen bei größer werdender Lautstärke wird von der hier wiedergegebenen Schaltung geleistet, die einer Arbeit in der Zeitschrift „Radio-Electronic-Engineering“, Mai 1953, Seite 10 bis 13, entnommen wurde. Dieser dynamische Klangregler wird einem sogenannten „gehörrichtigen“ statischen Klangregler, also einem Klangregler, der die erwähnten Fletcher-Munson-Kurven berücksichtigt, vorgeschaltet und gleicht dessen

Ladekondensator von V_6 auftretende Gleichspannung ist die regelnde Gitterspannung. Das Potentiometer von $1 M\Omega$ am Eingang von V_3 gestattet die Einstellung des Regelumfanges, also des Betrages, um den die Tiefen komprimiert werden. V_3 muß bei den größten Lautstärken eine solche Ausgangsspannung liefern, daß an V_3 und V_4 eine Gitterspannung von mindestens 20 bis 25 Volt zur Verfügung steht. Da der günstigste Regelumfang von der Einstellung des Lautstärkereglers abhängt (größere Gesamtdämpfung verlangt stärkere Schwächung der Tiefen), kann man den Lautstärkereglern, den statischen Klangregler und das Potentiometer des dynamischen Klangreglers miteinander koppeln, wobei aber Vorsicht angebracht ist. -gs



Ausführung: Tischgerät: V 530
Truhe offen: V 5300
Lautsprecher: Nach vorn
Stromart: Allstrom
Netzspannungen: 220/240 V
Leistungsaufnahme bei 220 V: Fernsehen
150 W; UKW 120 W
Sicherungen: 2×2,0 A mittelträge,
1×0,2 A mittelträge
Anzeigeröhre für eingeschalteten Zustand
(Kontrollämpchen): 3 Skalenlampen
6,3 V, 0,3 A
Bildgröße: 29×22 cm
Bildröhre: BmV 35/2 oder MW 36-29
(metallhinterlegt)
Anzahl der Kreise für Fernsehempfang: 15

HERSTELLER: BLAUPUNKT-WERKE GMBH, DARMSTADT

Anzahl der Vorstufen: 1
Wieviel Kanäle: 10 (Kanal 2 ... 11) +
UKW (87 ... 100 MHz)
Art der HF-Abstimmung: Spulenrevolver
+ kapazitive Abstimmung
Antennenwiderstand: 120 u. 240 Ω, symm.
ZF-Stufen: Bildteil = 4
Bild-ZF-Kreise, Abgleichfrequenzen:
5 ZF-Kreise (22,75 MHz, 21,00 MHz,
24,75 MHz, 21,00 MHz, 24,25 MHz)
ZF-Frequenz: Bild = 24,75 MHz, Ton =
19,25 MHz
Art der Klippgeneratoren:
Bild: Sperrschwinger
Zeile: Sperrschwinger
Art der Hochspannungserzeugung:
durch Zeilenklipp
Hochspannung: 14 kV
Synchronisierung:
Bildklipp: direkt
Zeilenklipp: Phasenvergleich mit
Schwungrad-Synchronisation
Fokussierung: elektro-magnetisch
Eingebaute Antenne: Dipol mit drehbarer
Charakteristik
Tonteil: Intercarrier: 5,5 MHz (Ampli-
tudenbegrenzer, Ratiodektor, Laut-
stärkeregler, Tonblende stetig regelbar)

UKW: 13 Kreise; HF-Vorstufe; doppelte
ZF mit Hilloszillator (ZF I = 22,75
MHz, ZF II = 5,5 MHz, Hilloszillator
= 28,25 MHz); Amplitudenbegrenzer;
Ratiodektor; getrennte Abstimmung,
Bildteil abgeschaltet; optische Anzeile
für Stellung UKW-Empfang; untenlie-
gende lange, beleuchtete UKW-Skala
Lautsprecher:
V 530: permanent-dynamisch, oval,
210×150 mm Ø
V 5300: permanent-dynamisch, oval,
260×180 mm Ø

Anzahl der Röhren: 17 + 1 Germ.-Diode
+ Trockengleichrichter + Bildröhre
Röhrentypen (s. umstehendes Schalt-
bild): 5× EF 80, ECC 81, ECC 82,
ECH 81, EAA 91, ECL 80, EY 51,
PABC 80, PCL 81, PL 81, PL 82, PL 83,
PY 83

Germanium-Dioden und Trockengleich-
richter: 1× RL 103 u. 4× EC 220/80
Gehäuse: Edelholzgehäuse mit vorn auf-
klappbarer Klarsichtblende

| | Breite [mm] | Tiefe [mm] | Höhe [mm] | Gewicht [kg] |
|--------|----------------|---------------|--------------|-----------------|
| V 530 | 640 | 520 | 510 | 34 |
| V 5300 | 680 | 520 | 1050 | 49 |

Hochfrequenz und Mischteil (Röhre 1 und 2) sind auf einem gemeinsamen Chassis zusammen mit dem Wellenschalter aufgebaut. Der Wellenschalter hat zehn Stellungen für den Fernsehempfang und eine Stellung für UKW-Empfang.

Eingangskreis und Bandfilter

Kopplung zwischen Vorstufe und Mischröhre geben eine gleichmäßige Verstärkung über das ganze Band. Der Oszillator wird durch den Kondensator C 13 abgestimmt. Der Oszillator schwingt um die Zwischenfrequenz höher als der Bildträger des empfangenen Senders.

Zwischenfrequenz-Verstärker

Der Verstärker ist vierstufig ausgeführt mit insgesamt fünf Kreisen, von denen der erste auf 22,75, der zweite auf 21,00, der dritte auf 24,75, der vierte auf 21,00 und der fünfte auf 24,25 getrimmt ist. Diese Frequenzen gelten für das Maximum der höckerigen Kurve, die sich bei Messung zwischen Meßpunkt 5 und Meßpunkt 11 ergibt.

Die Angabe 22,75 für den Kreis L 68 ist nur ein Richtwert. Der Kreis wird so eingestellt, daß die Einsattelung zwischen den Höckern sauber ausgeglichen ist und die Nyquistflanke der Norm entspricht. Der Zwischenfrequenz-Verstärker ist auf drei Röhren geregelt.

Bild-Demodulation

Demodulation im Gleichrichter G1 einer Germanium-Diode. Die Regelspannung wird durch die Diodenstrecke 7/1 der Röhre 7 erzeugt. Die Diode erhält über W 55 eine regelbare Vorspannung, durch die der Kontrast eingestellt wird.

Schwarzsteuerung

Die Schwarzsteuerung erfolgt mit der zweiten Diodenstrecke der Röhre 7 am Gitter des Bildverstärkers Röhre 8. Die Röhre 8 arbeitet als Gleichstromverstärker. Die Anode ist direkt mit der Katode der Bildröhre Röhre 12 verbunden.

Tonteil

Die Ton-ZF wird über alle vier ZF-Röhren verstärkt und bildet im Gleichrichter 1 den Differenz-Zwischenträger 5,5 MHz. Dieser wird in der Bildverstärkerröhre Röhre 8 weiter verstärkt und über den Kreis L 83/L 82 ausgekoppelt. Eine doppelte Begrenzung sorgt für eine Begrenzung des Intercarrier-Brumms. Die Röhre 9 ist als Begrenzer geschaltet. Weiterhin wirkt der darauf folgende Ratiodektor begrenzend. Im Ton-NF-Teil ist eine stetig regelbare Klangblende vorhanden. Der kräftige Lautsprecher liegt nach vorn.

Amplitudenleib

Der Bildinhalt wird durch ein zweistufiges Impulsieb, Röhre 13, aus dem Gemisch entfernt, so daß die Synchronisier-Impulse sauber zurückbleiben. Die Impulsiebstufe ist besonders sorgfältig dimensioniert und gegen verbrumnte Sendungen und Zündstörungen weitgehend unempfindlich.

Bildklipp

Der Bildklipp-Oszillator läuft als Sperrschwinger. Er arbeitet mit mitlaufender Ladespannung, die aus dem Transformator T 2 gespeist wird. Der Bildklipp-Endverstärker zeigt mehrfache Gegenkopplungen und Regelglieder, durch die Bildhöhe und Bildklipp-Linearität im Kopf- und Fußteil getrennt geregelt werden können. Die Speisung des Bildkippes erfolgt aus der gespeicherten Hochspannung des Zeilenausgangsübertragers.

Zeilenklipp

Eine Phasenvergleichsstufe mit anschließender Schwungrad-Synchronisation garantiert einen von äußeren Störungen weitgehend unabhängigen Zellenstand. Der Zeilensperrschwinger ist stabilisiert und gegen Netzspannungsschwankungen sehr unempfindlich. Die Zeilenendröhre PL 81 arbeitet auf den Ausgangsübertrager, in dem die Hochspannung und durch Spannungsrückgewinnung 600 V für die Speisung des Bildkippes und der Hilfsanode erzeugt werden; Anodenspannung 14 kV. Der Netzteil ist sehr stark dimensioniert und mit großen Kapazitäten gesichert. Die Kondensatoren können in hohem Maße altern, ohne daß dadurch die Qualität der Wiedergabe beeinträchtigt wird.

Fokussierung

Die Bildröhre wird magnetisch fokussiert. Eine Feinregelung erfolgt über die Fokussierspule L 87 und den Regler W 170.

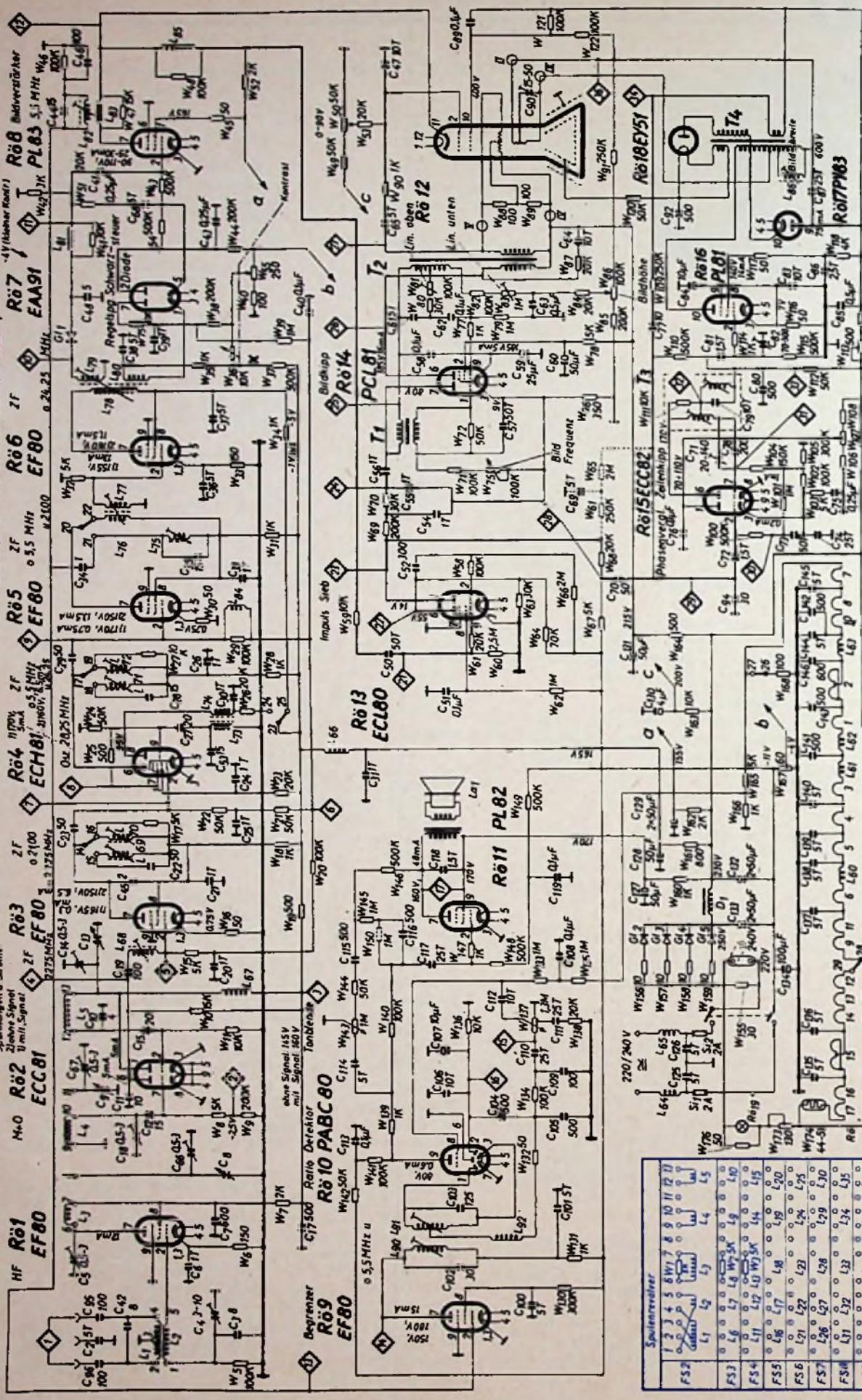
UKW-Empfang

Der Oszillator schwingt 22,75 MHz oberhalb der empfangenen UKW-Frequenz. Der ZF-Verstärker wird in einer Stufe auf 22,75 MHz umgeschaltet. In der Röhre 4 findet eine zweite Mischung statt, wozu ein fest eingestellter Hilfsoszillator von 28,25 MHz verwendet wird. Die Differenzfrequenz 5,5 MHz wird im umgeschalteten Kreis L 72 ausgesiebt, durch Röhre 5 weiter verstärkt und am Kreis L 75 abgegriffen.

Begrenzung und Verstärkung ab Röhre 9 wie bei Fernsehempfang. Obwohl das Gerät in allen seinen Funktionen sehr stabil ist, sind alle Regelorgane mit Ausnahme der Bildbreitenspule, des Bildschärferreglers und der drei Regler für den Bildklipp von vorn zugänglich.

Spannungen gemessen mit mA-Multimeter SA 5000mV
 0-1V (hoher Widerstand)
 0-5V (hoher Widerstand)
 0-20V (hoher Widerstand)

Spannungen u. Ströme
 Ziehene Signal
 u. mit. Signal



Schlebeschalter

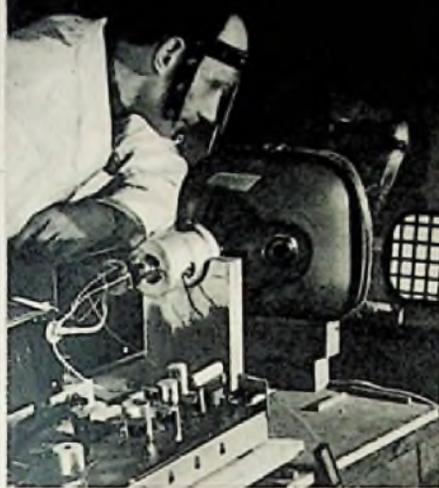
| | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 |
| 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 |
| 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 |
| 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 |
| 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 |
| 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 |
| 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 |
| 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 |
| 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 |
| 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 |
| 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 |
| 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 |
| 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 |
| 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 |
| 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 |
| 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 |
| 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 |
| 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 |
| 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 |
| 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 |
| 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 |
| 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 |
| 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 |
| 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 |
| 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | 401 | 402 | 403 |
| 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 |
| 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 |
| 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 |
| 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 |
| 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 |
| 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 | 481 |
| 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 |
| 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 | 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 |
| 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 |
| 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 |
| 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 | 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 |
| 547 | 548 | 549 | 550 | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 |
| 560 | 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 |
| 573 | 574 | 575 | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 | 581 | 582 | 583 | 584 | 585 |
| 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 |
| 599 | 600 | 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 |
| 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 | 621 | 622 | 623 | 624 |
| 625 | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 |
| 638 | 639 | 640 | 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 |
| 651 | 652 | 653 | 654 | 655 | 656 | 657 | 658 | 659 | 660 | 661 | 662 | 663 |
| 664 | 665 | 666 | 667 | 668 | 669 | 670 | 671 | 672 | 673 | 674 | 675 | 676 |
| 677 | 678 | 679 | 680 | 681 | 682 | 683 | 684 | 685 | 686 | 687 | 688 | 689 |
| 690 | 691 | 692 | 693 | 694 | 695 | 696 | 697 | 698 | 699 | 700 | 701 | 702 |
| 703 | 704 | 705 | 706 | 707 | 708 | 709 | 710 | 711 | 712 | 713 | 714 | 715 |
| 716 | 717 | 718 | 719 | 720 | 721 | 722 | 723 | 724 | 725 | 726 | 727 | 728 |
| 729 | 730 | 731 | 732 | 733 | 734 | 735 | 736 | 737 | 738 | 739 | 740 | 741 |
| 742 | 743 | 744 | 745 | 746 | 747 | 748 | 749 | 750 | 751 | 752 | 753 | 754 |
| 755 | 756 | 757 | 758 | 759 | 760 | 761 | 762 | 763 | 764 | 765 | 766 | 767 |
| 768 | 769 | 770 | 771 | 772 | 773 | 774 | 775 | 776 | 777 | 778 | 779 | 780 |
| 781 | 782 | 783 | 784 | 785 | 786 | 787 | 788 | 789 | 790 | 791 | 792 | 793 |
| 794 | 795 | 796 | 797 | 798 | 799 | 800 | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 |
| 807 | 808 | 809 | 810 | 811 | 812 | 813 | 814 | 815 | 816 | 817 | 818 | 819 |
| 820 | 821 | 822 | 823 | 824 | 825 | 826 | 827 | 828 | 829 | 830 | 831 | 832 |
| 833 | 834 | 835 | 836 | 837 | 838 | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | 844 | 845 |
| 846 | 847 | 848 | 849 | 850 | 851 | 852 | 853 | 854 | 855 | 856 | 857 | 858 |
| 859 | 860 | 861 | 862 | 863 | 864 | 865 | 866 | 867 | 868 | 869 | 870 | 871 |
| 872 | 873 | 874 | 875 | 876 | 877 | 878 | 879 | 880 | 881 | 882 | 883 | 884 |
| 885 | 886 | 887 | 888 | 889 | 890 | 891 | 892 | 893 | 894 | 895 | 896 | 897 |
| 898 | 899 | 900 | 901 | 902 | 903 | 904 | 905 | 906 | 907 | 908 | 909 | 910 |
| 911 | 912 | 913 | 914 | 915 | 916 | 917 | 918 | 919 | 920 | 921 | 922 | 923 |
| 924 | 925 | 926 | 927 | 928 | 929 | 930 | 931 | 932 | 933 | 934 | 935 | 936 |
| 937 | 938 | 939 | 940 | 941 | 942 | 943 | 944 | 945 | 946 | 947 | 948 | 949 |
| 950 | 951 | 952 | 953 | 954 | 955 | 956 | 957 | 958 | 959 | 960 | 961 | 962 |
| 963 | 964 | 965 | 966 | 967 | 968 | 969 | 970 | 971 | 972 | 973 | 974 | 975 |
| 976 | 977 | 978 | 979 | 980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 986 | 987 | 988 |
| 989 | 990 | 991 | 992 | 993 | 994 | 995 | 996 | 997 | 998 | 999 | 1000 | 1001 |
| 1002 | 1003 | 1004 | 1005 | 1006 | 1007 | 1008 | 1009 | 1010 | 1011 | 1012 | 1013 | 1014 |
| 1015 | 1016 | 1017 | 1018 | 1019 | 1020 | 1021 | 1022 | 1023 | 1024 | 1025 | 1026 | 1027 |
| 1028 | 1029 | 1030 | 1031 | 1032 | 1033 | 1034 | 1035 | 1036 | 1037 | 1038 | 1039 | 1040 |
| 1041 | 1042 | 1043 | 1044 | 1045 | 1046 | 1047 | 1048 | 1049 | 1050 | 1051 | 1052 | 1053 |
| 1054 | 1055 | 1056 | 1057 | 1058 | 1059 | 1060 | 1061 | 1062 | 1063 | 1064 | 1065 | 1066 |
| 1067 | 1068 | 1069 | 1070 | 1071 | 1072 | 1073 | 1074 | 1075 | 1076 | 1077 | 1078 | 1079 |
| 1080 | 1081 | 1082 | 1083 | 1084 | 1085 | 1086 | 1087 | 1088 | 1089 | 1090 | 1091 | 1092 |
| 1093 | 1094 | 1095 | 1096 | 1097 | 1098 | 1099 | 1100 | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 | 1105 |
| 1106 | 1107 | 1108 | 1109 | 1110 | 1111 | 1112 | 1113 | 1114 | 1115 | 1116 | 1117 | 1118 |
| 1119 | 1120 | 1121 | 1122 | 1123 | 1124 | 1125 | 1126 | 1127 | 1128 | 1129 | 1130 | 1131 |
| 1132 | 1133 | 1134 | 1135 | 1136 | 1137 | 1138 | 1139 | 1140 | 1141 | 1142 | 1143 | 1144 |
| 1145 | 1146 | 1147 | 1148 | 1149 | 1150 | 1151 | 1152 | 1153 | 1154 | 1155 | 1156 | 1157 |
| 1158 | 1159 | 1160 | 1161 | 1162 | 1163 | 1164 | 1165 | 1166 | 1167 | 1168 | 1169 | 1170 |
| 1171 | 1172 | 1173 | 1174 | 1175 | 1176 | 1177 | 1178 | 1179 | 1180 | 1181 | 1182 | 1183 |
| 1184 | 1185 | 1186 | 1187 | 1188 | 1189 | 1190 | 1191 | 1192 | 1193 | 1194 | 1195 | 1196 |
| 1197 | 1198 | 1199 | 1200 | 1201 | 1202 | 1203 | 1204 | 1205 | 1206 | 1207 | 1208 | 1209 |
| 1210 | 1211 | 1212 | 1213 | 1214 | 1215 | 1216 | 1217 | 1218 | 1219 | 1220 | 1221 | 1222 |
| 1223 | 1224 | 1225 | 1226 | 1227 | 1228 | 1229 | 1230 | 1231 | 1232 | 1233 | 1234 | 1235 |
| 1236 | 1237 | 1238 | 1239 | 1240 | 1241 | 1242 | 1243 | 1244 | 1245 | 1246 | 1247 | 1248 |
| 1249 | 1250 | 1251 | 1252 | 1253 | 1254 | 1255 | 1256 | 1257 | 1258 | 1259 | 1260 | 1261 |
| 1262 | 1263 | 1264 | 1265 | 1266 | 1267 | 1268 | 1269 | 1270 | 1271 | 1272 | 1273 | 1274 |
| 1275 | 1276 | 1277 | 1278 | 1279 | 1280 | 1281 | 1282 | 1283 | 1284 | 1285 | 1286 | 1287 |
| 1288 | 1289 | 1290 | 1291 | 1292 | 1293 | 1294 | 1295 | 1296 | 1297 | 1298 | 1299 | 1300 |



