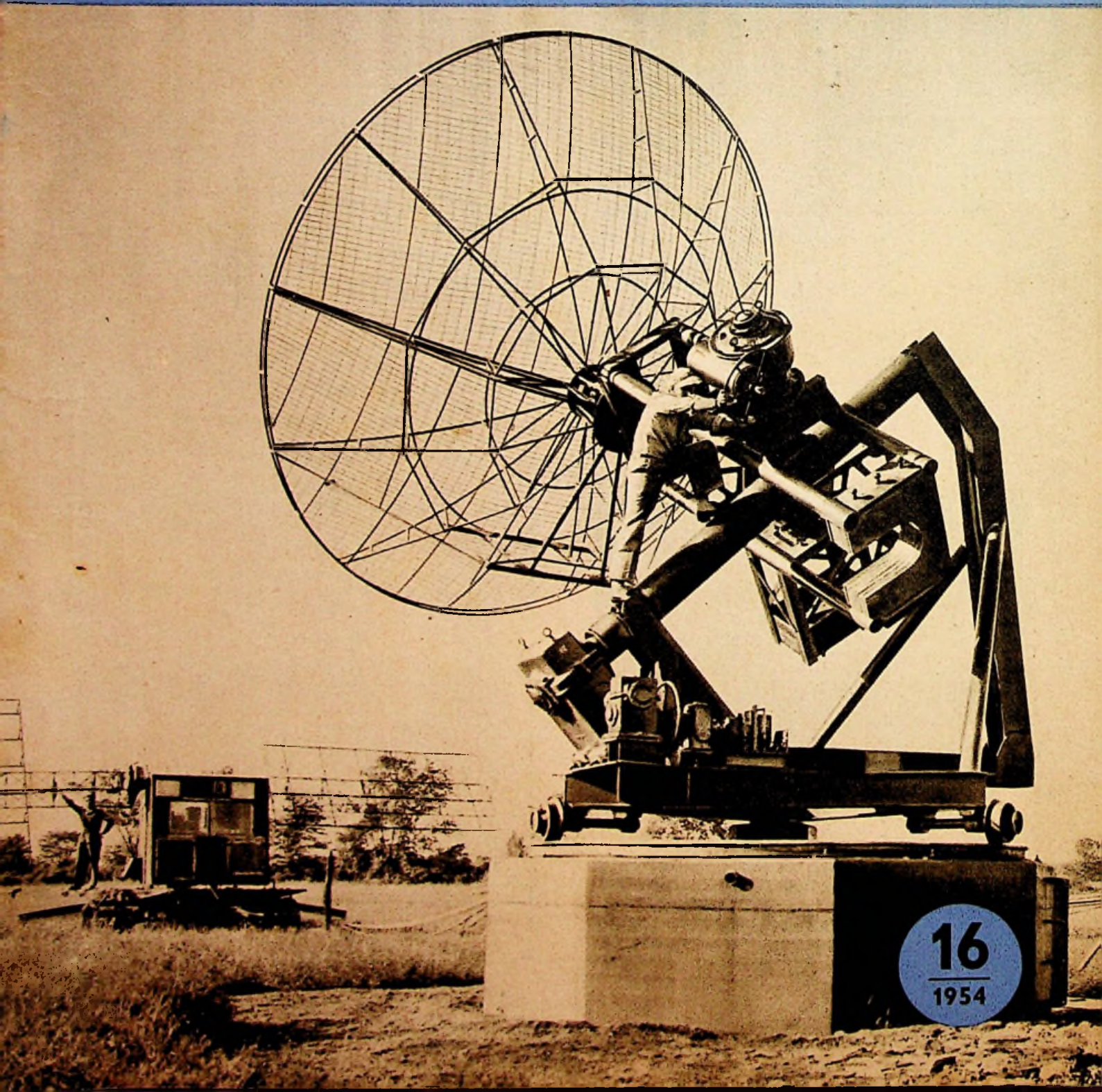


Oliver & Wicken

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

## Fernsehen Elektronik

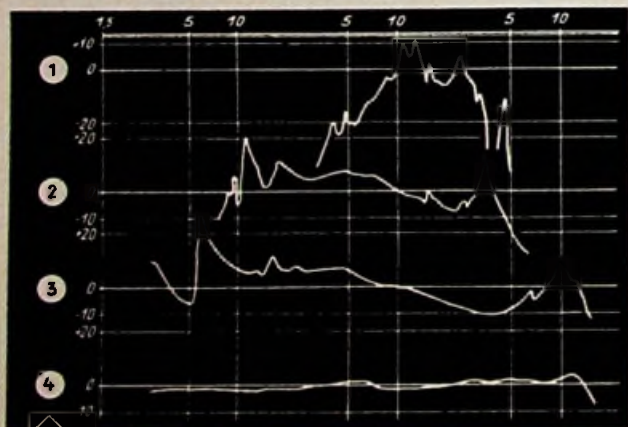


16  
1954

# 1 Million ELAC - Kristall- Systeme — tonangebend in aller Welt!



Klangecht gibt das ELAC-Kristallsystem alles wieder, was die Schallplatte „in sich hat“. Es war ein weiter Weg von der Entdeckung des piezoelektrischen Effekts durch das Forscherpaar Curie im Jahre 1880 bis zum hochwertigen ELAC-Breitband-Tonabnehmersystem. Die unermüdete Forschungsarbeit der ELAC und unzählige Prüf- und Arbeitsgänge führten zu einem stolzen Jubiläum: 1 Million ELAC-Kristallsysteme haben inzwischen das Werk verlassen und erfreuen anspruchsvolle Musikliebhaber in aller Welt. Edel wie der Kristall sind die ELAC-Saphire. Anlässlich der Fertigstellung des millionsten ELAC-Kristallsystems wird die ELAC-Duplo-Saphirnadel künftig in vergoldeter Ausführung geliefert. Das untenstehende Diagramm zeigt einen Vergleich zwischen dem harmonischen, gleichmäßigen Frequenzverlauf des neuen ELAC-Kristallsystems KST 8 und dem Frequenzverlauf anderer Tonabnehmersysteme aus früheren Jahren.



1. Frequenzkurve eines Tonabnehmersystems aus dem Jahre 1918
2. Frequenzkurve eines Tonabnehmersystems aus dem Jahre 1930
3. Frequenzkurve eines Tonabnehmersystems aus dem Jahre 1945
4. Frequenzkurve des ELAC-Kristallsystems KST 8, Frequenzbereich: 30-14000 Hz. Rückstellkraft: 3,2 g/100  $\mu$ .

**ELAC**

**ELECTROACUSTIC GMBH  
KIEL**

## AUS DEM INHALT

2. AUGUSTHEFT 1954

Marktforschung, eine Grundlage des Fortschritts	433
UKW-Einheiten — betriebssicher, leistungsfähig und strahlungsarm	434
FT-Kurznachrichten	437
Solare Ultrakurzwellen	438
Zusatzgerät für Schmalband-Frequenzdemodulation	441
30 Jahre Amateurtechnik	442
Von Sendern und Frequenzen	443
150-kHz-Zähldekade mit 4 Doppeltrioden und dekadischer Anzeige	444
Achtröhren-Bildempfänger — praktisch aufgebaut	445
Ein dielektrischer Leistungsverstärker	447
Die Berechnung der Einzelwiderstände in symmetrischen T- und H-Dämpfungsgliedern	448
Neue Anpassungsmethode für UKW-Antennen	448

### So baut das Ausland

NF-Verstärker für beste Wiedergabequalität	450
Temperaturkompensation von Oszillatoren am Beispiel eines Steuersenders	452
Abgeschirmte Kupplungen, vielseitig verwendbar	454

### Unsere Leser berichten

Der Sperrschwinger — richtig gesehen	454
--------------------------------------	-----

### FT-Zeitschriftendienst

Gegentaktendstufe mit Katodenverstärker	455
Ferrite in der Mikrowellentechnik	456

### Beilagen:

- Neuheitenbericht der FUNK-TECHNIK Phonosuper 1954/1955
- FT-Sammlung: Fachwörter Englische und amerikanische Fachwörter der Elektronik
- FT-Experimente ⑬
- Arbeitsweise von Tongeneratoren

Unser Titelbild: Radio-Teleskop für solare Dezimeterwellen (Cornell University, Ithaka/USA)

Zeichnungen vom FT-Labor nach Angaben der Verfasser: Beumelburg (19), Kortus (12), Trester (1), Ullrich (18). Seiten 449, 457 und 458 ohne redaktionellen Teil

Verlag: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde (Westsektor), Eichborndamm 141—167. Telefon: Sammelnummer 492331. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Spandau. Cheffotokorrespondent: W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu, Telefon 2025, Postfach 229. Anzeigen: Leitung und verantwortlich für den Inhalt Walter Bartsch, Berlin. Nach dem Pressegesetz in Österreich verantwortlich: Dr. W. Rob, Innsbruck, Schöpfstraße 2. 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 Leserkreis aufgenommen werden. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.



Chefredakteur: WILHELM ROTH  
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

# FUNK-TECHNIK

## Fernsehen Elektronik

## Marktforschung, eine Grundlage des Fortschritts

Die moderne Industrie ist auf sorgfältige Marktforschung ebenso sehr angewiesen wie auf die Tätigkeit des Ingenieurs. Es gibt keinen erfolgreichen Industriekaufmann, der es sich heute leisten könnte, auf Marktanalyse und Marktbeobachtung zu verzichten. Die erforderlichen Aufwendungen hierfür erhöhten sich wohl bei ausländischen Industrien im Laufe eines Jahrzehntes auf das Siebeneinhalbfache, diese erheblich angestiegenen Unkosten machten sich nach den vorliegenden Erfahrungen jedoch vollauf bezahlt. Der wirtschaftliche Nutzen der Marktforschung ist bedeutend, wenn man rechtzeitig die Ergebnisse anzuwenden versteht.

Bei der sinnvoll gesteuerten Marktforschung kommt es darauf an, die unmittelbaren Beziehungen zwischen Endverbraucher und Fabrikanten wiederaufzunehmen, denn durch die moderne Marktwirtschaft mit ihrem z. T. komplizierten Absatzsystem hat der Kunde kaum ohne weiteres die Möglichkeit, seine persönlichen Wünsche an den Hersteller heranzutragen. Der Fabrikant muß heute bereits vor Beginn der Fertigung die Kundenwünsche berücksichtigen können und darf nicht erst nachträglich am schlechten Absatz eines Erzeugnisses feststellen, daß die Ware dem Publikumsgeschmack nur wenig entspricht und vielleicht für einen bestimmten Artikel nur verhältnismäßig geringes Interesse besteht. Ebenso wichtig ist es, zu wissen, ob der geplante Preis auch tatsächlich der jeweiligen Marktlage entspricht. In einer Zeitperiode der Geldknappheit kommt der Preisfrage besondere Bedeutung zu. Jeder Fabrikant wird selbstverständlich bestrebt sein, für den Verkaufspreis einen hohen Gegenwert zu bieten, doch muß die Preisklasse der Kaufkraft des Kundenkreises angepaßt sein.

Für den Hersteller und für den Handel ist es oft erstaunlich, zu welchen Feststellungen die Marktforschung kommt. Den Instituten und Hochschulen stehen für diese Arbeiten vielseitige Methoden zur Verfügung. Man bedient sich der Volks- und Betriebswirtschaftslehre, der Technik, der Naturwissenschaften, der mathematischen Statistik und selbstverständlich auch der Psychologie, um einen Gesamtüberblick zu einem aktuellen Marktproblem zu erhalten. Als Hauptquellen für statistische Untersuchungen dienen z. B. neben der internen Betriebsstatistik Wirtschaftspläne, wirtschaftliche Branchen- und Verfahrenbeobachtung, die Veröffentlichungen von Fachverbänden, Behörden und Instituten und nicht zuletzt die Fachliteratur. Dieses umfangreiche Material gestattet es auch, Wirtschaftsprognosen für die Zukunft zu geben, die für Branchen mit langfristiger Planung von größter Bedeutung sind.

Auch in der Radiobranche ist das Risiko in letzter Zeit gestiegen. Die Technik des Rundfunkempfängers gilt wohl als weitgehend stabilisiert, aber die kaufmännischen Anforderungen wachsen von Jahr zu Jahr. Der Markt von heute stellt hohe Anforderungen an technische Eigenschaften und an Ausstattung der Geräte und will umworben sein. Der Endverbraucher verlangt jetzt von der Radioindustrie weit mehr, als er anderen Branchen zumutet. Die Tatsache, daß der moderne Rundfunkempfänger gegenüber früheren Jahren heute in bedeutend verbesserter Ausführung und dazu noch zu niedrigeren Preisen angeboten werden muß, kennzeichnet die Marktlage. Das Bemühen um besondere Berücksichtigung der Kundenwünsche gehört zu den volkswirtschaftlichen Grundgesetzen der Radiowirtschaft. Was wünscht der Kunde? Wieviel mehr würde er für zusätzlichen Komfort oder gediegenere Ausstattung aus-

geben? Soll der Bedienungskomfort weiterhin gesteigert werden? Wo ergeben sich Ansätze für zweckmäßige Rationalisierung? Diese und viele andere Fragen beschäftigen die verantwortlichen Kaufleute und Techniker der Radioindustrie. Es ist bemerkenswert, mit welcher Findigkeit die Marktforschung u. U. vorgehen muß, um zu verlässlichen Ergebnissen zu kommen. Für den Fabrikanten ist es von ausschlaggebender Bedeutung, ob eine Serie von z. B. 20 000 Empfängern einen sicheren Erfolg auf dem Markt erreichen wird oder ob das Echo des Endverbrauchers fragwürdig ist. Eine falsch disponierte Serie kann auch kapitalkräftigen Herstellern zum Verhängnis werden. Neuheiten-Experimente, die die Marktforschung vor dem Start nicht zu klären weiß, werden daher in der Regel abgelehnt oder zurückgestellt. Diese Reserve fast aller Hersteller, vor allem in der Gehäusefrage, brachte der Radioindustrie hier und da in letzter Zeit den Vorwurf ein, sie sei ohne Initiative und Unternehmungsgeist. Für den Kenner der Marktlage klingt diese Behauptung absurd, denn es ist im Laufe der letzten Jahrzehnte an Neuerungen manches gewagt worden. Allerdings erfordert die gegenwärtige Marktsituation bei allen Geräteneuerungen große Vorsicht, und es gibt heute keinen Fabrikanten, der es sich erlauben könnte, an Stelle der bewährten und absatzsicheren Modelle z. B. grundsätzlich neue Gehäuseformen herauszubringen. Die Ergebnisse der Marktbeobachtung raten hier allgemein zur Vorsicht. Andererseits darf man es z. T. der Marktforschung gutschreiben, wenn sich so bedeutende Fortschritte, wie sie im Empfängerbau die Entwicklung des hochwertigen AM/FM-Supers mit seiner hervorragenden Klangqualität und des modernen Drucktastenaggregates oder der getrennten AM-/FM-Abstimmung gebracht haben, in verhältnismäßig kurzer Zeit durchsetzen konnten. In einer anderen aktuellen Frage, der Gehäusefarbe, ist man sich ferner darüber klar, daß das helle Rundfunk- und Musikschrankgehäuse nur einen sehr geringen Marktanteil gewinnen kann. Auf die sorgfältige Prüfung der Kundenwünsche dürfen wir ebenfalls verschiedene neue Entwicklungsrichtungen im Koffer- und Autosuperbau zurückführen, wie z. B. UKW-Empfang, Drucktasten und im Autoempfänger Abstimmautomatik.

Die neue Saison zeigt wohl erstmalig im Rundfunkgerätebau den überwiegenden Einfluß der Marktforschungsergebnisse. Man entschloß sich, zahlreiche Empfängerkonstruktionen der Zwischensaison unverändert zu übernehmen und bewährte, technisch ausgereifte Modelle mit gewissen Verbesserungen weiterzuführen. Dabei sind die Preise in den wichtigsten Klassen bei gleicher Qualität etwas gesenkt worden.

Übrigens können auch Rundfunk- und Fernsehanstalten nicht auf „Marktforschung“ verzichten: Zahlreiche Rundfunk- und Fernsehsendungen werden zu Recht oder Unrecht stark kritisiert. Die Sendeanstalten versuchen, durch Spezialabteilungen Wünsche und Vorschläge der Teilnehmer festzustellen, um die tatsächliche Resonanz ihrer Programme in allen Einzelheiten zu ermitteln.

Die zunehmende Konkurrenz der Markenerzeugnisse auf dem Radio-Fernsehgebiet wird in naher Zukunft zu einem intensiven Ausbau der Marktforschung führen, um eine noch weitergehende Anpassung der Erzeugnisse an das Marktgeschehen zu ermöglichen und rationeller fertigen und verkaufen zu können. d.

# UKW-Einheiten — betriebs sicher,

Der moderne AM-FM-Super ist ein gutes Beispiel dafür, in wie überraschend kurzer Zeit heute eine neue Technik aus kleinen Anfängen heraus außergewöhnliche Höchstleistungen erreichen kann. Zu Beginn der FM-Entwicklung begnügte man sich zunächst mit geringen Empfindlichkeitswerten. Die HF-Röhre vor der Mischstufe war eine Seltenheit, und man diskutierte darüber, ob die additive Mischung der multiplikativen vorzuziehen sei. Auch die Konstruktionstechnik des AM-FM-Supers ließ noch zahlreiche Fragen offen: Sollte z. B. die UKW-Mischstufe eine organische Einheit des Empfängers bilden oder eine vorverdrahtete Baugruppe? Auf Grund der Markterfahrung stellte der Handel bald seine Forderungen nach der UKW-Einbauantenne und nach höherer Empfindlichkeit. Die entscheidende Wendung brachten die Störstrahlungsempfehlungen. Sie schlenen zunächst für manchen Konstrukteur unerfüllbar zu sein, führten jedoch bald zu einer Umstellung der Konstruktionstechnik. Heute bildet die UKW-Einheit mit HF-Vorstufe eine Standard-Baueinheit, die vorverdrahtet wird, an günstigster Stelle des Empfängerchassis Platz findet und den verschärften Störstrahlungsempfehlungen in jeder Beziehung entspricht. Zahlreiche Hersteller sind im Zuge der Rationalisierungsmaßnahmen dazu übergegangen, nur noch eine einzige UKW-Einheit für sämtliche Empfängertypen zu fertigen. Die UKW-Empfindlichkeit auch der Empfänger der Mittelklasse ist daher ausgezeichnet. Auf der UKW-Tüchtigkeit des modernen AM-FM-Supers beruht der günstige Absatzfolg der letzten Saison.

### Standardschaltung mit der ECC 85

Weitaus der größte Teil sämtlicher AM/FM-Super ist heute in der UKW-Einheit mit der ECC 85 bestückt, da sich diese Röhre in konstruktiver Hinsicht als wirtschaftlich erwies. Sie benutzt zwei gleiche, gegeneinander abgeschirmte Triodensysteme, während die Vorläufertypen ECC 81 noch eine Kapazität  $C_{a1}/C_{a2}$  von  $< 0,4$  pF hat, ist dieser Kapazitätswert bei der ECC 85 auf  $< 0,04$  pF abgesunken. Die beiden Triodensysteme eignen sich besonders für HF-Verstärkung und Mischung.

Die in Abb. 1 gezeigte Standard-Schaltung für eine UKW-Mischstufe mit HF-Verstärkung wird heute in dieser oder in ähnlicher Form in vielen UKW-Baueinheiten verwendet. Zur Abstimmung sind zwei gekoppelte, einseitig geerdete Drehkondensatoren vorhanden. Das Vorstufensystem arbeitet in Gitterbasisschaltung. Bei der Bemessung dieser UKW-Baueinheiten ist es wichtig, mit Rücksicht

auf geringen Aufwand, sorgfältig zu dimensionieren. Da geerdete Drehkondensatoren verwendet werden, muß man die Oszillatorbrücke induktiv symmetrieren. Es ist dann möglich, den Eingangswiderstand der selbstschwingenden Mischtriode (12 k $\Omega$ ) bei ungünstiger, induktiver Symmetrierung stark zu untersetzen. Ferner wird durch die induktive Symmetrierung bewirkt, daß die am Symmetrierpunkt scheinbar liegende Kapazität größer ist als die Summe aus Röhren-Eingangskapazität und Abgleichkondensator für die Oszillatorbrücke. Berücksichtigt man diese Gesichtspunkte,

Oszillators transformierte Kapazität in Punkt A berücksichtigen.

Im Anodenkreis der Mischröhre befindet sich der aus  $L_5$  sowie  $C_8 \dots C_{11}$  bestehende Oszillator-Schwingkreis.  $L_4$  ist Rückkopplungsspule, während mit Hilfe des Trimmers  $C_5$  die Oszillatorbrücke abgeglichen wird. Kondensator  $C_6$  zwischen Anode und Katode der ECC 85 b soll die Oberwellen des Oszillators kurzschließen. Dieser Kondensator und gleichzeitig der Kopplungskondensator  $C_9$  bilden zusammen mit der Spule  $L_6$  den Primärkreis des ZF-Bandfilters. Da die Kondensatoren  $C_{12}$  und

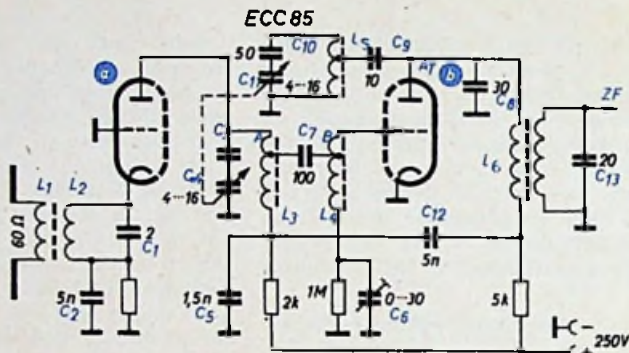


Abb. 1. Standardschaltung für UKW-Einheit mit der ECC 85

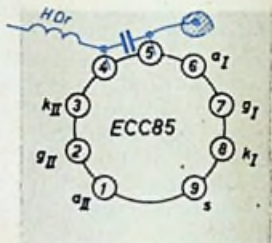


Abb. 3. Entkopplung eines Heizkreises

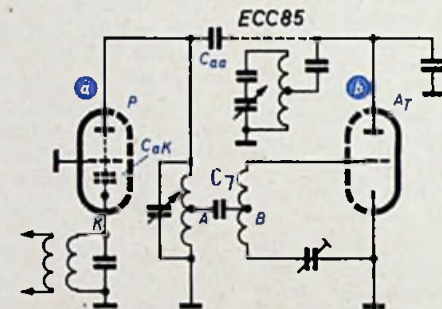


Abb. 2. Maßnahmen zum Verringern der Störstrahlung

punkte, dann arbeitet die Standardschaltung sehr zufriedenstellend.

### Grundsätzliche Wirkungsweise

Bemerkenswert an der Gitterbasisschaltung der Stufe ECC 85 a ist der für 60  $\Omega$  bemessene Antenneneingang. Diese Dimensionierung hat den Vorteil, bei Messungen HF-Meßsender und Rauschgenerator unmittelbar anschließen zu können. Die Abstimmung der UKW-Einheit erfolgt mit Hilfe des geerdeten Zweifach-Drehkondensators  $C_4, C_{11}$ . Der Anodenkreis  $L_5, C_8 \dots C_{11}$  ist auf die Eingangsfrequenz abgestimmt. Bei der Bemessung muß man die aus dem Rückkopplungsweig des

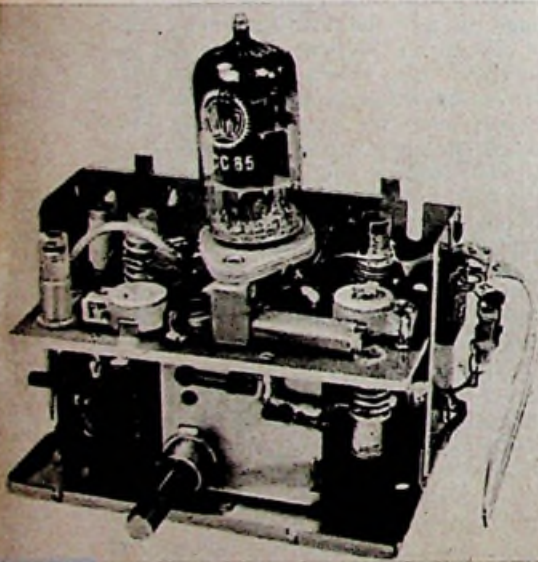
$C_5$  in Reihe liegen, kann  $C_{12}$  vernachlässigt werden.

Der Innenwiderstand der Mischstufe wird mit Hilfe einer überkompensierten ZF-Brücke entdämpft und auf den zulässigen Wert von etwa 45 k $\Omega$  heraufgesetzt. Man bemißt  $C_7$  mit etwa 100 pF. Wechselt man die Röhre aus, so ändert sich die Verstärkung durch S-, D- und C-Toleranzen nur unwesentlich.

### Geringe Störstrahlung

Es ist ein Vorzug der beschriebenen Schaltung, daß trotz der kapazitiven Verkopplung der beiden Röhrensysteme das geforderte Störstrahlungsminimum ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann. Da der Eingangskreis und damit die Antenne an die Röhre ECC 85 zwischen Katode und Masse des Systems a angekoppelt sind, kommt es darauf an, diesen Kreis gegen die übrige Schaltung sorgfältig abzuschirmen und den Übertritt von Oszillatorspannung auf die Katode der Eingangsröhre zu verhindern. Diese Elektrode ist mit denen der schwingenden Mischtriode ECC 85 b vorwiegend über die Anoden-Katoden-Kapazität des Eingangssystems ECC 85 a und über die Kapazität zwischen den beiden Anoden verkopplert. Wenn man jedoch dafür sorgt, daß an der Anode der Mischröhre ECC 85 b für die Grundwelle und für die Oberwellen eine möglichst geringe Spannung steht, dann ist die unerwünschte Kopplung über diese Kapazität weniger kritisch.

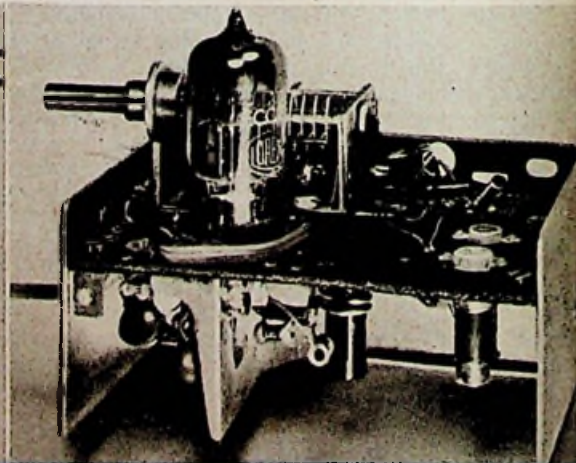
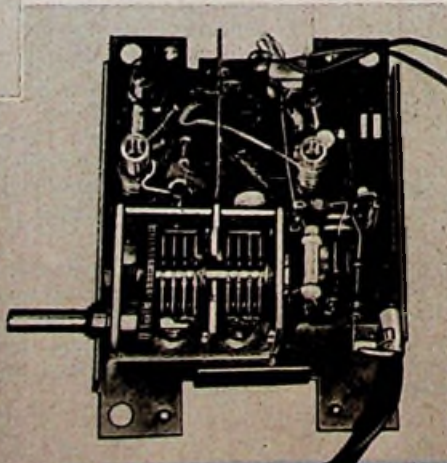
Allerdings darf die Spannung am Oszillatorkreis und an der Rückkopplungsspule nicht beliebig weit heruntersgesetzt werden, da der Oszillator sonst



Beispiele einiger UKW-Vorstufen

Oben: UKW-Eingangsteil mit ECC 85 (offen) von Loewe Opta

Rechts: UKW-HF-Teil für „W 488“ und „W 487“ von TeKoDe. Daneben: UKW-Teil im „Goldsuper W 35“ und „Goldsuper W 45“ von Schraub-Lorenz



# leistungsfähig und strahlungsarm

Spule	Wdg.	Draht	Spulenkörper (mm)		Kern
			Außen-Ø	Innen-Ø	
L <sub>1</sub>	2	0,3 CuLS	6,2	M 5	M 5 FC-FU II
L <sub>2</sub>	4	0,3 CuLS	6,2	M 5	M 5 FC-FU II
L <sub>3</sub>	4,5	1,0 Cu	9,5	M 8	M 8 FC-FU II
L <sub>4</sub>	2 x 2	0,3 CuLS	9,5	M 8	M 8 FC-FU II
L <sub>5</sub>	3	1,0 Cu	9,5	M 8	M 8 FC
L <sub>6</sub>	19	0,2 CuL	9	M 8	M 8 FC-FU II
L <sub>7</sub>	31	0,2 CuL	9	M 8	M 8 FC-FU II

Tab. I. Spulendaten für UKW-Einheit mit ECC 85

nicht ausreichend stabil schwingt. Man kann also die geforderte Verringerung der Anodenwechselspannung nur durch eine lose Ankopplung erreichen. Die Oszillatorspannung an der Anode ist um das Verhältnis der Spannungsteilung zwischen C<sub>4</sub> und C<sub>5</sub> kleiner als die Spannung am Abgriff des Kreises.

Mit Hilfe dieses Verfahrens läßt sich die Anodenwechselspannung der Oszillatortriode für die Grundwelle auf etwa 0,5 V beschränken. Die Oberwellen werden mit Hilfe des Kondensators C<sub>3</sub> kurzgeschlossen. Wie aus Abb. 2 hervorgeht, findet eine weitere Spannungsteilung für die Grundwelle der Oszillatorspannung durch die Kapazität C<sub>4</sub> auf dem Weg von A<sub>1</sub> nach P zu dem wirksamen kapazitiven Widerstand des Anodenkreises der Vorröhre statt, der um 10,7 MHz gegen die Oszillatorfrequenz verstimmt ist.

Außer dieser, von der Anode des Mischsystems ECC 85 b stammenden Spannung liegt an Punkt P noch die restliche Oszillatorspannung, die von Punkt B über C<sub>7</sub> zu Punkt P gelangt. Beide Spannungen haben gleiche Frequenz, sind jedoch annähernd gegenphasig. Die in Punkt P an der Anode der Vorröhre ECC 85 a resultierende Spannung wird nun nochmals über die Rückwirkungskapazität C<sub>6/k</sub> und den Eingangsleitwert geteilt. Daraus ergibt sich, daß die Abschwächung der Oszillatorfrequenz auf dem Wege von B nach K ganz erheblich ist.

### Unerwünschte Kopplungen

Es kommt nun darauf an, durch zweckmäßigen konstruktiven Aufbau darauf zu achten, daß unerwünschte Kopplungen außerhalb der Röhre ECC 85 vermieden werden.

Gewisse Kopplungsmöglichkeiten sind im Heizkreis gegeben. Man muß dafür sorgen, daß die zwei Zuführungspunkte der Heizung HF-mäßig auf Nullpotential liegen. Dabei soll der Anschlußpunkt 5 möglichst kurze Masseverbindung haben. Es empfiehlt sich ferner, in Heizleitungen, die nicht direkt zum Chassis führen, UKW-Drosseln anzuordnen (Abb. 3).

Berücksichtigt man die gegebenen Hinweise, so erhält man an den Antennenklemmen bei 60-Ω-Abschluß eine Amplitude von etwa 1...3 mV für die Grundwelle. Gemäß der bestehenden Richtlinien für die maximal zulässige Feldstrahlung eines UKW-Empfängers soll die Feldstärke der Oszillatorfrequenz in 30 m Abstand weniger als

1 mV/m und die Oberwelle weniger als 30 μV/m betragen. Dies entspricht, überschlägig gerechnet, einer Spannung der Grundwelle von etwa 25 bis 40 mV und einer Spannung der Oberwelle von rund 3 mV an den mit 60 Ω abgeschlossenen Antennenklemmen.

### Bemessungswerte

Im Standardschaltbild mit der Röhre ECC 85 sind die Werte für Kondensatoren und Widerstände bereits eingetragen. Die Widerstände wurden für eine Anoden-Anschlußspannung von 250 V berechnet. Aus der Tab. I gehen die Wickeldaten für die Spulen hervor.

Die Kernangaben in der Tabelle beziehen sich auf Vogt-Erzeugnisse. Beim Aufbau der Spulen ist es zweckmäßig, L<sub>1</sub> unter Zwischenlage einer Triacetatfolie (0,05 mm) fest über L<sub>2</sub> zu wickeln.

### Konstruktive Hinweise

Um günstige Verstärkung für die HF-Vorstufe zu erhalten, ist es wichtig, die induktive Symmetrierung des Gitterkreises der selbstschwingenden Mischstufe richtig auszubilden. Im allgemeinen wird die HF-Stufe mit Rücksicht auf geringe Störstrahlung an dem diagonal zu Masse liegenden Punkt B der Oszillatorbrücke angekoppelt (Abb. 4). Die Brückenbedingung ist dann

$$L_1' : L_4'' = C_6 : C_5$$

Wenn man den Eingangswiderstand der additiven Mischröhre im Punkt B betrachtet, so werden durch die Streuinduktivität L<sub>4,St'</sub>, die die beiden Spulenhälften gegeneinander aufweisen, der Röhreneingangswiderstand R<sub>e</sub> und die wirksame Eingangskapazität (C<sub>6</sub>+C<sub>5</sub>) transformiert. Die effektive Kapazität C<sub>BM</sub> zwischen den Punkten B und M erscheint gegenüber C<sub>6</sub>+C<sub>5</sub> vergrößert, während der Realteil gegenüber dem reinen Röhreneingangswiderstand R<sub>e</sub> verkleinert wird.

Diese Erscheinungen reduzieren die Verstärkung der Vorstufe. Die Streuung der Teilspulen von L<sub>4</sub> kann man verringern, wenn man bifilare Wicklung anwendet, wie sie auch bei der Sekundärspule des Radiodetektors üblich ist. Aus Abb. 5 geht die Anordnung der Oszillator- und Rückkopplungsspule hervor. Bei diesem Verfahren ergeben sich ein transformierter Widerstand R<sub>BM</sub> von 2...4 kΩ und eine wirksame Kapazität von

20...30 pF. Die jeweiligen Werte sind natürlich je nach Aufbau verschieden.

### Interessante Zahlenwerte

Die Verstärkung der Vorstufe mit der ECC 85 a von der Katode bis zur Anode darf man mit etwa 23 annehmen. Bis zum Gitter der Mischtriode verringert sich diese Verstärkung um den Faktor α = 0,55 und um das Verhältnis der Spannungsteilung zwischen den Punkten A und B (Abb. 1) sowie die Parallelschaltung der Kondensatoren C<sub>4</sub> und C<sub>5</sub>. Dieses Verhältnis kann in die Gleichung mit 0,7 eingesetzt werden. Ferner ist die Transformation von den Antennenklemmen zur Strecke Gitter-Anode etwa 2,1. Für die optimale Mischteilheit der ECC 85 b ist die Mischverstärkung etwa 34. Die Gesamtverstärkung V ergibt sich dann zu

$$V = 2,1 \cdot 23 \cdot 0,55 \cdot 0,7 \cdot 34 \approx 650$$

### UKW-Einheit mit Variometerabstimmung

In elektrischer und konstruktiver Beziehung hat die Variometer-Abstimmung auch im UKW-Bereich wesentliche Vorzüge. Es gibt verschiedene Firmen, die mit diesem Abstimmverfahren sehr gute Erfahrungen machen konnten. Saba verwendet z. B. in der neuen Geräteserie ein Dreifach-Variometer.

Philips bedient sich im Großsuper „Capella 643“ einer UKW-Einheit mit Zweifach-Variometer. Die induktive Abstimmung gestattet es hier, durch ihr günstigeres L/C-Verhältnis höhere Verstärkungen zu erreichen. Wie das Schaltbild (Abb. 6) erkennen läßt, arbeitet die Triode ECC 85 a in Zwischenbasisschaltung. Der Erdpunkt der Gitterkreisspule L<sub>1</sub> ist so weit nach der Gitterseite ver-

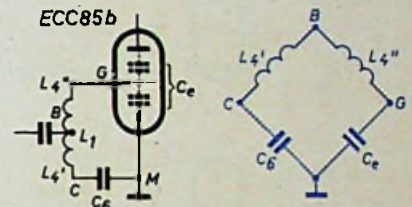


Abb. 4. Oszillatorbrücke und Ersatzschaltbild

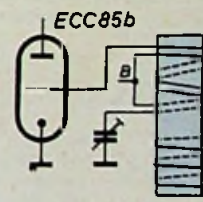
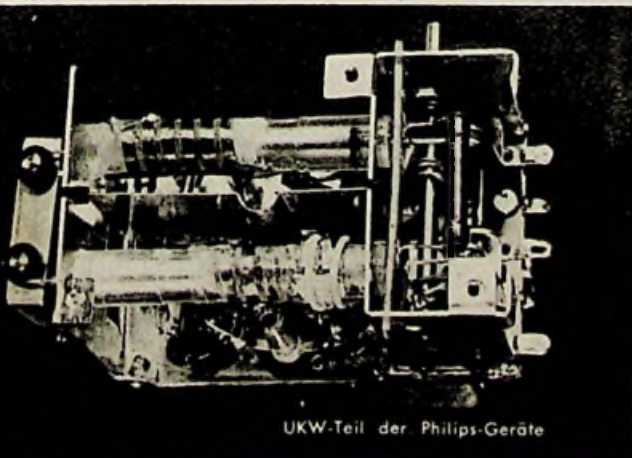


Abb. 5. Beispiel für bifilare Wicklung

schohen worden, daß es nicht mehr nötig wird, die Triode zu neutralisieren. Gegenüber der reinen Gitterbasisschaltung erhält man jedoch noch einen Verstärkungsgewinn.

Die Antenne ist etwa auf 700 Ω angepaßt, so daß sich ein sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis bei gleichzeitig guter Verstärkung ergibt. Der Zwischenkreis wird kapazitiv an den Oszillatorkreis angekoppelt, um die Dämpfung des Zwischenkreises durch den Oszillator gering zu halten (15 kΩ Resonanzwiderstand). Für die Erdsymmetrierung des Oszillators ist Kondensator C<sub>1</sub> (10 pF) vorgesehen. Kondensator C<sub>2</sub> (120 pF) bewirkt die ZF-Rückkopplung. Die Entdämpfung ist nur so weit getrieben, daß der innere Röhrenwiderstand den Außenkreis nicht mehr bedämpft.



UKW-Teil der Philips-Geräte



Anordnung der UKW-Einheit im Körting-Super „420 W“

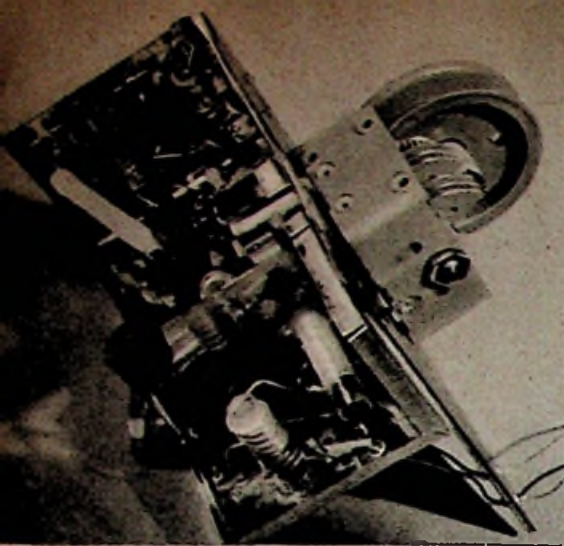
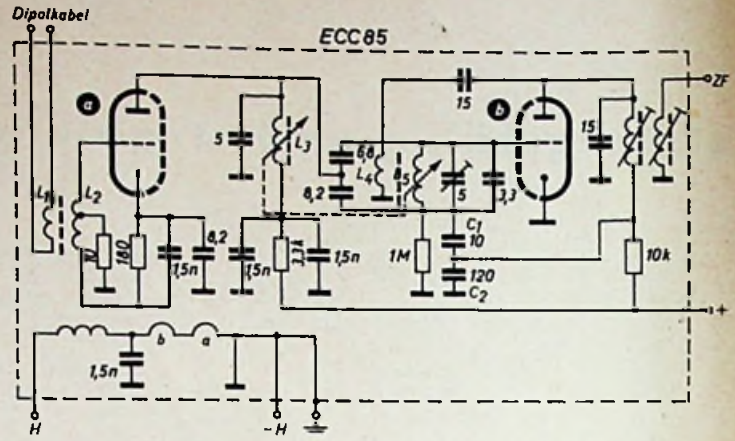


Abb. 6. Schaltung der Philips-UKW-Einheit im Großsuper 'Copella 843'



UKW-Baueinheit mit Doppelkreisvorschalung von Nordmende

Bei diesem Aggregat ist die Gesamtverstärkung bis zum Gitter der ersten ZF-Röhre 320fach. Die UKW-Einheit erscheint in einem allseitig geschirmten Gehäuse mit den Abmessungen  $100 \times 55 \times 50$  mm. Sämtliche Abstimmenelemente sind von außen zugänglich, insbesondere auch die Abgleichtrimmer und -kerne.

#### Doppelvorkreisschaltung

Nordmende konnte mit der Doppelvorkreisschaltung so gute Erfahrungen machen, daß dieses Schaltungsprinzip auch in den UKW-Einheiten der neuen Empfängerreihe verwendet wird. Diese Schaltung zeichnet sich durch hohe UKW-Leistung aus, da das Verhältnis von Nutzsignal zum Rauschen recht günstig ist und dem Optimalwert von Kaskode-Stufen nahekann.

Die Prinzipskizze Abb. 7 zeigt, daß zwischen Gitter und Katode sowie zwischen Gitter und Anode ein Schwingkreis liegt. Der Schwingkreis  $L_1 C_1$  ist in Verbindung mit der Antennenspule  $L_A$  ein normaler UKW-Übertrager. Als HF-Röhre dient eine Triode mit dem günstigen Signal-Rausch-Verhältnis. Im Gegensatz zu den sonst üblichen Neutralisations-Anordnungen kann hier auf Neutralisierung völlig verzichtet werden. Das entscheidende Merkmal der Doppelvorkreisschaltung ist der Schwingkreis  $L_2 C_2$  zwischen Anode und Gitter der HF-Röhre.  $C_2$  wird in diesem Falle von der Gitter-Anoden-Kapazität der Röhre gebildet. In Wirklichkeit befindet sich zwischen Anode und Gitter also nur eine Spule.  $L_1 C_2$  bilden eine Art Sperrkreis, der das Zurückfließen der verstärkten Anodenwechselspannung auf das Gitter verhindert.

Sind die annähernd auf gleiche Frequenz abgestimmten Schwingkreise  $L_1 C_1$  und  $L_2 C_2$  in Resonanz (Bandmitte), so liegen zwischen Gitter und Anode der Schwungrad-Widerstand  $R_2$  und zwischen Gitter und Katode der Schwungrad-Widerstand  $R_1$  (Abb. 8). Die über den Spannungsteiler  $R_1 R_2$  aufgeteilte Anodenwechselspannung gelangt als Gegenkopplungsspannung an das Gitter der Röhre. Die frühere Instabilität der Anodenrückwirkung ist damit zur stabilen Gegenkopplung umgewandelt.

An den Bandrändern sind (kurzwelliges Bandende) beide Schwingkreise entweder kapazitiv (Abb. 9) oder induktiv (Abb. 10) verstimm. Am kurzwelligen Bandende wirken beide Schwingkreise wie Kondensatoren, und es entsteht ein kapazitiver

Spannungsteiler  $C_2'$  zu  $C_1'$ . Die Anodenwechselspannung wird wieder in Gegenkopplung dem Gitter zugeführt. Die Röhre kann also nicht schwingen. Am langwelligen Bandende wirken beide Schwingkreise wie Spulen ( $L_1'$  und  $L_2'$ ). Auch in diesem Falle ist die Röhre gegengekoppelt, da die Spannungsteilung der Anodenwechselspannung mit richtiger Phase erfolgt. Die Anodenrückwirkung ist bei der Nordmende-Doppelvorkreisschaltung zu einer stabilen Gegenkopplung geworden.

In der Praxis muß man dafür sorgen, daß die Verstimmung des Schwingkreises  $L_1 C_1$  in zulässigen Grenzen bleibt. Andernfalls kann die Gegenkopplung zu einer Rückkopplung werden. Man vermeidet dies, indem man die Spule  $L_1$  nicht an ihrem unteren Fußpunkt, sondern über eine Anzapfen an Masse legt. Es tritt dann durch den Katodenstrom der Röhre über den unteren Teil von  $L_1$  eine stabilisierende Gegenkopplung ein. Diese sorgt dafür, daß sich beim Anschluß beliebiger Antennen oder Kondensatoren bzw. Spulen an den Antennenengängen keine Rückkopplungserscheinungen in der HF-Stufe ausbilden können.

Die Gegenkopplung durch den Katodenstrom der Röhre in  $L_1$  muß nur gering sein. Es tritt von der Antenne bis zum Gitter der Röhre eine mehrfache Aufschaukelung der Antennenspannung ein, so daß sich vor der ersten Stufe ein zusätzlicher Antennenspannungsgewinn ergibt. Das Signal wird verstärkt, bevor es zu der mit Rauschen behafteten ersten Röhre gelangt. Diese Schaltung vereint die Vorteile der Pentode und der Triode. Ferner trägt der Schwingkreis  $L_2 C_2$  indirekt zur Erhöhung der Selektion bei. Durch seinen sehr hohen Schwungrad-Widerstand ist im Resonanzfall (Abb. 8)  $R_2$  um ein Vielfaches höher als der Schwungrad-Widerstand  $R_1$ . Die Gegenkopplung ist daher nur schwach. Für weit abliegende Frequenzen gilt jedoch das reine Verhältnis der Kapazitäten (Abb. 9) oder Induktivitäten (Abb. 10). Die Gegenkopplung ist hier wesentlich stärker. Die Verstärkung im Bereich der Bandmitte ist durch schwache Gegenkopplung groß und sinkt jenseits der Bandgrenzen durch starke Gegenkopplung ab. Man darf daher  $L_2 C_2$  als einen echten Kreis bezeichnen, der die Selektion erhöht.

Interessant an der ausführlichen Schaltung einer UKW-Einheit mit Doppelvorkreis ist u. a. das

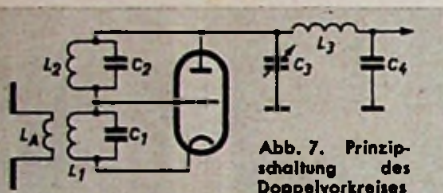


Abb. 7. Prinzipschaltung des Doppelvorkreises

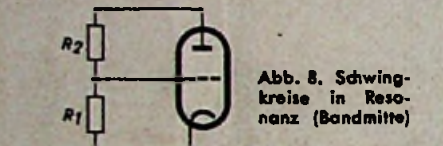


Abb. 8. Schwingkreise in Resonanz (Bandmitte)

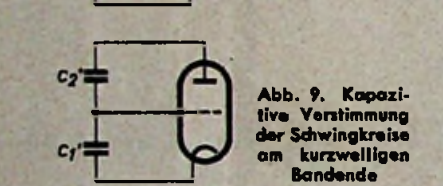


Abb. 9. Kapazitive Verstimmung der Schwingkreise am kurzwelligen Bandende

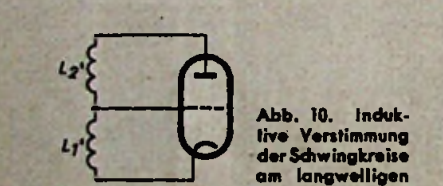


Abb. 10. Induktive Verstimmung der Schwingkreise am langwelligen Bandende

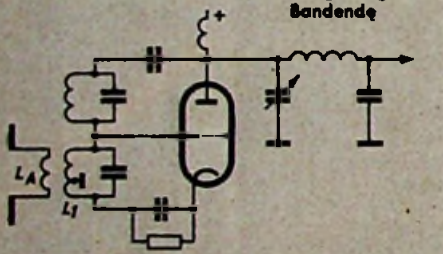


Abb. 11. Praktische Ausführungsform der Doppelvorkreisschaltung

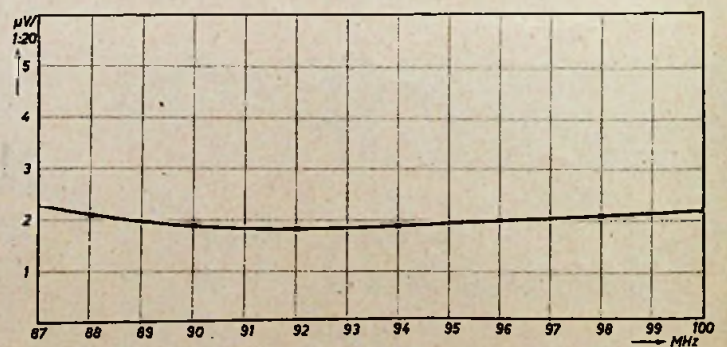
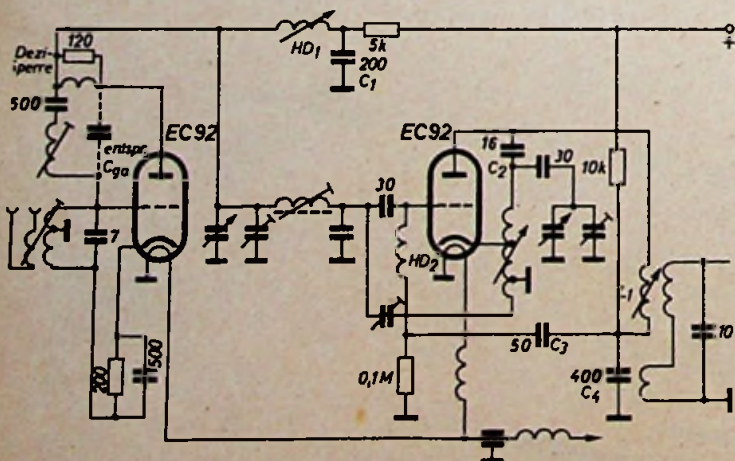


Abb. 12 (links). Schaltung der Nordmende-UKW-Einheit mit Doppelvorkreis

Abb. 13 (oben). Empfindlichkeitskurve eines Nordmende-Supers mit Doppelvorkreisschaltung bei einem gemessenen Rausch-Signal-Verhältnis von 1 : 20

Filter (Abb. 12). Es stellt den Koppelkreis zwischen HF-Stufe und Oszillator dar und wirkt für Frequenzen, die höher sind als die Eigenresonanzfrequenz (Oszillator und Oberwelle) als zusätzlicher Sperrfilter. Das in der Anodenspannungsleitung angeordnete Spleißglied  $HD_1 C_1$  dient als Saugkreis für 10,7 MHz und verhindert das Eindringen des ZF-Signales in den Oszillator.

Ferner verwendet die mit zwei Röhren EC 92 aufgebaute Schaltung eine wirksame Entdämpfung des ZF-Kreises. Zu diesem Zweck wird dem ZF-Schwingkreis  $L_1 C_2$  über  $C_3$  und  $C_4$  sowie über die Drossel  $HD_2$  eine ZF-Spannung entnommen und an das Röhrengitter zurückgeführt. Dadurch tritt eine Entdämpfung des ZF-Kreises ein. Für

die Mischtriode EC 92 entsteht eine NF-Gegenkopplung, und es werden Pendelerscheinungen unterdrückt.

#### UKW-Verstimmung

Die ersten mit UKW-Einheiten ausgestatteten AM/FM-Super ließen hinsichtlich Frequenzstabilität zu wünschen übrig. Durch sorgfältige Temperaturkompensation des Oszillators wird jedoch heute eine ausgezeichnete Frequenzstabilität erreicht. Bei Erwärmung eines typischen Gerätes (z. B. Siemens-Super „C 40“) ist die maximale Abweichung von der Senderfrequenz nur noch  $1/10000$ . Abb. 14 zeigt die Verstimmung des UKW-Empfängers während einer Einbreanzzeit von 0,25 ... 120 Minuten.

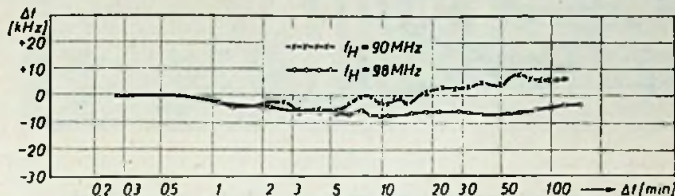


Abb. 14. UKW-Verstimmung in einem Mittelklassensuper

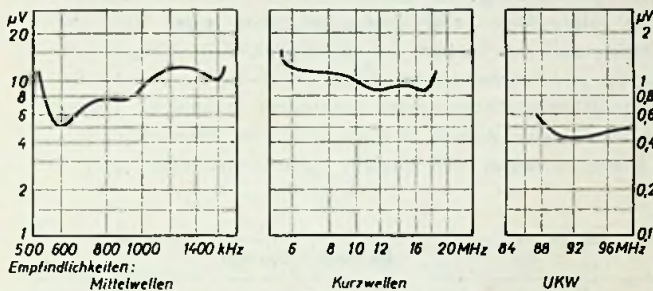
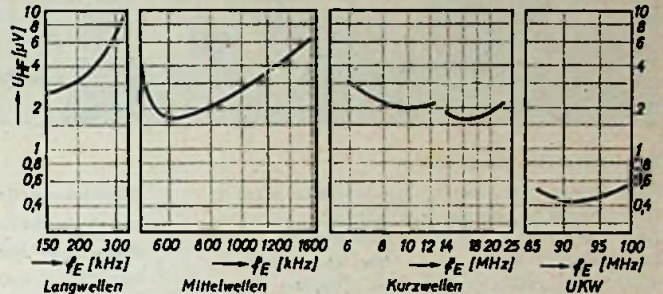


Abb. 15. Empfindlichkeitskurven für die Bereiche eines Mittelklassensupers

#### Hohe UKW-Empfindlichkeit in allen Klassen

Mit den modernen UKW-Einheiten erreicht der AM/FM-Super recht günstige Empfindlichkeitswerte in allen Klassen, denn man benutzt nicht selten für die kompletten Empfängerserien die gleiche UKW-Baugruppe. Die UKW-Empfindlichkeit ist heute auf UKW allgemein höher als in den anderen Bereichen. Ein Vergleich der Abb. 15 mit den Empfindlichkeitskurven eines Mittelklassensupers und der Abb. 16, die die Empfindlichkeitskurven eines Spitzensupers zeigt (Siemens-Kammermusik-Schaltulle P 48\*), läßt die Verhältnisse besonders deutlich werden.

Verschiedene Feinheiten in Schaltungstechnik und Konstruktion moderner UKW-Einheiten konnten



wir schon früher in unserem Vorbericht [1] mitteilen. Die meisten Firmen versuchten mit Erfolg, die UKW-Einheiten noch leistungsfähiger zu machen und weitgehend zu rationalisieren.

#### Schrifttum

- [1] ... und was uns technisch auffiel, FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 14, S. 378
- [2] Telefunken-Röhrenmittellungen für die Industrie, Nr. 530 407.

## F - KURZNACHRICHTEN

### Personalien

25 Jahre ist Herr Dipl.-Ing. Kurt Ultecht am 1. September 1954 bei der *Stealit-Magnesia AG* tätig. 1929 übernahm der Jubilar die Leitung der Kondensatorenabteilung des *Dralowid-Werkes* und später die Vertriebsleitung des Werkes. In dieser Tätigkeit wurde Herr Prokurist Ultecht in weiten Kreisen der apparatebauenden Firmen bekannt.



Reihe von Lehrgängen, die im Schulungsraum der Berufsschule 4, Salzmannstr. 3, abgehalten werden. Das Programm enthält nachstehende interessante Gruppen:

- |                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| „Fernsch-Reparaturtechnik“         | 17. 8. 1954  |
| „Einführung in die Elektrotechnik“ | 2. 9. 1954   |
| „Der Fernsehtechner-Geselle“       | 14. 10. 1954 |
| „Kristalldioden und Transistoren“  | 2. 11. 1954  |
| „Fernsehgeräte richtig verkaufen“  | 22. 10. 1954 |
- Jeder Kurs umfaßt fünf Abende; die Kursgebühr je Abend beträgt 1,— DM. Für das 1. Halbjahr 1955 sind ebenfalls Lehrgänge geplant, und zwar mit den Themen „Dezimeter-technik“, „Farbfernsehen“, „Antennen für UKW, Fernsehen und Dezimeter“ und „Fehlerbestimmung im Fernsehgerät“.

### Hellmich-Preis ausschreiben

Zum ehrenden Gedächtnis für Herrn Dr.-Ing. E. h. Waldemar Hellmich, den verdienstvollen Förderer der deutschen Normung und ersten Kurator des Deutschen Normenausschusses hat das Präsidium des *DNA* den Waldemar-Hellmich-Preis gestiftet. Dieser Preis wird alle zwei Jahre für wertvolle literarische Arbeiten vergeben, die auf technisch-wissenschaftlicher Grundlage Fragen der Normung behandeln. Für den erstmalig 1955 zur Verteilung kommenden Preis lautet das Thema „Nationale Normen als Vorstufe zu internationalen Vereinbarungen“. Es sind ein erster Preis von 3000,— DM und ein zweiter Preis von 2000,— DM festgesetzt.

### Schiffs-UKW-Sprechfunk

Der Schiffsmeldedienst in Hamburg hat kürzlich auf dem Stammfeuerschiff *Elbe I* eine *Philips* UKW-Funksprechanlage in Betrieb genommen. Im ersten Monat konnten bereits telefonisch etwa 1800 ankommende Schiffe über die UKW-Hafenfunkleitstelle „*Elbe-Weser-Radio*“ nach Hamburg gemeldet werden. Diese Gespräche werden über den UKW-Hafenfunk direkt auf das örtliche Fernsprechnetzt übertragen.

### UKW-Sprechfunk für Segelflug

Nummehr sollen auch Segelflugzeuge mit UKW-Funksprechgeräten ausgerüstet werden. Kürzlich konnte die *Abteilung Luftfahrt im Nordrhein-*

westfälischen Ministerium für Wirtschaft und Verkehr in Düsseldorf den in der *Interessengemeinschaft des Flughafens Essen/Mülheim-Ruhr* vereinigten 13 Segelfliegerklubs verschiedener Ruhrstädte die ersten Geräte zur Verfügung stellen. Da die Reichweite der Anlagen etwa 50 km ist, soll ein Sprechverkehr zwischen dem Segelflugzeug und den Bodenstellen der Flughäfen Essen/Mülheim und Düsseldorf durchgeführt werden. Es wird auch an eine Verständigung der Piloten untereinander gedacht.

### Abschirmung von Katodenstrahlröhren

Für die Abschirmung von 7-cm-Valvo-Katodenstrahlröhren werden jetzt unter der Typenbezeichnung „E 3.874.46“ Mu-Metall-Abschirmzylinder für die Abschirmung gegen magnetische Störfelder geliefert.