W 150 nur für P5300

FERNSEH-SERVICE-LEHRGANG

HORST HEWEL



Die mechanische Handhabung der Bildröhren sollte stets mit äußerster Behutsamkeit erfolgen. Je größer die Kolbenabmessungen werden, desto eher kann der Fall eintreten, daß infolge von Spannungen in der Glaswand oder von Kratzern durch Sandkörner u. ä. der Kolben Sprünge bekommt, die zur „Implosion“ (= Einsturz) der Röhre führen. Der äußere Luftdruck lastet mit rund 1 kg auf jedem Quadratcentimeter Röhrenoberfläche; das ergibt Gesamtbelastungen von zwei Tonnen und mehr. Dieser Druck ist so stark, daß bei der Implosion die Glassplitter zwar zuerst nach „Innen“ gedrückt werden, dann aber durch die erhaltene Beschleunigung geradeaus weiterfliegen und mehrere Meter zurücklegen können. Die Röhrenhersteller verwenden alle erdenkliche Mühe auf die Vermeidung der Implosionsgefahr; die fertigen Bildröhren werden vor Verlassen der Fabrik im Überdruckbehälter auf Glasfehler geprüft usw. Aber Glas ist nun mal ein eigenwilliger Werkstoff und zeigt seine Tücken oft erst nach längerer Zeit. Solange die Bildröhre im Empfängergehäuse verbleibt, richtet ihre Implosion gewöhnlich nur Schaden im Geräteinnern an. Die bei allen Empfängern vor dem Röhrenschirm angebrachte Schutzglasscheibe verhindert Verletzungen der Zuschauer. Öffnet man die Geräterückwand nach einer derartigen „Selbstzerstörung“, dann kann man einen gehörigen Respekt vor der Splitterwirkung bekommen: Holz und Pappteile sind mit Glassplittern von teilweise beachtlichen Ausmaßen gespickt. Die Gefährdung des an einem offenen Empfängerchassis arbeitenden Servicetechnikers sollte darum keinesfalls unterschätzt werden. Vor dem Auswechseln einer Bildröhre muß unbedingt eine Schutzbrille aufgesetzt werden, auch wenn die Kollegen noch so spotten; das Augenlicht ist viel zu kostbar. Außerdem sollen nach den Sicherheitsvorschriften Handschuhe angezogen und ein dicker Schal um den Hals (diesmal um den eigenen, nicht um den Bildröhrenhals) gelegt werden, um Schlagaderverletzungen zu vermeiden; anderenfalls lehnen die Versicherungsgesellschaften jede Haftung bei evtl. eintretenden Verletzungen ab. Der Röhrenhals ist infolge seiner geringeren Wandstärke mechanisch am meisten in Gefahr; die Röhre darf deshalb nur zum Entfernen der Fassung am Hals angefaßt werden. Die Hauptlast des Kolbengewichts wird im Empfänger von der schirmseitigen Halterung aufgenommen, und die Ablenkspulen-

einheit am Halsansatz wird als zweiter Lagerpunkt somit nur wenig beansprucht. Beim Herausziehen bzw. Einschieben der Bildröhre ist der Kolben mit beiden Händen festzuhalten, um den Hals vorsichtig ohne seitlichen Druck durch die Öffnung der Ablenkspulen zu bugsieren.

Die Kolbenform unserer modernen Bildschreibröhren ist in Anpassung an das Bildformat 3:4 rechteckig gewählt worden, obwohl ein Rundkolben, mit geringerer Wandstärke des Glases, den äußeren Luftdruck statisch günstiger aufnehmen könnte (man denke z. B. an die Form des Hühnerels). Der Rechteckkolben wurde zuerst in Deutschland 1938/39 für den damaligen Einheitsempfänger eingeführt. Die durch ihn bewirkte Platzersparnis ließ kleinere Gehäuseabmessungen zu. Die Wölbung des Bildschirms konnte bei dem jetzt dickeren Glase flacher gehalten werden, so daß auch bei Betrachtung von der Seite das Fernsehbild kaum verzerrt wurde. Etwa zur gleichen Zeit begann man sich mit

Außenbelag mit der Glaswand als Dielektrikum ein spannungsfester Kondensator (Leydener Flasche) von einigen Hundert Pikofarad, der zur Glättung der zugeführten Hochspannungsenergie aus dem Zellenablenkgerät (Horizontalfrequenz 15625 Hz) ausreicht.

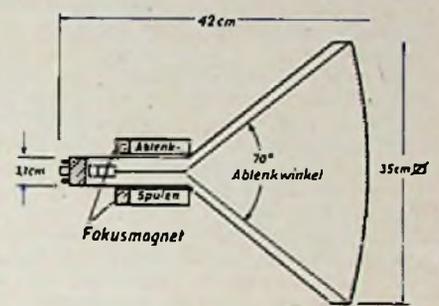


Abb. 80. Moderne Bildschreibröhre mit magnetischer Ablenkung (MW 36)

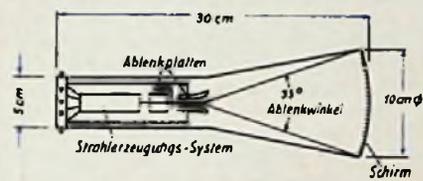


Abb. 79. Bildschreibröhre mit statischer Ablenkung (etwa aus dem Jahre 1933)

Die Verkleinerung der Bildröhrendimensionen erstreckte sich nicht nur auf die Schirmform. Auch die Achsenlänge mußte bei steigender Bildgröße im Verhältnis zum Schirmdurchmesser bzw. zur Schirmdiagonalen kürzer werden, da sonst die Röhre in waagrechter Achslage gar nicht mehr in einem Gehäuse mit normaler Bautiefe unterzubringen war. In der Anfangszeit strebte man nämlich danach, den Energiebedarf für die Strahlablenkung (meist elektrostatisch, mit Ablenkplatten im Röhrenhals) möglichst niedrig zu halten. Der Auslenkwinkel für die Strahlbewegung quer über den Schirmdurchmesser wurde dementsprechend klein (etwa 35°) bemessen; man baute lange, schlanke Kolben nach Abb. 79 mit relativ wenig Schirmfläche (wie wir sie von den Oszillografenröhren her kennen) mit einem Verhältnis Durchmesser zu Länge von etwa 1:3. Bei Steigerung des Schirmdurchmessers auf 35 cm kam man so anfangs auf Bildröhren mit fast 1 Meter Länge, die deshalb nur stehend montiert werden konnten (vgl. das Titelfoto der FS-Service-

einer mechanisch und elektrisch einwandfreien Lösung des Problems der Hochspannungszuführung zur Hauptanode (+ A₂ bzw. Innenbelag) zu beschäftigen; heute erfolgt diese meist über einen in die Kolbenwand versenkt eingeschmolzenen kleinen Metallnapf, in den der von einer Weichgummikappe gegen Berührung geschützte Federkontakt des Hochspannungskabels einschnappen kann. Vielfach überzieht man außerdem die Außenwand des Glaskolbens mit einem an Masse gelegten leitenden Belag (vgl. Abb. 71 in der Fortsetzung (11)). Damit entsteht aus Innen- und

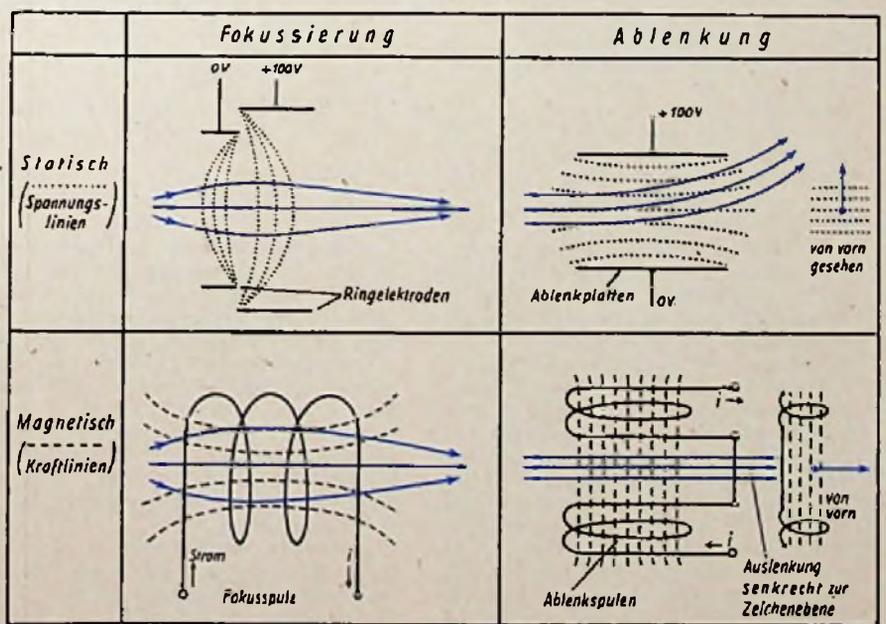


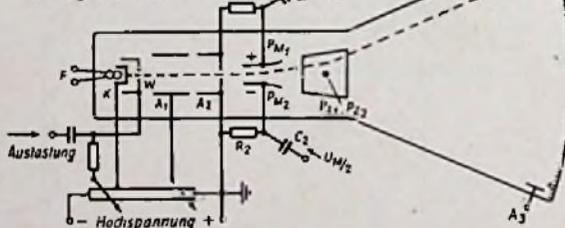
Abb. 81. Vergleichsschema der Fokussier- und Ablenkwirkungen

Lehrgänge ⑦ und ⑧); das Fernsehbild auf dem waagerechten Schirm mußte über einen Umlenkspiegel betrachtet werden. Die fortschreitende Entwicklung der Fernsehtechnik, vor allem der Übergang zur magnetischen Strahlableitung mit außerhalb der Röhre angeordneten Spulenpaaren, ermöglichte eine erhebliche Verkürzung der Halslänge und des Kolbens. Die heutige Standard-Bildröhre vom Typ MW 36 (Abb. 80) hat bei einer Schirmdiagonale von rund 35 cm nur 42 cm Länge, über alles gerechnet. Der Ablenkwinkel konnte auf 70 Grad gesteigert werden, ohne daß übermäßige Anforderungen an die Ablenkergeräte und -spulen auftreten. Zum Teil trägt dazu die Verkleinerung des Halsdurchmessers bei; das Feld der Auslenkspulen wird konzentrierter und damit wirksamer.

Obwohl der Elektronenstrahl in den modernen Fernseh-Bildröhren ausschließlich magnetisch abgelenkt wird, wollen wir uns auch mit der statischen Ablenkung etwas befassen, da wir sie in der Servicetechnik in der Oszillografenröhre dauernd benutzen. Wie uns jetzt schon geläufig sein dürfte, kann die Strahlbeeinflussung in einer Röhre durch elektrostatische oder magnetische Felder geschehen. Je nach der räumlichen Lage der Feldlinien zur Strahlachse bekommen wir dabei entweder eine Fokussierung, d. h. eine Veränderung des Strahldurchmessers unter Beibehaltung der ursprünglichen Richtung, oder eine Ablenkung, also eine Richtungsänderung ohne Beeinflussung des Strahlquerschnitts (der Punktschärfe). In der Abb. 81 sind die sich ergebenden vier Möglichkeiten übersichtlich dargestellt: Die Fokussierung (linke Spalte) erfolgt normalerweise mit gekrümmten Feldlinien, also in einem inhomogenen (ungleichmäßigen) Feld; die statischen Linien gleicher Spannung (punktliert gezeichnet) müssen zu diesem Zweck senkrecht (und rotationssymmetrisch) zur Strahlachse stehen, die magnetischen Kraftlinien (gestrichelt gezeichnet) und die Magnetachse dagegen parallel. Für eine fehlerfreie Ablenkung sollen die Felder im allgemeinen jedoch homogen sein (gleichmäßiger Abstand der parallelen Linien). Hier ist die Einwirkung umgekehrt: Die statischen Niveaulinien zwischen den Ablenkplatten (Kondensator) müssen in Ebenen parallel zum Strahl verlaufen, die magnetischen Kraftlinien haben Inhomogenitäten im Ablenkraum, beispielsweise die Kraftlinienkrümmungen am Feldrand, gewisse Fokussierungseigenschaften, die besonders bei großen Ablenkwinkeln von Nutzen sein können. Die elektrostatische Ablenkung (etwa in einer Oszillografenröhre) geht in der Weise vor sich, daß die Ladungen der Ablenkplatten (P_{M1} und P_{M2} in Abb. 82) den Elektronenstrahl aus seiner Ruhelage bewegen, und zwar wird die (gegen die zweite Anode) positive Platte P_{M1} die negativen Elektronen zu sich heranziehen, die negative Platte P_{M2} diese gleichzeitig abstoßen. Der Strahl wandert (wie gezeichnet) auf dem Schirm nach oben, wenn die obere, waagrecht angeordnete Platte P_{M1} Pluspotential gegen A_2 bekommt. Voraussetzung für eine saubere Auslenkung

ist dabei, daß beide Platten mit Gegentaktspannungen an R_1 und R_2 beliefert werden (symmetrische Ablenkung). Ordnet man nun weiter schirmsseitig ein zweites Plattenpaar P_{Z1} und P_{Z2} („Zeitplatten“) in senkrechter Lage an, dann wird mit Spannungen an diesen Platten der Strahl waagrecht über den Schirm hin- und hergeführt werden. Haben diese als Wechselspannungen den in Abb. 83A gezeigten „Sägezahn“-Verlauf, steigt also die Spannung gleichmäßig und langsam bis zum Spitzenwert an (Hinlauf des Sägezahns), um dann sehr schnell auf Null zusammenzubrechen (Rücklauf), so bewegt sich der Lichtpunkt auf dem Leuchtschirm dementsprechend „gemächlich“ von links nach rechts, um danach blitzartig nach links zurückzuzuschnellen. Im Beispiel der Abb. 83A wiederholt sich der Vorgang alle $\frac{1}{50}$ s. Der Punkt schreibt deshalb dauernd „Zeitachsen“ von knapp $\frac{1}{50}$ s Dauer, die infolge des Über-einanderlegens als ein Leuchtstrich erscheinen. Beim gleichzeitigen Anschalten einer 50-Hz-Wechselspannung an das Plattenpaar $P_{M1,2}$ („Meßplatten“) beschreibt der Lichtpunkt dann im Hinlauf eine Sinuskurve (Abb. 83B), die allerdings nicht bis zum Ende durchgezeichnet wird, weil ja der Rücklauf etliche Prozent der gesamten Ablenkdauer beansprucht. Der Rücklauf ist in Abb. 83B gestrichelt gezeichnet, um anzudeuten, daß bei seiner erhöhten Geschwindigkeit auch ohne eine Beeinflussung der Strahlstromstärke die Punkthelligkeit für unser Auge abnimmt. 10% Rücklaufzeit geben $\frac{1}{5}$ der Hinlaufhelligkeit, was kaum noch stört. Man kann aber bei der Oszillografenröhre auch diese Restspur auslöschen, wenn in dieser Zeit eine negative Austastspannung an den Steuerzylinder (W in Abb. 82) gelegt wird. Je nach dem Verhältnis der Frequenzen von Zeit- und Meßplatten-spannung werden sich die Kurvenbilder ändern. Bei einem Zeitsägezahn von 10 Hz sieht man so nahezu 5 „engere“ Sinusschwingungen (Abb. 83C) der 50-Hz-Meßspannung, die mit 100-Hz-Zeitablenkung wiederum in der Form von Abb. 83D sichtbar wird, da diesmal auf jede Halbwelle der Meßfrequenz ein voller Hin- und Rücklauf kommt. Bei ungleicher Phasenlage der beiden Frequenzen verschiebt sich die Lage der „Wellen“ innerhalb der Kurvenbilder, die als Lissajous-Figuren bezeichnet werden.