### Lorenz-Kleinfunk

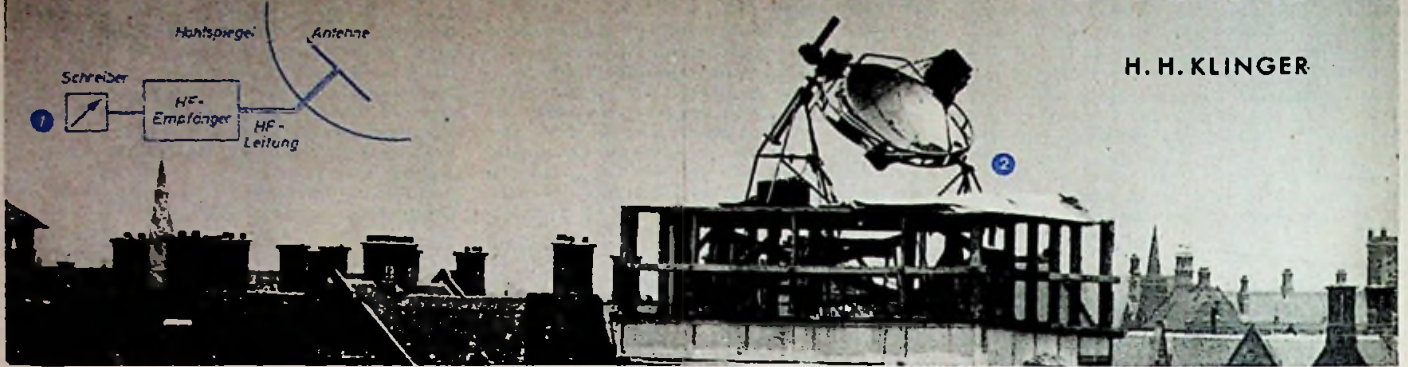
Die C. Lorenz AG. erhielt in den letzten Monaten auf dem Sektor des Kleinfunks Aufträge über mehrere Millionen Mark. Hierbei handelt es sich in erster Linie um tragbare Geräte und Fahrzeugstationen.

### Tragbare Rettungsbootstation

Am 30. Juli führte die *Telefunken GmbH* in Berlin in eindringlicher Weise den Einsatz ihrer für die *Debeg* entwickelten tragbaren Rettungsbootstation „SE 102 MK 0,005/1“ vor. Das 28 kg schwere Gerät ist in einem wasserdichten, schwimmfähigen Gehäuse untergebracht. Die Stromversorgung für die Heizung und die Anodenspannung erfolgt durch einen eingebauten Handgenerator. Der Sender arbeitet mit 2X EF 80 und 1X EL 803. Als Festfrequenzen dienen 500 kHz (eigenregelt) und 8364 kHz (quartzgesteuert). Automatisch werden Alarmzeichen (12 Striche von 4 s Dauer mit Pausen von 1 s Dauer), SOS-Zeichen und ein Peilstrich von etwa 30 s Dauer ausgesendet. Mit einer eingebauten Taste ist Seenotverkehr möglich. Nach Ablauf des Zeichens wird automatisch jeweils auf Empfang geschaltet. Der Empfänger (für Kopfhörerempfang) ist mit den Röhren DK 92, DF 91, DAF 91 und DL 94 bestückt und für die Festfrequenz 500 kHz sowie für den Bereich 8266 bis 8745 kHz für A1- und A2-(A3)Betrieb bestimmt. Als Antenne kann eine Mastantenne (etwa 9 m lang) oder eine Drachenantenne (etwa 90 m lang) mit Kastendrachen verwendet werden. Die Leistung des Senders dieser Rettungsbootstation ist bei 8364 kHz etwa 3,5 W.

# SOLARE ULTRAKURZWELLEN

H. H. KLINGER



## Experimentelle Methodik

Zum Empfang solarer Ultrakurzwellen dienen Radioteleskope, deren grundsätzliches Schema Abb. 1 zeigt. Die von einer Richtantenne empfangene Strahlung wird über ein Hochfrequenzkabel reflexionsfrei dem Eingang eines hochempfindlichen Überlagerungsempfängers zugeleitet. Nach millionenfacher Verstärkung und Gleichrichtung wird das Signal einem Schreibgerät zugeführt, das die Intensität der empfangenen Sonnenstrahlung registriert.

Als Richtantennen verwendet man für Meterwellen gewöhnlich Dipolwände und für Dezimeter- und Zentimeterwellen Hohlspiegel aus Drahtnetz oder Ganzmetall, in deren Brennpunkt die Empfangsantenne in Form eines auf die zu beobachtende Wellenlänge abgestimmten Hertzschen Dipols ( $\lambda/2$ -Dipol) oder eines Trichters angeordnet ist. Abb. 2 und die Titelseite zeigen derartige Radioteleskope zum Empfang solarer Ultrakurzwellen.

Zur Beobachtung diskreter Strahlungsquellen auf der Sonne, wie z. B. einzelner Sonnenflecke, ist das Auflösungsvermögen einer einzelnen Richtantenne im allgemeinen nicht ausreichend. Das Auflösungsvermögen  $T$  eines Teleskops vom Spiegeldurchmesser  $D$  ist bei der Wellenlänge  $\lambda$

$$T = 1,2 \frac{\lambda}{D}$$

Ein Teleskop von 100 cm Öffnung liefert somit bei  $\lambda = 5 \cdot 10^{-6}$  cm (grünes Licht) ein Auflösungsvermögen von der Größe  $T = 6 \cdot 10^{-1} = 0,1''$ , bei  $\lambda = 10$  cm dagegen ein solches von der Größe  $T = 1,2 \cdot 10^{-1} = 6,7^\circ$ . Während das optische Teleskop zwei Lichtquellen in einer Entfernung von 10 km noch trennen kann, wenn diese nur 5 mm voneinander abstehen, müßten entsprechende UKW-Quellen einen gegenseitigen Abstand von 1,2 km aufweisen, um sie noch als Einzelquellen wahrnehmen zu können. Selbst ein Radiospiegel von 70 m Durchmesser, wie er gegenwärtig an einem englischen Observatorium für Radioastronomie errichtet wird, hat bei  $\lambda = 1,8$  m Wellenlänge ein Auflösungsvermögen von nur  $2^\circ$ . Das ist recht bescheiden, wenn man bedenkt, daß die Winkelgröße der Sonnenscheibe nur  $1/2^\circ$  beträgt. Ein Radioteleskop, das also die Strahlung der Sonne auf Ultrakurzwellen beobachtet, empfängt daher stets nur deren Gesamtstrahlung.

Es besteht nun die Möglichkeit, zwei oder mehrere Richtantennen zu Radio-Interferometern zusammenschließen, wie dies seit

Abb. 1. Grundsätzliche Empfangsordnung

Abb. 2. Radioteleskop zur Untersuchung des solaren und Mondrauschens im Gebiet um  $\lambda = 1$  cm (Radiophysikalisches Institut, Sydney)

Abb. 3. Richtantennensysteme zum Empfang solarer Ultrakurzwellen nebst Richtcharakteristiken

Ultrakurzwellen solarer Herkunft wurden während des zweiten Weltkrieges entdeckt, als sie in Radarempfängern zu Störgeräuschen Anlaß gaben und dadurch die Radarmessungen beeinträchtigten. Bereits einige Jahre vorher waren von verschiedenen Forschern und Amateuren solare Meterwellen beobachtet, aber leider nicht als solche erkannt worden. Heute stellt das Studium der solaren UKW-Strahlung einen wichtigen astrophysikalischen und funktechnischen Forschungszweig dar, und eine größere Anzahl radioastronomischer Observatorien registrieren laufend die Ultrakurzwellen-Tätigkeit der Sonne. Der Aufsatz soll einen kurzen Überblick über einige Ergebnisse und Probleme dieses interessanten Forschungszweiges geben.

Antennensystem	Richtcharakteristik
<p>a Hertzscher-Dipol (<math>\lambda/2</math>-Dipol)</p>	
<p>b Parabolreflektor</p>	
<p>c Radio-Interferometer (Michelson-Prinzip)</p>	
<p>d Radio-Interferometer (Lloyd-Prinzip)</p>	
<p>e Beugungsgitter für Radiowellen</p>	



langem vom Fixstern-Interferometer (Michelson-Interferometer) der visuellen Astronomie bekannt ist. Mit solchen Radio-Interferometern gelingt es, diskrete Strahlungsquellen für Ultrakurzwellen auf der Sonne zu lokalisieren. Abb. 3 zeigt u. a. derartige Interferometer zur Beobachtung solarer Ultrakurzwellen nebst ihrer Richtcharakteristik. Die schraffiert

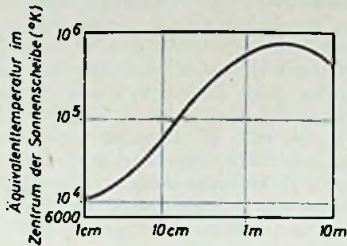


Abb. 4. Die Abhängigkeit der ungestörten solaren UKW-Emission von der Wellenlänge. Die Intensität ist in Äquivalenttemperaturen  $^{\circ}\text{K}$  ausgedrückt

eingezeichneten Kreise veranschaulchen die Sonnenscheibe, die im richtigen Größenverhältnis zum Auflösungsvermögen des jeweiligen Antennensystems dargestellt ist.

#### Thermische Ultrakurzwellen

Bei der UKW-Strahlung der Sonne lassen sich verschiedene Komponenten unterscheiden. Wir betrachten zunächst die thermische Ultrakurzwellenstrahlung, die ständig und mit praktisch gleicher Intensität von der gesamten Sonnenscheibe emittiert wird (thermische, stationäre oder ungestörte Strahlung). Der Mechanismus dieser Komponente ist auf die Temperaturstrahlung der freien Elektronen in den äußeren Sonnenschichten (Korona und Chromosphäre) zurückzuführen. In der Korona sind die Wasserstoffatome vollständig in Elektronen und Protonen zerfallen. Im elektrischen Feld der positiv geladenen Protonen werden die Elektronen auf hyperbolischen Bahnen abgelenkt; bei diesem Vorgang senden sie elektromagnetische Wellen aus. Theoretische und experimentelle Untersuchungen zeigen, daß die Meterwellen in der Sonnenkorona und die Zentimeterwellen in der Chromosphäre erzeugt werden. Für Meterwellen stellt die Sonnenkorona einen schwarzen Körper dar, der also Wellenlängen dieser Strahlung absorbiert und emittiert. Da die Intensität dieser Strahlung der Temperatur der Elektronen in der Korona proportional ist, läßt sich die Intensität durch die äquivalente Temperatur charakterisieren, d. h. durch die Temperatur, die die Korona als schwarzer Strahler haben müßte, um die beobachtete Strahlungsintensität zu liefern. Die Intensität der Meterwellenstrahlung entspricht einer Temperatur der Sonnenkorona von der Größenordnung 1 Million  $^{\circ}\text{K}$ .

Für kürzere Wellen nimmt die Opazität der Korona immer mehr ab, so daß diese Wellen aus der unterhalb der Korona befindlichen Chromosphäre emittiert werden, deren Temperatur nur noch etwa  $6000^{\circ}\text{K}$  ist. Abb. 4 zeigt die in Äquivalenttemperaturen angegebene Intensität der ungestörten solaren UKW-Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Das gewaltige Ansteigen der Äquivalenttemperatur bis auf eine Million Grad wäre höchst rätselhaft, wenn nicht kurz vor Entdeckung der solaren UKW-Emission die Temperatur der äußeren Sonnenatmosphäre mit optischen Methoden von der genannten Größenordnung gefunden worden wäre.

#### Die UKW-Emission von Sonnenflecken

Während der Sonnentätigkeit ist der ungestörten Strahlung eine von Sonnenflecken herrührende langsam variable Strahlung überlagert, die auf Dezimeter- und Zentimeterwellen beobachtet wird und deren Intensität der von Flecken bedeckten Sonnenoberfläche

proportional ist (Abb. 5, b bis e). Diese kurzwellige Fleckenkomponente ist auf die Temperaturstrahlung „koronaler Kondensation“ (Gebiete über Sonnenflecken, in denen die Elektronenkonzentration oder auch die Elektronentemperatur besonders groß ist) zurückzuführen. Die kurzwellige Fleckenkomponente ist von praktischer Bedeutung, weil sie als Maß für die Sonnentätigkeit verwendet werden kann und Sonnenbeobachtungen auch bei bedecktem Himmel zuläßt, wobei optische Beobachtungsmethoden versagen. Auch auf Meterwellen beobachtet man eine mit den Sonnenflecken zusammen auftretende Strahlung. Hier ist der Zusammenhang jedoch

magnetische Vorgänge in der Sonnenatmosphäre zurückgeführt, von denen man im einzelnen aber noch keine Klarheit hat, Daß beim Zustandekommen dieser langwelligen Fleckenstrahlung magnetische Felder von Sonnenflecken eine wichtige Rolle spielen, ergibt sich aus der zirkularen Polarisation der Fleckenstrahlung.

#### UKW-Ausbrüche und Korpuskularstrahlung

Neben diesen über längere Zeit bestehenden Rauschstürmen werden bei Sonnenaktivität plötzliche Ausbrüche von Meterwellenstrahlung beobachtet, die eine Zeitdauer von wenigen Minuten bis zu etwa einer halben Stunde

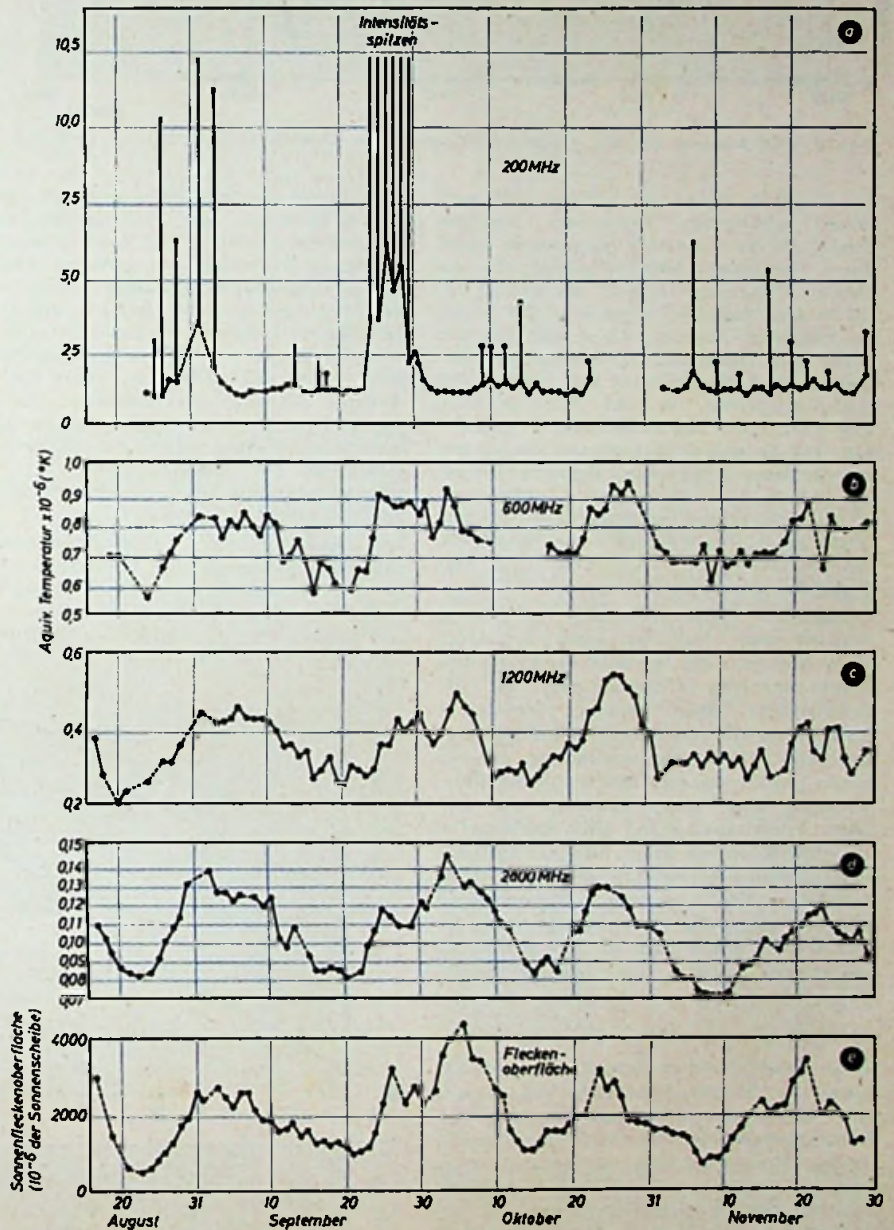


Abb. 5. a = langwellige Fleckenstrahlung (Rauschsturm), b...d = kurzwellige Fleckenstrahlung, e = Sonnenfleckenoberfläche für die Monate August bis November 1947 (nach Piddington u. Minnett)

weniger eng; nur die größeren Fleckengruppen machen sich in einer Intensitätszunahme bemerkbar, und zwar nur dann, wenn sich diese Fleckengruppen in Nähe des Zentrums der Sonnenscheibe befinden. Dann aber kann die Intensität hundert- bis tausendmal die der ungestörten stationären Meterwellenstrahlung übertreffen (Abb. 5a). Diese langwellige Komponente ist über mehrere Stunden und Tage beständig, so daß man in diesem Zusammenhang auch von „Rauschstürmen“ spricht. Ihr Zustandekommen wird auf spezielle elektro-

haben und bei denen die Intensität des solaren Rauschens auf das 10 000fache der ungestörten Koronastrahlung und darüber ansteigen kann. Wenn ein solcher Ultrakurzwellenausbruch zustande kommt, wird er häufig gleichzeitig mit einer sichtbaren Wasserstoff-Eruption auf der Sonne und einem damit zusammenhängenden Schwund des Kurzwellenfunkverkehrs auf der Erde (einem Mögellinger-Effekt) beobachtet. Abb. 6 zeigt einen solchen Ausbruch auf drei verschiedenen Frequenzen. Es ist bemerkenswert, daß

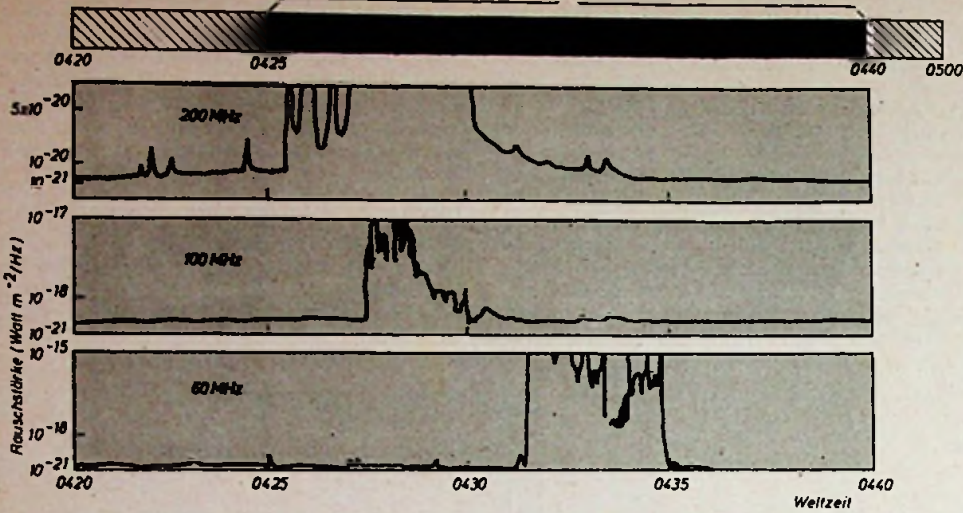


Abb. 6. UKW-Ausbruch auf drei verschiedenen Frequenzen (nach Payne-Scott, Yabsley u. Belton)

der Ausbruch zuerst auf höheren und dann immer niedrigeren Frequenzen zustande kommt. Da die niedrigeren Frequenzen in weiter außen gelegenen Sonnenschichten als die höheren Frequenzen erzeugt werden, so bedeutet dies, daß die Störquelle in der Sonne, die zum UKW-Ausbruch Anlaß gibt, sich von innen nach außen zum Sonnenrand hin verschiebt. Diese Verschiebung vollzieht sich mit Geschwindigkeiten in der Größenordnung 1000 km/s. Diese Geschwindigkeit ist andererseits von gleicher Größenordnung wie die der von der Sonne ausgehenden Korpuskularstrahlen, die (in die Erdatmosphäre vordringend) zu Nordlichtern und erdmagnetischen Stürmen Anlaß geben. Dieser Befund deutet darauf hin, daß die solaren UKW-Ausbrüche durch Korpuskularstrahlen erregt werden.

Gelegentlich wurde beobachtet, daß wenige Stunden nach Auftreten eines intensiven UKW-Ausbruchs die Intensität der kosmischen Teilchenstrahlung (Ultrastrahlung) auf der Erdoberfläche einen Anstieg verzeichnete. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Quellen intensiver Ultrakurzwellenstrahlung auf der Sonne gleichzeitig auch Quellen solarer Ultrastrahlung sind. Dieser Zusammenhang zwischen Ultrastrahlung und UKW-Emission ist im Hinblick auf die Frage nach der Herkunft der kosmischen Ultrastrahlung von äußerstem Interesse. Die jüngsten Beobachtungen sprechen dafür, daß entsprechende Vorgänge wie bei der Sonne auch für gewisse Sterne (Supernova) bestehen, die intensive „Radiosterne“ darstellen.

**Spektroskope der solaren Strahlung**

Einen aufschlußreichen Einblick in den Mechanismus der Strahlungsausbrüche und anderer mit Sonnenaktivität zusammenhängender Strahlungsvorgänge erhält man durch gleichzeitiges Messen der Intensität innerhalb eines breiten Frequenzbereiches. Dieser Zweig der solaren Radioforschung ist besonders von australischen Radioastronomen entwickelt worden. Bei dem ersten von der australischen Gruppe 1949 gebauten UKW-Spektrografen wurden die Frequenzen 70...130 MHz jeweils in 1/5 s abgetastet, beim neuesten Gerät erfolgt dies für den Frequenzbereich 40 bis 240 MHz in einer halben Sekunde. Spektren einiger typischer eruptiver UKW-Strahlungsvorgänge sind in den Abb. 7 bis 9 veranschaulicht.

Der „isolierte Strahlungsstoß“ in Abb. 7 dauert etwa 10 s. Sein Spektrum hat eine Breite von etwa 20 MHz, und die Frequenz maximaler Intensität verschiebt sich bemerkenswerterweise nach kleineren Frequenzen (um etwa 15 MHz/s).

Abb. 8 zeigt das Spektrum eines sogenannten „Schwarmstoßes“, wie sie zuzeiten durch Sonnenflecken gesteigerter Radioemission zu Hunderten an einem Tag auftreten können. Der kontinuierliche (thermische) Hintergrund des Spektrums erscheint verstärkt und zirkular polarisiert. Der Schwarmstoß ist durch ein schmales Spektrum von nur wenigen Megahertz Breite und durch eine Dauer von nur wenigen Sekunden gekennzeichnet. Die Frequenz maximaler Intensität zeigt im allgemeinen keine systematische Verschiebung, ist jedoch bei den einzelnen Stößen sehr verschieden, da diese im gesamten untersuchten Spektralbereich auftreten.

Die Spektren der „Strahlungsausbrüche“ (Abb. 9) weisen eine sehr verwickelte Struktur auf. Bemerkenswert ist die verhältnismäßig scharfe langwellige Grenze des Spektrums, die sich um 1/4 MHz/s nach kleineren Frequenzen verlagert, wie es auch schon in

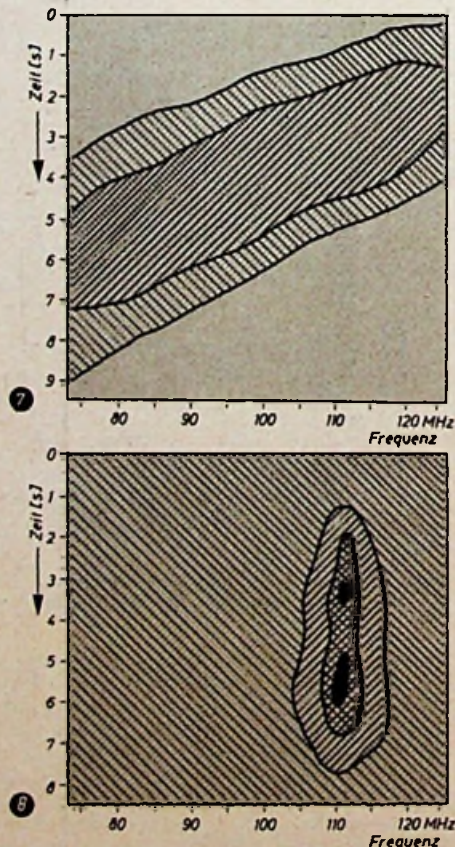


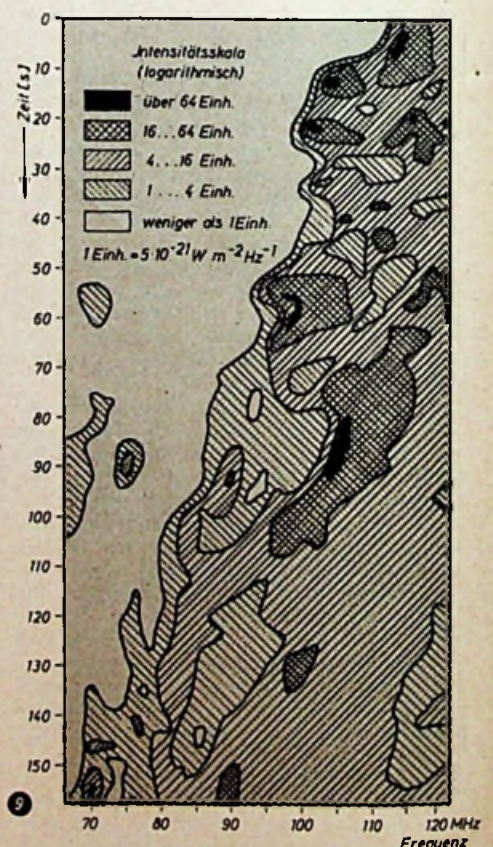
Abb. 7. Radiospektrum eines isolierten Strahlungsstoßes (nach J. P. Wild und L. L. McCready).  
Abb. 8. Radiospektrum eines Schwarmstoßes. Abb. 9. Radiospektrum eines Strahlungsausbruchs

den Kurven der Abb. 6 zum Ausdruck kam. Neuere Untersuchungen haben auch Oberwellen im Spektrum von Strahlungsausbrüchen erkennen lassen.

**Der Mechanismus solarer Ultrakurzwellen**

Während sich die ungestörte Sonnenstrahlung und die kurzwellige Fleckenkomponente zufriedenstellend als Temperaturstrahlung erklären lassen, ist eine Erklärung der großen Intensität der auf Meterwellen zu beobachtenden Rauschstürme und Ausbrüche viel schwieriger. Die hohe Intensität dieser Strahlung, die Äquivalenttemperaturen von der Größe 10<sup>10</sup> °K bis 10<sup>15</sup> °K entspricht, kann kaum thermischen Ursprunges sein, worauf auch die schnellen Fluktuationen der Strahlungsintensität hinweisen. Einige Forscher haben die Vorstellung entwickelt, daß unter dem Einfluß des veränderlichen Magnetfeldes von Sonnenflecken die Elektronen in der Sonnenatmosphäre ähnlich wie im Betatron beschleunigt werden und auf diese Weise eine energiereichere Emission hervorbringen. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, daß ein deraartiger Mechanismus, falls er überhaupt in der Sonnenatmosphäre auftritt, nicht die erforderliche Energie erzeugen kann. Begründeter ist die Vorstellung, daß in der Sonnenatmosphäre die freien Elektronen bzw. Protonen in größeren Gruppen vereint kohärent strahlen, ähnlich wie es bei den elektromagnetischen Sendern der Funktechnik der Fall ist, bei denen die große ausgestrahlte Leistung kein Zeichen für eine hohe Temperatur der Antenne, sondern für die kohärenten Schwingungen vieler Elektronen in dieser ist. Wenn auch der Mechanismus der kohärenten Sonnenstrahlung im einzelnen nicht geklärt ist, so geht man aber kaum sehr fehl in der Annahme, daß ähnlich wie in gewissen Laufzeitröhren für kürzeste Wellen „Raumladungswellen“ bzw. „Plasmaschwingungen“ in der Sonnenatmosphäre wirksam sind, die zur Verstärkung ultrakurzer Rauschstrahlung Anlaß geben.