Abb. 82. Statische Ablenkung in einer Oszillografenröhre



Erzeugen wir nun zwei Sägezahnspannungen mit den Frequenzen der Horizontal- (Zeilen-) und Vertikalimpulse der Fernsehnorm und leiten sie den Zeitplatten (15625 Hz) bzw. Meßplatten (50 Hz) zu, so bekommen wir nach Art der Abb. 7 (Teil ②) dieses Lehrgangs) auf dem Schirm ein 625-Zellen-Raster, dessen richtiges Format (3: 4) und absolute Größe mit den Spannungsamplituden eingeregelt werden, und mit gleichzeitiger Helligkeitssteuerung des Strahls durch den Videoausgang des Bildempfängers das ersehnte Fernsehbild.

Die Ablenkempfindlichkeit der statischen Ablenkung wird gewöhnlich für eine bestimmte Hauptanodenspannung U_{A2} in mm/V (mm Auslenkung auf dem Schirm je Volt Spannungsunterschied zwischen den Platten eines Paares) angegeben. Sie wird

u. a. durch die mechanischen Abmessungen bestimmt; je länger die Platten sind, und je weniger Abstand sie voneinander haben, desto mehr werden die Elektronen „ausgewinkelt“. Die Grenzen sind hier ziemlich eng gezogen; der Strahl hat ja einen gewissen Durchmesser und stöße ausgelent leicht an die Platten an, wenn nicht eine Schrägstellung der Elektroden wie in Abb. 82 gewählt wird. Das schirmnahe „Zeit“-Plattenpaar hat den kürzeren Ablenkzeiger und darum einen kleineren Wert von mm/V. Bei einigen Röhrentypen (z. B. DG 10-5) braucht die Zeitablenkspannung nicht im Gegentakt angelegt zu werden, weil die Strahlverzerrun-

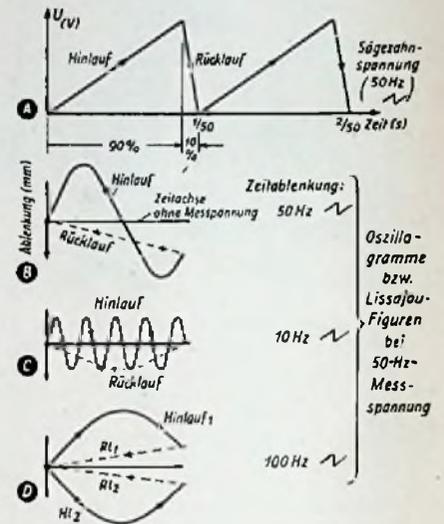


Abb. 83. Sägezahnablenkspannung und Kurvenbilder eines Oszillografenrohres

gen bei Steuerung des Potentials von nur einer Platte durch konstruktive Maßnahmen im System kompensiert sind. Ein langgestreckter Glaskolben ist, wie schon gesagt, günstig in bezug auf die Empfindlichkeit.

Erhöht man jetzt die Hauptanodenspannung, so wird der Strahl „härter“; eine Verdoppelung von U_{A2} verlangt auch doppelte Ablenkspannungen für eine bestimmte Bildgröße. Wir wollen an Hand eines praktischen Beispiels untersuchen, wieviel Sägezahnspannung etwa für das Schreiben einer Bildzelle mit einer Länge von 85% des Schirmdurchmessers benötigt wird. Nehmen wir eine moderne Oszillografenröhre mit 10-cm-Schirm (DG 10-6): Sie hat bei einer Anodenspannung von 2000 Volt an dem ersten, empfindlicheren Plattenpaar (den Meßplatten) eine Auslenkung von 0,3 mm/V.

85 mm Zelle erfordern demnach $\frac{85}{0,3} = 283,3$, also rund 300 Volt Sägezahnub. Würden wir mit 4000 Volt an Anode 2 arbeiten, um das kleine Bild heller und schärfer zu bekommen, so wären 600 Volt Zellensägezahn aufzubringen.

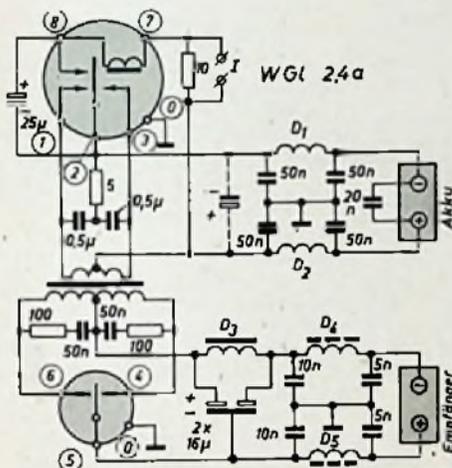
Mit dem Kunstgriff der „Nachbeschleunigung“ können wir die gleiche Helligkeitssteigerung schon mit nur 350 Volt Auslenkbedarf erreichen. In der Röhre DG 10-6 ist nämlich noch eine dritte (Beschleunigungs-) Anode in Schirmnähe (in Form eines leitenden Ringes auf der Innenseite der Kolbenwand) eingebaut. Sie wird normalerweise mit der zweiten Anode „vor“ den Ablenkplatten verbunden ($U_{A2+A3} = 2000$ V). Will man ein helleres Bild, dann erhöht man nur U_{A3} auf 4000 V und erreicht dadurch eine nachträgliche Energiesteigerung des bereits abgelenkten Strahls. Die Rückwirkung des höheren U_{A3} -Potentials auf die Ablenkensysteme ist dabei gering; die Meßplattenempfindlichkeit sinkt lediglich von 0,3 (2000 V) auf 0,25 mm/V (4000 V). (Wird fortgesetzt)

Bauanleitung für ein Zerhackengerät

Die Anodenspannung für einen Batterieempfänger läßt sich auch unter Benutzung eines Wechselrichters aus einem Akkumulator erzeugen. Bei zweckentsprechender Dimensionierung ist auf diese Weise oft ein billiger Betrieb möglich als bei Verwendung von Trockenbatterien. Da eine ausführliche Funktionsbeschreibung und auch Entwurfsbedingungen für Zerhackengeräte schon früher in der FUNK-TECHNIK veröffentlicht wurden¹⁾, sei im folgenden lediglich eine praktische Baubeschreibung gebracht.

Das Baumuster dieses Zerhackengerätes arbeitet mit der aus alten Beständen noch preiswert erhältlichen Patrone WGI 2,4a in Verbindung mit einem handelsüblichen Transformatorsatz²⁾, der auf die Eigenschaften des WGI 2,4a abgestimmt ist. Der Vollständigkeit halber seien die Daten der Patrone hier noch einmal angeführt.

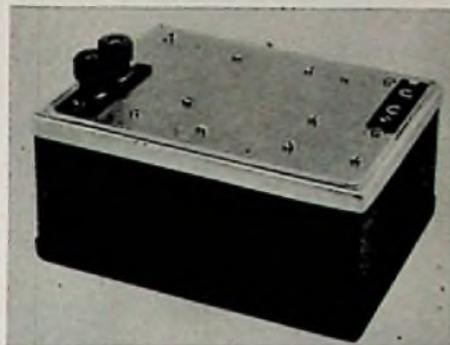
| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Betriebsspannung | 2,4 V |
| Schaltfrequenz | 100 Hz |
| Schaltleistung max. | 7,5 W |
| Schaltstrom max. | 3 A |
| Schaltspannung max. | 300 V |
| Löschkondensator | 10 ... 25 μ F |



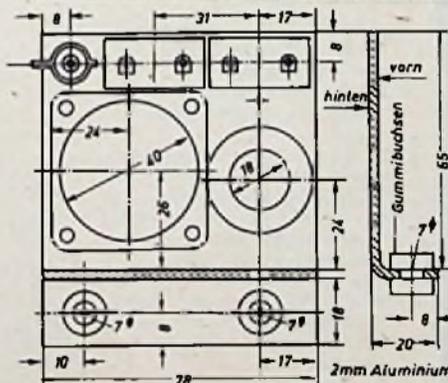
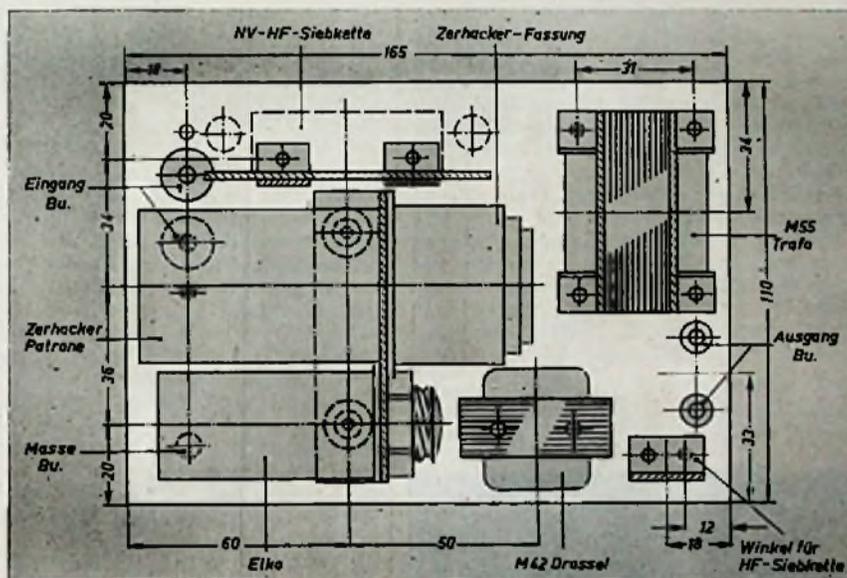
Schaltbild des Zerhackers. $D_1 = D_2 = 30$ Wdg., 1,5 Ccl., 15 mm Φ , 40 mm lang, etwa 20 μ H. $D_3 = D_4 = 0,5$ mH, Kreuzwickel aus ZF-Filtren

Die größte Schwierigkeit beim Selbstbau eines Zerhackers zur Anodenstromversorgung ist wohl die zuverlässige Entstörung im gewünschten Empfangsbereich. Da dieser Punkt für die Brauchbarkeit des Gerätes ausschlaggebend ist, muß man zunächst konstruktiv die Leitungsverdrosselung für Hochfrequenz und die möglichst vollständige Funkenlöschung berücksichtigen. Ein dicht schließender Kasten (zweckmäßigerweise aus Eisenblech) ist deshalb eines der unumgänglichen „Spezialteile“ für einen Zerhackler. Nur mit einem solchen Kasten bzw. mit sauberer Abschirmung läßt sich verhindern, daß vagabundierende Hochfrequenz abgestrahlt wird und den Empfänger stört. Auch sind deshalb die Anschlußbuchsen am Kasten unmittelbar an der Leitungsdurchführung mit geeigneten

Siebketten abzudrosseln, damit auch die Zuleitungen zum Zerhackler nicht als Sendeantennen für die Störstrahlung wirken. In der Schaltung ist die Anordnung dieser Siebketten (D_1, D_2 und D_3, D_4) erkennbar. Wichtig ist hierbei, daß das Gehäuse – durch die Massezeichen angedeutet – keine galvanische Verbindung mit den Gleichspannungsleitungen vom Akku oder zum Empfänger hat. Die Funkenlöschung am Zerhackler erfolgt durch einen 25- μ F-Niedervoltelko. Im Stromkreis der Triebspule ist hier noch ein 10-Ohm-Widerstand mit Kurzschließer eingebaut, der eine Überlastung des Triebkontaktes verhindert, wenn das Gerät an einem 4-Volt-Akku arbeitet. Die



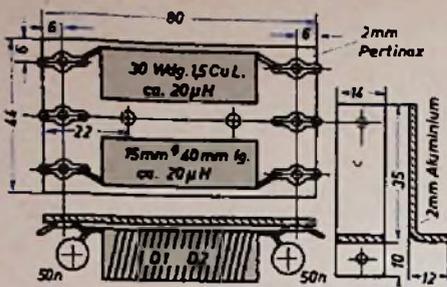
Der fertige Zerhackler hat für die Niedervoltzuführung Apparateklemmen; die Anodenspannung wird an normalen Steckbuchsen abgenommen



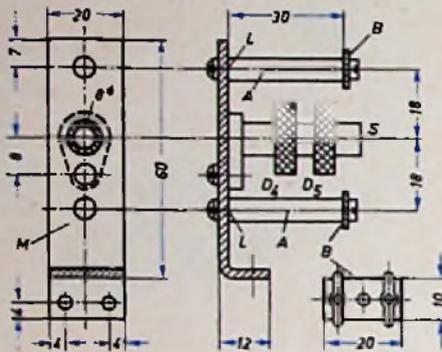
Aufrißskizze für die Montageplatte der Einzelteile. Links: Bauzeichnung für den Montagewinkel der Zerhacklerpatrone. An der Schmalseite sind Gummibuchsen zur elastischen Befestigung eingesetzt

Eisenblechkasten eingebaut. Sämtliche Teile sind nach der Aufrißskizze auf der abnehmbaren Deckplatte montiert. Zum Aufbau des Gerätes wird man zunächst einen Haltewinkel für die Zerhacklerpatrone anfertigen. Zur elastischen Montage dieses Winkels sind an der Grundseite Gummibuchsen mit 4-mm-Loch eingelassen, wie sie als Drahtdurchführungen verwendet werden. Die Zerhacklerfassung läßt sich auf diese Weise fest anschrauben, ohne daß sich die störende Vibration nennenswert auf das Gehäuse überträgt. Auf diesem Winkel sitzen außerdem der Doppel-elko für die Anodenspannungssiebung sowie die beiden Löschkondensatoren für die Primärkontakte des Zerhackers und der Vorwiderstand für die Triebspule. Dieser wird mit einer etwa 50 mm langen Gewindestange M3 unter Zwischenlage von Pertinaxscheiben 10x3 mm gleichfalls isoliert angebracht. Bei der Montage der Teile setzt man zuerst

1) s. FUNK-TECHNIK, Bd. 3, [1948], H. 10, S. 236, u. H. 11, S. 262. „Anodenstromversorgungsgeräte mit dem Zerhackler WGI 2,4a bzw. MZ 6001“; Bd. 4 [1949], H. 15, S. 455. „Zerhackler-Kennwerte“; Bd. 5 [1950], H. 6, S. 174. „Zerhackler und Zerhackerschaltungen“; Bd. 5 [1950], H. 7, S. 213. „Kraftverstärker für wahlweisen Betrieb, aus dem 220-V-Wechselstromnetz oder 12-V-Batterie mit Zerhackler“; Bd. 5 [1950], H. 10, S. 309. „Wechselrichter für Rundfunkgeräte“
2) Hersteller: G. Schüler, Berlin-Charlottenburg

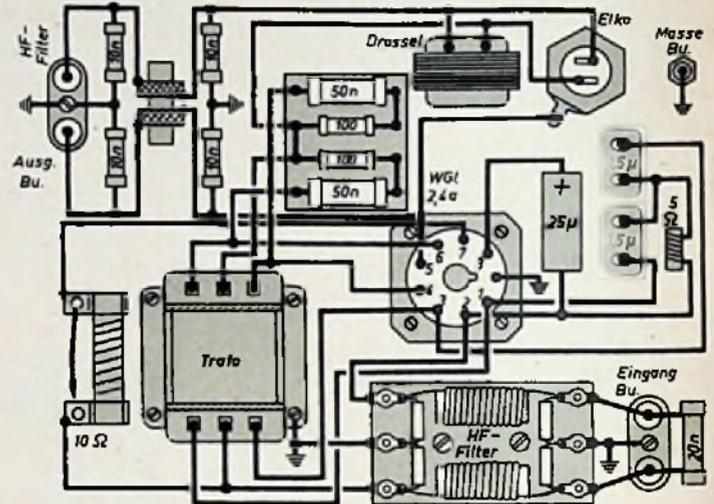


Grundplatte und Winkel für die NV-Siebplatte



Bauzeichnung für die Ausgangsiebplatte

Verdrahtungsplan für das Zehackergerät



die Zehackerfassung von „hinten“ auf und schraubt dann sämtliche übrigen Teile von „vorn“ auf den Haltewinkel. Als letztes ist der Elko mit Lötring für seinen Masseanschluß und einem Pertinaxring isoliert einzusetzen. Zum Aufschrauben dieses Bügels an der Grundplatte benutzt man M3-Schrauben, die durch die Gummibuchsen hindurchgesteckt werden. Oben sind 2 mm starke Unterlegscheiben 10×3 mm und (zur Sicherung gegen selbsttätiges Abdrehen der Muttern) Zahnringe aufgelegt. Die Scheiben sollen mindestens so groß sein, daß die Gummibuchsen zuverlässig gehalten werden, d. h. bedeckt sind und nicht einseitig herausquellen.

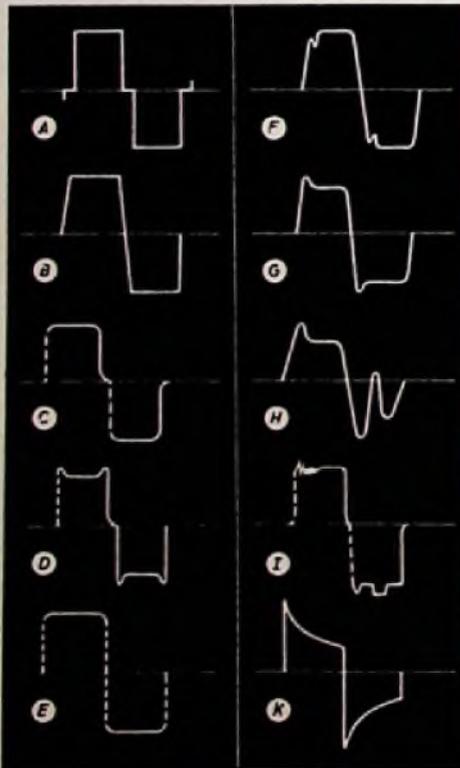
Zur Halterung der Niedervoltsiebplatte benutzt man eine 2 mm starke Pertinaxplatte, in die sechs Lötösen eingienietet

denstoren eingelötet. Den unteren Halter kann man entbehren, wenn die Ausgangsbuchsen direkt unter den Drosseln angeordnet werden, so daß die Anschlußenden der Drosseln und der Kondensatoren unmittelbar an die Buchsen gehen. Die Spulen sind mit gleichem Wicklungssinn auf dem Stiefelkörper festzukleben. Als letztes ist hiernach eine 35×30 mm große Lötösenplatte für drei Elemente anzufertigen, auf der die Resonanzglieder für die Sekundärseite des Transformators zusammengefaßt werden. Diese Baugruppe wird mit einem Winkel oben auf dem M-42-Kern der Anodendrossel montiert. Die Verdrahtung des Gerätes ist bereits

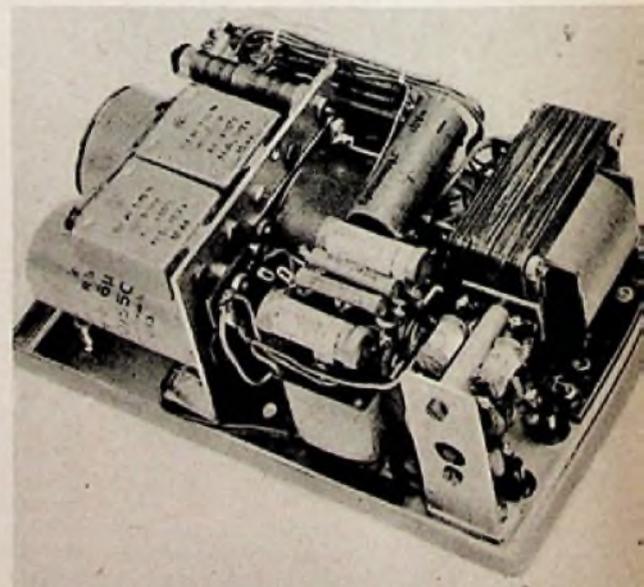
dann zu beginnen, wenn der Zehackerwinkel und der Transformator festgeschraubt sind. Es ist zweckmäßig, an die Kontakte der Zehackerfassung (Führungsnase nach oben) schon vor der Montage hinreichend lange Litzen anzulöten, da einige Kontakte nach dem Aufsetzen des Transformators nicht mehr zugänglich sind. Auch an den innenliegenden Sekundärkontakten des Trafos sind etwa 5 cm lange Leitungen stehenzulassen. Alle übrigen Leitungen machen keine Schwierigkeiten und können nach dem etwa lagerichtigen Verdrahtungsplan eingezogen werden. Erwähnung verdient noch der auf der Primärseite zwischen den 0,5-µF-Kondensatoren liegende

5-Ohm-Widerstand, der zur Schonung der Kontakte vorgesehen ist. Da solche Widerstandswerte nicht immer greifbar sind, hilft man sich am besten mit einem Stück Widerstandsdraht (beispielsweise 15 cm Chromnickeldraht 0,2 mm Ø), über den bedarfsweise Rüstschlauch gezogen wird. Wie erwähnt, soll keine der Gleichstrom führenden Leitungen eine direkte Gehäuseverbindung haben. Lediglich die elektrischen Mitten der Siebketten liegen an Masse. Auch der Befestigungswinkel für den Zehacker ist selbstverständlich durch eine starke Litze mit dem Gehäuse zu verbinden. Gleiches gilt für den Massekontakt der Zehackerfassung.

*



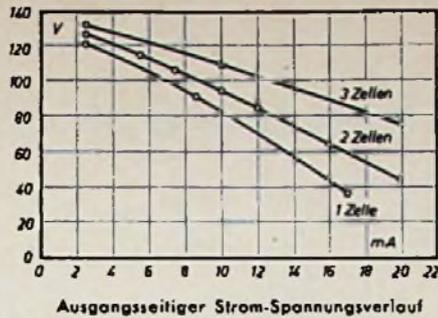
- A) Idealer Spannungsverlauf eines Pendelunterbrechers mit rein ohmscher Belastung (theoretisch)
- B) Idealer Spannungsverlauf der Praxis mit richtigem Resonanzkreis
- C) Spannungsverlauf bei zu großer Resonanzkapazität; kann bei neuen Zehackerkontakten zur Berücksichtigung der Kontaktabnutzung beibehalten werden
- D) Spannungsverlauf eines Zehackers mit Wiedergleichrichtung; Schließzeit der Gleichrichtungskontakte kürzer als die der Primärkontakte; Spitzen unschädlich
- E) Resonanzkondensator am Übertrager erheblich zu groß
- F) Belastung mit einer Gleichrichterröhre; Resonanz — C zu klein
- G) Wie F), jedoch ohne Gleichrichter; Resonanz — C zu klein
- H) Zehackerdefekt; es arbeitet nur ein Kontaktpaar
- I) Zehackerdefekt; Prellen bzw. Klappern der Kontakte
- K) Trennkondensator am Oszillografen für die Abbildung einer Rechteckschwingung zu klein



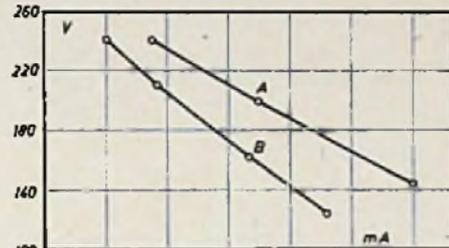
Ansicht vom Gesamtaufbau des Zehackergerätes. Der kompakte Zusammenbau hat sich im längeren Betrieb gut bewährt.

Nach der Fertigstellung dieses Stromversorgungsgertes sollte man unbedingt einige Kontrollmessungen über die richtige Arbeitsweise des Zehackers vornehmen. Am einfachsten ist die Überprüfung mit einem Oszillografen. Für diese Untersuchungen sind auf S. 404 einige typische Kurvenzüge dargestellt. Zunächst ist festzustellen, ob der benutzte Oszillograf tatsächlich eine 100-Hz-Rechteckschwingung sauber abbilden kann (Beispiel K). Wenn irgend möglich, wird man die Einschaltung von RC-Gliedern vor den Vertikalplatten vermeiden und die Meßplatten direkt mit der Sekundärseite des Zehackertrafos verbinden. Am wichtigsten ist zunächst die Kontrolle der Resonanzabstimmung, bei der Kurven nach den Beispielen B, C und D auftreten. Ist das nicht der Fall, dann sind die 50-nF-Kondensatoren auf der Sekundärseite des Trafos gegebenenfalls probeweise durch andere Werte zu ersetzen.

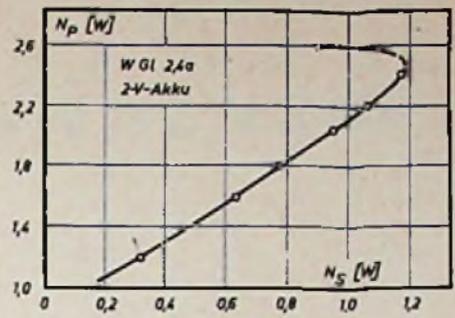
Zum Eintrimmen des Zehackers sind nun nicht nur oszillografische Messungen wichtig. Auch die oft einfacher durchzuführende Aufnahme der Leistungskurven gibt sofort darüber Aufschluß, ob die Einzelteile der gewünschten Lei-



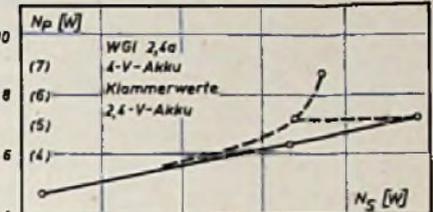
Ausgangsseitiger Strom-Spannungsverlauf



Strom-Spannungsverlauf ohne (A) und mit (B) Siebkette auf der Primärseite des Gerätes



Leistungsdiagramm beim Betrieb am 2-V-Akku



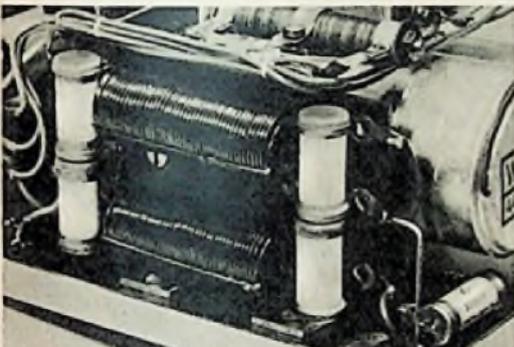
Leistungsdiagramm; Betrieb am 4-V- bzw. am 2,4-V-Akku (N_p bei 2,4 V in Klammern)

stungsübertragung gewachsen sind oder nicht. So läßt sich auch die Resonanzabstimmung an Hand der Niedervolt-Stromaufnahme kontrollieren, die bei richtiger Abstimmung ein Minimum wird. Es ist zweckmäßig, diesen Strom auf der Primärseite an der Mittelanzapfung des Trafos zu messen, damit der Triebpulenstrom nicht mitangezeigt wird und die Anzeige vergrößert. Der ausgangsseitige Strom-Spannungsverlauf bei drei verschiedenen Stromquellen ist obenstehend skizziert. Drei schon einigermaßen verbrauchte 2-V-Zellen wurden hierzu nacheinander parallel geschaltet. Die Erhöhung der Primärkapazität (Verringerung des Innenwiderstandes der Stromquelle bzw. der Zuführungsleitungen) ist selbstverständlich so auch sekundärseitig festzustellen.

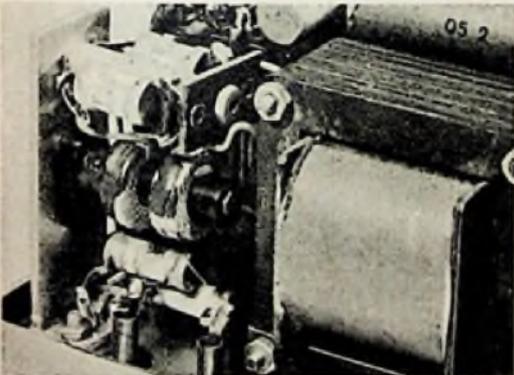
Besonders wichtig ist auch ein möglichst geringer Widerstand des primärseitigen HF-Filters. Dieser Einfluß wird in einem Diagramm deutlich, das mit 4-V-Speisepannung aufgenommen wurde (Kurve A ohne Siebkette und Kurve B mit zwei 170- μ H-Drosseln, 45 Wdg., 0,8 CuL, die versuchsweise zur Entstörung eines bestimmten Frequenzbereiches eingeschaltet wurden). Hieraus erkennt man recht deutlich, daß bei einem Zehacker nicht nur die abzugebende Leistung, sondern auch der Grad der Entstörung beim Entwurf berücksichtigt werden müssen. Hinzu kommt der erstrebte möglichst optimale Wirkungsgrad, den man am besten aus den gezeigten Leistungsdiagrammen entnehmen kann. Beim Betrieb am 2-V-Akku wird im Mittel ein Wirkungsgrad von 48% erreicht. Bei Erhöhung der Speisepannung auf 2,4 V ergeben sich (Primärleistung in Klammern) rund 55%, und bei weiterer Erhöhung auf 4 V zeigt sich erneut der Einfluß des ungenügend dimensionierten Transformators, so daß der Wirkungsgrad wieder abfällt. Interessant ist der gestrichelte Kurventeil in dem Diagramm für 2,4-V-Betrieb, der auf den Einfluß des oben genannten Niedervolt-HF-Filters zurückzuführen ist. Von einer gewissen spezifischen Stromdichte im Drosselleiter an nimmt mit Erwärmung auch der Widerstand zu. Die Eingangsleistung dient dann in immer größeren Anteilen nur zur Erwärmung der

Drosseln, ohne daß eine genügende Strommenge über die Zehackerkontakte in den Trafo gelangt. Ein ähnlicher Effekt ist auch aus dem Diagramm für 2-V-Betrieb zu erkennen. Hier wird der Einfluß der kleineren Betriebsspannung (2 V) noch dadurch unterstützt, daß die Zehackerzunge ohnehin nicht so stark durchschwingt. Die Kontakte liegen deshalb nicht richtig bzw. nicht lange genug an, wodurch die Kurve von einer gewissen Leistung an umbiegt, d. h. rückläufig wird. Die übertragbare Leistung wird dadurch natürlich begrenzt. Im Mustergerät sind die Effekte zur Ausarbeitung der Diagramme künstlich hervorgerufen worden. Die Messungen lassen sich auch mit einem einzigen Instrument vornehmen, wobei das dauernde Umstecken bei den verschiedenen Belastungen allerdings zeitraubend ist. Da solche Messungen nur kurze Zeit dauern, kann man sich einen umschaltbaren oder steckbaren Belastungswiderstand von 2...50 kOhm aus 1...2-W-Typen zusammensetzen.

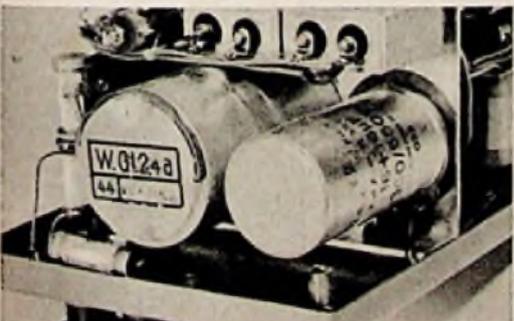
Der hier beschriebene Zehacker ist zur Speisung eines stationären, batteriebetriebenen KW-Empfängers gebaut worden. Er liefert an einem 2,4-V-Akku bei 100 V Gleichspannung rd. 18 mA, wobei als Eingangsleistung etwa 3 W, d. h. rd. 1,3 A, notwendig sind, so daß ein Wirkungsgrad von etwa 58% erreicht wird. Die Entstörung ist in den gewünschten Bereichen (Mittelwelle und KW 50 m, 41 m, 30 m) einwandfrei. Ein Mittelwellen-Koffersuper mit Vorstufe und Rahmenantenne kann beispielsweise aus dem unmittelbar danebenstehenden (geschlossenen) Zehacker gespeist werden, ohne daß Prasselstörungen bemerkt werden. Wie wichtig die HF-Siebung auch des kleinsten Drahtstückes ist, erkennt man daraus, daß im Mustergerät eine kleine Reststörung nur durch einen zusätzlichen induktionsfreien 20-nF-Kondensator unmittelbar über den Eingangsklemmen zu beseitigen war. Beim Betrieb des Zehackers achte man darauf, daß die Tischplatte, auf die das Gerät gestellt wird, keine (u. U. harmonische) 100-Hz-Resonanz hat; sonst ist das akustische Brummen trotz Federung der Patrone erheblich hörbar.



In dieser Seitenansicht ist die senkrecht montierte Niedervoltsiebkette gut zu sehen. Der darüber befindliche Widerstand liegt im Triebpulenkreis



Dieser Ausschnitt zeigt deutlich die HF-Siebkette über den beiden Buchsen für die Anodenspannung



Unter dem isoliert eingesetzten Doppelpolko erkennt man eine der beiden Gummibuchsen, mit denen der Haltewinkel elastisch aufgeschraubt ist

»MZV 5« Ein hochwertiger Mehrzwecke

Bei einer Ausgangsleistung von 4 W (max. 5 W) reicht der vorliegende Kleinverstärker „MZV 5“ für kleine und mittlere zu beschallende Räume aus. Die klanglichen Eigenschaften des Verstärkers sind bei dem geringen Aufwand erheblich gut. Wie die Frequenzkurve zeigt, ist eine Anhebung der tiefen sowie der hohen Tonfrequenzen um je 15 db möglich. Durch die Verwendung mikrotoniesicherer Röhren liegt der Brummpiegel unter dem Rauschen der ersten Stufe. Ein solcher Verstärker ist nur dann voll auszunutzen, wenn hochwertige Lautsprecher oder besser noch Lautsprecherkombinationen verwendet werden. Der „MZV 5“ ist ein dreistufiger Verstärker mit einem dreistufigen Vorverstärker für ein Kondensatormikrofon. Ein Umblendpotentiometer gestattet den wahlweisen Betrieb eines Kristallmikrofones oder auch eines dynamischen Mikrophones sowie des Kondensatormikrofones.

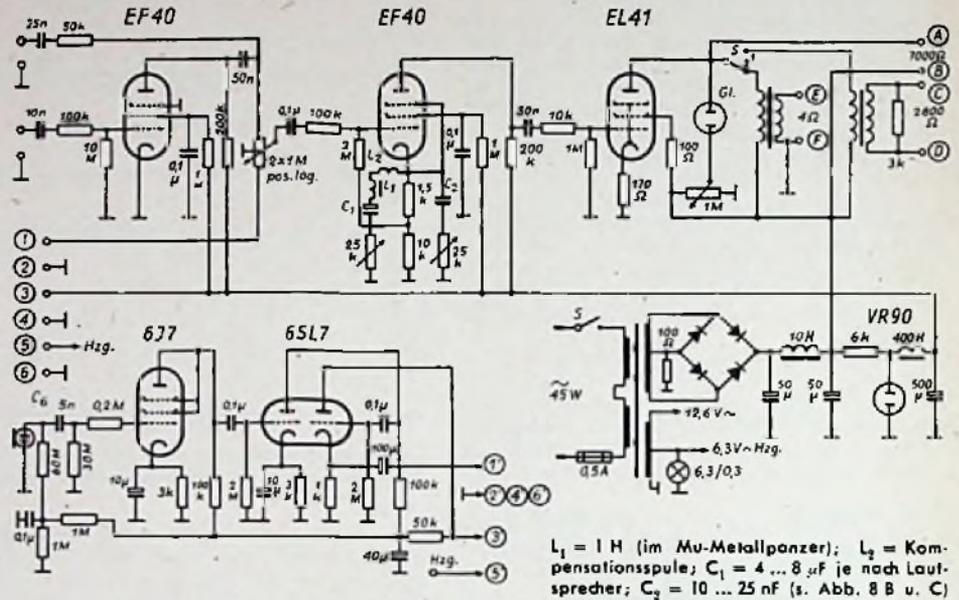


Abb. 1. Vollständiges Schaltbild des Verstärkers mit Kondensatormikrofoneinheit

$L_1 = 1 \text{ H}$ (im Mu-Metallpanzer); $L_2 =$ Kompensationspule; $C_1 = 4 \dots 8 \mu\text{F}$ je nach Lautsprecher; $C_2 = 10 \dots 25 \text{ nF}$ (s. Abb. 8 B u. C)

Die Vorverstärkerstufe ist mit einer EF40 bestückt. Um den Brumm auf ein Mindestmaß zu reduzieren, wird die Gittervorspannung durch Anlaufstrom gewonnen. Die Katode liegt an Masse; dadurch bleiben Brummeinstreuungen der Heizung auf die Katode wirkungslos. Außenwiderstand und Schirmgitterkombination sind optimal bemessen. Der in der Steuergitterleitung liegende Widerstand verhindert Rückkopplungserscheinungen, die durch HF-Einstreuungen hervorgerufen werden könnten.