(Schluß auf Seite 454)



# Zusatzgerät für Schmalband-Frequenzdemodulation

Um Fernseh- und Rundfunkstörungen zu vermeiden, gehen Sendeamateure mehr und mehr zur Verwendung von Schmalband-Frequenzmodulation (NFM) über. In Empfängern ohne besondere NFM-Modulatoren muß bei der Abstimmung auf frequenzmodulierte Sender auf „Flanke“ eingestellt werden. Erfahrungsgemäß bereitet aber die Erkennung von FM-Amateursendern oft Schwierigkeiten, weil meistens beim Empfang mit dem S-Meter auf Trägermitte eingestellt wird, wobei dann natürlich keine Modulation zu hören ist. Ferner werden frequenzmodulierte Sender mit schwachem Träger bei Flankendemodulation leicht überhört. Wünschenswert ist deshalb ein aus handelsüblichen Teilen bestehendes Demodulations-Zusatzgerät für NFM, das ohne

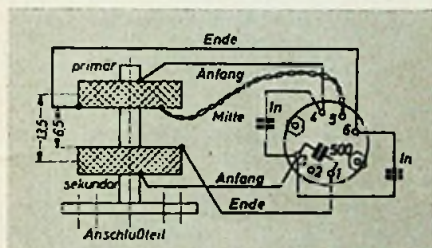
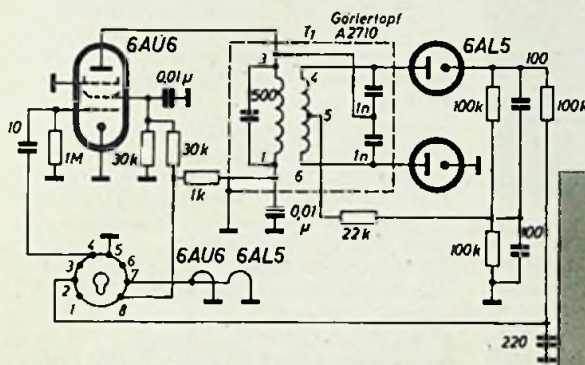
Als Chassis des Mustergerätes wurde ein vorhandener kleiner Alukasten verwendet. Aus den Fotos und Skizzen sind Anordnung und Verdrahtung der wichtigsten Teile zu erkennen. Eine Lötbleiste dient zur Aufnahme der Bauteile des Diodenteils und der Leitungen zum Verbindungssockel (Röhrenfuß einer beschädigten Oktalröhre). Der Gitterkondensator wird vom Anschlußteil direkt zum Stützpunkt geführt, ebenso die NF-führende Leitung 2.

### Abgleich

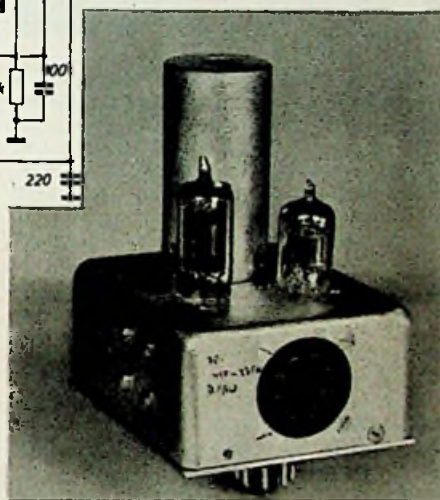
Das Gerät ist in dem vorhandenen Empfänger einzusetzen und mit allen Spannungen zu versehen. An der Buchse 2 wird ein hochohmiges Gleichspannungsvoltmeter angeschlossen. Zunächst ist der

Schaltung des Zusatzgerätes für Schmalband-Frequenzdemodulation

Unten: Aufbau des Mustergerätes in einem alten Alukästchen. Der Anschluß des Gerätes erfolgt über den eingesetzten Röhrenfuß



Schaltung und Aufbau des Demodulationsstrafos T<sub>1</sub>



Änderung nachträglich in jeden Empfänger eingebaut werden kann und den AM-Demodulator ersetzt. Die Schaltung des vom Verfasser erprobten Gerätes besteht aus einer Begrenzerstufe mit der Röhre 6 AU 6 (EF 94) und einem Gitterkontakt-Detektor mit der Röhre 6 AL 5 (EB 91). Die Wirkungsweise dieser Gleichrichterschaltung wurde z. B. in der FUNK-TECHNIK [1] erläutert. An ihrer Stelle kann grundsätzlich auch jede andere geeignete Schaltung verwendet werden. (Ein ähnliches, für AM und FM umschaltbares Zusatzgerät beschrieb u. a. bereits OM Eichholz DL 7 BM [2].) Die ZF-Spannung des vorhandenen Empfängers kommt zum Gitter der 6 AU 6, durch deren gute Begrenzerwirkung eine nahezu konstante Wechselspannung dem Demodulationstrafo T<sub>1</sub> zugeführt wird. Die nach Demodulation erhaltene Niederfrequenzspannung wird über ein Entzerrglied (100 kΩ, 220 pF) abgenommen.

### Aufbau

Zum Aufbau des Gerätes lassen sich handelsübliche Teile benutzen. Für den Selbstbau des Demodulationstrafo T<sub>1</sub> sind die Daten der Tab. I wichtig.

Sekundärkreis stark zu verstimmen, und zwar am einfachsten durch Herausdrehen des Eisenkernes (mit Schraubenzieher durch das obere Loch des Abschirmbechers). Hierauf erhält der Empfänger entweder von einem Prüfgenerator oder einem stark einfallenden Sender eine Signalspannung. Der Primärkreis des Trafos T<sub>1</sub> wird jetzt mit Schraubenzieher (durch die Löcher der Bodenplatte und des Kästchens hindurch) auf maximalen Ausschlag am Indikator abgestimmt. Dann ist der Sekundärkreis durch langsames Einschrauben des oberen Kerns vorsichtig auf Resonanz zu bringen. Dabei muß die angezeigte Gleichspannung kontinuierlich auf den Wert Null zurückgehen. Zur Kontrolle werden die Anschlüsse des Gleichspannungsmessers vertauscht und der Eisenkern um eine halbe Umdrehung weiter hereingedreht; die Gleichspannung muß jetzt mit umgekehrtem Vorzeichen auftreten. Ein Meßinstrument mit Mitten-Ruhelage zeigt die richtige Abstimmung des Sekundärkreises dadurch an, daß der Zeiger in seiner Ruhelage verharrt; beim Heraus- oder Hineindreihen des Eisenkernes steigt die Amplitude an, und der Zeiger schlägt aus.

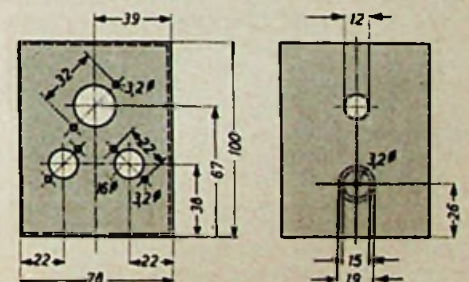
Tab. I. Daten des Trafos T<sub>1</sub>

	primär	sekundär
Filterbecher: Görler-Bandfilter-Aufbau „A 2710“, 35 mm Ø		
Wickelkörper: 2 Görler-Kammerkörper „2630“ mit Fe-Kern; 3 Trennwände entfernen, Zylinder rund schleifen Resonanzfrequenz f = 468 kHz		
Parallelkondensatoren (Kunststoff-Folie)	500 pF ± 2,5 %	2 × 1 nF ± 2,5 %
Nenninduktivität (im eingeb. Zustand)	240 µH	2 × 91,5 µH
Wirkwiderstand ohne Abschirmtopf mit Abschirmtopf	50 kΩ 40 kΩ	Je 4,6 kΩ
Blindwiderstand	0,7 kΩ	Je 0,27 kΩ
Güte im eingeb. Zustand	72 57	Je 17
ohmsche Widerstände		
Anschluß 1-3	7,4 kΩ	3,9 Ω
Anschluß 4-5		3,65 Ω
Anschluß 5-6		
Windungszahl	117 Wdg.	84 + 77 Wdg.
Wickelbreite	6,5 mm	insges. 6,5 mm
Draht	3 × 0,07 CuL	
Wickelart	Kreuzwickel	

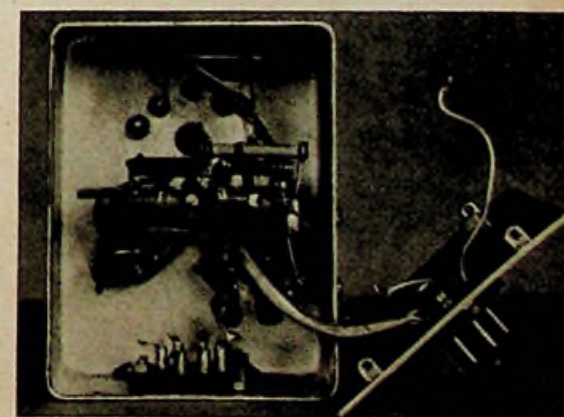
Die Diskriminatorkurve des Gerätes ist bis zu einem Frequenzhub von ± 10 kHz linear. Damit ist in der Praxis jeder NFM-Sender aufnehmbar. Die einzustellende Bandbreite des Empfängers richtet sich nach dem senderseitig benutzten Hub.

### Schrifttum

- [1] C. Möller, „FM-Demulatoren“, FUNK-TECHNIK, Bd. 4 [1949], H. 11, S. 320
- [2] H. Eichholz, „Umschaltbares Detektorfilter für AM und Schmalband-FM“ FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 22, S. 624.

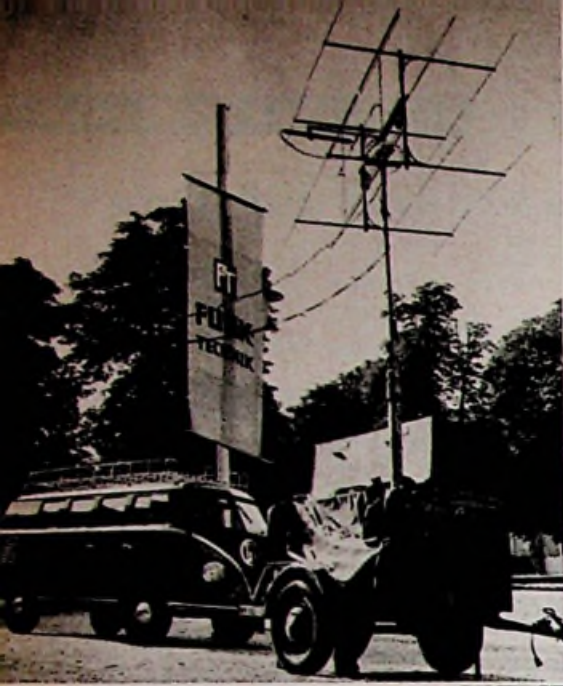


Maße und Bohrungen der Oberseite (links) und der Grundplatte des Gerätekästchens (rechts)



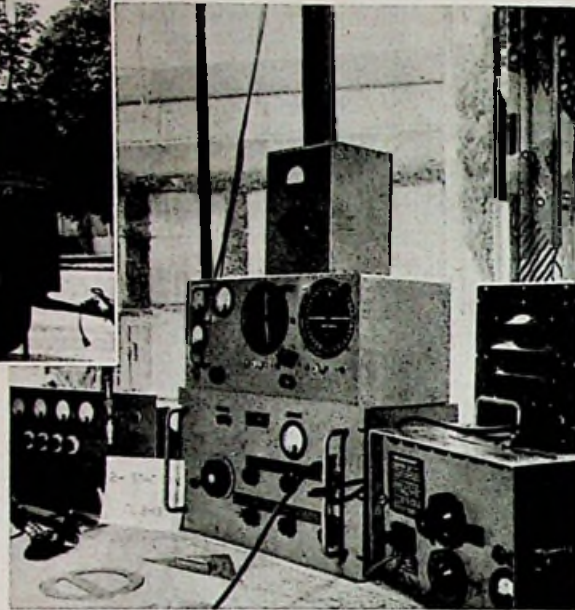
Blick in das geöffnete Gerät

# 30 Jahre Amateurtechnik



Die 2-m-Station von DL 3 HG. Der oben zu erkennende 16-Element-2-Etagen-Yagi ist mit einem umgebauten Radiokompaß drehbar. Anhänger und Notstromaggregat vervollständigen diese restlos „mobile“ UKW-Amateurstation

Aufnahmen: C. Stumpf



Mit einem Rekord von fast 200 ausgestellten Geräten vermittelte die diesjährige Amateurtagung, die am 10. und 11. Juli in München stattfand, ein eindrucksvolles Bild von der heutigen Amateurr Praxis. Als Veranstalter dieses Jubiläumstreffens der KW-Amateure zeichnete der DARC-Distrikt Bayern-Süd, OV-München, verantwortlich, und man kann OM Schleifenbaum DL 1 YA die glänzende Organisation der dadurch elegant abgelaufenen Tagung nur bestätigen. Schon die Wahl der kleinen Kongreßhalle im Münchener Ausstellungspark, die eine straffe Zusammenfassung von Vortragssaal, Ausstellung und Restauration ermöglichte, sorgte für eine fast familiäre Atmosphäre, in der auch die festlichen Veranstaltungen (u. a. eine funktechnisch ausgerichtete Quizsendung des Bayerischen Rundfunks) begeistert aufgenommen wurden. Die Veranstalter haben es in Zusammenarbeit mit der Industrie vorzüglich verstanden, diesem Jubiläumstreffen der KW-Amateure, das unter dem Motto „30 Jahre Amateurfunk“ stand, das richtige Gepräge zu geben. Aus der kleinen Auswahl der hier gezeigten Fotos kann wohl auch der Leser einen Eindruck von der gewaltigen Entwicklung bekommen, die die Amateurtechnik dieser Zeit durchgemacht hat. Die Jubiläumstagung zog natürlich mehr

als frühere Tagungen auch eine größere Besucherzahl aus dem Ausland an. Neben zum Teil offiziellen Vertretern aus elf Ländern wurde besonders OM Gibert F 8 DW begrüßt, der als offizieller Vertreter der französischen Amateurvereinigung REF Wünsche für eine enge deutsch-französische Zusammenarbeit aussprach und als Zeichen der Verbundenheit bei der Abschlußveranstaltung den Wimpel der REF überreichte. OM Rath OE 3 RE konnte erstmalig nach langer Zeit wieder als offizieller Vertreter der nun endlich neu lizenzierten österreichischen Amateure an einer internationalen Amateurtagung teilnehmen. Während die Tagungen der vergangenen Jahre in erster Linie die Amateure zusammenführten, um Gedankenaustausch



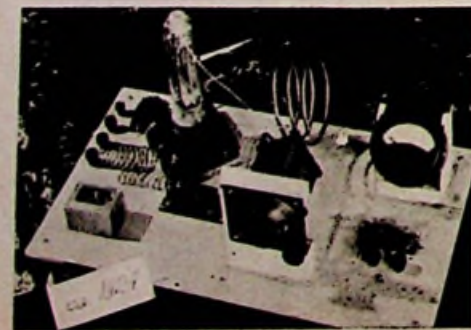
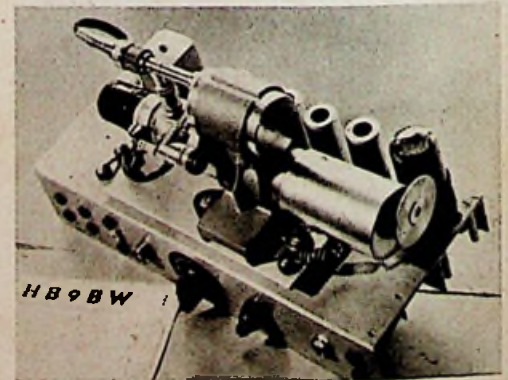
Die typische Bretttschaltung (links) der meistens selbsterregten Amateursender früherer Jahre. Später (oben) ging man schon oft auf die Chassisbauweise über, wie dieser zweistufige quartzgesteuerte Sender etwa aus dem Jahre 1934 zeigt. Welch enorm schnelle Entwicklung auch die Amateurtechnik durchgemacht hat, läßt sich an dem rechten Foto erkennen, das einen Dezimeter-Superhet für 2400 MHz von HB 9 BW zeigt

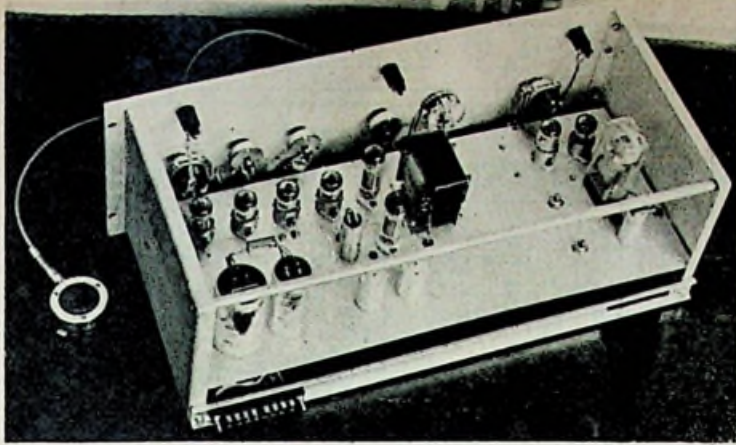
und Geselligkeit zu pflegen sowie sich über den neuesten Stand der Technik zu informieren, brachte die diesjährige Jubiläumstagung auch in der Ausstellung eine Überfülle von Geräten. Fast alle Apparate, von denen der Amateur liest oder hört, konnten während der Münchener Tagung besichtigt werden. Mancher norddeutsche Amateur bestaunte z. B. überrascht die Vielzahl der Industriegeräte aus ehemaligen kommerziellen Beständen, die im süddeutschen Raum auch heute noch verfügbar sind. Nicht nur die älteren Geräte erregten begreifliches Interesse, sondern unter den neueren z. B. eine vollzählige Kollektion der nun auch in Deutschland lieferbaren Heathkit-Meßgeräte (Vertrieb H. Iwanski, Vienenburg/Harz); der Interessierte konnte sich von der einwandfreien Funktion dieser aus vorgefertigten Teilen selbst zusammenzubauenden Meßeinrichtungen überzeugen.

Auf den Ständen der beiden Firmen Philips und Telefunken durften sich die Amateure nicht nur mit ausführlichen Unterlagen und Betriebshinweisen für die moderne Röhrentypen versehen, sondern wurden auch darüber belehrt, daß die Industrie keineswegs amateurefeindlich eingestellt ist. Natürlich sind Einzelaufträge schon versandttechnisch selten von einer Großfirma erfüllbar, jedoch würde ein Auftrag über 20... 40 Stück kaum Schwierigkeiten machen. Die Amateure könnten also sehr viel leichter an modernes Industriematerial herankommen, wenn man sich zu Sammelbestellungen, evtl. innerhalb der OV's oder Bezirke, zusammenfindet. Dies ein Argument mehr zugunsten einer DARC-eigenen Warenabteilung.

Spezielle Entwicklungen, die auch für den selbstbauenden Amateur interessant sind, waren nicht nur bei Telefunken mit dem neuen Einknopf-Normalantrieb 1:1/1:16/1:32 und dem vorgefertigten und abgeglichenen Quarzfilter zu sehen, sondern auch das Labor Schütze, Gräfelfing/Obb., hatte neben dem Bauzeinsender eine große Anzahl von Spezialmaterial und mehrere Typen einer neuen für den Amateur geeigneten Linearskala ausgestellt.

Großes Interesse erweckten die beiden Tagungsstationen DL Ø BS, mit denen Grüße an Amateure in ganz Europa ausgetauscht wurden. Während die 80-m-





Ein 13-Röhren-Doppelsuper von DL 9 VW erhielt den ersten Preis, und ein 8-Röhren-NF-Verstärker von DJ 1 NK wurde mit dem 4. Wettbewerbspreis ausgezeichnet

Station mit Gelo-So-Geräten<sup>1)</sup> arbeitete, konnte man bei der 15-m-Anlage den 100-W-Allbandsender von OM Hoshke DL 1 AU im Betrieb besichtigen. Diese zweite Station befand sich im ersten Stock des Ausstellungsteiles; dort hatte der rührige Münchener OV nicht nur eine besondere Beratungsstelle eingerichtet, sondern auch viel Informationsmaterial der Vergangenheit und Gegenwart zusammengetragen. Nach einer grafischen Darstellung wuchs die Zahl der registrierten Amateurstationen in der ganzen Welt während der vergangenen 30 Jahre auf mehr als das Fünffache (1924 = 28 000, 1934 = 60 000, 1944 = 75 000, 1954 = 160 000). Das Gedränge auf den Amateurbändern und die, gegenüber früher, ungleich härteren Betriebsanforderungen sind dadurch zu erklären. Besonders Interesse erweckte neben einigen älteren Sendern der Brettbauweise auch eine Zusammenstellung von

1) FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 8, S. 213.



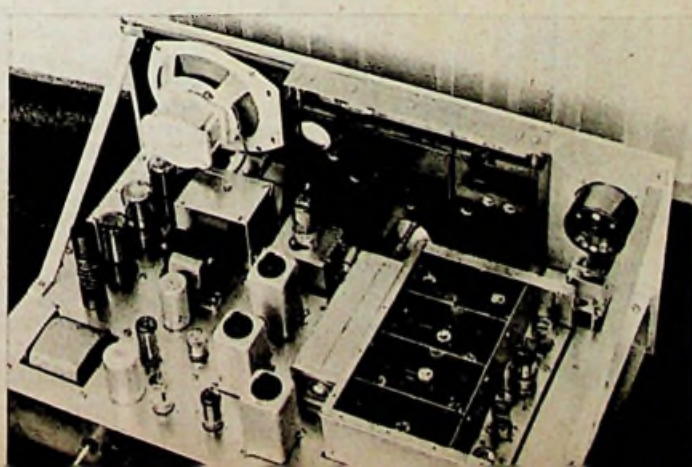
Daß auch zahlreiche Peilgeräte für Fuchsjagden auf dem Gerätewettbewerb zu sehen waren, versteht sich von selbst. Den 6. Preis erhielt diese interessante Konstruktion mit einem Gradpeiler von Engelmann, Radio-Club, München

über 100 Radiopublikationen aus aller Welt. Da sich hierunter auch viele ältere deutsche Fachzeitschriften befanden, ergaben sich z. B. häufig Diskussionen über die Gestaltung des DL-QTC's, wie ja überhaupt die Versorgung mit Arbeitsunterlagen und Informationsmaterial ein Hauptanliegen aller Amateure auf der ganzen Welt darstellt.

Die jüngsten Amateurgemeinden dürften zweifellos die verschiedenen Klubs sein, die sich in Holland, Belgien, USA und vor allem in Großbritannien mit dem Amateurfernsehen beschäftigen. Der an die RSGB angeschlossene *Britische Amateur-Television-Club (BATC)* hat bereits seine eigene Zeitschrift *CQ-TV*. Selbstverständlich ist für diese Sportart die postalische Fernszenlizenz erforderlich, die jedoch keine Morsekenntnisse verlangt und auf dem 70-cm-Band sowie höheren Frequenzen zu arbeiten gestattet.

Ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die Möglichkeiten, die das 70-cm-Band bietet, konnten die Besucher der Münchener Tagung bei dem Vortrag von OM Schweizer DL 3 TO erleben, der seinen Bericht über „Konstruktionsfragen bei Sende- und Empfangsgeräten für das 2-m- und 70-cm-Amateurband“ mit Unterstützung durch eine drahtlose Redneranlage gab. Es war wohl für jedermann überraschend, wie die Stimme des Vortragenden trotz ständigen Hin- und Herbewegens auf dem Podium stets gleichbleibend laut und klar zu verstehen war. (Die FUNK-TECHNIK wird eine Beschreibung dieser Anlage veröffentlichen.) Ein Vortrag von Dipl.-Ing. R. Schiffel (Telefunken, Ulm) über „30 Jahre Entwicklung der Elektronenröhren“ und die anschließende Diskussion über Antennenfragen, geleitet von OM Korn DL 7 AG, schlossen den Rahmen dieser Jubiläumstagung 1954. In der Abschlußveranstaltung, die im Rahmen eines bunten Abends mit kabarettistischen Darbietungen und „OM-Waldheini“ (vorgetragen durch DL 7 AG) stattfand, wurden neben Wettbewerbsergebnissen noch eine Reihe interessanter Zahlen genannt. Während sich rd. 700 Amateure z. T. mit Familien angemeldet hatten, konnten etwa 1600 Besucher der Ausstellung gezählt werden.

Eine fast kommerzielle Bauweise zeigen diese beiden im Geräte-wettbewerb ausgezeichneten Baumuster



## Von Sendern und Frequenzen

### Kanalbezeichnungen für UKW-Sender

Wie aus Hörerbefragungen des Süddeutschen Rundfunks hervorgeht, bereitet verschiedenen Hörern das Auffinden der UKW-Sender auf der Skala zu große Schwierigkeiten. Der Süddeutsche Rundfunk gibt daher neuerdings in seinen Ansagen und Programmen auch die Kanalziffern für seine zwölf UKW-Sender an.

### 850-kW-Sender in Arnswalde

In der DDR soll in Arnswalde/Ostpommern in Kürze ein 850-kW-Sender in Betrieb genommen werden. Dieser Sender wird hauptsächlich leichte Musik ausstrahlen.

### Funkmeßwagen für die „Schwarzseher“-Jagd

Nach Feststellungen werden z. Z. in Westdeutschland etwa doppelt so viel Fernsehempfänger betrieben als offiziell angemeldet sind. Man schätzt die tatsächliche Teilnehmerzahl auf rund 70 000. Der monatliche Gebührenaussfall, der durch die „Schwarzseher“ entsteht, wird auf etwa 190 000 DM veranschlagt. Zur Ermittlung der illegalen Fernsehteilnehmer bestellte die Post jetzt zwanzig mit Funkmeßgeräten ausgerüstete Fahrzeuge.

### Neue „Eurovision“-Sendungen ab September

Als Ergebnis zweier internationaler Fernsehübertragungen in Italien und Frankreich ist beabsichtigt, zwischen Ende September und Anfang Januar versuchsweise eine Reihe weiterer Fernsehübertragungen auszutauschen. Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Frankreich, Italien, Holland und die Schweiz werden beteiligt sein. Die Programmplanung sieht Sendungen für die benachbarten Länder vor und solche, die auf das gesamte europäische Sendernetz übertragen werden.

Um die Qualität der internationalen Fernsehübertragungen zu verbessern, ist beabsichtigt, die Verbindungsstrecken Belgien—Holland, Köln—Holland und die in eine Dezimeterwellen-Strecke umzuwandelnde UKW-Richtfunkverbindung Hornisgrünbe—Chasseral beschleunigt auszubauen.

### Dänisches Fernsehsendernetz

Voraussichtlich Ende 1955 wird Dänemark über drei neue Fernsehender in Kopenhagen, Odense (Fünen) und Aarhus (Jütland) verfügen. In einem zweiten Bauabschnitt werden weitere Fernsehender in Skive (Jütland), Næstved (Seeland), auf Fünen und in Nordschleswig errichtet werden. Dieses Fernsehsendernetz gestattet eine nahezu hundertprozentige Versorgung des Landes. Man rechnet in Dänemark maximal mit rund 335 000 Fernsehteilnehmern.

### Fernsehen in Marokko

Der in Marokko befindliche Fernsehender überträgt gegenwärtig Versuchsübertragungen mit 819 Zeilen und befindet sich in Casablanca. Es ist beabsichtigt, eine Fernseh-Relaisstrecke über Tanger, Sevilla und Madrid nach Paris zu führen und später Fernsehübertragungen aus Paris zu übertragen.

### Industriereportagen im Fernsehen

Mit einer neuen Sendereihe „Industriereportagen“ beginnt das NWDR-Fernsehen am 2. September. Bei der ersten Sendung, die den Titel „Der endlose Faden“ trägt, besucht ein Übertragungswagen des NWDR-Fernsehens ein großes Industriewerk in Dormagen (zwischen Köln und Düsseldorf), um einen Einblick in die Produktion synthetischer Textil-Rohstoffe zu geben.

### Schweizerisches UKW-Sendernetz

Trotz relativ günstiger Sendefrequenzen der schweizerischen Landessender haben mehr als 10 % der Hörer mangelhaften MW-Empfang. Man beabsichtigt daher, zwölf UKW-Sender zu errichten und das vorhandene Drahtfunknetz weiterhin auszubauen.

# 150-kHz-Zähldekade mit 4 Doppeltrioden und dekadischer Anzeige

Die Verwendung von Doppeltrioden in Eccles-Jordan-Schaltung zum Aufbau von Zähldekaden ist bekannt<sup>1)</sup>. Normalerweise benutzt man hierbei zur Anzeige vier Glühlampen, die mit den Ziffern 1, 2, 4, 8 versehen sind, so daß die Summe der aufleuchtenden Ziffern den Stand des Zählwerks angibt. Die im folgenden beschriebene Schaltung nach Abb. 1 enthält dagegen zehn Glühlampen mit den Ziffern 0...9, so daß eine direkt dekadische Anzeige möglich ist. Die Flip-flop-Stufen 1, 2 und 3 sind in üblicher Weise miteinander gekoppelt, während das Gitter des linken Systems der letzten Stufe mit der rechten Anode von Stufe 3 und das rechte Gitter von Stufe 4 mit der rechten Anode von Stufe 2 verbunden sind. Ferner ist noch eine Rückkopplungsleitung vorgesehen, die die linke Anode von Stufe 4 mit dem linken Gitter von Stufe 3 und dem rechten Gitter von Stufe 2 verbindet.