Die darauf folgende, mit einer weiteren EF40 bestückte Stufe dient der Zwischenverstärkung und der Klangregelung. Die Klangregelglieder sind in der Katoden-

Gittervorspannung stets den passenden Wert erhält; evtl. ist hierzu der Gitterableitwiderstand an einem Abgriff des Katodenwiderstandes zu legen. Der Verstärkungsabfall ist aus

$$V' = \frac{S \cdot R_k}{1 + S \cdot R_k}$$

leicht zu ermitteln. Für S ist die Arbeitssteilheit, die den Röhrenkennlinien entnommen werden kann, einzusetzen. Die Formel gilt für Pentoden. Wird nun ein frequenzabhängiges Glied, z. B. ein Reihenresonanzkreis oder ein Kondensator, parallel zum Katodenwiderstand gelegt, dann wird der Gegenkopplung für eine Frequenz (oder ab einer bestimmten Frequenz) eine höhere Verstärkung zugeordnet. Der parallel liegende Katodenwiderstand bedämpft daher den Kreis und verbreitert die Resonanzkurve. Bemittelt man einen solchen Kreis für etwa 50 Hz ($L_1 = 1 \text{ H}$ und $C_1 = 8 \mu\text{F}$), so erfolgt eine Anhebung der tiefen Frequenzen bis etwa 200 Hz. Damit erreicht man eine wirksame Baßanhebung. Der Regler (25 kOhm) gestattet, den Grad der Anhebung zu variieren. Legt man ferner einen Kondensator C_2 parallel zum Katodenwiderstand, dann wird die Gegenkopplung ab einer bestimmten Frequenz vermindert. Diese Frequenz wird als Grenzfrequenz bezeichnet und errechnet sich aus

$$\omega = \frac{1}{R_k \cdot C} \left(\frac{1}{R_k \cdot C \cdot 2\pi} = f \right)$$

Für einen Katodenwiderstand von $R_k = 10 \text{ kOhm}$ und einen Kondensator $C_2 = 10 \text{ nF}$ ergibt sich eine Grenzfrequenz von etwa 1620 Hz. Bei dieser Frequenz ist die Verstärkung auf den $\sqrt{2}$ -fachen, d. h. den 1,41-fachen Wert gegenüber 1000 Hz angestiegen. Auch hier kann mit einem Regler der Grad der Anhebung verändert werden.

Als Endröhre findet eine EL41 Verwendung. Diese erreicht eine Sprechleistung

von 3,9 Watt, die bei größerem Klirrfaktor bis auf 4,8 Watt zu steigern ist. Die Endröhre ist über 50 nF an die zweite Vorstufe angekoppelt. Ein UKW-Schutzwiderstand (10 kOhm) verhindert eine eventuelle Selbsterregung. Der Katodenwiderstand ist nicht überbrückt (Stromgegenkopplung).

Über einen einpoligen Umschalter können zwei Ausgangsübertrager eingeschaltet werden, von denen im vorliegenden Falle der eine der Anpassung des Lautsprechers, der andere als Modulationstransformator für einen Amateursender dient.

Der niederohmige Lautsprecherausgang (4 Ohm) wurde einpolig auf Masse gelegt. Man vermeidet dadurch eine kapazitive Aufladung (Aufkopplung) der Lautsprecherleitung. Hierbei könnten u. U. sehr hohe NF-Spannungen auftreten, die gegebenenfalls über mangelhaft geschirmte Eingangsleitungen rückkopplern.

Der Modulationsübertrager ist sekundärseitig mit 3 kOhm belastet. Da die Modulation eines Steuergitters (G_1 oder G_2) leistungslos erfolgt, treten u. U. hohe Spannungsspitzen auf, die den Trafo gefährden. Der für 5 Watt bemessene 3-kOhm-Widerstand nimmt die überschüssige Leistung auf.

Einem weiteren 7-kOhm-Ausgang kann z. B. die Aufspannung für ein Tonbandgerät oder die Schirmgitter- bzw. Anodenspannung für einen nach Heising modulierten Sender entnommen werden.

Die Glimmlampe G1 dient als Aussteuerungskontrolle. Über einen regelbaren Spannungsteiler erhält sie eine Vorspannung (negativ zur Anode), die bis in die Nähe der Zündspannung gelegt werden kann. Damit läßt sich die Anzeigempfindlichkeit in weiten Grenzen variieren.

Der Netzteil arbeitet mit Graetzgleichrichtung. Der dabei entstehende 200-Hz-Brumm ist leicht zu filtern. Der Netz-

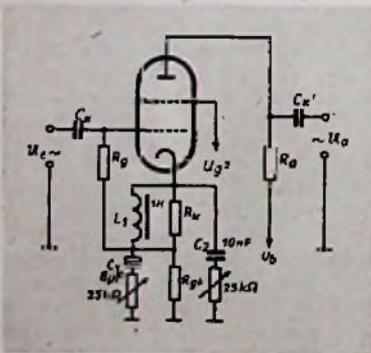


Abb. 2. Prinzipschaltung der Entzerrstufe

leitung angeordnet. Die Wirkungsweise dieser Gegenkopplung veranschaulicht Abb. 2.

Wird bei einem Spannungs- oder auch Leistungsverstärker der Kondensator der Katodenkombination weggelassen, dann sinkt infolge der am Katodenwiderstand auftretenden Gegenspannung (Gegenkopplung) die Verstärkung. Je größer nun der Katodenwiderstand R_k bemessen wird, desto größer wird die Gegenkopplung und um so kleiner die Verstärkung. Man muß nur darauf achten, daß die

verstärker mit Kondensatormikrofon

transformator soll auf verschiedene Netzspannungen umschaltbar sein. Sekundärseitig wird eine einzige, mit 60 mA zu belastende Anodenspannungswicklung benötigt. Die Heizwicklung ist für 2 A zu bemessen. Der Gleichrichter (AEG 250 B 60) liegt über 100 Ohm an Masse. Durch diese Maßnahme wird der Stromstoß, der beim Aufladen des Ladekondensators auftritt, reduziert und damit der Gleichrichter vor Überlastung geschützt. Die Siebkette ist mit $2 \times 50 \mu\text{F}$ und 10 H sehr reichlich dimensioniert. Die beiden Vorstufen sowie die Stufen des Kondensatormikrofones sind gemeinsam gesiebt. Dies ist durch Verwendung einer sehr großen Kapazität ($500 \mu\text{F}/200 \text{ V}$) möglich.

Als Siebdrossel wird eine sogenannte Audiodrossel verwendet, deren Induktivität 400 H ist.

Der Stabilisator soll lediglich das Auftreten höherer Spannungen am Siebkondensator verhindern, siebt aber gleichzeitig sehr wirksam mit und verhindert durch Netzspannungsschwankungen auftretende Verstärkungsschwankungen. Die Heizung ist einseitig geerdet. Eine Skalenlampe dient als Einschaltkontrolle. Masse, Heizspannungen sowie Anodenspannung sind außerdem zu Buchsen geführt, um ein kleines Zusatzgerät, wie etwa einen UKW-Vorsatz, ein Audion als Breitbandortsempfänger oder einen Löschgengerator für ein Magnetbandgerät, anschließen zu können.

keit mit Mu-Metall gepanzert sein sollte. Ist dies nicht möglich, so läßt sich der Brumm auch durch eine Kompensations-spule stark vermindern (im Schaltbild mit L_2 angegeben). Eine solche Spule kann man sich leicht mit etwa 100 Windungen 0,3 CuL auf einen Trolitul-Spulenkörper wickeln (ohne Kern!); sie ist so in der Nähe des Netztransformators anzubringen, daß sie nach allen Seiten verdreht werden kann. Hierbei wird in der Spule eine um 180° phasenverschobene Spannung induziert, die die Brummspannung aufhebt.

Eine in die Frontplatte gesägte Blende macht das Gerät eleganter. Die Regler werden auf eine Pertinaxleiste montiert und diese wird durch Abstandröllchen etwa 10 mm schräg hinter der Blende angebracht. Die Buchsen sind in die Frontplatte einzulassen. Das Kondensatormikrofon ist über einen sechspoligen Tuchelkontakt angeschlossen. Die Lage der einzelnen Teile auf der Frontplatte geht aus dem Foto hervor. Unterhalb der Blende sind die Buchsen für die nach außen gehenden Spannungen angebracht.

Die Verdrahtung soll so übersichtlich als möglich erfolgen. Es ist zweckmäßig, die nach Masse gehenden Leitungen an den Abschirmzylinder des jeweiligen Röhrensockels zu legen und diese einzeln mit einem gemeinsamen Massepunkt zu verbinden. Durch diese der üblichen UKW-Verdrahtung entsprechenden Maßnahme vermeidet man unbeabsichtigte Kopp-

Das Kondensatormikrofon

Für hochwertige Musikübertragungen sind Kondensatormikrofone besonders geeignet. An Stelle eines Standmikrofons hat sich die Kästchenform vor allem in mechanischer Hinsicht bewährt. Die Schaltung des Mikrofonvorverstärkers ist einfach. Die Kapsel liegt an Masse. Die Membrane wird mit etwa 50 V vorgespannt.

Zwei Widerstände je 1 MOhm wirken als Spannungsteiler. Die Vorspannung wird nochmals mit $0,1 \mu\text{F}$ gesiebt und der Membrane über 60 MOhm zugeführt. Der Kopplungskondensator ist mit 5 nF sehr groß bemessen; er muß über einen sehr hohen Isolationswiderstand verfügen, weil sonst starkes Rauschen auftritt. Außerdem könnten durch Kennlinienverschiebung die Verstärkung herabgesetzt werden und nichtlineare Verzerrungen entstehen. Die erste Stufe ist mit der mikrofoniesicheren, als Triode geschalteten 6J7 bestückt. Gegenüber der sonst etwas besseren EF 40 hat diese Röhre den Vorteil, daß der Gitteranschluß „oben“ liegt. Es ergeben sich dadurch weniger Abschirm- und Isolations-schwierigkeiten. Der Gitterableitwiderstand hat 30 MOhm. Die untere Grenzfrequenz liegt deshalb niedriger als 50 Hz. Ein HF-Siebwiderstand (0,2 MOhm) verhindert HF-Einstreuungen. Die Katodenkombination wurde mit 3 kOhm und $10 \mu\text{F}$ bemessen. Über einen Außenwiderstand von 100 kOhm und einen Koppelkondensator von $0,1 \mu\text{F}$ (1) wird

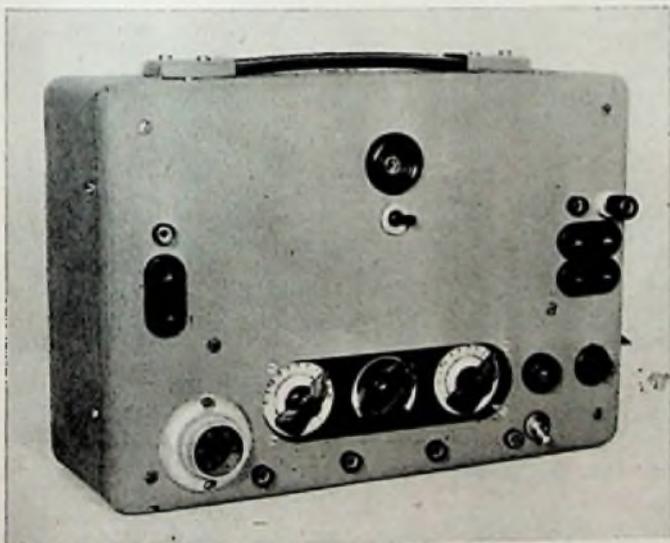


Abb. 3. Das Kondensatormikrofon ist in einem formschönen Gehäuse untergebracht



Abb. 4. Ansicht des Verstärkers

Aufbauhinweise

Das Gehäuse ist eine handelsübliche, von der Fa. P. Leistner, Hamburg-Altona, hergestellte Ausführung. Die äußeren Abmessungen sind $300 \times 210 \times 110$ mm. Auf dem gut versteiften Chassis finden alle Einzelteile Platz. Die genaue Anordnung richtet sich nach dem vorhandenen Material. Zweckmäßig ist es jedoch, die Transformatoren zu entkoppeln, d. h. nach Möglichkeit um je 90° zu versetzen bzw. in entsprechendem Abstand vom Netztransformator zu montieren. Dies gilt ebenso für die Klangdrossel L_1 , die sehr brummempfindlich ist und nach Möglich-

keiten und verhindert schwerzufindenden Brumm. Abschirmleitungen sollten sparsam und kurz gezogen werden; sie sind für starke Höhenabfälle verantwortlich. Aus dem gleichen Grunde ist auch zur Verwendung nur streuarmer Ausgangsübertrager zu raten.

Nicht brummempfindliche Leitungen können gebündelt werden. Durch verschiedene Farben der Leitungsisolierung je nach den Spannungen erleichtert man die Übersicht. Die Anodenleitungen der Endstufe streuen stark. Sie sind deshalb u. U. abzuschirmen, falls ein Pfeifen auftritt.

die nächste Stufe angekoppelt. Ein System der Doppeltriode 6SL7 arbeitet als zweite Verstärkerstufe. Die dritte Stufe, das zweite Triodensystem der 6SL7, arbeitet als Katodenverstärker bzw. als Impedanzwandler. Infolge des niedrig liegenden Arbeitswiderstandes kann eine große Leitungslänge angeschlossen werden; Längen über 200 m sind ohne Verluste an Höhen zulässig. Die Vorteile des Katodenverstärkers sind eine starke Gegenkopplung, vergrößerte Eingangsimpedanz und sehr niedrige Gleichspannung am Arbeitswiderstand. Die Verstärkung ist dagegen etwas kleiner als 1. Die Schaltung läßt sich mit einem Abwärtstransformator vergleichen, der geringe Untersetzung hat und lineare Verzerrungen vermeidet. Die Auskopplung erfolgt über $100 \mu\text{F}$. Die Anodenspannung der beiden Vorstufen ist nochmals gesiebt.

Das Gehäuse ($140 \times 140 \times 40$ mm) wird aus $0,75$ mm starkem, verzinktem Eisenblech gefertigt. Beide Röhren sind auf einem kleinen Blechwinkel montiert, auf dem auch der Elektrolytkondensator Platz fand. Der Winkel wurde in das Gehäuse gelötet.

Die Mikrofonkapsel ist in einem Messingwinkel gelagert, der mit zwei kräftigen Schrauben (M 4) am Gehäuse befestigt

werden kann. Das Gehäuse ist mit schwarzem Kunstleder überzogen. Kabelschellen verhindern ein Verrutschen der nach außen gehenden Leitungen. Die Leitungen sind zweckmäßigerweise zu bündeln und in einen Isolierschlauch einzuziehen. Eine mit zwei Winkeln befestigte und mit Schwammgummi überzogene starke eiserne Grundplatte gibt dem Mikrofon die nötige Standfestigkeit und Nebengeräuschfreiheit. Die Empfindlichkeit des Mikrofons ist am Ausgang etwa $0,5 \text{ V}/\mu\text{bar}$.

Sonstige Verwendung des Verstärkers

Der Verfasser benutzt den Verstärker u. a. zum Modulieren eines Amateursenders und hat dabei die Möglichkeit,

geschwindigkeit von 19,05 cm aufgenommene Wiedergabekurve zeigt Abb. 7. Man erkennt aus dem Diagramm, daß sich auch mit einem relativ einfachen Gerät hochwertige Aufnahmen erreichen lassen. Abb. 6 ist die Schaltung eines für den Metz-Adapter benutzten Löschgenerators. Eine alte 9-kHz-Sperre wirkt als Serienresonanzkreis und bewirkt eine Anhebung der Höhen im Aufsprekkreis um etwa 8 db. Die HF-Vormagnetisierung kann mit einem Rückkopplungs-Drehkondensator auf den günstigsten Wert geregelt werden. Der Löschkopf bildet mit dem Kopplungskondensator einen Reihenresonanzkreis und zieht dadurch einen hohen Löschstrom (160 ... 180 mA). Ein an den Kreis

Drahttonzusatz für Plattenspieler

In letzter Zeit sind im Ausland und in Deutschland Zusatzgeräte bekannt geworden, mit deren Hilfe es möglich ist, den normalen Plattenspieler in ein Magnetbandgerät zu verwandeln. In Deutschland hat sich das auf diesem Prinzip beruhende Tonbandgerät „Musikus“ von Metz sehr gut einführen können. Neuerdings ist von der Firma Siemens-Austria, Wien, ein Drahttonzusatz geschaffen worden, der ebenfalls einen leistungsfähigen Plattenspielmotor voraussetzt, wie er in handelsüblichen Plattenspielern meistens eingebaut ist.

Der neue Drahttonzusatz besteht aus einem Magnettonarm mit den Magnetköpfen (kombinierter Aufspreekopf, Wiedergabe- und Löschkopf), den Spulenträgern, den Antriebsvorrichtungen und einem Zusatzverstärker mit NF-Teil, Oszillatorstufe und Netzteil. Der Drahtantrieb erfolgt durch Aufsetzen der auf der Achse der Aufwickelspule angebrachten Vorlaufscheibe auf den Plattenteller. Diese Scheibe wird durch Friktion mitgenommen. Die Drahtgeschwindigkeit ist 19 cm/s.