Die Kombinationen  $C_1$  und  $R_4$  dienen als Differenzierglieder. Falls eine plötzliche negative Spannungsänderung an  $C_1$  auftritt, so entsteht ein negativer Spannungsimpuls an den Gittern der Doppeltrioden, der das Kippen in den anderen stabilen Zustand bewirkt. Der Ablauf des Zählvorgangs kann an Hand der Abbildungen 2 und 3 verfolgt werden. Abb. 2 zeigt die Kopplung der vier Stufen in vereinfachter Form und Abb. 3 schematisch den Zustand der Zähldekade nach 0...10 Eingangsimpulsen; die schraffierten Hälften der Röhrensymbole stellen jeweils leitende Systeme dar. Im Anfangszustand sind alle linken Systeme gesperrt und alle rechten leitend. Dies kann durch kurzzeitiges Öffnen

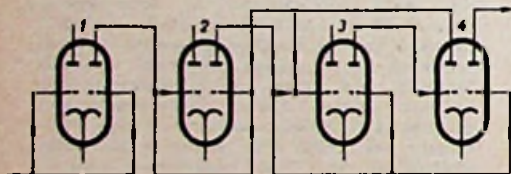


Abb. 2. Vereinfachte Darstellung der Kopplung

Abb. 3. Zustand nach 0...10 Eingangsimpulsen

des Schalters  $S$  bewirkt werden, wodurch vorübergehend ein Spannungsabfall von rund 20 V an  $R_7$  auftritt. Die ersten drei Eingangsimpulse werden von der Zähldekade aufgenommen, so daß nach dem dritten Impuls die linken Systeme von Röhre 1 und 2 leitend und von Röhre 3 und 4 gesperrt sind. Der vierte Impuls macht das rechte System von Röhre 1 und Röhre 2 leitend. Durch den an der rechten Anode von Röhre 2 auftretenden negativen Impuls werden die rechten Systeme der Röhren 3 und 4 gesperrt. Hierdurch entsteht an der linken Anode von Röhre 4 ein negativer Impuls, der über die oben erwähnte Rückkopplungsleitung das Kippen der Röhren 2 und 3 veranlaßt. Durch den vierten Eingangsimpuls wird also letzten Endes nur Röhre 1 und Röhre 4 gekippt. Vom 5. Eingangsimpuls ab verläuft der Zählvorgang wie-

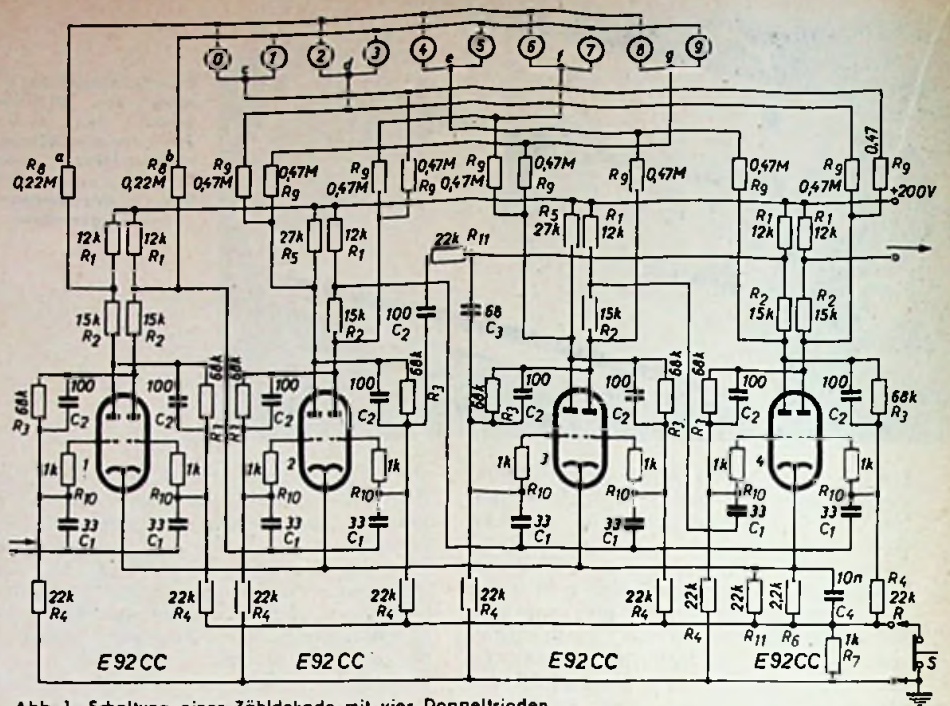


Abb. 1. Schaltung einer Zähldekade mit vier Doppeltrioden

der normal, bis nach dem 10. Impuls der ursprüngliche Zustand der Doppeltrioden wiederhergestellt ist.

Die zehn Glühlampen sind über ein Netzwerk von Widerständen so mit den Anoden der vier Doppeltrioden verbunden, daß jeweils nur eine Lampe in jeder der zehn Zählpositionen brennen kann. Offenbar ist das linke System der Röhre 1 bei allen geraden Zahlen gesperrt, während das rechte System bei allen ungeraden Zahlen stromlos ist. Sämtliche Glühlampen mit geradzahlgigen Ziffern sind daher einpolig mit der linken Anode der Röhre 1 verbunden (Leitung a), während die Glühlampen mit ungeraden Ziffern über Leitung b mit der rechten Anode verbunden sind. Die anderen Pole von jeweils zwei benachbarten Glühlampen mit gerader und ungerader Ziffer sind zu 5 Gruppen c, d, e, f, g zusammengefaßt und mit jeweils zwei Anoden der restlichen Doppeltrioden verbunden. Die Glühlampe 3 wird z. B. also dann aufleuchten, wenn die Leitung b ein hohes und der Punkt d ein niedriges Potential hat. Dies ist nur der Fall, wenn das linke System von Röhre 1 und Röhre 2 sowie das rechte System von Röhre 4 leitend sind. Es würde zwar auch ein Aufleuchten von Glühlampe 3 erfolgen, wenn umgekehrt Leitung b ein niedriges und Punkt d ein hohes Potential annimmt; die

hierzu erforderliche Kombination stromführender Systeme tritt jedoch offenbar in dem Schema nach Abb. 3 nicht auf. Auch die erstgenannte Kombination, jedoch mit gekippter Röhre 3, die gleichfalls eine Doppeldeutigkeit der Anzeige hervorrufen würde, kommt in dem Schema nicht vor. Ähnliche Überlegungen gelten für die übrigen Glühlampen.

Das Gerät spricht auf negative Spannungsänderungen an den Eingangsklemmen in Höhe von mindestens 30 V an, falls die Anstiegszeit eine  $\mu s$  oder weniger ist. Auf positive Spannungsänderungen erfolgt keine Reaktion, sofern sie nicht zu hoch sind. Bei gleicher Anstiegszeit ist das Verhältnis der Amplituden von positiven zu negativen Spannungsänderungen, die gerade ein Ansprechen des Geräts bewirken, etwa 4 : 1. Wegen der kleinen Zeitkonstanten des Differenziergliedes  $C_1 R_4$  (etwa 0,7  $\mu s$ ) spricht die Zähldekade jedoch auf positive Impulse von rechteckiger Form an, deren Größe etwa 30 V oder mehr und deren Dauer mehr als 2  $\mu s$  ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Hinterkante des Impulses als negativer Impuls an den Gittern der ersten Doppeltriode wirksam wird.

Falls die Eingangsimpulse negativ sind und rechteckige Form haben, sollten sie mindestens 30 V und eine Dauer von nicht weniger als 2  $\mu s$  aufweisen, wobei die Mindestdauer etwa von der Amplitude abhängig ist. Die Zähldekade liefert an der rechten Anode der letzten Röhre nach dem 4. Eingangsimpuls einen positiven Impuls von etwa 40 V mit einer Anstiegszeit von rund 4  $\mu s$  und nach dem 10. Impuls einen negativen Ausgangsimpuls von etwa 40 V bei einer Anstiegszeit von ungefähr 1  $\mu s$ . Die Zähldekade kann somit ohne weiteres zur Aussteuerung einer nachfolgenden Dekade benutzt werden.

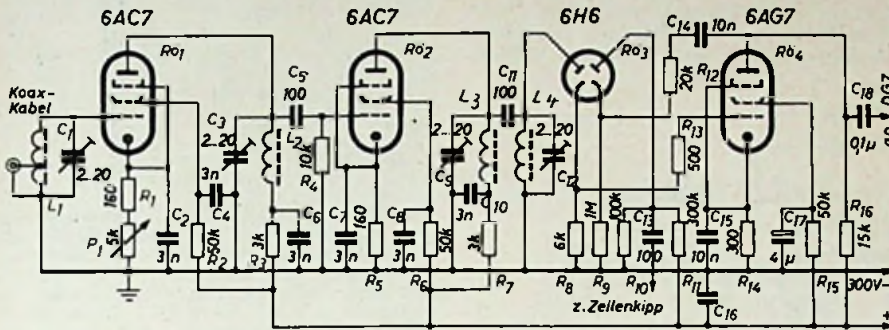
Die maximale Zählfrequenz liegt bei etwa 150 kHz. Die Dimensionierung der Widerstände wurde so gewählt, daß Schwierigkeiten durch stärkere Temperaturerhöhungen im Gerät auch bei sehr kompakter Bauweise nicht auftreten können. Schwankungen der Betriebsspannungen bis zu  $\pm 10\%$  sind zulässig. Die Anodenspannung der Röhren (Valvo E92 CC) in leitendem Zustand ist etwa 65 V, im gesperrten Zustand 150 V. Die Spannung an den Gittern nimmt dabei die Werte 35 V bzw. 16 V an, wobei die Katoden auf einem Potential von 35 V liegen. —nn.

(Nach R. v. Houten, „A 150 kc/s counter decade with four twintriodes“, Philips Electronic Application and Valve Reports.)

Zählerstand	1	2	3	4
0	●	○	○	○
1	○	●	○	○
2	○	○	●	○
3	○	○	○	●
4	○	○	○	○
5	○	○	○	○
6	○	○	○	○
7	○	○	○	○
8	○	○	○	○
9	○	○	○	○
10	○	○	○	○

<sup>1)</sup> R. Kretzmann, „Handbuch der Industriellen Elektronik“, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK, Berlin-Borsigwalde

# Achtröhren-Bildempfänger – praktisch aufgebaut



Schaltbild des HF-Teiles. Schirmgitterwiderstände  $R_2$  und  $R_6$  für die 6AC7 sind hier notwendig. Die Videoröhre 6AG7 wird mit der günstigeren Kotodenkompensation betrieben; dies läßt einen größeren Arbeitswiderstand  $R_{16}$  zu

Das beschriebene Gerät ist für den Empfang von Fernsehsendungen im Band I (41 ... 68 MHz) bestimmt. Es zeichnet sich durch eine besonders einfache Schaltung aus, die im wesentlichen mit einer bereits in der FUNK-TECHNIK [1] veröffentlichten Anordnung übereinstimmt. Geringfügige, z. T. materialbedingte Abweichungen sind in den Bildunterschriften erwähnt, so daß auf eine ausführliche Schaltungsbeschreibung hier verzichtet werden kann. Außer der Bildröhre ist dieser Empfänger mit acht Röhren bestückt; trotz der einfachen Schaltung war mit dem Gerät am Stadtrand Leipzigs ein einwandfreier Empfang der im Stadttinneren ausgestrahlten Sendungen möglich, obwohl die Empfangsantenne nur auf dem Dachboden eines drei Stockwerke hohen Hauses untergebracht war.

Das Mustergerät ist in seinen äußeren Maßen so klein wie möglich aufgebaut worden. Als Grundlage diente ein 2 mm starkes Alu-Chassis, das die DIN-A4-Maße (etwa Größe eines FUNK-TECHNIK-Heftes) nur wenig überschreitet. Die drei Baugruppen: HF-Teil, Bild- und Kippenteil sowie der Netzteil wurden auf getrennten Blechplatten montiert und dann mit dem 65 mm hohen Chassisrahmen verschraubt. Durch den Aufbau auf verschiedenen Blechplatten ist nicht nur ein leichtes Prüfen der Einzelaggregate, sondern auch eine bequeme Durchführung der Schaltarbeiten möglich. Die Röhren sind im Sinne der Schaltung angeordnet; das ist besonders für den HF-Teil wichtig. Deshalb sitzt die erste 6AC7 an der Rückseite des Chassis und die Videoröhre an der Vorderseite des Gestells. Die Anordnung der erforderlichen Abschirmwände geht aus den Skizzen hervor. Die Spulen, die je nach Schaltkapazität aus 3 ... 5 Wdg 1,5 mm Cu bestehen, werden auf Trolitulkörper von etwa 15 mm Durchmesser mit verstellbarem HF-Eisenkern gewickelt. Außerdem ist jeder Spule ein Tauchtrimmer mit einer Kapazität von rd. 25 pF zum Feinabgleich parallel geschaltet. Die Trimmer lassen sich von der linken Chassisseite aus bedienen. Der Kontrastregler befindet sich in unmittelbarer Nähe der ersten 6AC7 und braucht normalerweise nur selten bedient zu werden.

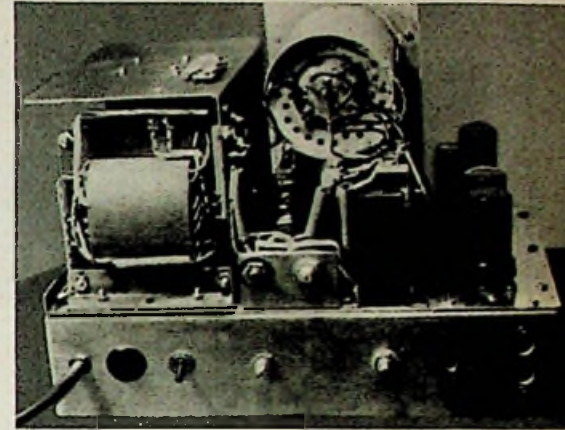
Der Aufbau der Kippgeräte ist aus der Schaltkizze ersichtlich. Die beiden Potentiometer für die Einstellung der Höhen- und Seitenverschiebung des Bildes sind gemeinsam an einem Winkel in der Nähe

des Sockels der KSR befestigt. Zur Halterung der Bildröhre ist ein abgeschirmter Zylinder für Katodenstrahlröhren vom Typ der LB1 gut geeignet, der auf der Innenseite mit mehreren Lagen Trafoblech ausgelegt ist. Das Abschirmrohr dieser Halterung wird vorn mit einem großen Winkel, der auch die Regler für Helligkeit und Schärfe trägt, verschraubt. Am hinteren Ende wird das Rohr im Mustergerät von einem Winkel gehalten, der am Sperrschwingertrafo angebracht ist. Die ursprüngliche Röhrenfassung dieses KSR-Halters ist durch einen 8poligen Topfsockel ersetzt worden, um die gleichfalls gut in den Zylinder passende DG7 aufzunehmen. Die Anschlußbahnen des Außenkontaktsockels der DG7 sind über Litzen an eine Lötösenleiste geführt, so daß die KSR zur Justierung bequem gedreht werden kann.

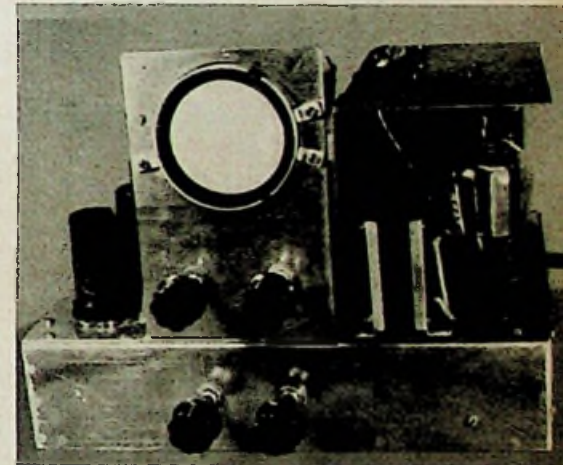
Unter dem Chassis des Kippgerätes liegen die Lade- und Siebkondensatoren für die Hochspannung. Der Ladekondensator ist isoliert zu befestigen. Eine U-förmige Abschirmung aus 1 mm starkem Eisenblech umschließt den oben auf dem Chassis aufgebauten Netzteil. Unter dieser Abschirmung befinden sich Netztrafo, Drossel, Gleichrichterröhre und auch der Kondensator  $C_{34}$ . Alle anderen zum Netzteil gehörigen Teile liegen unter dem Chassis.

Wie die Fotos zeigen, steht die Bildschirmitte nicht über der des Chassis. Wird das Gerät in einem Holzgehäuse untergebracht, so muß die Gehäusebreite größer als die Chassisbreite sein, um ein gefälliges Aussehen des fertigen Gerätes zu erreichen. Der dann über dem HF-Teil liegende freie Raum kann u. U. für den Einbau eines kleinen Lautsprechers und eines Tonteiles ausgenutzt werden. Beim Mustergerät wurde auch die Gehäusehöhe größer als die des Chassis gewählt, um für eine an der Frontplatte angebrachte Kondensatorlinse den notwendigen Abstand zu erhalten. Der Abstand des Kondensators vom Bildschirm ist so eingestellt, daß bei einer Betrachtung im Abstand von 1 m der Durchmesser des Kondensators voll ausgenutzt wird. Die dabei entstehenden Randverzerrungen sind unbedeutend. Die im Mustergerät eingebaute Linse hat einen Durchmesser von 100 mm und eine Brennweite von 130 mm.

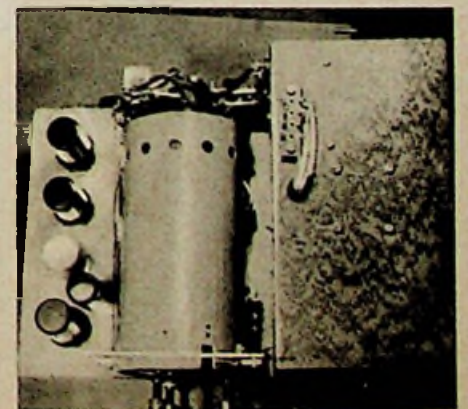
Als erstes sei bei einem evtl. Nachbau die Fertigstellung des Netz- und Kippanteiles mit der Bildröhre empfohlen. Beim Ausprobieren dieser beiden Aggregate



Vorderansicht des fertigen Bildempfängers. Unter dem Schirm der KSR sind die vier Betriebsregler für Helligkeit und Schärfe (oben) sowie für Bild und Zeile (unten) angebracht



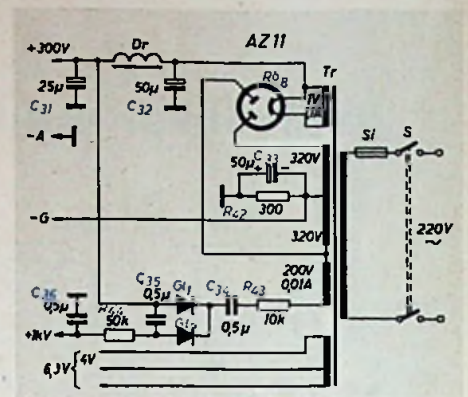
Der Bedienungsknopf an der Rückseite des Chassis gehört zum Kontrastregler. Die beiden mit Schraubenzieher einstellbaren Regler in der Mitte oberhalb des Chassisbodens bewirken die Rasterzentrierung. Man erkennt ferner im Abschirmzylinder der KSR den neu eingebauten Topfsockel für die DG7. Die Chassisaufricht unten zeigt links die Röhren des HF-Teiles, daneben die umgebaute Abschirmfassung der DG7 und rechts den Netzteil unter der Haube



muß die Anodenspannung von 300 V mit einem Widerstand (6 k $\Omega$ , 15 W) überbrückt werden, um an R<sub>48</sub> den richtigen Spannungsabfall für die Erzeugung der Gittervorspannung für die DG7 zu erhalten. Sonst könnte durch den starken Katodenstrahl ein Einbrennen des Schirmes der KSR eintreten. Arbeiten die Kippgeräte einwandfrei, so ist auf dem Bildschirm das Raster zu sehen. Steht dieses nicht in der Mitte des Schirmes und kann es auch durch Betätigen von

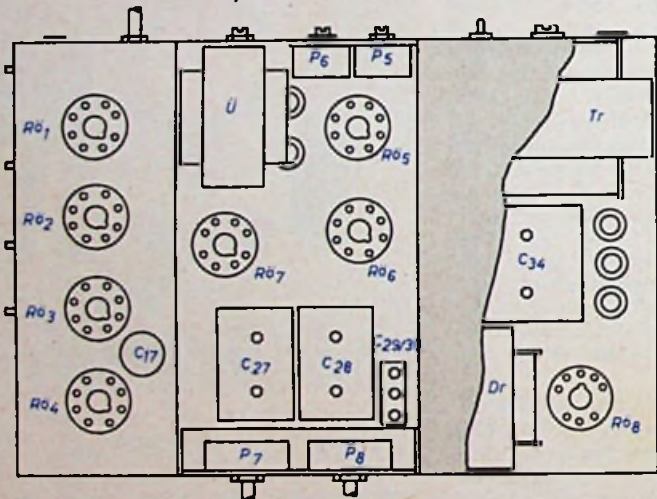
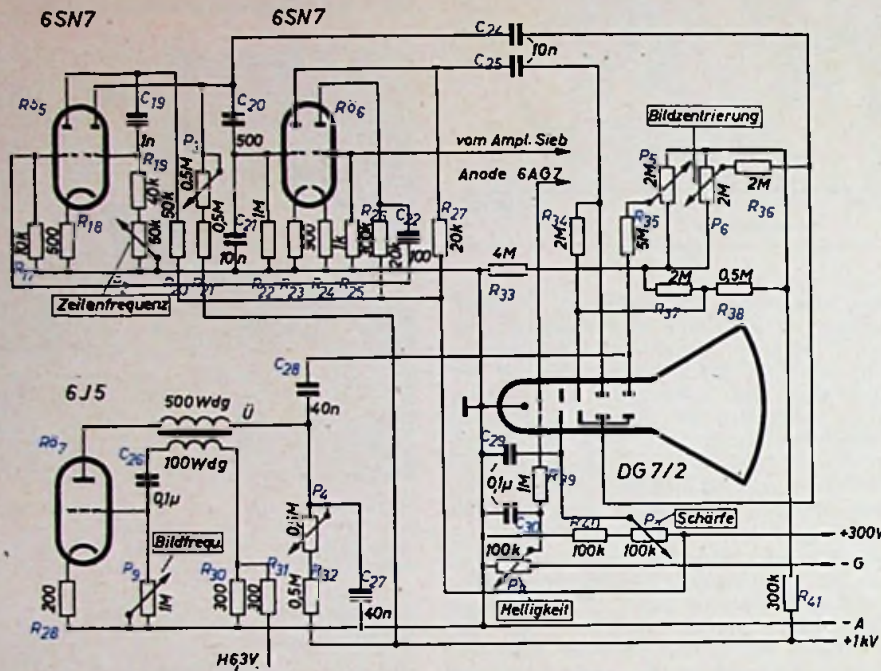
P<sub>3</sub> und P<sub>6</sub> nicht zentriert werden, so muß der Spannungsteiler R<sub>37</sub>, R<sub>38</sub> geändert werden.

Nachdem keine Mängel am Raster, d. h. am Kippteil, mehr festzustellen sind, kann der 6-k $\Omega$ -Belastungswiderstand abgelötet und der HF-Teil angeschlossen werden. Steht kein Meßsender zur Verfügung, mit dem die Abgleicharbeiten auf die erforderliche Durchlaßbreite von etwa 4 MHz (vom Bildträger ab gerechnet) ausgeführt werden können, so kann man behelfs-



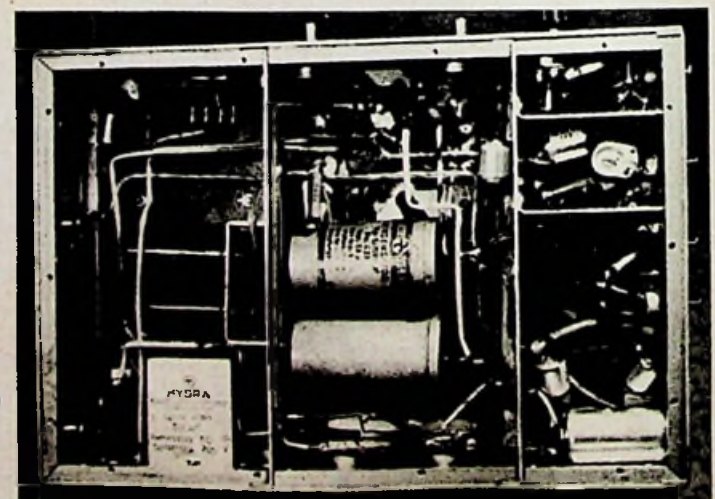
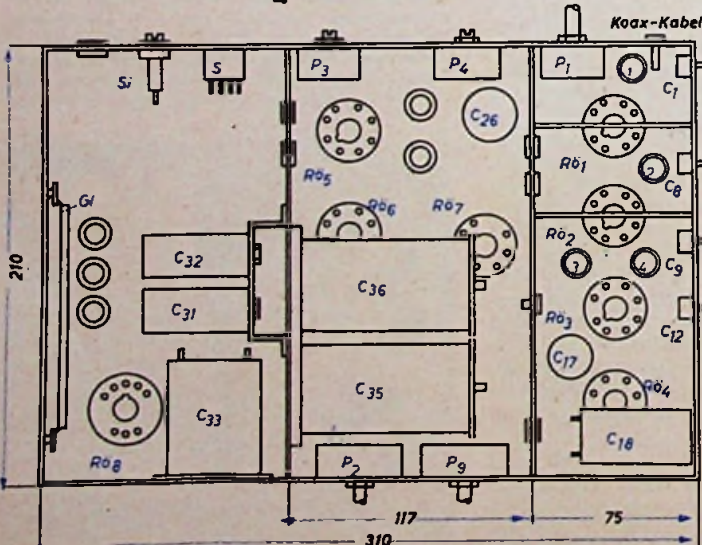
Schaltbild des Netzteiles, der zur Hochspannungserzeugung mit einem Spannungverdoppler (G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub>) aus je zwei AEG 053/50 Selengleichrichter arbeitet, während 300 V Niederspannung mit einer AZ 11 gleichgerichtet werden. Der Netztrafo muß für den Bildteil rd. 60 mA abgeben. Bei Dimensionierung des Netzteiles ist evtl. zusätzlicher Tonteil zu berücksichtigen!

weise folgendermaßen vorgehen: Mit einem einfachen Pendelvorsatz und nachfolgendem NF-Verstärker wird zunächst der Tonträger des Fernsehenders eingestellt. Danach verstimmt man den Pendler etwas in Richtung tieferer Frequenzen (Kapazitätzunahme), bis man den Bildträger hört. Zwischen das Chassis des Bildempfängers und den Wehnelt-Zylinder der KSR wird jetzt über einen 10-nF-Kondensator ein Kopfhörer eingeschaltet und der Bildempfänger mit den Kernen L<sub>1</sub>...L<sub>4</sub> auf das vom Pendler kommende Signal abgeglichen. Reicht die Eingangsamplitude am HF-Teil nicht aus, so wird ein kurzes Stück Draht in die Antennenbuchse des FS-Empfängers gesteckt. Die den Spulen parallel geschalteten Trimmer sollen dabei auf dem Maximum ihrer Kapazität stehen. Genügt das Hineindrehen der Kerne für einen ordnungsgemäßen Abgleich nicht, dann kann man den Spulen zunächst kleine Festkapazitäten parallel schalten. Später werden evtl. die Windungszahlen der entsprechenden Spulen vergrößert. Nach diesem Vorabgleich wird das Antennenkabel an den Empfängereingang angeschlossen; es muß jetzt möglich sein, genau auf den Bildträger des Senders abzugleichen.



Im Kippteil dient eine 6SN7 als Zeilenmultivibrator. R<sub>06</sub> arbeitet als Phasenumkehrstufe für die symm. Ablenksplatten und als Synchronverstärker. Der Bildkipp-Sperrschwinger mit einer 6J5 wird aus der 6,3-V-Heizwicklung mit dem Netz synchronisiert

Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis; die Bildröhrenfassung ist nicht mitgezeichnet worden

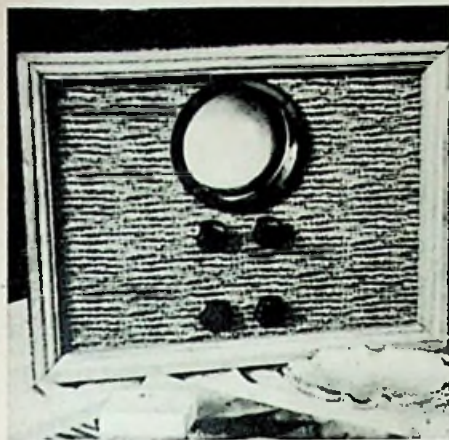


In dieser Ansicht des Verdrahtungsraumes erkennt man die Einteilung des Chassis in drei Kompartimen; ganz oben rechts der Antenneneingang, darunter die übrigen HF-Stufen; in der Mitte Raum des Kippteiles und links Netzteil

Aufzeichnung für die Lage der unter dem Chassis einzubauenden Teile



Wird nun nach dem Abgleich des HF-Teiles auf den Bildträger der Kopfhörer abgeklemmt und die Bildröhre auf geringe Helligkeit aufgeregelt, dann sollen schwarze Streifen auf dem Bildschirm zu sehen sein, die bei richtiger Einstellung



Ansicht des fertig zusammengebauten Bildempfängers mit eingebautem Kondensator für die Schirmbeobachtung. Zum Tonempfang wurde im Mustergerät trotz anfänglich großer Schwierigkeiten ein Pendelempfänger eingebaut; er ist auf der linken Seite mit dem Kleinlautsprecher im Raum über dem Bild-HF-Teil untergebracht

von  $P_2$  in ein oft kontrastreiches, aber auch meist unscharfes Bild übergehen. Ist durch Betätigen von  $P_2$  die Einstellung der richtigen Zeilenfrequenz nicht möglich, so kann  $R_{19}$  verkleinert oder vergrößert werden, bis man ein stehendes Bild erhält.

Bei abgeschalteter Antenne und möglichst loser Ankopplung des Bildempfängers an den Pendler läßt sich nun der genaue Einstellpunkt des Pendlers auf den Bildträger feststellen (durch starke Balkenbildung oder „Schneegestöber“ auf dem Bildschirm bemerkbar). Die Trimmer des HF-Teiles werden jetzt um einen verschiedenen großen Betrag herausgedreht, wobei die Empfangsempfindlichkeit natürlich geringer wird, bis die vom Pendler kommenden Störeffekte zwischen dem Bildträger und einem kleinen Stück vor dem Tonträger annähernd gleich stark auftreten. Durch diesen Nachabgleich wird das Bild meistens genügend scharf; vorausgesetzt ist dabei, daß die Strahlschärfe an der KSR optimal eingestellt ist. Steht ein Meßsender zur Verfügung, dann läßt sich ein Abgleich natürlich exakt (evtl. mit Oberwellen dieses Prüfgenerators) vornehmen, wie es an dieser Stelle schon oft beschrieben wurde [2, 3].

**Weltere Hinweise**

- 1) Bei seitenverkehrtem Bild sind die Ankopplungskondensatoren an den Horizontal-Ablenkplatten umzupolen.
- 2) Erscheint die untere Bildhälfte auf dem Bildschirm oben und die obere unten, dann ist der Netzstecker umzupolen.
- 3) Sind zwei in der Höhe zusammengedrückt erscheinende Bilder übereinander zu sehen, so ist  $P_0$  auf die halbe Bildfrequenz abgestimmt. Dieser Effekt läßt sich meistens durch Einengen des Regelbereiches von  $P_0$  beseitigen.
- 4) Zerrißt das Bild, dann ist die Synchronisierung zu stark. Sie kann durch Verkleinern von  $R_{20}$  oder durch Vergrößern von  $R_{12}$  auf das richtige Maß herabgesetzt werden.

- 5) Erscheint das Bild zu schwach synchronisiert, dann ist zweckmäßigerweise  $R_{20}$  durch einen auf etwa 15,6 kHz abgestimmten Schwingkreis zu ersetzen. Hierfür lassen sich manche 9-kHz-Sperren benutzen, wenn man kleinere Parallelkondensatoren einbaut.
- 6) Der Bildkontrast (Verstärkung) kann bedarfsweise durch Anwendung einer Antenne mit hoher Empfindlichkeit verbessert werden. Die notwendige An-

tenne läßt sich entsprechend der vom Sender benutzten Frequenz berechnen [4].  
**Schrifttum**  
 [1] FUNK-TECHNIK, Bd. 8 [1953], H. 2, S. 44  
 [2] FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 22, S. 620 ff.  
 [3] C. Möller: „Fernsehempfänger selbstgebaut“ (Broschüre), VERLAG FÜR RADIO-FOTOKINOTECHNIK, Berlin-Borsigwalde  
 [4] Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd. 2, S. 398...402, VERLAG FÜR RADIO-FOTOKINOTECHNIK, Berlin-Borsigwalde

H. LENNARTZ

## Ein dielektrischer Leistungsverstärker

Die Entwicklung neuer keramischer Massen führte zu Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Barium-Strontium-Titanaten [1]. Diese haben eine hohe Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon=2000 \dots 6000$ ), die sich mit der Höhe der angelegten Spannung ändert. Mit der Dielektrizitätskonstante schwankt dabei naturgemäß die Kapazität solcher nichtlinearen Kondensatoren. Abb. 1 zeigt beispielsweise die Abhängigkeit der Kapazität einiger nichtlinearer Kondensatoren mit aus verschiedenen Titanaten bestehenden Dielektriken von der Spannung; die Kapazitätswerte nehmen über einen größeren Bereich mit zunehmender Spannung ab. Die Spannungsabhängigkeit kann man zur Verstärkung [2, 3, 4], zur Frequenzmodulation [5] und für eine Reihe anderer Zwecke, z. B. in der Elektronik [6], ausnutzen. Von diesen Anwendungen dürfte in absehbarer Zeit vor allem der dielektrische Verstärker von Interesse werden, auf dessen praktische Ausführung nachstehend näher hingewiesen wird.

Der dielektrische Verstärker entnimmt seine zusätzliche Energie im Gegensatz zu Röhren und Transistoren nicht einer Gleichstrom-, sondern einer Wechselstromquelle hoher Frequenz. In Abb. 2a und b ist das Prinzip des dielektrischen Verstärkers dargestellt. Der Kondensator mit nichtlinearer Kapazität liegt in einem Schwingkreis möglichst hoher Güte und hoher Resonanzfrequenz. Das zu verstärkende Signal niedriger Frequenz wird an den

jetzt nach Gleichrichtung der Hilfsschwingung ergibt, ist größer als die ursprüngliche Signalamplitude, so daß eine Verstärkung stattfindet. Um eine einwandfreie Modulation zu gewährleisten, muß die Frequenz der Hilfsschwingung wesentlich höher sein als die des Signals.

Abb. 3 zeigt die komplette Schaltung eines zweistufigen NF-Verstärkers, mit dem eine 1000fache Leistungsverstärkung (von 0,3 mW auf 0,3 W) erreicht wurde [2]. Das NF-Signal wird zunächst dem ersten „Verstärkerkreis“ zugeführt, der mit der HF-Hilfsschwingung gespeist wird. Das amplitudenmodulierte HF-Signal wird gleichgerichtet und über einen

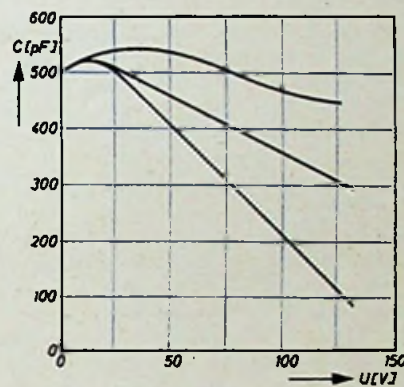


Abb. 1. Abhängigkeit der Kapazität einiger Kondensatoren mit 0,12 mm Dicke von der Spannung

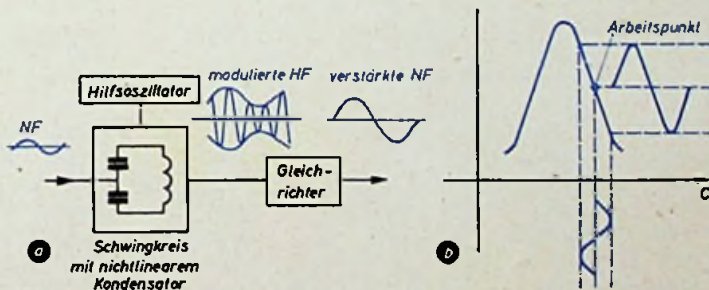


Abb. 2. Prinzip der Wirkungsweise des dielektrischen Verstärkers

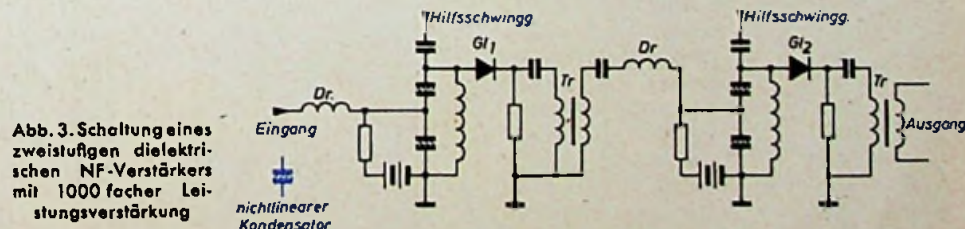


Abb. 3. Schaltung eines zweistufigen dielektrischen NF-Verstärkers mit 1000facher Leistungsverstärkung

Kondensator gelegt. Die Frequenz der hochfrequenten Hilfsschwingung ist auf den steilsten Teil einer der Flanken des Resonanzkreises eingestellt. Durch die am nichtlinearen Kondensator liegende Signalspannung wird der Arbeitspunkt auf der Resonanzkurvenflanke verschoben, so daß eine Amplitudenmodulation der hochfrequenten Hilfsschwingung entsteht. Die NF-Amplitude, die sich

Transformator auf den zweiten Verstärkerkreis gegeben. Nach nochmaliger Verstärkung und Gleichrichtung steht das Signal verstärkt am Ausgangstransformator zur Verfügung. Das Kernstück des Verstärkers ist der nichtlineare keramische Kondensator. Die Verstärkung ist um so höher, je größer die Spannungsabhängigkeit des Kondensators gemacht werden kann. Die Spannungsempfindlichkeit

wächst mit der Feldstärke im Dielektrikum. Daher sind sehr dünne Kondensatoren erforderlich. Die Kapazität muß nun wegen der möglichst hohen Resonanzfrequenz in der Größenordnung von etwa 100 pF liegen. Bei der hohen Dielektrizitätskonstante kommt man deshalb zu winzigen Kondensatoren mit Seitenflächen von wenig mehr als 0,5 mm und einer Dicke von wenig mehr als 0,1 mm. Nachteilig ist der recht beachtliche Temperaturkoeffizient solcher Kondensatoren, so daß z. B. Thermostaten benutzt werden müssen.  
H. Lennartz

**Schrifttum**

- [1] Stoll, H., FUNK-TECHNIK, Bd. 9 [1954], H. 15, S. 140
- [2] Vincent, A. M., Electronics, Bd. 24 [1951], H. 12, S. 84
- [3] Donley, H. L., RCA-Review, Bd. 9 [1948], H. 6
- [4] Shaw, S., und Jenkins, J. L., Electronics, Bd. 26 [1953], H. 10, S. 166
- [5] Apstein, M., und Wieder, H. H., Electronics, Bd. 26 [1953], H. 10, S. 190
- [6] Dranetz, A. J., Howald, G. N., und Crownover, J. W., Tele-Tech [1949], H. 6.

**Berechnung der Einzelwiderstände in symmetrischen T- und H-Dämpfungsgliedern**

Auf die Berechnung von Dämpfungsgliedern für den Fernsehempfängereingang wurde bereits ausführlich in den Beilagen zu FUNK-TECHNIK, Bd. 9 (1954), H. 4 u. 5, hingewiesen. Die nachstehenden allgemeinen Formeln führen zu den gleichen Resultaten.

Die Bemessung der Einzelwiderstände der T- und H-Glieder ist von der Dämpfung abhängig. Es lassen sich nun für bestimmte, gewählte Dämpfungen Faktoren ausrechnen, mit denen in einfacher Weise der Anpassungswiderstand Z multipliziert werden kann, um die einzelnen Widerstandswerte zu erhalten. Die Ausrechnung wird dadurch sehr erleichtert.

Den Aufbau eines symmetrischen T- und H-Gliedes zeigt Abb. 1. Die Berechnung der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  bei gegebener Dämpfung und Anpassung erfolgt nach den Gleichungen

$$R_1 = Z \left( \frac{x-1}{x+1} \right) \text{ [Ohm];}$$

$$R_2 = Z \left( \frac{2x}{(x-1)(x+1)} \right) \text{ [Ohm]}$$

Hierin bedeuten: Z = gewünschte Anpassung,

$$x = 10^{\frac{dB}{20}} = 10^{0,05 \cdot dB}$$

Für verschiedene Dämpfungen in dB sind die Werte für

$$\left( \frac{x-1}{x+1} \right) \text{ und } \frac{2x}{(x-1)(x+1)}$$

in der untenstehenden Tabelle bereits ausgerechnet.

Soll also ein T-Glied für Z = 600 Ohm und 20 dB Abschwächung berechnet werden, so wird  $R_1 = 600 \times 0,8182 = 491$  Ohm und  $R_2 = 600 \times 0,2020 = 121$  Ohm.

Dieser Fall ist verhältnismäßig leicht nachzurechnen, da bei 20 dB der Wert  $x = 10$  wird, d. h.

$$R_1 = Z \left( \frac{10-1}{10+1} \right) = Z \frac{9}{11} = Z \cdot 0,8182 \text{ und}$$

$$R_2 = Z \frac{2 \cdot 10}{(10-1)(10+1)} = Z \frac{20}{99} = Z \cdot 0,2020$$

Soll ein H-Glied berechnet werden, dann ist einfach der errechnete Wert für  $R_1$  zu halbieren.  
E. Flötenmeyer

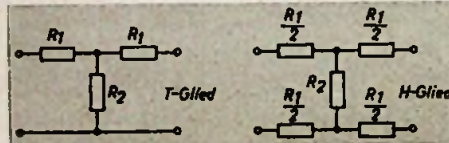
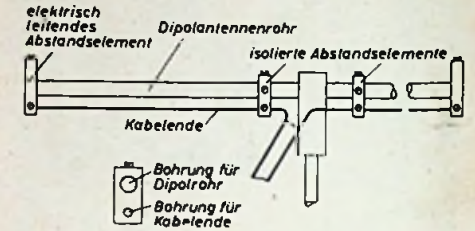


Abb. 1. Aufbau symmetrischer T- und H-Glieder

**Neue Anpassungsmethode für UKW-Antennen**

Um den Wellenwiderstand des für eine UKW-Antenne notwendigen Antennenkabels an die Dipolanordnung anpassen zu können, hat die durch hochwertige Bauelemente und ein umfangreiches Antennenprogramm bekannte Firma Johs. Förderer Söhne GmbH. schon vor einiger Zeit eine anpassungsfähige Fernsehantenne hoher Empfangsleistung herausgebracht.



Prinzipschema der Fernsehantenne

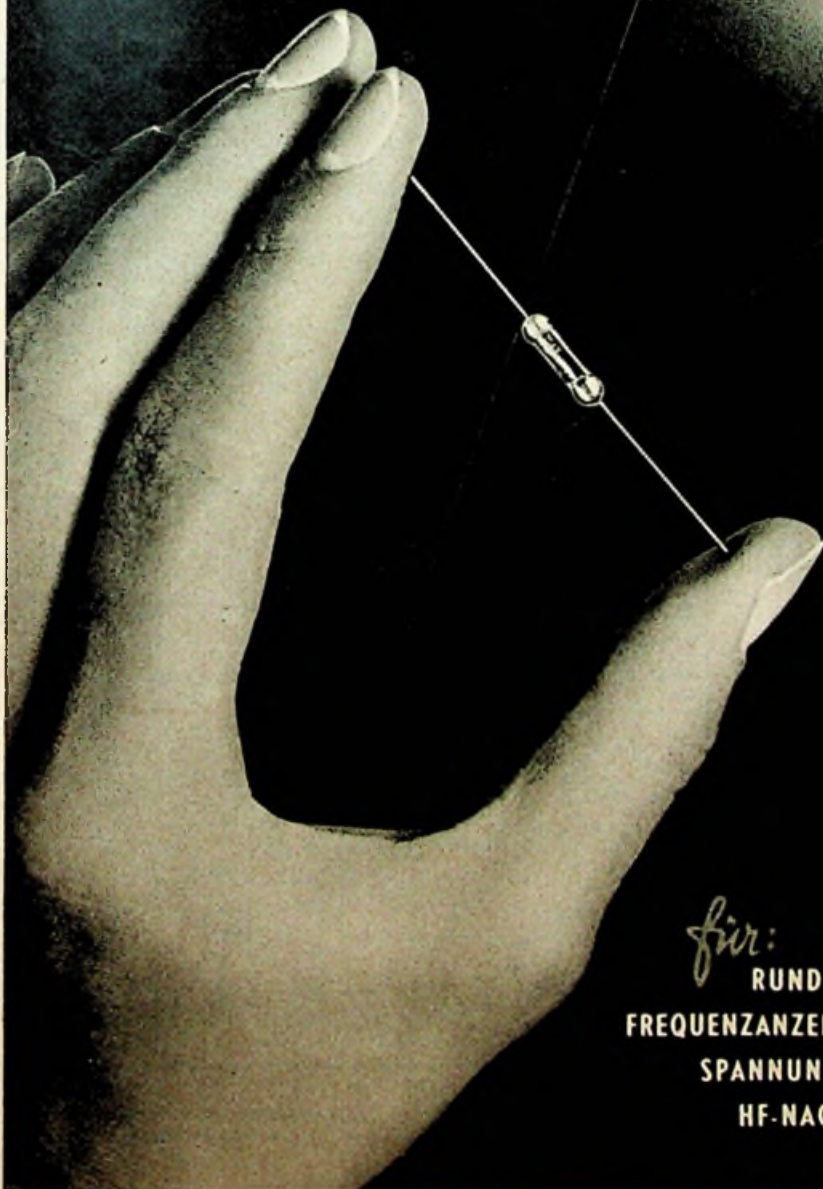
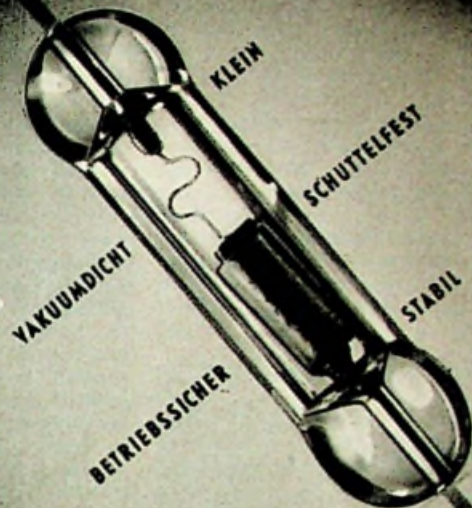
Wie die Skizze zeigt, befinden sich an den beiden Enden des offenen, aus einem metallischen Rohr bestehenden Dipols elektrisch leitende Abstandselemente, die sich durch Schrauben festklemmen lassen. Diese Elemente haben eine Bohrung für das Dipolantennenrohr und die daran anzuschließenden, von der Isolation befreiten Adern der Antennenzuleitung. Die Kabelenden sind durch Abstandselemente aus Isoliermaterial parallel zum Dipolrohr geführt und durch Schrauben fest verspannt. Zu jeder Antenne gehören mindestens zwei elektrisch leitende Abstandselemente an den Dipolenden und zwei isolierte Abstandselemente. Die Bohrung für das Dipolantennenrohr und die Kabelenden haben je nach den elektrischen Werten der Antenne verschieden großen Abstand, so daß die Distanz zwischen Dipolantenne und Kabelenden durch Wahl kürzerer oder längerer Abstandselemente leicht verändert werden kann.

Diese für den Antennenbau recht praktische Form wird als Fernsehdiplom „131“ mit Reflektor und zwei Direktoren für 174 ... 216 MHz zum Anschluß an 300-Ω-Bandkabel geliefert und ist in Ausführung „131 D“ mit Klau für Dachrinnenbefestigung und 25 cm langem Standrohr erhältlich. Unter Bestellnummer „131 B“ erscheint diese Fernsehantennenkombination mit Brücke und 80 mm langem Standrohr für Dachbefestigung. Die Fernsehantenne „131“ kommt auch in Ausführungen für mehrere Etagen in den Handel und kann ferner für jeden Fernsehkanal abgestimmt geliefert werden.

Die beschriebene Antennenform (DGBMa) gestattet zahlreiche interessante Abwandlungen. So lassen sich die Abstandselemente so ausführen, daß man zwischen den Abstandselementen z. B. vier parallele Drähte anordnen kann, die die Enden der Antennenzuleitungen darstellen und wahlweise an das Empfangsgerät anschließbar sind. Der Abstand der Leiter voneinander und der Durchmesser des Dipolantennenrohres werden so gewählt, daß Anpassung erreicht wird. An Stelle der Drähte ist als zweiter Leiter ferner ein parallel zur Dipolantenne verlaufendes Rohr verwendbar, in dessen Mitte das Energiekabel angeschlossen wird. Das Parallelrohr läßt sich gegenüber dem Dipolantennenrohr horizontal verschieben. Beide Rohre sind über elektrisch leitende Verbindungsglieder an ihren Enden so miteinander verbunden, daß das eine Rohr verschoben und in geeigneter Lage festgeklemmt werden kann.  
d.

Dämpfung in dB	Multiplikator für $R_1$	Multiplikator für $R_2$	Dämpfung in dB	Multiplikator für $R_1$	Multiplikator für $R_2$
0,5	0,0287	17,3775	13,0	0,6344	0,4710
1,0	0,0575	8,6680	13,5	0,6516	0,4416
1,5	0,0861	5,7620	14,0	0,6672	0,4158
2,0	0,1147	4,3037	14,5	0,6830	0,3905
2,5	0,1429	3,4270	15,0	0,6983	0,3668
3,0	0,1712	2,8357	15,5	0,7126	0,3453
3,5	0,1987	2,4168	16,0	0,7264	0,3251
4,0	0,2263	2,0963	16,5	0,7399	0,3058
4,5	0,2532	1,8483	17,0	0,7528	0,2878
5,0	0,2801	1,6453	17,5	0,7647	0,2715
5,5	0,3060	1,4808	18,0	0,7765	0,2556
6,0	0,3322	1,3389	18,5	0,7876	0,2411
6,5	0,3573	1,2206	19,0	0,7982	0,2273
7,0	0,3825	1,1158	19,5	0,8084	0,2143
7,5	0,4065	1,0267	20,0	0,8182	0,2020
8,0	0,4304	0,9466	20,5	0,8275	0,1905
8,5	0,4536	0,8756	21,0	0,8363	0,1797
9,0	0,4764	0,8112	21,5	0,8448	0,1683
9,5	0,4981	0,7547	22,0	0,8528	0,1599
10,0	0,5193	0,7031	22,5	0,8605	0,1508
10,5	0,5403	0,6552	23,0	0,8678	0,1423
11,0	0,5604	0,6119	23,5	0,8747	0,1343
11,5	0,5798	0,5724	24,0	0,8813	0,1267
12,0	0,5984	0,5364	24,5	0,8876	0,1195
12,5	0,6169	0,5021	25,0	0,8935	0,1128

# TELEFUNKEN GERMANIUM DIODEN



- OA 150
- OA 159
- OA 160
- OA 161
- OA 172

*für:*

RUNDFUNKEMPFÄNGER · FERNSEHMPFÄNGER  
FREQUENZANZEIGER · FREQUENZMISCHER · MODULATOREN  
SPANNUNGSVERVIELFACHER · MESSGLEICHRICHTER  
HF-NACHRICHTENTECHNIK · FERNMELDETECHNIK

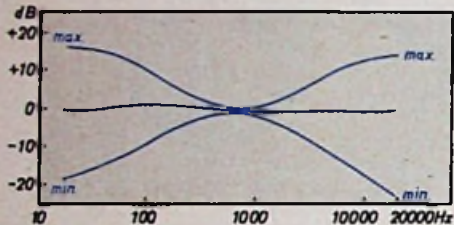
# So baut das Ausland

## NF - Verstärker für beste Wiedergabequalität

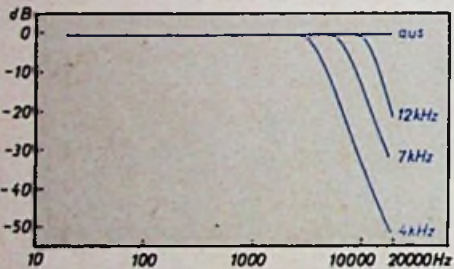


Der Hauptverstärker PF 91 mit Vorverstärker PF 91A. Der Vorverstärker kann direkt an den Hauptverstärker angebaut oder über ein Kabel mittels Stecker angeschlossen werden

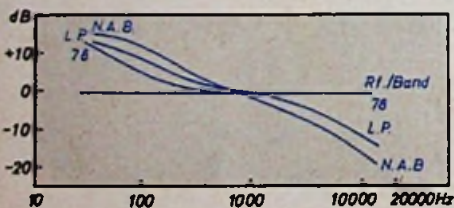
Unter dem Schlagwort „High-Fidelity“ oder „HI-FI“ sind in den letzten Jahren, vor allem in den USA und England, Verstärker für beste Wiedergabequalität entstanden, die sich nicht nur durch einen geringen Klirrfaktor auszeichnen, sondern daneben noch umfangreiche Hilfsmittel zum Verändern des Frequenzganges und zur Anpassung an die Schneidcharakteristik der Schallplatten enthalten.



Frequenzcharakteristik der kontinuierlich regelbaren Tiefen- und Höhen-Entzerrer



Frequenzcharakteristik des umschaltbaren Höhenfilters mit den Grenzfrequenzen 4, 7 und 12 kHz



Frequenzcharakteristik der umschaltbaren Entzerrer zum Ausgleich der Schneidcharakteristik von Schallplatten bei Benutzung eines hochwertigen magnetischen Tonabnehmersystems

Stellt man an einen NF-Verstärker besonders hohe Qualitätsansprüche, dann genügt es nicht, den Frequenzbereich von etwa 20 ... 15 000 Hz linear wiederzugeben, sondern es müssen vor allem auch die Einschwingvorgänge sorgfältig berücksichtigt werden. Sie machen sich besonders bei Lautstärke sprüngen unangenehm bemerkbar, weil ein plötzlicher Anstieg der Lautstärke durch mehr oder weniger langsames Erreichen des Endwertes verfälscht wird. Umgekehrt geht bei einem plötzlich abbrechenden Fortissimo bei der Musikkwiedergabe die Lautstärke nicht sofort auf Null zurück, sondern klingt in der Art eines Echos noch Sekundenbruchteile nach. Dieser Effekt wird durch Einschwingvorgänge des Lautsprechers hervorgerufen, weil die

einmal mit großer Amplitude bewegte Schwingspule nicht sofort zur Ruhe kommt, sondern entsprechend ihrer Dämpfung nur langsam ausschwingt. Es ist bekannt, daß man beispielsweise die Eigenschwingungen eines schwach gedämpften hochempfindlichen Zeigerinstrumentes dadurch stark dämpfen kann, daß man die offenen Anschlußklemmen kurzschließt. Schließt man in ähnlicher Weise die Enden der Schwingspule eines Lautsprechers kurz, dann kommt die Membrane ebenfalls in kürzester Zeit zur Ruhe. Sollen deshalb die ungewünschten Eigenschwingungen der Membrane gedämpft werden, dann ist es wichtig, den Ausgangswiderstand des Verstärkers — von der Schwingspule aus betrachtet — Null werden zu lassen.

Um den gewünschten Frequenzbereich geradlinig wiederzugeben, wird durchweg von Gegenkopplungsschaltungen Gebrauch gemacht. Durch jede Gegenkopplung kommt aber wegen der Phasendrehung der Schaltelemente in den Gegenkopplungskanälen ein gewisser Unsicherheitsfaktor hinein, der vor allem an den Enden des Frequenzbandes zu Selbsterregung führen kann.

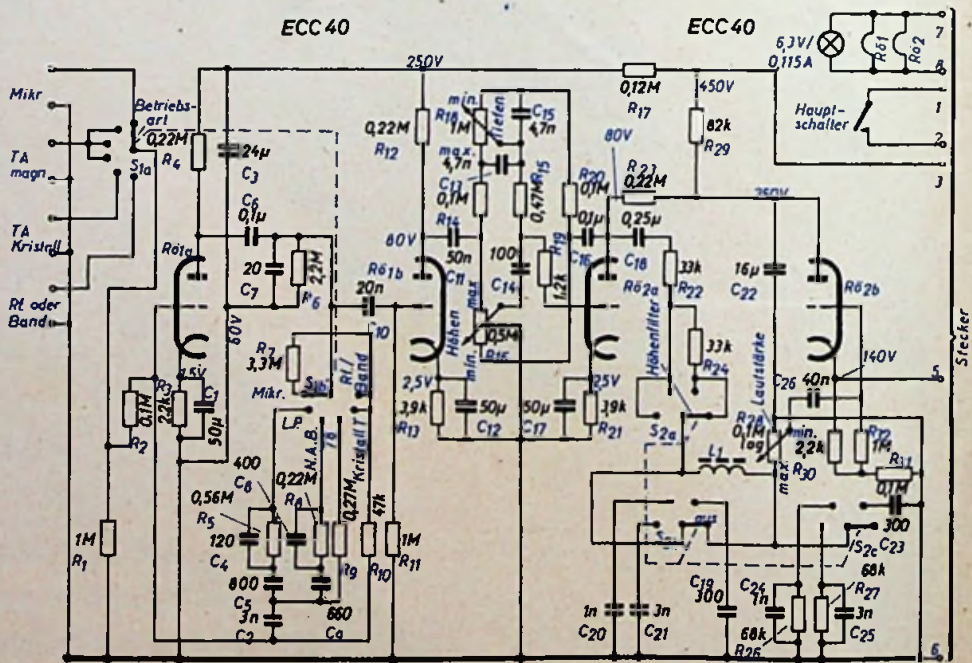
Sollen deshalb bei hochwertigen Verstärkern diese Schwierigkeiten vermieden werden, dann ist es notwendig, den tatsächlich ausgenutzten Frequenzbereich je nach Gegenkopplungsgrad nach oben und unten zu erweitern. Für je 10 dB Gegenkopplung muß der Nutzfrequenzbereich um je eine Oktave nach oben und unten ausgedehnt werden. Will man besonders sichergehen und legt man Wert darauf, auch Einschwingvorgänge einwandfrei

wiedergeben, dann erscheint es angebracht, über die oben angegebenen Grenzen hinaus noch um eine Oktave nach oben und unten weiterzugehen.

Von der Firma Pye Ltd., Cambridge (England), ist ein neuer, hochwertiger NF-Verstärker herausgebracht worden, der aus einem Vorverstärker Type „PF 91 A“ und einem Endverstärker Type „PF 91“ mit einer Ausgangsleistung von 12 W besteht. Der Vorverstärker hat für 0,5 V Ausgangsspannung einen Brummapstand von -60 dB. Mit dem einstellbaren Tiefenregler ist bei 40 Hz eine Entzerrung von -12 dB ... +15 dB möglich und mit dem Höhenregler bei 10 kHz eine Entzerrung von -15 dB ... +12 dB. Zusätzlich enthält der Vorverstärker noch ein einstellbares Höhenfilter mit den Grenzfrequenzen 4, 7 und 12 kHz.

Die gesamte Stromversorgung erfolgt aus dem Endverstärker. Dieser hat bei Voilaussteuerung einen Brummapstand von -90 dB und für 1000 Hz einen Klirrfaktor von unter 0,1 %. Der Ausgangsübertrager ist auf Impedanzen von 3,75, 6,6, 15 und 16 Ω umschaltbar. Die Verstärkeranlage ist für einen Nutzbereich von 20 ... 15 000 Hz ausgelegt und arbeitet mit einer Gegenkopplung von 26 dB. Entsprechend den obigen Ausführungen ist der tatsächlich geradlinige Bereich nach beiden Seiten um je 3/2 Oktaven erweitert und erstreckt sich von 2 ... 160 000 Hz.