Bei Aufnahmen verbindet man den Ausgang des Rundfunkempfängers mit dem Verstärkerzusatz. Es können dann Rundfunksendungen oder Mikrofondarbietungen usw. aufzeichnet werden. Der HF-Generator des Zusatzgerätes löscht in diesem Falle die alte Aufnahme und liefert den notwendigen Vormagnetisierungsstrom. Den wichtigsten Teil des komplizierten mechanischen Aufbaues bildet die Drahtführung. Der Draht muß durch synchrones Heben und Senken der Köpfe so geführt werden, daß er an den Spulen in gleichmäßigen Lagen aufgewickelt wird. Diese Bewegung steuert eine Herzscheibe, mit der die Kopfträgerplatte über einen Hebel durch eine Hebelschraube gehoben wird. Durch ihr Eigengewicht senkt sich anschließend die Kopfträgerplatte wieder. Hierzu hat der Hebel einen waagerechten Stift, der am Umfang der Herzscheibe gleitet und geführt wird. Die Herzscheibe treibt ein Zahnradgetriebe vom Aufwickelspulenträger an. Durch eine Ausgleichsfeder wird ein Teil des Gewichts der Kopfplatte kompensiert. Es ist daher nicht nötig, die Antriebskraft zu erhöhen.

Für den Betrieb des Drahttonzusatzes benötigt man einen Verstärker, der unter Verwendung der Duo-Triode ECC 40 zweistufig ausgebildet ist, einen HF-Generator mit der Endpentode EL 41 und den Stromversorgungsenteil mit der Netzgleichrichterröhre AZ 41. Der Verstärker läßt sich unterhalb der Trägerplatte des Plattenspielers befestigen. Für die Umschaltung der äußeren Anschlüsse liefert die Herstellerfirma ein praktisches Schaltkästchen mit veränderbaren Anpassungsgliedern. Tondrahtspulen für verschiedene Laufzeiten stehen zur Verfügung (% Stunden Laufzeit = 550-m-Spule; 1 1/2 Stunden Laufzeit = 1100-m-Spule; 3 Stunden Laufzeit = 2200-m-Spule). Zum raschen Auffinden einer bestimmten Stelle auf dem Tondraht ist eine Zwischenrolle für schnellen Vorlauf mit etwa sechsfacher Geschwindigkeit erhältlich. -ch

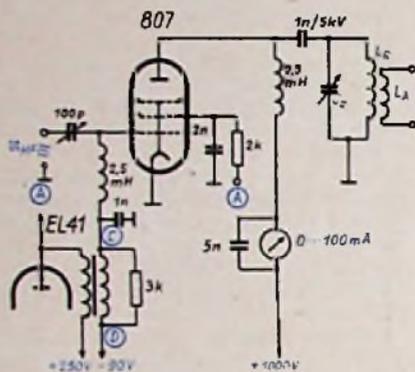


Abb. 5. Anschaltung einer Senderendstufe

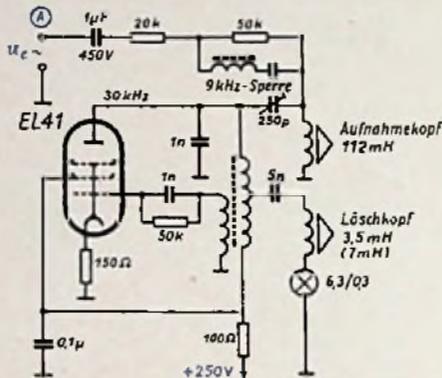


Abb. 6. Löschgeneratorschaltung als Zusatzgerät

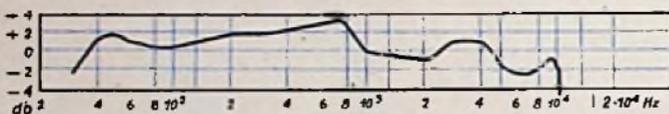


Abb. 7. Frequenzband des Metz-Tonbandadapters in Kombination mit dem „MZV 5“

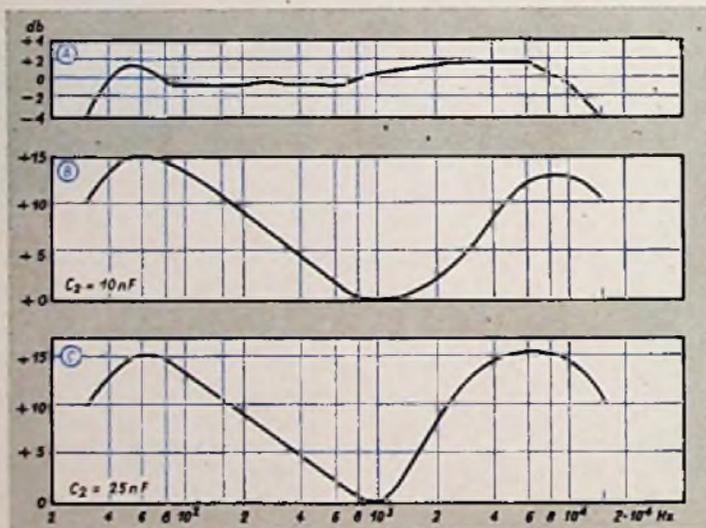


Abb. 8. Absoluter Frequenzgang des „MZV 5“ ohne und mit Entzerrung bei verschieden großem C

Steuergitter und Schirmgitter einer 807 gemeinsam zu modulieren. Abb. 5 zeigt die Anschaltung der Senderendstufe. Dabei wird das Steuergitter transformatorisch, das Schirmgitter galvanisch angekoppelt. Diese Modulationsart ist der reinen Gittermodulation weit überlegen, und es können bei richtiger Einstellung starke positive Spitzen ohne Verzerrung aufmoduliert werden.

Umfangreiche Messungen wurden vom Verfasser mit einem Metz-Tonbandadapter durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß bei einer gewissen Aufnahmeverzerrung der „MZV 5“ vollständig ausreicht, um die Wiedergabe zu entzerren. Eine mit LGH-Band bei einer Band-

geschaltetes Lämpchen gestattet die Kontrolle der Löschtätigkeit. Die Löschfrequenz soll nicht unter 30 kHz liegen. Ein in die Anodenspannungsleitung geschaltetes RC-Glied (100 Ohm und $0,1 \mu\text{F}$) dämpft den Ein- und Abschaltstromstoß und verhindert die schwer löschbaren „Einschaltklicks“. Das LGH-Band ist relativ unempfindlich gegen Übersteuerung. Es sollten jedoch nicht mehr als $50 \text{ V}_{\text{eff}}$ aufgesprochen werden, um den Klirrfaktor geringzuhalten. Die Verwendungsmöglichkeiten des „MZV 5“ sind damit noch lange nicht erschöpft; von der Phantasie des einzelnen hängt es ab, wie der Verstärker noch weiter ausgenutzt werden kann.



Die Welt
in Deinem Heim

Düsseldorf - vom 29. Aug. bis 6. Sept. 1953

Große Deutsche Rundfunk- Phono- und Fernseh- Ausstellung

GENERALAUSKUNFTE:

NORDWESTDEUTSCHE AUSSTELLUNGS-GESELLSCHAFT MBH.

DÜSSELDORF · EHRENHOF 4 · TELEFON: 45361 · TELEGRAMMWORT: NOWEA

Neue **PHILIPS** *Laufwerke*

2002 das ideale Chassis für alle Kleingeräte, wie Radio-Phono-Kombinationen usw. Abmessungen 292 x 225 mm, Höhe 98 mm, Gewicht: ca. 1 kg. Preis DM 83,—

2112 für Musiktruhen, Phonoschränke usw. Abmessungen 325 x 248 mm, Höhe 98 mm, Gewicht: ca. 1,5 kg. Preis DM 83,—

Beide Typen sind technisch völlig analog.

- Brillante, verzerrungsfreie Wiedergabe von Normal- und Langspielplatten im Hoch- und Tieftongebiet.
- Gleichmäßiger, rumpelfreier Lauf.
- Vollautomatischer Ausschalter mit kombinierter Tonabschaltung.
- Einfache, betriebssichere Konstruktion.
- Schneller, spielend leichter Einbau.
- Mikrofoniefreie, elastische Aufhängung.

Technische Daten:

Induktionsmotor, umschaltbar für 220, 127 und 110 Volt Wechselspannung.

Reibradantrieb für 78, 45 und 33 $\frac{1}{3}$ Umdrehungen.

Kristallsystem mit 2 Saphiren, Frequenz-Kurve nahezu linear, zwischen 30 und 12 000 Hz.

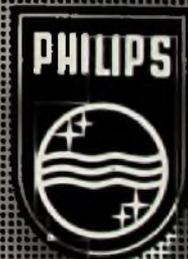
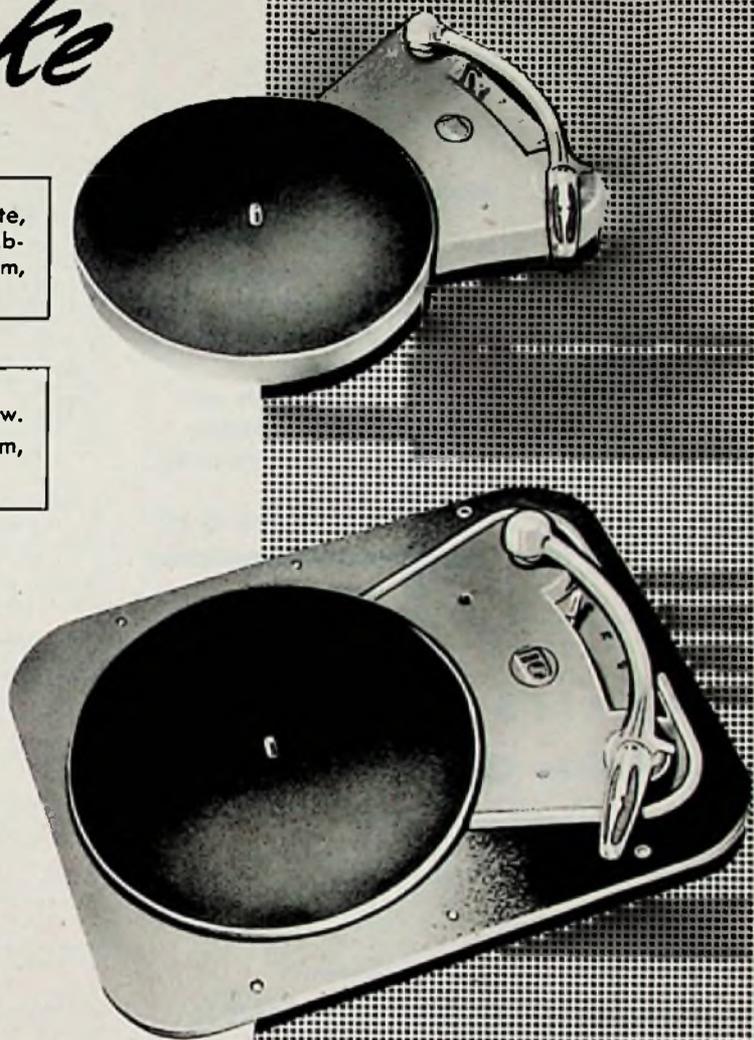
Tonarm: stabil, neuartig (ohne Entlastung), Auflagegewicht 9 g.

Stromverbrauch: 7 Watt.

PHILIPS PHONOPROGRAMM:
Plattenspieler - Phonokoffer - Plattenwechsler

Der Fachhändler weiß es:

Wer Musik liebt, wählt PHILIPS Schallplatten „Klingende Kostbarkeiten“!



KATHREIN ANTENNEN - EIN QUALITÄTSGRIFF

KATHREIN ANTENNEN - EIN QUALITÄTSGRIFF

KATHREIN
Allbereich-
RUNDFUNKANTENNEN

FOR EINZEL- UND
GEMEINSCHAFTSEMPFANG

KATHREIN
ANTON KATHREIN · ROSENHEIM (OBB.)

ALTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

GRAWOR-Laufwerke

3tourig in
Allstromausführung
(elegant, zuverlässig
und betriebssicher).

GRAWOR-Vertrieb

Wuppertal-E., Brückenstr. 6

*) Achtung!
Alleinverkaufsrechte bzw. Gebiets-
vertretungen für einige Wirtschafts-
oder Postleitzahlgebiete noch zu
vergeben.

HF-KERAMIK

**ST
CO**

Fest- u. veränderbare
Kondensatoren
Spulenkörper
Wicklungsträger
Achsen
Metalliserte und
armierte Bauteile
Muster f. Entwicklung

STETTNER & CO

LAUF bei Nürnberg

FACHZEITSCHRIFTEN
von hoher Qualität

FUNK-TECHNIK
Radio · Fernsehen · Elektronik

FUNK UND TON
Monatshft für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik

RUNDFUNK-FERNSEH-GROSSHANDEL
Alleiniges Organ des Verbandes Deutscher Rundfunk- und Fernseh-
Fachgroßhändler (VDR) E. V. für das Bundesgebiet und West-Berlin

LICHTTECHNIK
Beleuchtung · Elektrogerät · Installation

PHOTO-TECHNIK UND -WIRTSCHAFT
Organ des Verbandes der Deutschen Photographischen Industrie E. V.

KINO-TECHNIK
Schmalfilm · Fernsehen · Filmtheater

MEDIZINAL-MARKT
Fachblatt für medizinisch-technischen Bedarf

KAUSCHUK UND GUMMI
Zeitschrift für die Kautschuk- und Asbestwirtschaft, Wissenschaft
und Technik

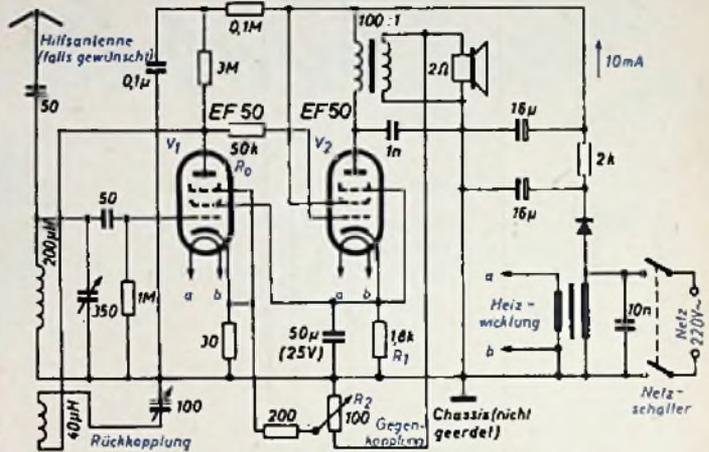
Probeheft kostenlos

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
HELIOS-VERLAG GMBH · BERLIN-BORSIGWALDE (Westsektor)

Schaltungs- und Werkstattwinke

Zweiröhren-Einkreisler mit „stromarmer“ Pentode

Vor zwei Jahren wurden in der FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 13, S. 350, Grundgedanke, Eigenschaften und einige Anwendungsmöglichkeiten einer Röhrenschaltung erläutert, die in mancher Beziehung bemerkenswert ist und an der richtigen Stelle überraschende Vorzüge an den Tag legt. Die wegen ihrer typischen Eigenart als „stromarme“ Pentode bezeichnete Schaltung ist zunächst weiter nichts als eine gewöhnliche Verstärkerstufe, die mit einer Pentode ausgerüstet ist. Der grundlegende Unterschied gegenüber einer normalen Stufe besteht aber darin, daß der Anodenwiderstand mit einigen MOhm etwa zehnmal so groß wie der übliche Wert ist. Dadurch sinken der Anodenstrom auf einige Mikroampere und das Ruhepotential an der Anode auf unter 50 V ab. Dementsprechend setzt man auch die Spannung des Schirmgitters auf einen abnorm niedrigen Wert, etwa auf ein Zehntel der üblichen Spannung, herunter.



Zweiröhren-Portable mit „stromarmer“ Pentode V.

Diese an und für sich geringfügige Abweichung von der gewöhnlichen Schaltungsweise hat jedoch eine erhebliche Änderung in den Eigenschaften der Verstärkerstufe zur Folge. Die Stromverarmung rührt zwar eine Verminderung der Stellheit, gleichzeitig aber eine noch größere Zunahme des Innenwiderstandes hervor, was im Endeffekt eine Erhöhung der Verstärkung um ein Mehrfaches nach sich zieht.

Da das Anodenpotential der stromarmen Pentode sehr niedrig liegt, ist die galvanische Ankopplung an das Steuergitter der nachfolgenden Stufe ohne Schwierigkeit möglich. Gleichzeitig kann man die geringe Schirmgitterspannung von dem Kathodenwiderstand der nachfolgenden Stufe abnehmen. Beide Maßnahmen ergeben eine nicht unbeträchtliche Einsparung an Schaltungsmitteln, etwa des Kopplungskondensators sowie des Gitterableitwiderstandes und ferner der Entkopplungsmittel für das Schirmgitter. Daneben hat man noch die Vorteile der galvanischen Kopplung, vor allem das Fehlen der Phasendrehung und der damit verbundenen Instabilität im Falle einer Gegenkopplung. Die stromarme Pentode wird dieser Eigenschaften wegen gern in hochempfindlichen Verstärkern benutzt.

Aber auch im Rundfunkempfänger kann die stromarme Pentode außerordentlich zweckmäßig sein, wenn es darauf ankommt, mit möglichst geringen Mitteln eine recht hohe Empfindlichkeit zu erreichen. So läßt sich mit ihrer Hilfe ein kleiner „Portable“ bauen, der mit nur insgesamt zwei Röhren ohne jede Antenne Lautsprecherempfang der Bezirkssender und mit einer Hilfsantenne guten Fernempfang gibt.

Die hier nach Wireless World, Mai 1953, S. 233, wiedergegebene vollständige Schaltung eines Zweiröhren-Einkreislers läßt gut die eigentümliche Schaltung der stromarmen Pentode V₁ erkennen, die als HF-Gleichrichter arbeitet. Der Ausgang von V₁ ist unmittelbar über einen Widerstand R₀ von 50 kOhm mit dem Steuergitter der Endröhre V₂ verbunden. Dieser Widerstand soll die HF-Verluste im Ausgang von V₁ herabdrücken, die sonst die kapazitive Belastung durch die nachgeschaltete Endröhre V₂ hervorrufen müßte. Bei einem Anodenwiderstand von 3 MOhm und einem Anodenstrom von 70 μA ist nämlich die an der Anode von V₁ auftretende HF-Leistung sehr gering und muß voll und ganz für die Rückkopplung erhalten bleiben, damit auch wirklich die größtmögliche Empfindlichkeit erreicht wird. Der 50-kOhm-Widerstand R₀ vor dem Steuergitter von V₂ sorgt dafür, daß V₂ möglichst wenig von dieser HF-Leistung wegnimmt. Eine besondere HF-Filterung ist im Ausgang von V₁ aus dem gleichen Grunde nicht durchführbar.