Interessant ist der Weg, der beschritten wurde, um den Ausgangswiderstand des Verstärkers zu Null zu machen. Im Gegensatz zu der sonst allgemein üblichen Schaltungs-



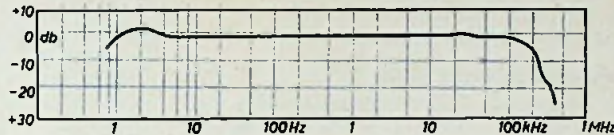
Schaltbild des Vorverstärkers PF 91A mit Schneidcharakteristik-Entzerrer, Höhenfilter und kontinuierlich regelbarem Tiefen- und Höhen-Entzerrer

technik wird hier neben der Gegenkopplung zur Korrektur des Frequenzganges zusätzlich von einer einstellbaren Mitkopplung Gebrauch gemacht. Mit dem Potentiometer  $R_{26}$  wird eine regelbare Spannung am Ausgangsübertrager abgegriffen und in den Katodenweg der 1. Verstärkerröhre eingekoppelt. Der Ausgangswiderstand Null ist dadurch gekennzeichnet, daß die am Ausgangsübertrager gemessene Spannung mit und ohne Lautsprecher konstant ist. Um diese Einstellung durchzuführen, wird der Gegenkopplungsweig an der in der Schaltung mit A gekennzeichneten Stelle unterbrochen. Durch Verbinden der Eingangsklemmen 5 und 6 wird eine Brummspannung auf den Eingang des Endverstärkers eingestreut, die mit einem Voltmeter (0 ... 1 V) an den Lautsprecherbuchsen gemessen werden kann. Das Potentiometer  $R_{23}$  wird jetzt so lange verstellt, bis die am Voltmeter abge-

fordert 120 mV für Vollaussteuerung. Liegt die Ausgangsspannung des Tonabnehmers höher, dann muß auch hier ein Spannungsteiler benutzt werden. Ist z. B. aus den Daten der Herstellerfirma bekannt, daß ein bestimmtes TA-System für eine mittlere Langspielplatte 500 mV Ausgangsspannung abgibt, dann ist eine Spannungsteilung im Verhältnis von etwa 4:1 notwendig. Wenn der günstigste Anpassungswiderstand des Tonabnehmers 1 M $\Omega$  ist, dann kann man so vorgehen, daß man zwei Widerstände von 270 k $\Omega$  und 820 k $\Omega$  in Reihenschaltung parallel zum Tonabnehmer legt und die Eingangsbuchsen des Vorverstärkers mit den beiden Enden des 270-k $\Omega$ -Widerstandes verbindet. Für den Eingang „Rundfunk oder Tonband“ muß im allgemeinen immer ein Regelglied zusätzlich vorgesehen werden, dessen Werte sich nach der Ausgangsspannung dieser Geräte richten.

dene Schneidcharakteristiken möglich. Die Stellung „NAB“ (National Association of Broadcasters) ist auf die aus den USA stammende Schneidcharakteristik abgestimmt. Sie wurde dort vor allem von den Rundfunkanstalten für Schallplatten mit 33 U/min benutzt, aber dieselbe oder eine sehr ähnliche Schneidcharakteristik wurde in den USA von den meisten Herstellern auch für ihre Schallplatten mit 78 U/min eingeführt. Diese Stellung ist deshalb besonders geeignet für alle aus den USA importierten Schallplatten. Die Stellungen „78“ und „LP“ entsprechen im wesentlichen den in Europa benutzten Schneidcharakteristiken. Unterschiede der einzelnen Aufnahmen können durch die regelbaren Höhen- und Tiefenentzerrer zusätzlich ausgeglichen werden. Für ältere Platten mit starkem Nadelrauschen oder für Platten, die bei manchen Aufnahmen in den Höhen Verzerrungen aufweisen, kann das Höhenfilter mit einer seiner Grenzfrequenzen zusätzlich eingeschaltet werden. Ebenso ermöglichen die getrennten Höhen- und Tiefenregler eine gewisse Anpassung der Wiedergabe an die Akustik des Wiedergaberaums.

Der Frequenzgang des Verstärkers ist von 2 Hz ... 160 kHz linear, um auch an den Enden des Übertragungsbereiches Verzerrungen zu vermeiden



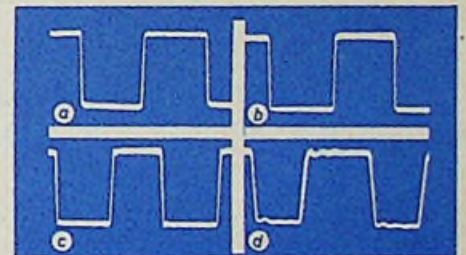
lesene Spannung mit und ohne Lautsprecher konstant bleibt. Ein Bild von dem guten Verhalten des Verstärkers bei Spannungstößen zeigen die vier Oszillogramme von Rechteckkurven für die Frequenzen 300, 1000, 4000 und 15 000 Hz.

Der Vorverstärker „PF 91 A“ hat vier Eingänge: Mikrofon, Tonabnehmer (magnetisch), Tonabnehmer (Kristall) und Rundfunk oder Tonband. Der Mikrofoneingang ist hochohmig (1 M $\Omega$ ) und für den direkten Anschluß eines Kristallmikrofons bestimmt. Für Vollaussteuerung werden 3 mV Eingangsspannung benötigt. Dynamische oder andere niederohmige Mikrofone können über einen gesonderten Eingangsübertrager angeschlossen werden. Der Eingang für den magnetischen Tonabnehmer benötigt in der Stellung „78“ 20 mV für Vollaussteuerung und 15 mV für die Stellungen „NAB“ und „LP“ (Langspielplatte) und ist für den direkten Anschluß hochwertiger magnetischer Tonabnehmer bestimmt. Liegt die Eingangsspannung höher, dann muß sie durch zusätzliche Spannungsteiler auf etwa 30 mV herabgesetzt werden. Der Eingang für Kristalltonabnehmer ist hochohmig und er-

In der ersten Stufe des Vorverstärkers wird die Doppeltriode ECC 40 benutzt. Zwischen beiden Triodensystemen liegen umschaltbare, frequenzabhängige Glieder, um den Frequenzgang des Verstärkers an den Frequenzgang der verschiedenen Spannungsquellen anzupassen. Als zweite Röhre wird ebenfalls eine ECC 40 verwendet. Das zweite Triodensystem der ersten Röhre ist mit dem ersten Triodensystem der zweiten Röhre über frequenzabhängige regelbare Netzwerke verbunden, die eine getrennte Höhen- und Tiefenregelung in den früher genannten Grenzen ermöglichen. Zwischen den beiden Triodensystemen dieser zweiten Röhre liegt das um- und ausschaltbare Höhenfilter mit den Grenzfrequenzen 4, 7 und 12 kHz. Ebenfalls liegt hier der mit dem Netzschalter gekuppelte Lautstärkeregl. Die niederfrequente Ausgangsspannung wird dem als Katodenverstärkerstufe arbeitenden zweiten Triodensystem entnommen.

Während Kristalltonabnehmer im allgemeinen den Frequenzgang der Schallplatte weitgehend selbst entzerrt, ist für den magnetischen Tonabnehmer eine Umschaltung auf verschie-

Wegen des niederohmigen Katodenausgangs des Vorverstärkers können beide Verstärker über ein Kabel verbunden werden, ohne daß zusätzliche Brummestörungen zu befürchten sind, wenn die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden. Der Hauptverstärker hat eine regelbare Brummkompensation über das Potentiometer  $R_{27}$ . Zur optimalen Einstellung werden die Eingangsklemmen 4 und 6 des Hauptverstärkers kurzgeschlossen und dann das Potentiometer nach einem parallel zum Lautsprecher liegenden Voltmeter oder auch nach Gehör auf kleinste Brummspannung eingestellt. Sollten sich nach dem Anschließen der Tonabnehmer usw. höhere Brummspannungen ergeben, dann ist es in jedem Fall zweckmäßig, zunächst durch Wahl der Erdungspunkte oder Verwendung abgeschirmter Leitungen die Ursachen der zusätzlichen Brummestreuung auszuschalten. Erst wenn diese Maßnahmen nicht zum Erfolg führen,

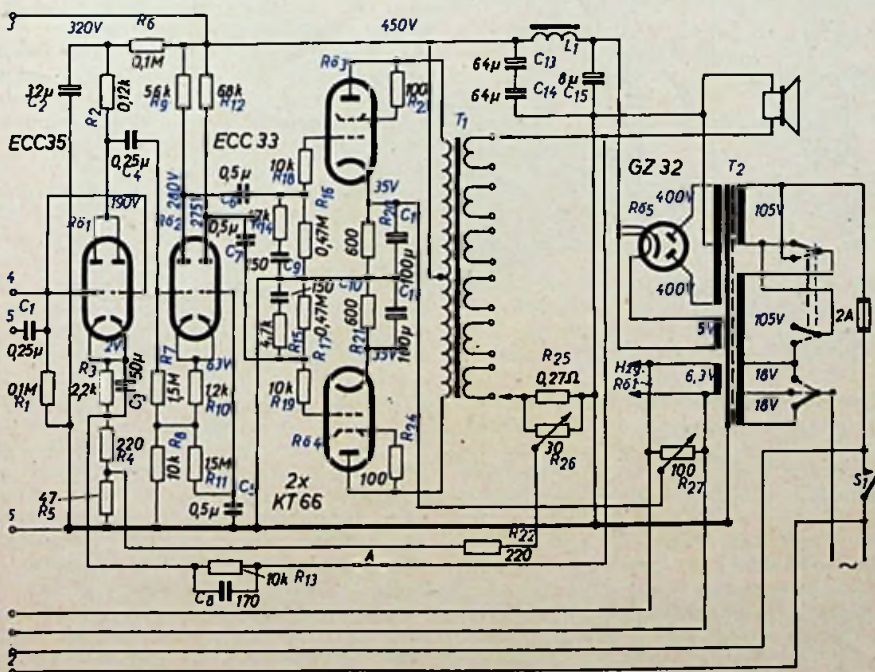


Die Oszillogramme zeigen die guten Eigenschaften des Verstärkers an der Wiedergabe von Rechteckimpulsen der Frequenzen 300 Hz (a), 1 kHz (b), 4 kHz (c) und 15 kHz (d), (Dämpfung der Einschwingvorgänge)

kann versucht werden, durch eine andere Einstellung des Brumm-Potentiometers  $R_{27}$  eine gewisse Kompensation zu erreichen.

Der Endverstärker ist für den Anschluß an niederohmige Wechselspannungsquellen ausgelegt. Für Eingangsimpedanzen bis max. 600  $\Omega$  bleibt der Frequenzgang unverändert. Der Eingang ist an die Kontakte 4 und 5 geführt, um die Tonfrequenzspannung sowohl direkt als auch unter Zwischenschalten eines den Gleichstrom sperrenden Kondensators dem Gitter zuzuführen. Mit der zweiten Möglichkeit wird der Anschluß eines Vorverstärkers mit Katodenauskopplung vereinfacht.

Die vorstehend beschriebene Verstärkeranlage bietet den Freunden hochwertiger Wiedergabe mancherlei interessante Anregungen und wird auch bei uns in Deutschland viele Liebhaber finden, zumal ein Nachbau der Schaltung für den geschickten Techniker ohne große Schwierigkeiten möglich ist. —th



Schaltbild des Hauptverstärkers PF 91, mit 12 W Gegentakt-Endstufe und einstellbarer Mitkopplung zum Dämpfen der Lautsprecher-Eigenresonanz

# Temperaturkompensation von Oszillatoren am Beispiel eines Steuersenders

Zur Geringhaltung der Frequenzabweichungen von Oszillatoren ist eine Temperaturkompensation nicht zu umgehen. In einigen früheren Arbeiten der FUNK-TECHNIK wurden hierfür ausführliche Unterlagen gegeben<sup>1)</sup>. Der nachstehende Aufsatz wird dem jungen Techniker ein Schulbeispiel für die praktische Durchführung einer Temperaturkompensation mit keramischen Kondensatoren sein. Die hier an einer bewährten Schaltung eines frequenzvariablen Steuersenders (VFO) durchgeführten Überlegungen, Maßnahmen und Messungen gelten sinngemäß für jeden beliebigen Oszillator, auch eines Empfängers oder eines Meßgerätes. Im Vordergrund der Arbeit steht aufgabengemäß nicht die mechanische Konstruktion des Senders, der mit vorhandenen Teilen aufgebaut wurde. Nachdrücklich muß betont werden, daß eine noch so gute Temperaturkompensation ihren Sinn verliert, wenn die mechanische Stabilität und die Ables- bzw. Einstellgenauigkeit kein richtiges Verhältnis zur erreichten Frequenzkonstanz haben; die entsprechenden Hinweise haben deshalb ebenso allgemeine Bedeutung. Auf die Schaltung des Senders wird nur so weit eingegangen, wie es zum Verständnis der Funktionen notwendig scheint.

Bei der Planung dieses Steuersenders wurde von der Überlegung ausgegangen, daß eine moderne Amateurstation in der Lage sein muß, die Frequenz des ausgestrahlten Signals möglichst genau zu bestimmen und auch einzuhalten. Das erfordert einen Frequenzmesser mit Eichkontrolle und ausreichender Ablesgenauigkeit sowie einen ebenso stabilen Steuersender. Elektrisch haben diese Geräte also grundsätzlich die gleiche Funktion, und es ist naheliegend, sie in einem Gerät zu vereinigen, sofern die besondere Forderung der Rückwirkungsfreiheit erfüllt wird. Der für die Frequenzkonstanz und Ablesgenauigkeit am Frequenzmesser erforderliche Aufwand ist

Eichmöglichkeit mit Vergleichsquarz (direkt im Oszillatorbereich)  
Erzeugung einer Normalfrequenz (200 kHz) für Eichungen mit deren Oberwellen  
Mitnahme- und Rückwirkungsfreiheit

### Frequenzbereich und Skala

Für die Festlegung des Frequenzbereiches und der Größe der Skala spielt die Genauigkeit eine Rolle, mit der die Frequenz auf dieser Skala gemessen werden kann und soll. Die gesamte Meßgenauigkeit ist im wesentlichen von der mechanischen und elektrischen Stabilität des Oszillators (zeitliche Konstanz während des Betriebs, Alterung), der Ein-

sofern sich die Frequenz linear mit dem Drehwinkel ändert.

$$Es\ ist\ also \quad a = F/n \quad (1)$$

Der beschriebene Oszillator hat einen Frequenzbereich von 3360 ... 3930 kHz, also  $F = 570\ kHz$ . Zur Ablesung steht eine Präzisionsskala zur Verfügung, die bei einem Drehwinkel von  $180^\circ$  200 Skalenteile (Skt) umfaßt; diese können durch einen Nonius nochmals zehnfach unterteilt werden, so daß insgesamt 2000 Skalenteile auf den Abstimmbereich entfallen.

Hieraus wird

$$\alpha = \frac{570\ kHz}{2000\ Skt} = 285\ Hz/Skt$$

Die auf die mittlere Oszillatorfrequenz bezogene Einstellgenauigkeit wird damit

$$\sim 8 \cdot 10^{-5} = 0,008\ \%$$

### Frequenzkonstanz

Unter Frequenzkonstanz versteht man ganz allgemein die auf die Frequenz bezogene Frequenzänderung ( $\Delta f/f$ ) in einer bestimmten Zeit. Man unterscheidet dabei die Kurzzeitmessung und die 24-Stunden-Messung. Bei Oszillatoren geringerer Frequenzstabilität ist die Meßdauer meist 3 oder 10 min, jedoch besteht hinsichtlich dieser beiden Zahlenangaben noch keine festgelegte Norm. Für die Kennzeichnung extremer Konstanzwerte ist die 24-Stunden-Zeitmessung allgemein eingeführt.

Für Amateurzwecke und dgl. kann mit den heutigen Mitteln eine Frequenzkonstanz von etwa  $10^{-6}$  durchaus erreicht werden. Das entspricht beispielsweise einer maximalen Frequenzänderung von 3,5 Hz im 3,5-MHz-Band, bezogen auf die Kurzzeitmessung. Bekanntlich ist für Oszillatoren dieser Art ein sehr stabiler mechanischer Aufbau Grundbedingung. Dabei ist es beispielsweise wichtig, Frontplatte und Chassis so starr miteinander zu verbinden, daß beide sich nicht gegeneinander bewegen können. Alle Teile sind fest zu montieren und alle Schrauben mit Lack festzulegen. Drehkondensatoren oder Variometer dürfen nur zweifache Lagerung aufweisen und sollen über Flanschkupplungen mit der Skala verbunden werden. Die Verdrehung muß mit starkem Schalthdraht ausgeführt werden, der nicht vibrieren kann. Die Anordnung der frequenzbestimmenden Einzelteile ist so vorzunehmen, daß sie nicht unmittelbar durch Röhren oder hochbelastete Widerstände erwärmt werden. Die Schwingkrellspule soll möglichst aus einer keramischen Ausführung mit aufgeschrumpftem oder aufgebranntem, stark versilbertem Leiter bestehen. Für abstimmbare Schwingkreise ist ein keramisches Variometer vorteilhaft, da seine Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten (TK) vom Drehwinkel nicht so ausgeprägt ist wie bei Drehkondensatoren (sie kann sogar nahezu unterdrückt werden). Auch die festen Schwingkreiskondensatoren sollen vorzugsweise keramischer Bauart sein, da

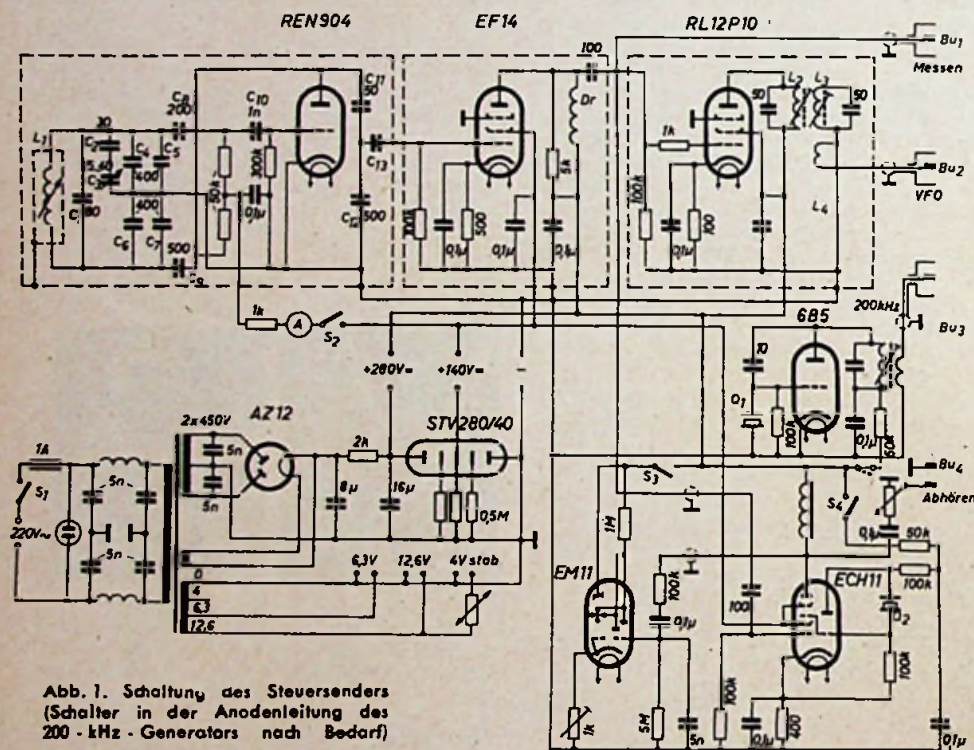


Abb. 1. Schaltung des Steuersenders (Schalter in der Anodenleitung des 200-kHz-Generators nach Bedarf)

ohnehin auch am Steuersender nötig. Gelingt es ferner, die Frequenzkonstanz bis in die Größenordnung der von Quarzoszillatoren zu treiben, so hat man den Vorteil, mit entsprechender Frequenzvervielfachung auch im 144-MHz-Band mit veränderbarer Frequenz arbeiten zu können. Bei der Planung des Steuersenders ergeben sich zusammengefaßt also folgende Forderungen:

Festlegung des Frequenzbereiches und der Skala (Ablesgenauigkeit mindestens  $10^{-4} = 0,01\ \%$ )

Hohe Konstanz der Frequenz ( $\Delta f/f \sim 10^{-6}$  bei Kurzzeitmessung)

1) W. Schneider, „Stabilisierung von Schwingkreisen“, FUNK-TECHNIK, Bd. 5 [1950], H. 19, S. 587-88  
„Kompensation der Temperaturkoeffizienten von Spulen und Kondensatoren“, FUNK-TECHNIK, Bd. 7 [1952], H. 9, S. 224.

stell- und der Ablesgenauigkeit abhängig. Unter Genauigkeit ist dabei die Unsicherheit zu verstehen, mit der eine Größe, wie hier die Frequenz, pro Skalenteil ermittelt werden kann. Wird dabei vorausgesetzt, daß die mechanische Stabilität des Oszillators und die der mechanischen Übertragungsglieder (Getriebe, Übersetzungen) genügen, um die eingestellten Werte innerhalb der verlangten Genauigkeit wiederfinden zu können (Reproduzierbarkeit), so ist eine möglichst große Skala anzustreben. Dabei soll auch die gesamte Meßunsicherheit in der Größenordnung der Frequenzkonstanz liegen. Bezeichnet man beispielsweise den geforderten Frequenzbereich mit  $F$  und die Anzahl der über den Einstellbereich der Skala zur Verfügung stehenden Skalenteile mit  $n$ , so ergibt der Quotient  $F/n$  die Anzahl  $a$  der auf einer Skalenteil entfallenden Frequenzen an,

diese keinen Alterungserscheinungen unterliegen. Außerdem gestatten sie eine Temperaturkompensation durch Kombination keramischer Werkstoffe mit verschiedenen Temperaturkoeffizienten. Auch die Einflüsse der durch die Erwärmung sich ändernden Röhrenkapazitäten können kleingehalten werden. Das erreicht man durch lose Ankopplung der Röhre an den Schwingkreis und durch die größtmögliche Schwingkreiskapazität, so daß die Röhrenkapazitäten ihr gegenüber klein sind und ihre Änderungen vernachlässigbar werden. Darüber hinaus sind die Speisespannungen der Schwingröhre im Steuersender unbedingt zu stabilisieren. Sofern die dann verbleibenden Frequenzänderungen reproduzierbar sind, also immer vom Einschalten des Gerätes an den gleichen Verlauf nehmen, können diese kompensiert werden.

#### Temperaturkompensation

Die Aufgabenstellung der Temperaturkompensation lautet, den Temperaturgang der Spule durch die entgegengesetzte Temperaturabhängigkeit der Kapazität so auszugleichen, daß die Temperaturabhängigkeit der Frequenz aufgehoben wird. Ein aus Induktivität  $L$  und Kapazität  $C$  bestehender Schwingkreis hat die Resonanzfrequenz

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Die Induktivität  $L$  ist mit dem Temperaturkoeffizienten  $TK_L$  behaftet, der als Änderung der Einheit ( $\Delta L$ ), bezogen auf die Einheit ( $L$ ) und die auftretende Temperaturdifferenz ( $\Delta t$ ), definiert wird

$$TK_L = \frac{\Delta L}{L \cdot \Delta t} \quad (3)$$

Entsprechend gilt für den Temperaturkoeffizienten  $TK_C$  der Kapazität

$$TK_C = \frac{\Delta C}{C \cdot \Delta t} \quad (4)$$

und für den Temperaturkoeffizienten der Frequenz

$$TK_f = \frac{\Delta f}{f \cdot \Delta t} \quad (5)$$

Mit der Schwingungsgleichung (2) ergibt sich der Zusammenhang zwischen  $TK_L$ ,  $TK_C$  und  $TK_f$  zu

$$TK_f = -\frac{TK_C + TK_L}{2} \quad (6)$$

Daraus kann die absolute Frequenzabweichung bestimmt werden zu

$$\Delta f = -f \left( \frac{TK_C + TK_L}{2} \right) \cdot \Delta t \quad [\text{Hz}, ^\circ\text{C}] \quad (7)$$

Soll die Frequenzabweichung  $\Delta f$  Null werden, so ist nach (7)  $\Delta f = 0$ .

Dieses tritt ein mit

$$TK_C = -TK_L \quad (8)$$

Der  $TK_L$  der verwendeten Spule kann also durch den gleichgroßen, aber entgegengesetzten  $TK_C$  des Kondensators ausgeglichen werden. Der  $TK_L$  des verwendeten Variometers (Abb. 1) ist

$$TK_L = +19 \cdot 10^{-6}$$

Die Schwingkreiskapazität ( $C_1 \dots C_7$ ) muß also den resultierenden  $TK$  haben

$$TK_C = -19 \cdot 10^{-6}$$

und zwar unter Einbeziehung der Schalt- und

Röhrenkapazitäten. Das ist durch folgende Aufteilung verwirklicht worden:

- $C_1 = 80 \text{ pF DIN 41 371 } TK_C + 47 \cdot 10^{-6}$
- $C_2 = 30 \text{ pF DIN 41 371 } TK_C \text{ etwa } +50 \cdot 10^{-6}$
- $C_3 = \text{Luftdrehkondensator } 15 \dots 40 \text{ pF } TK \text{ nicht bestimmt}$
- $C_4 = 400 \text{ pF DIN 41 372 } TK_C \text{ etwa } -60 \cdot 10^{-6}$
- $C_5 = 400 \text{ pF DIN 41 371 } TK_C \text{ etwa } +10 \cdot 10^{-6}$
- $C_6 = 400 \text{ pF DIN 41 372 } TK_C \text{ etwa } -60 \cdot 10^{-6}$
- $C_7 = 400 \text{ pF DIN 41 371 } TK_C \text{ etwa } +10 \cdot 10^{-6}$

Dabei ist nur der  $TK$  von  $C_1$  gemessen worden. Die Werte der übrigen Kondensatoren wurden zunächst geschätzt. (Der Drehkondensator  $C_3$  dient zum Frequenzabgleich bei der Eichung). Die erste orientierende Messung am Sender ergab den  $TK_f + 5 \cdot 10^{-6}$ , also schon angenähert Quarzkonstanz. Auf der Grundwelle von 3,5 MHz und bei der Temperaturänderung  $+10^\circ\text{C}$  war nach (7) die Frequenzänderung

$$\Delta f = f \cdot TK_f \cdot \Delta t = 3,5 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 175 \text{ Hz}$$

Um nun zu zeigen, welche Genauigkeiten bei einem noch zu vertretenden Aufwand erreicht werden können, wurde die Kompensation so verbessert, daß sich die Abweichung auf  $1/10$  verringert. Der Feinabgleich wurde an  $C_1$  vorgenommen, der aus vier Einzelkondensatoren besteht. Die Maßnahmen für eine optimale Kompensation ohne genaue Kenntnis der Einzelwerte werden später noch genannt und dabei auf einfache Meßmethoden eingegangen, die mit behelfsmäßigen Mitteln ausreichend genaue Messungen ermöglichen.

(Wird fortgesetzt)

*Kühler*

# Elektrische Widerstände

Hochbelastbare glasierte Widerstände • Drahtgewickelte Widerstände in zementierter, lackierter und unlackierter Ausführung • Schichtwiderstände für Rundfunk, UKW und Fernsehen • Zementierte Drehwiderstände (Potentiometer)

## Keramische Kondensatoren

Keramische Kondensatoren für Rundfunk und Fernsehen, Fernmelde-technik, Elektronik, Meßtechnik, medizinische HF-Geräte und kommerzielle Sender • Präzisionsbauteile aus Sonderkeramik für Elektronik und Maschinenbau sowie chemische und Textilindustrie  
Metallisierte Keramik



**ROSENTHAL-ISOLATOREN**

G. m. b. H.  
**SELB**  
Bayern

## Abgeschirmte Kupplungen, vielseitig verwendbar

Eine bisherige Lücke im Marktangebot schließen die von der Firma Peiker, Bad Homburg v. d. H., hergestellten Schraub- und Steckkupplungen, die sich für elektroakustische Geräte und auch für HF-Zwecke eignen, wie z. B. die Erfahrungen mit den Geräten der MINITEST-Serie bewiesen haben. Die Schraubkupplungen werden für einadrige oder zweiadrige Kabel hergestellt. Zum Chassis-Einbau sind die Kupplungsteile „Pk 1“ (einadriger Anschluß) und „Dk 1“ (für zweiadrige Leitungen) bestimmt. Für Leitungsverlängerungen wird ein Kupplungsstecker gleichfalls für einadrige („Pk 3“) oder zweiadrige Kabel („Dk 3“) herausgebracht. Für den Kabelanschluß enthält das Peiker-Programm Kupplungsteile mit Überwurfmutter, passend zu „Pk 1“ und „Pk 3“ in der Ausführung für einadriges abgeschirmtes Kabel („Pk 2“) und geeignet für den Einbau-Kupplungsteil „Dk 1“ zum Anschluß eines zweiadrigen abgeschirmten Kabels („Dk 2“).