Die Endröhre V₂ braucht eine negative Gittervorspannung von 1 bis 2 V; ihr Kathodenpotential muß darum nur um 1 bis 2 V über dem Anodenpotential von V₁ liegen und kann gleichzeitig als Schirmgitterspannung für V₁ dienen. Der Kathodenwiderstand R₁ bewirkt dieses Hochlegen der Katode von V₂ und muß so eingestellt werden, daß ein Anodenstrom von 10 mA fließt; R₁ wird dann etwa einen Wert von 1,8 kOhm haben.

Die Abnahme der Schirmgitterspannung von V₁ an der Katode von V₂ hat außer der Einsparung von Entkopplungskondensator und -widerstand den Vorteil, daß eine stabilisierende Schaltung entsteht, die die Schwankungen ausgleicht. Jede Änderung des Anodenpotentials von V₁ ruft eine dieser Änderung entgegenwirkende Erhöhung oder Erniedrigung der Schirmgitterspannung von V₁ hervor.

Eine Gegenkopplungsspannung wird am Potentiometer R₂, das der Sekundärwicklung des Lautsprechertransformators parallel geschaltet ist, abgenommen

und der Katode von V_1 zugeführt. Durch Einstellung von R_2 ist die Gegenkopplung zwischen Null und einem Höchstwert von 1:1000 zu variieren; infolge der sehr hohen Verstärkung bei fehlender Gegenkopplung kann R_2 auch gleichzeitig als wirkungsvoller Lautstärkeregelner dienen. Obwohl die Leistungsfähigkeit des Empfängers mit einer zusätzlichen Hilfsantenne erheblich steigt, wird man sich wegen der mäßigen Selektivität mit kurzen Drähten von höchstens 30 cm Länge begnügen müssen. —g.

Antriebsschnüre in Rundfunkempfängern

Stahl- und Bronzelitzen als Antriebsschnüre für Abstimmung, Bereichsanzeige, Bandbreitenregelung usw. sind in neueren Geräten kaum noch anzutreffen. Gegenüber anderen Antriebsschnüren haben sie zwar einen für die Antriebsgenauigkeit günstigen Dehnungsfaktor und einen niedrigen Preis; diese Vorteile werden aber durch geringen Reibungswiderstand und erhöhte Bruchgefahr stark herabgesetzt. Versuche haben einwandfrei gezeigt, daß bei Benutzung normaler Umlenkrollen von 10...15 mm \varnothing nach etwa 3000 Umlenkungen um 180° ein Bruch der Metallitzen eintritt. Durch Verwendung von 30...40-mm-Rollen läßt sich die Lebensdauer zwar auf ein Mehrfaches steigern, was jedoch eine Vergrößerung des Antriebsaggregates bedeutet.

Am häufigsten werden heute Antriebsschnüre aus Seide — teilweise unter Beimengung von Nylon oder Perlon — benutzt, bei denen die obengenannten Mängel nicht auftreten. Dafür sind diese Textilschnüre aber hygroskopisch, und ihre Länge ändert sich somit in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit. Durch Imprägnierung läßt sich dieser Nachteil jedoch weitgehend beseitigen. Hierfür wird die Schnur im Anlieferungsstand einige Stunden in Paraffinöl von rd. 100° C getaucht, wodurch alle Fasern gründlich mit Öl getränkt werden, so daß für Luftfeuchtigkeit keine Aufnahmefähigkeit vorhanden ist. Anschließend wird das überflüssige Öl möglichst in einer Zentrifuge herausgeschleudert. Nach dieser Vorbehandlung ist das Antriebssell unempfindlich gegen Feuchtigkeit und für alle Zwecke verwendbar. R. F. Hoffmann

ZEITSCHRIFTENDIENST

Eine neuartige Wanderfeldröhre

Mit Hilfe der Wanderfeldröhre (travelling-wave-tube) gelingt die Verstärkung von Mikrowellen bis herab zu Wellenlängen von etwa einem Zentimeter. Je höher aber die Frequenzen liegen, die verstärkt werden sollen, um so kleiner und feiner muß die Wendel für die Führung des Wanderfeldes sein, um so empfindlicher wird darum die Röhre gegen Stoß und Erschütterung und um so teurer gestaltet sich der Bau der Röhre.

In der Wanderfeldröhre entsteht die Verstärkung durch die Wechselwirkung zwischen einem Elektronenstrahl und einem mit den Elektronen parallel zu dem Strahl wandernden elektromagnetischen Feld, das mit dem zu verstärkenden Signal moduliert ist. Da Elektronen und Feld nahezu mit der gleichen Geschwindigkeit nebeneinander fortschreiten sollen, wird das sich ungefähr mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzende Feld entlang den Windungen einer geradlinigen Wendel geführt, durch die längs ihrer Achse der Elektronenstrahl läuft. Die axiale Komponente des Feldes, die mit dem Elektronenstrahl zusammenwirkt, ist dann um einen Faktor verlangsamt, der gleich dem Verhältnis aus Länge und Steigung einer Wendelwindung ist.

Jetzt werden Einzelheiten einer von „Bell“ entwickelten Wanderfeldröhre bekannt (Electronics, März 1953, Seite 206 ff.), die nach einem ganz anderen Prinzip arbeitet, ohne die Wendel auskommt und die Verstärkung von Millimeterwellen bis zu einer Frequenz von 50 000 MHz gestattet.

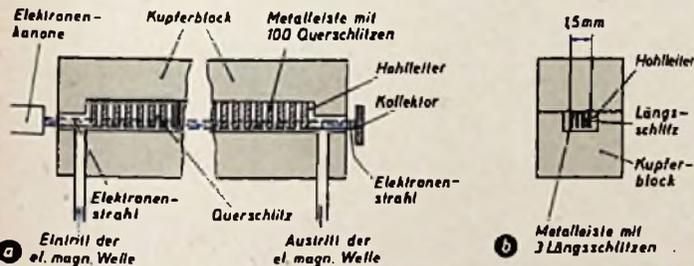


Abb. 1. Längsschnitt (a) und Querschnitt (b) durch den Hohlleiter der neuen Wanderfeldröhre von „Bell“ (stark vereinfachtes Schema)

In der neuen Röhre wird das Wanderfeld nicht durch irgend welche Kunstgriffe verlangsamt. Das etwa mit Lichtgeschwindigkeit fortschreitende Feld wirkt immer nur in regelmäßigen Abständen kurzzeitig auf die Elektronen des sehr viel langsamer mitlaufenden Elektronenstrahles ein, wobei die Verhältnisse so gewählt sind, daß ein bestimmtes Elektron des Strahles während jeder kurzzeitigen Einwirkung stets die gleiche Phase des Feldes, aber jedesmal in einer anderen Periode, antrifft.

Der eigentliche Reaktionsraum der Röhre ist ein in einen Kupferblock eingearbeiteter Hohlleiter (Abb. 1), durch den sich in Längsrichtung das mit dem Signal modulierte Feld und der Elektronenstrahl bewegen, der am Ende des Hohlleiters auf einen Kollektor trifft.

Der größere Teil des Hohlleiterquerschnitts ist mit einer Metalleiste ausgefüllt, die sich über die gesamte Hohlleiterlänge erstreckt. In der Leiste sind drei Längsschlitze angebracht (Abb. 1b). Durch diese Schlitze und zu beiden Seiten der Metalleiste fliegen die Elektronen des magnetisch gebündelten Strahles den Hohlleiter entlang. Außerdem ist die Metalleiste in regelmäßigen Abständen durch Querschlitze, insgesamt hundert, senkrecht zu der

Lembeck-
Drucklasten-
super
Olympia „T“



Das Lembeck-Programm:

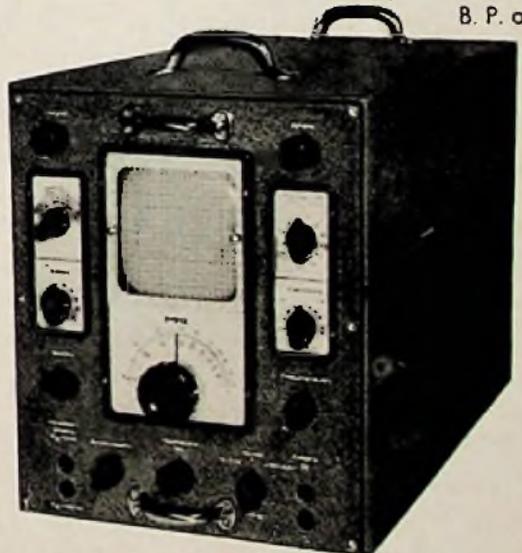
- Lembeck-Sesselsuper
- Lembeck-Atlantis
- Lembeck-Phono-Schatulle
- Lembeck-Europa-Export
- Lembeck-Olympia „T“
- Lembeck-Kamerad

Wer Lembeck hört — auf Lembeck schwört!

Lembeck-Radio-Werke
Braunschweig

KLEMT Universal-Fernseh-Service-Gerät

B. P. ang.



vereinigt: Prüfsender, Wobbler, Bildmuster-generator, Gradationsprüfer, Frequenzmarkengaber mit Kontrollquarz, Signalverfälscher, Oszillograph — auch für den mobilen Service geeignet.

Ausführliche Druckschriften durch den

GENERALVERTRIEB

OTTO GRUONER

Fernseh- und Radio-Fachgroßhandlung
Zentrale: Winterbach b. Stuttgart · Telefon: Schorndorf 315 u. 430
Verkaufshaus: Stuttgart-N · Friedrichstraße 39-41 · Telefon 962 42-45
Verkaufshaus: Nürnberg · Marienplatz 12 b. Hbf. · Telefon 27351-52
Verkaufshaus: Essen-Ruhr · Huyssenallee 54-56 · Telefon 27357-58

Auslandsvertreter gesucht

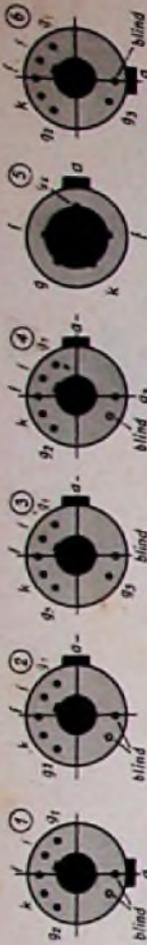


Deutsche Fernseh-Bildröhren

Hersteller: F - Fernseh GmbH, L - Lorenz AG, O - Loewe Opta AG,

T - Telefunken GmbH, V - Valvo, Elektro Spezial GmbH

Stand: Juni 1953



| Type | Heizung [V] | Heizung [A] | Nutzbare Schirmfläche [mm] | U _k [kV] | U _{ys} [V] | Eintrittsspannung U _{ei} [V] | ΔW _{ysk} [Gauß] | Ionenstrom [Gauß] | Farbtemperatur [1000°K] | Ablenkwinkel diagonal [Grad] | C ₄₁ [pF] | C _k [pF] | C _{am} [nF] | U _{rs} [V] | Länge [mm] | Sockel | U _{ys} [V] | Hersteller |
|-----------|-------------|-------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------|--------|---------------------|------------|
| Bmv 35/II | 6,3 | 0,3 | 293 x 222 | 12 | 300 | 33...77 | 700 | 45 | 5,5 | 70 | 6,5 | 4,5 | 1 | ± 200 | 429 | 2 | — | F |
| Bmv 42/II | 6,3 | 0,3 | 362 x 273 | 14 | 300 | 33...77 | 600 | — | — | 70 | 6,5 | 4,5 | 1,4 | ± 200 | 495 | 2 | — | F |
| Bm 35 R-2 | 6,3 | 0,3 | 292 x 219 | 12 | 300 | 33...77 | statisch | — | 5,5 | 70 | 7 | 8,5 | 1,5 | ± 150 | 420 | 2 | U _k | L |
| Bs 42 R-3 | 6,3 | 0,3 | 362 x 273 | 14 | 300 | 33...77 | — | — | — | 70 | 6 | 5 | 1,5 | ± 180 | 490 | 4 | — | L |
| Bs 42 R-6 | 6,3 | 0,3 | 362 x 273 | 14 | 300 | 33...77 | — | — | — | 70 | 6 | 5 | 1,5 | ± 180 | 490 | 4 | — | L |
| MV 6-2 | 6,3 | 0,3 | 57 Ø | 25 | — | 40...80 | 920 | 40 | 6,5 | 35 | 6,3 | 6,3 | 0,45 | 125 | 202 | 5 | — | V |
| MV 31-10 | 6,3 | 0,3 | 287 Ø | 7 | 200 | 25...80 | 675 | 40 | 7,5 | 63 | 8 | 5 | 2,0 | 150 | 460 | 2 | — | V |
| MV 36-22 | 6,3 | 0,3 | 294 x 220 | 10 | 250 | 33...72 | 920 | 60 | 7,5 | 70 | 6 | 4 | 1,5 | ± 125 | 419 | 1 | — | V |
| MV 36-24 | 6,3 | 0,3 | 293 x 222 | 9 | 300 | 33...77 | 600 | 45 | 6,5 | 70 | 7 | 5 | 1,5 | ± 180 | 429 | 1 | — | VT |
| MV 36-29 | 6,3 | 0,3 | 293 x 222 | 18 | 400 | 44...103 | 680 | — | — | 70 | 7 | 5 | 1,5 | ± 180 | 429 | 1 | — | T |
| MV 36-44 | 6,3 | 0,3 | 286 x 217 | 12 | 250 | 37...65 | 1015 | 60 | 7,5 | 70 | 8 | 8 | — | ± 125 | 419 | 6 | 250 | V |
| MV 48-43 | 6,3 | 0,3 | 365 x 272 | 14 | 300 | 40...86 | 1065 | 60 | 7,5 | 70 | 7 | 5 | — | ± 125 | 482 | 3 | 250 | V |
| MV 43-61 | 6,3 | 0,3 | 362 x 273 | 14 | 400 | 44...103 | 630 | 50 | 6,5 | 70 | 7 | 5 | 2,0 | ± 125 | 498 | 1 | — | T |
| (A) R 42 | 6,3 | 0,3 | 362 x 273 | 14 | 325 | 38...77 | statisch | 40 | 6,5 | 70 | 9 | 7 | 2,5 | ± 150 | 495 | 4 | 0...600 | O |
| (A) R 50 | 6,3 | 0,3 | 436 x 344 | 14 | 325 | 38...77 | statisch | 40 | 6,5 | 70 | 9 | 7 | 2,5 | ± 150 | 530 | 4 | 0...600 | O |
| (A) C 30 | 6,3 | 0,8 | 285 Ø | 11 | 280 | 30...70 | statisch | 40 | 7,0 | 55 | — | — | — | ± 200 | 455 | 4 | — | O |

Längsrichtung des Hohlleiters unterteilt (Abb. 1a), die die eigentlichen Reaktionszonen der Röhre darstellen.

Die Metalleiste in dem Hohlleiter hat zur Folge, daß die axiale Komponente des Feldes an der Oberfläche der Leiste verschwindet und nur in den Räumen der hundert Querschlitze wirksam werden kann. Also nur dort, wo die Elektronen und das Feld die Schlitze kreuzen, kann die Wechselwirkung zwischen Feld und Elektronenstrahl kurzzeitig eintreten. Würden sich Elektronen und Feld mit der gleichen Geschwindigkeit bewegen, dann würde ein bestimmtes Elektron in jedem Querschlitze die gleiche Phase des Feldes antreffen, so daß der gewollte Verstärkungseffekt entstehen kann. Dieser kann aber auch dann entstehen, wenn das elektromagnetische Feld erheblich schneller als die Elektronen wandert.

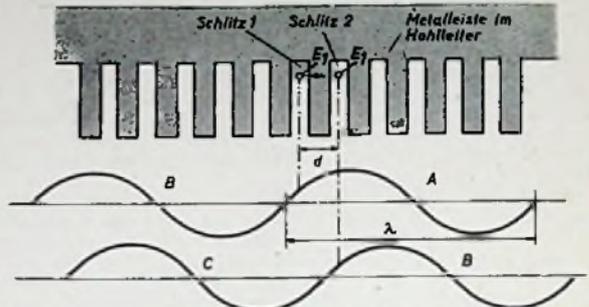


Abb. 2. Zur Wirkungsweise der neuen Wanderfeldröhre. Ein bestimmtes Elektron wirkt nacheinander mit gleichen Phasen der aufeinanderfolgenden Perioden des Feldes zusammen

Diese Erscheinung sei an der Abb. 2 erläutert: Ist ein Elektron E₁ etwa vom Schlitz 1 bis zum nächsten Schlitz 2 geflogen, so muß es im Schlitz 2 zwar die gleiche Phase des Feldes wie in Schlitz 1 antreffen, diese braucht aber nicht zur gleichen Periode des Feldes zu gehören. In der Zeit, in der das Elektron E₁ von Schlitz 1 nach Schlitz 2 fliegt, darf daher z. B. das Feld um eine Strecke gewandert sein, die gleich der Entfernung d des Schlitzes 2 vom Schlitz 1 plus einer Wellenlänge λ des Feldes ist. Das Feld hat dann also das Elektron genau um eine Wellenlänge überholt. Im Schlitz 1 trifft daher das Elektron E₁ eine bestimmte Phase der Periode A des Feldes, im Schlitz 2 die gleiche Phase der nächsten Periode B des Feldes an. Damit Verstärkung eintritt, muß somit das Geschwindigkeitsverhältnis von Elektronen und elektromagnetischem Feld gleich d/(d+λ) sein.

Bei der neuen Konstruktion, die sich durch ihre Stabilität auszeichnet, kommt man mit Beschleunigungsspannungen von 1200 V für den Elektronenstrahl aus. Die Röhre liefert eine Verstärkung von 20 db bei einer Leistungsabgabe von 25 mW und hat eine Bandbreite von 1500 MHz.

Dr. F.



BRIEFKASTEN

Heinz B., A.

In verschiedenen Veröffentlichungen werden HF-Kerne mit „Ferroxcube“, „Ferrocart“, „Amenal“ oder ähnlich bezeichnet. Aus diesen Angaben geht leider nie die Lieferfirma hervor. Können Sie mir auch über die technischen Daten etwas sagen?

Die von Ihnen erwähnten Namen beziehen sich nicht auf HF-Kerne, sondern nur auf die HF-Massen die für HF-Spulenkerne verwendet werden. Solche Massen bestehen aus feinstem Eisenpulver mit Korngrößen bis zu etwa 2/1000 mm, in einem isolierenden Bindemittel (pheno- oder thermoplastische Massen) gebettet. Sie werden gepreßt und gehärtet oder nur gepreßt. Neuerdings sind in verstärktem Umlange auch Ferritmassen mit besonderen magnetischen Eigenschaften aus Gemischen von Eisenoxiden oder anderen Oxiden im Handel, die ähnlich wie eine Keramik gebrannt werden müssen. Die Herstellerfirmen haben sich vielfach für ihre Massen besondere Namen schützen lassen. So nennt Görlitz seine HF-Massen „Amenal“, Hansgeorg Pemetzleider „Neosid“, S & H „Struter“ und „Siferit“ (der zweite Name gilt für Ferrite), Vogt & Co „Ferrocart“ und „Ferrocart“, Philips „Ferroxcube“ und „Ferroxdure“, Siatit-Magnesia „Draloperm“ und „Keraperm“, Hescho „Maniperm“ und „Manifer“ usw. Von allen diesen Massen gibt es im allgemeinen eine Reihe von Mischungen (durch zusätzliche Buchstaben, Zahlen oder Farbangaben gekennzeichnet) mit unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften. Die magnetischen Daten für die Massen selbst (die sogenannte Ringkernpermeabilität, Anfangspermeabilität o. dgl.) sagen noch wenig über den sogenannten Kernfaktor der aus diesen Massen hergestellten HF-Kerne aus. Der K-Wert ist weitgehend vom Aufbau des Kernes abhängig.

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn, Kunze (5). Zeichnungen vom FT-Labor nach Angaben der Verleger: Beumelburg (12), Kortus (24), Trester (31), Ullrich (9). Seiten 409, 411, 415 und 416 ohne redaktionellen Inhalt.

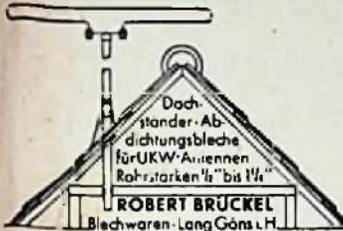
Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Boresigwalde (Westsektor), Eichborndamm 141-167. Telefon: Sammelnummer 49 23 31 Telegammanschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Curt Rint; Berlin-Charlottenburg. Chefkorrespondent: Werner W. Dielebach, Kempen/Allgäu. Telefon 2025, Postfach 22. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Carl Werner, Berlin. Nach dem Pressegesetz in Österreich verantwortlich: Dr. W. R. o. b. Innsbruck, Palmerayerstr. 5. Postscheckkonten FUNK-TECHNIK: Berlin, PSchA Berlin West Nr. 2493; Frankfurt/Main, PSchA Frankfurt/Main Nr. 25474; Stuttgart, PSchA Stuttgart Nr. 22740. Bestellungen beim Verlag, bei den Postämtern und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich mit Genehmigung der französischen Militärregierung unter Lizenz Nr. 47/4d. Der Nachdruck von Beiträgen ist nicht gestattet. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin

Gutschein für eine kostenlose Auskunft FUNK-TECHNIK Nr. 13/1953

Neues kurzfristiges Sonderangebot

LAF 42 2,90, EABC 80 3,75, ECH 42 3,50
 ECH 61 3,75, EF 41 2,50, DK 41 2,90
 BK 42 2,95 DL 84 2,95 u. a. Ducati-Trop.
 Licht-Kond. Glas-Metall 250/750 V 10 Tpl 0,20
 01 MF 0,30, UKW-Bandkabel 300 Ohm
 2 x 0,5 Cu, Mindestabn. 100 m 18,75 DM
 Orig. verg. Röhren aus ffd. Fertigung
 (keine sog. olg. Garantie-Vers.)
 20H 1 10,—, A2 1 1,85, A2 41 1,90, Cl 4 8,25
 EL 1 7,25, EM 11 4,95, RES 164 5,80, RES 964
 8,76, UM 11 5,85, VF 7 7,50, VL 1 8,76, 3 A 4
 4,50, 3 Q 4 4,15, 6 AU 6 4,25, 6 AV 6 3,50
 (Vorzug aus meiner neuesten Preisliste) Röhren-
 u. Mundf.-Teile aus eigener Hand, Bitte Liste anford.

RADIO-MELK, Coburg Ofr. - Tel. 4490



HANS HERMANN FROMM

Spezial-Großhandlung für Röhren und Kleinteile
 sucht ständig

**Kommerzielle Röhren
 Kathodenstrahl-Röhren
 Stabilisatoren jeder Art**

Für Ihren Einkauf bedienen Sie sich
 bitte unserer neuen Sommer-Preisliste!

BERLIN-FRIEDENAU
 Hühnelstraße 14 — Telefon: 833002

MAGNETONGERÄTE

Sonderangebot **29,50 DM**

Baukasten für Zusatz zum Platten-
 spieler einschl. Oszillatortripel und
 Bauplan

Versand per Nachnahme solange
 Vorrat reicht. Händler Rabatte

TÜNKER - MAGNETONTECHNIK
MULHEIM/RUHR

| Lieferung frei Haus, ab 5 Röhren 10% Rabatt, Originalverpackt, 1/2 Jahr Garantie | das sind unsere Vorteile! | |
|--|---------------------------|------------|
| 5Y3 6,70 | 6SK7 6,60 | 12BE6 6,70 |
| 6AL5 6,70 | 6SQ7 6,— | 12SA7 8,— |
| 6AV6 6,— | 6V6 6,60 | 12SQ7 6,— |
| 6BE6 7,— | 12AB 8,20 | 25L6 7,20 |
| 6CB6 7,80 | 12AT7 9,50 | 25Z6 6,90 |
| 6L6 9,80 | 12AX1 8,90 | 35Z5 6,90 |

Versand nur gegen Nachnahme!
 HECKER - Radio, München 19, Kratzerstr. 37

1200 S. & H.-Telegraphenrelais 43-57 und 64a
 15 000 Rundrelais, 10 000 Flachrelais, 10 000 Ring-
 übertrager, 3000 Kellgockschaller, 50 000 m Tel-
 Schalldraht, 300 Handtelefon-App., 8000 Eisenwerk-
 stände sowie Umformer U10 E, U10 S, Wechselrichter
 EWG1, Zerkhackerpatr. 12 V NSF, Gehörgang-Kopfhörer
 HSD, Morsezeichengeber u. vieles weitere Material
 aus kommerziellen Beständen lieferbar.

Radio-Scheck, Nürnberg, Harsdorffer Platz 14

Miniatur-Radlogeräte Miniatur-Bauteile

Bitte Prospekte und Liste anfordern
 Händler übliche Rabatte

KONRAD SAUERBECK
 Nürnberg, Hohfelderstr. 8 - Tel. 51266

Stellenanzeigen

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

Größeres Werk der Rundfunk-Industrie

sucht für die Entwicklung von Rundfunk-, Insbeson-
 dere Fernsehgeräten, einen tüchtigen und erfahrenen

Diplom-Ingenieur

und einen

Fachschul-Ingenieur

Es kommen nur Bewerbungen solcher Herren in
 Frage, die auf den genannten Gebieten eine erfolg-
 reiche Tätigkeit nachweisen können.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Angabe von Referenzen und Gehalts-
 ansprüchen sowie Mitteilung über das früheste Eintrittsdatum er-
 beten unter F. X. 7044.

Große Automobilfabrik sucht

Hochfrequenztechniker

Bewerber soll Hochschulabsolvent sein, der den Umgang
 mit handelsüblichen Meßgeräten vollkommen beherrscht
 und auch in der Lage ist, einfachere Meßgeräte selbst
 zu entwickeln.

Lückenlose Bewerbungsunterlagen erbeten unter F. U. 7041

Jungfer Verlagskaufmann

mit guten Kenntnissen des gesamten Anzeigenwesens
 einschließlich der Drucktechnik, mit gründlicher Aus-
 bildung in der Anzeigenabteilung eines namhaften Fach-
 zeitschriftenverlages, sucht Stellung in der Werbe-
 abteilung eines größeren Industrieunternehmens

Angebote erbeten unter F. W. 7043

Pächter oder Betriebshaber für erstes
 Rundfunkspezialgeschäft (175 000,— DM
 Jahresumsatz) in Kreisstadt Unterfrankens
 gesucht. Elektromeister und gute Fach-
 kenntnisse in der Rundfunk- u. Fernseh-
 technik sind Grundbedingung. Unver-
 heiratete Bewerber im Alter von 25 bis
 40 Jahren werden bevorzugt. Unter-
 bringungsmöglichkeit vorhanden. Ange-
 bote mit Referenzen und Lichtbild er-
 beten unter F. V. 7042

Chem.-Ing., 40 Jahre, ausgesprochener
 Fachmann für Fabrikation und Entwick-
 lung, speziell im Radioröhrenbau, mit
 großen Erfahrungen in Chemie, Elektro-
 chemie, Metallurgie, Kathoden u. Bren-
 nern, Werkstoffprüfung usw. und Aus-
 landserfahrung, sucht zum 1. 9. 1953
 möglichst verantwortungsvolle Stellung.
 Angebote erbeten unter F. O. 7035

Kaufgesuche

Suchen

IMPEDANZMESSGERÄT

3—5000 Ohm im Bereich von 30—300 Mhz, Meßanschluß 60 Ohm
 asym. 60 und 240 Ohm sym.
 Meßeitung mit selektivem Meßkopf. Z = 60 Ohm. 40—350 Mhz.
 Leistungsmeßsender 40—350 Mhz, Ausgang ca. 3 V, 60 Ohm asym.
 C- und L-Meßgerät 0,01 uH — 1 H und 0 — 500 pF ± 1%.

Ellangebote erbeten unter F. T. 7040

Wir suchen und zahlen Höchstpreise
 für Glas 75/15, 150/15, 150/20, 280/80,
 280/80 Z, 280/150, Röhren EF 14, LB 1,
 LB 8, LD 1, DG 3/1, HR 1/60/0,5,
 HR 2/100/1,5, RS 329, RV 218, RV 258,
 SA 102, P 2000, CA (Siemens), C 3 c,
 Siemens Relais Type 64a/Bv 3402/1
RADIO-FETT • Berlin-Charlottenburg 5
 Kaiserdamm 6 und Wundtstr. 15

Röhren-Restposten kauft laufend Röhren-
 Hacker, Berlin-Neukölln, Silbersteinstr. 15,
 S- u. U-Bahn Neukölln (2 Min.). Ruf 62 12 12

Röhrenrestposten, Materialposten, Kassa-
 ankaufl. Aetherradio, Bln. SW 11, Europahaus

Labor-Meßger. - Instrumente kauft ffd.
 Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35, 24 80 75

Suche einige Magnete für Röhren RD 2 Md,
 RD 4 Ma usw. Helmut Kell, (17a) Seckach

Röhren

ALLER ART

IN BEKANNTER QUALITÄT
 UND PREISWÜRDIGKEIT



RÖHRENSPEZIALDIENST

GERMAR WEISS

IMPORT-EXPORT

FRANKFURT AM MAIN

TELEFON: 33844

TELEGR.: RÖHRENWEISS

Achtung! Achtung!

Drehpul.-Instr. Metrawall **150 uA**
 P 40, 46x46 @, RI = 1 000 Ω
 bestens geeignet für Grid-
 Dip-Meier u. Wellenmesser
 (Schaltplan u. Einzelteile)
 solange Vorrat **DM 12,—**

RADIO-TAUBMANN

Nürnberg · vord. Sterng. 11

Der Bastlerladen seit 25 Jahren

Verkäufe

Sikatropkondensatoren: 500 pF 700 V 0,15,
 5000 pF 250 V 0,15, 5000 pF 250/750 .d*
 0,18, 5000 pF 1500 V 0,20, 20 000 pF 110/
 330 V 0,10, 20 000 pF 250/750 .d* 0,22,
 50 000 110/330 V .d* 0,12, 50 000 pF 125/
 330 V .d* 0,13, 250 000 pF 110/330 V .d* 0,15.
 Trimmer 3177 0/0 7,— 0/00 65,—, Wider-
 stände 2 Watt Schicht ln: 170/500/1200/
 2500 Ohm, 4/5/6/7/8/10/12/20/30/40/60/120/
 200/300/500/700 kOhm 0/0 12,— 0/00 100,—.
 1 Watt in 20/28/100/190/300/1250/1600 Ohm
 2/2,5/3,4/6/7/8/9/18/20/25/30/40/70/100/200/
 250/350 kOhm 0/0 8,— 0/00 70,—, Rohr-
 kondensatoren in 15/25/100/200/300/1000/
 1500/2500/3000 pF 500/1500 V 0/0 5,—
 0/00 40,—, Volt-Napfkerne klein N 18/
 14 0/0 8,— 0/00 70,—, groß N 23/17 m. Ab-
 gleich 0/0 15,—, Stabilisatoren Te 60
 2,50 0/0 200,—, Röhren DLL 21 4,—, EF 13
 4,—, LG 2 2,50, LS 50 4,—, 084 K 2,50,
 1294 6,—, Meßinstrumente Fl. 20 358 127-
 5011 A, FL 20 583, FL 20 582 1,20, 0/0 100,—
 0/00 900,—, Radio-Berstein, Berlin N 31,
 Brunnenstraße 67, Ruf 46 16 14

Biote „Samos“, 85—180 Hz, grv., in
 gutem Zustand, zum Verkauf oder Tausch
 gegen HRO. Super Pro, KST, AR 88 oder
 ähnliches Gerät für alle Amateurbereiche
 mit Spreizung. Angebote unter F. Y. 7045

Umformer 12 V = / 220 V ~ / 220 VA, Typ
 Engel, GWUZ 6090, fabrikn. u. f. 250,— DM1
 zu verkaufen. Angebote unter F. P. 7036



VALVO STABILISATORRÖHREN

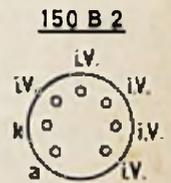
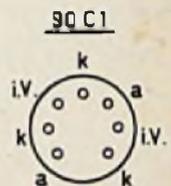
90 C1 und 150 B2

zwei neue Stabilisatorröhren
in 7 Stift Miniaturausführung

Den Wünschen der Geräte-Industrie nach immer kleineren Röhren entgegenkommend, setzen wir die Reihe unserer Stabilisatorröhren in Miniaturausführung mit den beiden neuen Typen 150 B 2 und 90 C 1 fort, nachdem wir erst kürzlich die hochkonstante Präzisionsröhre 85 A 2 bekanntgemacht haben.

Neben den üblichen Anwendungsbereichen für Einstrecken-Stabilisatorröhren werden mit diesen neuen Typen auch die früher vorzugsweise den Mehrstrecken-Stabilisatoren vorbehaltenen Anwendungsgebiete wie z. B. die Stabilisierung von Spannungen über 200 V oder die Herstellung von Glimmspannungsteilern wieder erschlossen, wobei man gegenüber den früher üblichen Stabilisierungsanordnungen noch erhebliche Verbesserungen erhält. Bei den kleinen Abmessungen der Miniaturröhren-Ausführung ist der Raumbedarf der neuen VALVO Stabilisatorröhren sehr gering. Man braucht z. B. für die Stabilisierung einer Stromquelle von 270 V und 40 mA Querstrom mit 3 in Reihe geschalteten Röhren 90 C 1 nur ungefähr ein Fünftel des Raumes wie mit früher üblichen Mehrstrecken-Stabilisatoren für ähnliche elektrische Daten. Außerdem halten sich die Veränderungen der Brennspannungs-Charakteristik während der Lebensdauer, abgesehen von 3 min. Beruhigungszeit nach dem jeweiligen Einschalten, innerhalb von $\pm 1\%$. Diese hohe Konstanz wird durch eine für Stabilisatorröhren nun schon bewährte Herstellungstechnik erreicht, bei der Molybdän auf die Katode und den Glaskolben aufgedampft wird und die Auswahl besonders reiner Materialien eine wichtige Rolle spielt.

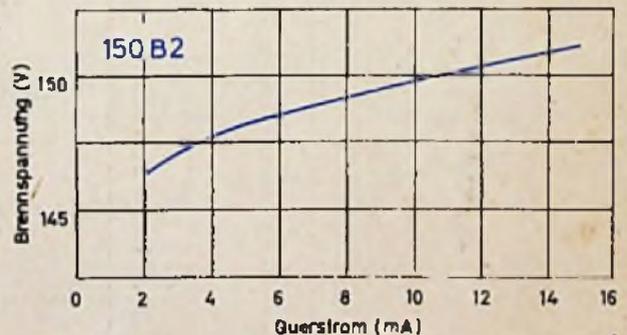
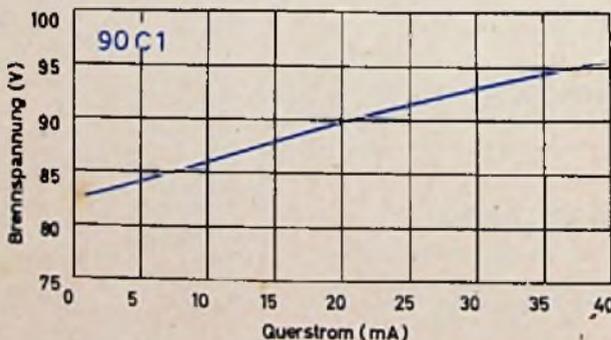
Die 90 C 1 zeichnet sich durch einen ungewöhnlich großen Querstrombereich von 1–40 mA aus, während die 150 B 2 für Anwendungsfälle vorgesehen ist, bei denen eine höhere Brennspannung (150 V) bei einem Querstrombereich von 5–15 mA verlangt wird.



(i. V. = innere Verbindung)

Technische Daten:

| | 90 C 1 | 150 B 2 |
|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Zündspannung: | max. 125 V | max. 180 V |
| Mittlere Brennspannung | 90 V | 150 V |
| Schwankungen von Röhre zu Röhre zwischen: | 86–94 V | 146–154 V |
| Brennspannungsschwankungen während der Lebensdauer: | max. $\pm 1\%$ | max. $\pm 1\%$ |
| Querstrombereich: | 1–40 mA | 5–15 mA |
| Wechselstromwiderstand: | ca. 350 Ω (bei 20 mA) | ca. 250 Ω (bei 10 mA) |



ELEKTRO SPEZIAL

G · M · B · H

HAMBURG 1 · MONCKEBERGSTRASSE 7