Abb. 1. Peiker Schraub- und Steckkupplungen (v. l. n. r.: Einbaukupplungsteil „Pk 1“, Kupplungsteil mit Überwurfmutter „Pk 2“, Kupplungsstecker für Schraubverbindungen „Pk 3“, Mikro-Steck-Kupplung „KK 1/KK 2“ und daneben „MK 1/MK 2“)



Abb. 2. Verschiedenes Zubehör für abgeschirmte Mikrofonleitungen (links: Mikrofon-Tast-Kippschalter „PKS“ mit Anschlußleitung; Mitte: Verteilerstück „PKV“ mit zwei Anschlußleitungen; rechts: Zwischenstück „PKZ“ für Mikrofonleitungen)

Dieses Programm ergänzen verschiedene praktische Zwischenstücke. In Personenruf-Anlagen und Verstärkerzentralen, die für Durchsagen von verschiedenen Mikrofonen aus gesteuert werden, erweist sich der Mikrofon-Tast-Kippschalter als sehr nützlich (Type „PKS“). Er kann auf die Kupplungsteile aufgeschraubt aber auch als Zwischenstück in Mikrofonleitungen eingefügt werden. Der Schalter verwendet Silberkontakte. Schiebt man den kleinen Schaltknebel nach unten, dann ist das Mikrofon dauernd eingeschaltet. In der Taststellung genügt ein leichter Druck, um das Mikrofon für die Dauer der Durchsage in Betrieb zu nehmen. Der Mikrofon-Tast-Kippschalter „PKS“ hat an beiden Enden Schraubgewinde. Eines davon ist mit vor- und rückstellbarer Überwurfmutter ausgestattet. Sollen mehrere Mikrofone oder

Leitungen parallel geschaltet werden, so eignet sich das Verteilerstück „PKV“ vorzüglich für den Anschluß von bis zu drei Mikrofonen oder Leitungen. Dieses Verteilerstück paßt für das Kupplungsstück „Pk 2“ und für den Schalter „PKS“. Bei der Zusammenschaltung von abgeschirmten Mikrofonleitungen, die Kupplungsteile mit Überwurfmutter verwenden, hat sich das Zwischenstück „PKZ“ sehr bewährt. Neue Mikro-Steck-Kupplungen kommen durch ihre kleinen Abmessungen für transportable Verstärker aller Art (z. B. auch Tonband-

und Diktiergeräte) in Betracht. Die größere Ausführung besteht aus der zweipoligen Kupplungsdose „KK 1“ (Chassis-Loch 9 mm  $\varnothing$ ) und aus dem zweipoligen Kupplungsstecker „KK 2“. Während an den Kupplungsstecker „KK 2“ abgeschirmte einpolige Leitungen bis zu einem Außendurchmesser von 3 mm anschließbar sind, kann man an den noch kleineren Kupplungsstecker „MK 2“, der zur Kupplungsdose „MK 1“ paßt und eine Gesamtlänge von nur 14 mm hat, einpolige abgeschirmte Kabel bis zu 2,4 mm Außendurchmesser anschalten. d.

## Unsere Leser berichten

### Der Sperrschwinger – richtig gesehen

Der Sperrschwinger wird vielfach nicht ganz richtig betrachtet; zumindest wird dabei die eigentliche Ursache des Kippmoments gar nicht erkannt. Eine richtige Darstellung ist z. B. in dem Buch „Fernsehen“ von Kerkhof u. Werner zu finden, die leider jedoch wenig ausführlich hierauf eingeht.

Abb. 1 zeigt eine einfache Ausführung des Sperrschwingers mit dem Zeitglied am Fußpunkt der gitterseitigen Transformatorwicklung. Der Transformator, in Verbindung mit der Röhre, hat die Funktion einer induktiven Rückkopplung. Der Kopplungsfaktor ist sehr groß. Um Eigenschwingungen zu vermeiden, kommen zweckmäßigerweise die Wicklungen des Übertragers auf ein stark dämpfendes Eisenblechpaket, das auch noch wicklungsparende Vorteile gegenüber einer Luftspule mit sich bringt.

Betrachten wir die Anordnung im Einschaltmoment: Die Gitterspannung ist gleich Null, und ein Anodenstrom beginnt zu fließen. Dadurch wird im Transformator ein Feld aufgebaut, das in der Sekundärwicklung eine auf das Gitter positiv gerichtete Spannung induziert. Diese hat wiederum ein weiteres Ansteigen des Anodenstromes sowie einen Gitterstrom zur Folge. Der Gitterstrom wird am Kondensator eine negative Spannung aufbauen. Diese Spannung übt jedoch (solange eine Anodenstromänderung und somit eine positive Rückkopplung stattfindet) auf die wirksame, positive Induktionsspannung nur einen reduzierenden Einfluß aus, wie dies Abb. 2 darstellt. Erst wenn der sich lawinenartig durch die Rückkopplung aufschaukelnde Anodenstrom seinen Maximalwert erreicht hat, kommt die Spannung voll zur Geltung. Mit Erreichen des maximalen Anodenstromes wird dieser während einer bestimmten Zeiteinheit annähernd konstant sein, so daß keine Kraftlinienänderung auftritt. (Je schärfer der obere Knick der Röhrenkennlinie in das Sättigungsgebiet ist, um so ausgeprägter wird auch diese Zustandsänderung sein.) Das hat zur

Abb. 1. Die Schaltung eines einfachen Sperrschwingers

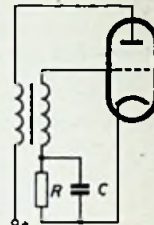
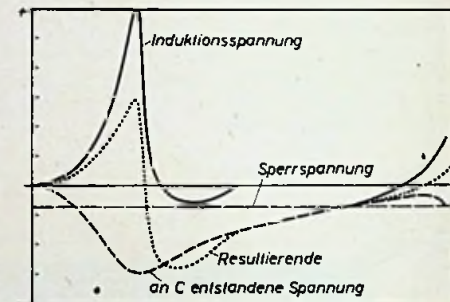


Abb. 2. Diagramm der am Gitter eines Sperrschwingers wirksamen Spannungen



Folge, daß das Transformatorfeld in sich zusammenbricht, umpolt und auf das Gitter einen (wenn zwar auch durch die starke Dämpfung geringen) negativen Impuls abgibt. Dieser Impuls sperrt die Röhre, und in diesem Moment steht nur noch die negative Kondensatorspannung am Gitter, die weit größer als die Sperrspannung der Röhre ist.

Die Entladungszeit des Kondensators bis zur Entriegelungsspannung der Röhre bestimmt sich aus der RC-Kombination. Nach Unterschreitung der Sperrspannung werden der Anodenstrom von neuem ansteigen und der geschilderte Vorgang sich laufend wiederholen.

Als eigentliche Kipp-Ursache steht also die Begrenzung der positiven Anodenstromänderung durch die Röhre und damit (als logische Folgeerscheinung) das Zusammenbrechen des Transformatorfeldes fest.

### Solare Ultrakurzwellen

(Schluß von S. 440)

Neuere Untersuchungen zeigen, daß Korpuskularstrahlen (Elektronen- bzw. Protonenströme), die von aktiven Sonnengebieten emittiert werden, mit elektromagnetischen Wellen in der Sonnenatmosphäre in Wechselwirkung treten und sie verstärken. Ein solcher Mechanismus ist nicht nur im Hinblick auf das Verständnis der großen Intensität von UKW-Eruptionen auf der Sonne von größtem wissenschaftlichem Interesse, sondern er weist auch auf Möglichkeiten zur Entwicklung neuartiger Verstärkerröhren für Millimeter- und Zehntelmillimeterwellen hin. So gibt die

Untersuchung der solaren Radioemission auch zur Entwicklung neuartiger technischer Methoden der kommerziellen Hochfrequenztechnik Anlaß.

#### Schrifttum

- I. L. Pawsey & S. F. Smerd, Abschnitt „Solar radio emission“ im Buch „The Sun“, The University of Chicago Press, Chicago, 1952.
- M. Ryle, „Radio Astronomy“, Rep. Progr. Phys., Bd. 13 (1950), 184.
- B. Lovell & J. A. Clegg, „Radio Astronomy“, Chapman u. Hall, London 1952.
- H. H. Klinger, „Solare und kosmische Radiowellen“, Experientia, Bd. 8 (1952), H. 9, S. 325, Birkhäuser Verlag Basel.



**Gegentaktendstufe mit Katodenverstärker**

In einer neuen Schaltung nach „Radio & Television News“, April 1954, S. 50, wird zwar der Ausgangstransformator nicht überflüssig, jedoch kann der hochwertige Übertrager durch eine billige Bauart ersetzt werden, ohne daß angeblich die Qualität der Wiedergabe merkbar verschlechtert wird. Wenn man die beiden Röhren der Gegentaktendstufe nach Art von Katodenverstärkern schaltet, so ergeben sich zwei bedeutsame Vorteile, die die Benutzung eines geringerwertigen Ausgangstransformators ermöglichen. Der Ausgangstransformator wird aus dem Gegenkopplungskreis ausgeschaltet, da die als Katodenwiderstände wirkenden Primärwicklungen unmittelbar die Gegenkopplungsspannung erzeugen. Außerdem wird der Ausgangstransformator von einem niederohmigen Generator gespeist; das ist sowohl für die Wiedergaben der Tiefen als auch für die Lautsprecherdämpfung günstig. Der Vorschlag, die Gegentaktendstufe als Katodenverstärker zu schalten, hat allerdings auch gewisse Nachteile. Beispielsweise sind außerordentlich große Steuerspannungen aufzuwenden, so daß unter Umständen spezielle Treiberstufen gebaut werden müssen. Ferner ist es nicht einfach, geeignete Röhrentypen zu finden, die die für die Ausgangsleistung erforderlichen Spitzenströme aufbringen können, so daß man mit normalen Röhren kaum über Leistungen von 10 W hinauskommt. Schließlich werden bei den billigeren Ausgangsübertragern Lautsprecherdämpfung und Wiedergabe bei den höheren Frequenzen schlechter. Der Katodenverstärker ist also auch hier kein Allheilmittel, kann aber in bestimmten Fällen (je nachdem, was man von dem Verstärker verlangt) eine Verminderung der Baukosten ohne Einbuße an Qualität mit sich bringen.

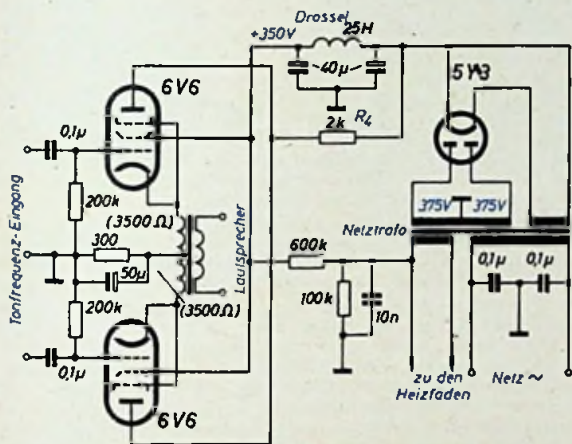


Abb. 1. 5-W-Gegentakt-Endstufe mit Katodenverstärker, deren Schirmgitter auf hohem Potential (rd. 350 V) liegen

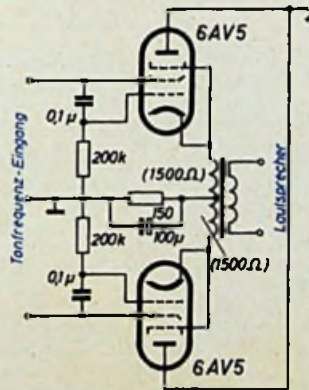


Abb. 2. Katodenverstärker-Gegentakt-Endstufe für 8 W Ausgangsleistung; die Schirmgitter werden zusammen mit den beiden Steuergittern angesteuert

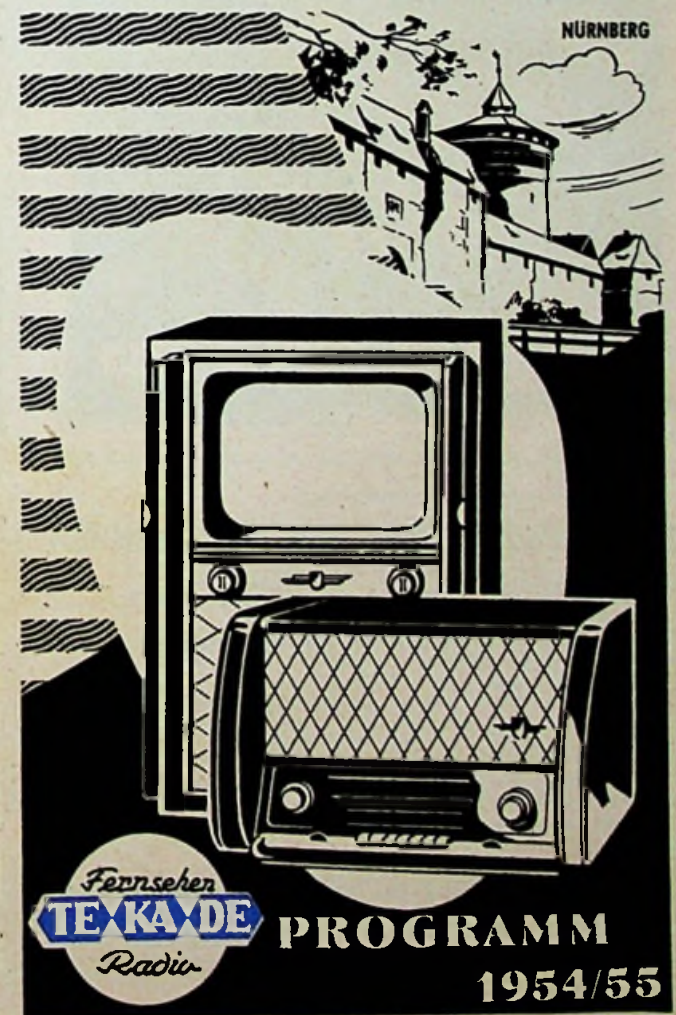
Für die Katodenverstärker in der Gegentaktendstufe sollten Röhren mit kleinem Durchgriff und großer Stromaussteuerung gewählt werden. Da Trioden mit diesen Eigenschaften kaum zur Verfügung stehen, muß man zu Pentoden greifen. Für die Schaltung des Schirmgitters ergeben sich dann zwei Möglichkeiten, die in den Abb. 1 und 2 dargestellt sind. In der Schaltung nach Abb. 1 liegt das Schirmgitter auf dem sehr hohen Gleichstrompotential von rund 350 V, während die Anode durch den Widerstand  $R_k$  eine niedrigere Spannung erhält. Diese Spannung ist unkritisch und muß lediglich oberhalb von 75 V liegen. Eine Überlastung des Schirmgitters ist in dieser Schaltung trotz der ungewöhnlich hohen Spannung nicht zu befürchten. Man kommt auf Ausgangsleistungen bis zu etwa 5 W, wenn man den Außenwiderstand (Primärwicklung des Transformators) ungefähr 3500 Ohm groß macht.

Größere Ausgangsleistungen sind zu erreichen, wenn das Schirmgitter mit normalem, niedrigem Potential betrieben und gleichzeitig mit dem Steuergitter angesteuert wird. Diese Art der Endstufe ist in der Abb. 2 gezeigt, die eine Endstufe mit Katodenverstärker für 8 W Ausgangsleistung wiedergibt.

Die Impedanz des Ausgangswiderstandes, also der Primärwicklung des Ausgangsübertragers, kann in weiten Grenzen verändert werden. Durch Erhöhung dieser Impedanz lassen sich Klirrfaktor und Lautsprecherdämpfung verbessern, allerdings auf Kosten der Ausgangsleistung. Auf diese Weise wird es aber möglich, mehrere parallelliegende Lautsprecher anzuschließen, die einzeln nach Bedarf an- und abgeschaltet werden dürfen, ohne daß man besondere Maßnahmen für die jeweils richtige Anpassung vorsehen müßte.



HYDRAWERK AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN N 20

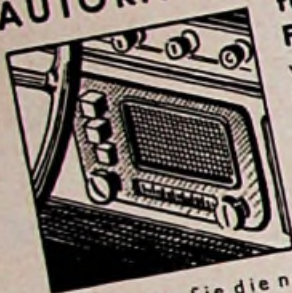


# BERU

## AUTORADIO-ENTSTÖRMITTEL

für Normal- und UKW-  
Fein-Entstörung

wie Entstör-Zündkerzen, Entstör-  
Stecker, Entstör-Kondensatoren  
usw. sichern auch Ihrem Auto-  
Radio einen hochwirksamen  
Schutz gegen Funkstörungen  
im neuen UKW- und allen  
anderen Wellenbereichen.



Verlangen Sie die neue Sonderschrift Nr. 412A

## PEIKER-Kupplungen

FÜR MIKROPHONE

(2-POLIG)

Verchromt



H. PEIKER BAD HOMBURG V.D.H.

Für jede Reise unentbehrlich!

## Kauperts Deutschland-Städte-, Hotel- u. Reiseführer 1954

Bundesrepublik und West-Berlin

DER VOLLSTÄNDIGSTE DEUTSCHE HOTEL- UND REISEFÜHRER  
IN EINEM BAND:

Mehr als 60 000 Anschriften von Hotels, Gasthöfen, Gaststätten,  
Pensionen, Fremdenheimen, Kuranstalten, Sanatorien, Kinderheimen  
mit Angaben über Besitzer, Telefon, Bettenzahl,  
Zimmer- und Pensionspreise sowie vorhandenen Komfort

Das ausführliche Ortsverzeichnis sämtl. deutschen Städte bis zu kleinsten  
Gemeinden mit interessanten historisch-kulturellen Beschreibungen.  
Deutsche Heilbäder und Kurorte mit Heilfaktoren und Höhenlagen  
Alle Verkehrsverbindungen einschließlich Autobahnen mit Rasthäusern  
und Entfernungangaben

Sämtl. Anschriften, einzeln überprüft, auf den neuesten Stand gebracht  
586 Seiten DIN A 4 — Preis DM 15,60

**KAUPERTVERLAG** BERLIN • FREUDENSTADT

Berlin SW 68, Friedrichstraße 210 (amerikan. Sektor) • Telefon: 24 93 01  
Postscheckkonto Berlin West 8383

## Ferrite in der Mikro- wellentechnik

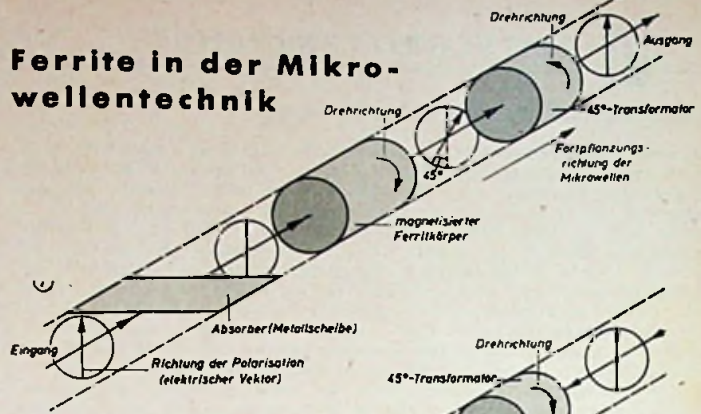


Abb. 1. Am linken Ende ein-  
tretende Mikrowellen ver-  
lassen die Leitung an dem  
rechten Ende ungeschwächt

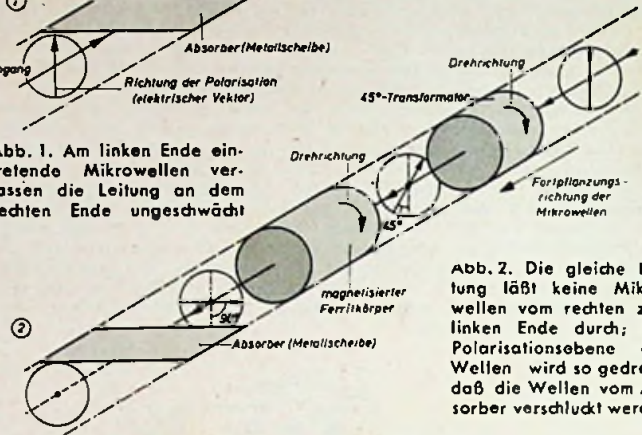


Abb. 2. Die gleiche Lei-  
tung läßt keine Mikro-  
wellen vom rechten zum  
linken Ende durch; die  
Polarisationsebene der  
Wellen wird so gedreht,  
daß die Wellen vom Ab-  
sorber verschluckt werden

Die aus Ferriten bestehenden neuen ferromagnetischen Werkstoffe (z. B. Ferroxcube) haben bei Hochfrequenz Eigenschaften, die den Ferriten einige eigentümliche Anwendungsgebiete in der Mikrowellentechnik erschlossen haben. So können beispielsweise mit Hilfe von Ferriten Mikrowellen-Leitungen in Gestalt von Hohlrohren gebaut werden, die Mikrowellen nur in einer Richtung durchlassen, in der Gegenrichtung aber völlig sperren. In ganz ähnlicher Weise lassen sich Leitungen verwirklichen, die verschiedene elektrische Längen haben, je nachdem, in welcher Richtung man die Mikrowellen über die Leitung schickt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten bieten die Ferrite in elektronischen Schaltern und in Modulatoren für Mikrowellen.

In erster Linie sind es zwei Eigenschaften der Ferrite, die in den erwähnten Fällen ausgenutzt werden. Sie haben einen so hohen spezifischen Widerstand, daß sie praktisch als Isolatoren angesprochen werden können und elektromagnetische Wellen nicht wesentlich dämpfen. Außerdem zeigen sie den sogenannten Faraday-Effekt. Dieser Effekt ist eine aus der Lichtoptik wohlbekannte Erscheinung. Dort haben viele Stoffe die Eigenschaft, die Polarisationsebene eines durch sie hindurchgehenden linear polarisierten Lichtstrahles zu drehen, wenn sie einem konstanten Magnetfeld ausgesetzt sind.

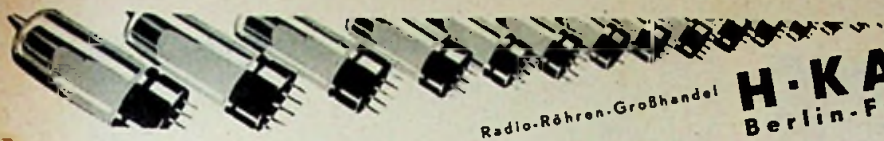
Bringt man einen Ferritkörper in einen Mikrowellen-Hohlleiter, so dreht er in ganz ähnlicher Weise die Polarisationsebene der hindurchgehenden Mikrowellen, sofern sich der Ferritkörper in einem Magnetfeld befindet, das parallel zur Fortpflanzungsrichtung der Mikrowellen orientiert ist. Der Winkel, um den die Ebene dabei gedreht wird, ist eine Funktion der Feldstärke des überlagerten Magnetfeldes. Das Besondere der durch den Faraday-Effekt hervorgerufenen Drehung ist aber, daß die Drehung immer nach der gleichen Richtung des Raumes hin erfolgt, also unabhängig von der Fortpflanzungsrichtung der Mikrowellen in der Leitung ist. Das heißt aber, daß die Polarisationsebene der Mikrowellen, die durch die Leitung in einer bestimmten Richtung wandern, in bezug auf ihre Fortpflanzungsrichtung beispielsweise nach rechts, die der entgegengesetzt wandernden dagegen nach links gedreht wird. In „Electronics“, Bd. 26 (1953), H. 10, S. 246, wurden einige Beispiele erläutert.

In Abb. 1 tritt die Mikrowelle links in die Leitung ein und verläßt diese am rechten Ende. Die Richtung des elektrischen Feldvektors der Welle ist jeweils durch einen Pfeil angedeutet. Am linken Ende der Leitung befindet sich zunächst ein aus einer Metallscheibe bestehender Absorber, der aber die von links eintretenden Wellen unbeeinflusst läßt, weil seine Ebene senkrecht zum elektrischen Feld der Welle liegt. Die Welle passiert nun den magnetisierten Ferritkörper und wird in diesem um  $45^\circ$  nach rechts gedreht. Die Magnetisierung kann durch einen Permanent- oder einen Elektromagneten geschehen. Den Ausgang der Leitung am rechten Ende bildet ein Transformator oder Anpasser, der die Polarisationsebene der Mikrowelle um  $45^\circ$  nach links zurückdreht, so daß die Welle die Leitung mit unveränderter Polarisationsrichtung und praktisch ungeschwächt verläßt.

Ganz anders liegen aber die Verhältnisse, wenn die Welle die Leitung von rechts nach links durchläuft (Abb. 2). Die rechts eintretende Welle wird durch den Transformator oder Anpasser zuerst um  $45^\circ$  nach links gedreht und geht nun durch den Ferritkörper; dieser dreht wieder um  $45^\circ$ , diesmal aber (im Gegensatz zu der entgegengesetzt laufenden Welle) nach rechts, so daß die Polarisationsebene insgesamt um  $90^\circ$  gedreht ist. Damit fällt der elektrische Vektor der Welle mit der Ebene des Absorbers am linken Leitungsende zusammen; die Welle wird daher von dem Absorber vollkommen verschluckt.

Diese einseitig sperrenden Leitungen haben sich besonders zur Ankopplung des Verbrauchers an Magnetron- oder Klystron-Generatoren bewährt, da sie Rückwirkungen des Verbrauchers auf den Generator ohne Leistungsverluste verhindern.

Wenn man sich den Absorber in den Abb. 1 und 2 wegdenkt, so hat man eine Leitung, deren elektrische Länge in der einen Richtung um eine viertel Wellenlänge größer ist als in der anderen Richtung. Wenn der Transformator und der Ferritkörper um je  $90^\circ$  drehen, wird der elektrische Längenerunterschied in den beiden Richtungen  $180^\circ$  oder eine halbe Wellenlänge. F.



Radio-Röhren-Großhandel

**H-KAETS**  
Berlin-Friedenau

Niedstraße 17  
Telefon 83 22 20  
83 30 42

MIT KAETS  
BESSER GEHTS

**MENTOR - Feintriebe und Meßgeräte-Skalen**

für Industrie u. Amateure in Präzisionsausföhr.

**ING. DR. PAUL MOZAR - Düsseldorf**  
Fabrik für Elektrotechnik u. Feinmechanik

Postfach 6085

Telegraphadresse: MENTORWERK  
Telefon: 81503 — 22123 — 12081



**Röhren-Hacker liefert schnell  
immer billig und reell!**

**Schwingquarze**

kurzfristig lieferbar



Quarz-Eichgeneratoren

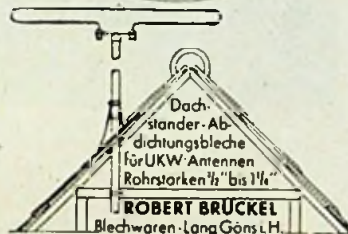


Quarz-Läppmaschinen



**Quarz-Technik**

Willy Müller · Kurt Schlichter  
Berlin-Schöneberg  
Innsbrucker Straße 25



**METALLGEHÄUSE**



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

**Skalenschnur**

nicht dehnbar. 10 x 10 m auf Karton

0,5 mm ø % m 5,— DM

0,8 mm ø % m 6,— DM

**Fassungen**

Miniatur: % 17,— DM

Noval: % 18,— DM

Rimlock: % 18,— DM

**RÖHREN - HACKER**

Bln.-Neukölln, Silbersteinstr. 15

**Zwei Neumannschreiber**

**Typ P 2**

Neuwert ca. DM 3000,—, vom Hersteller generalüberholt und auf neueste Ausführung mit E-Röhren umgestellt, daher technisch völlig neuwertig, zu je DM 2000,— abzugeben.

ZUSCHRIFTEN ERBETEN UNTER F. Q. 8061

**Radio- und Elektrogeschäft**

In Kreisstadt der Oberpfalz

mit gutem Umsatz und laufender Arbeit für 4 Personen sofort wegen Übernahme eines Fabrikbetriebes zu übergeben. — Modernst eingerichteter Laden mit zwei Schaufenstern, modernste Rundfunkwerkstätte und großes Lager muß mit übernommen werden. Bewerber muß Elektromeister sein mit sehr guten Kenntnissen auf dem Rundfunkgebiet. Personal ist vorhanden. — Abgabe erfolgt an nur wirklich gute Fachkräfte gegen ganz geringe Ablösung von ca. 6000.— DM, Lagerbestand ca. 15000.— DM. Anfragen unter F. P. 8060.

**Fahrrad-Motorrad-Ständer**  
Grobe Feinstahlbau K. G.  
2b Westhofen/Rh.-hess

**Kaufgesuche**

Wir suchen Röhren: P 700, LG 10, LG 12, LS 50, RS 337, DG 7-1, DG 7-2, DG 9-3, DG 9-4, LK 199 und andere Typen. Radio-Fett, Berlin-Charlottenburg, Wundtstraße 15

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

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

Röhrenrestposten, Materialposten, Kassenkauf. Akeradio, Bln SW 11, Europahaus

Röhren-Posten kauft laufend gegen Kasse Plähn, Berlin-Neukölln, Kranoldstr. 1

**KATHREIN Fernseh-Antennen**





Koaxiale  
geschirmte HF-Leitungen  
Symmetrisch  
geschirmte HF-Leitungen  
Symmetrisch  
ungeschirmte HF-Leitungen  
Kapazitäts-  
und dämpfungsarme  
Spezialleitungen für Ton-  
und Fernsehempfang


Verlangen Sie bitte  
Sonderangebote!



LEONISCHE DRAHTWERKE A G  
MÜNCHEN

RICHARD HIRSCHMANN - RADIOTECHNISCHES WERK - ESSLINGEN AM NECKAR

# Hirschmann



*Fernseh-Antennen*

breitbandig, daher zukunftsicher

## HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER

*Der III. Band erscheint demnächst!*

### AUS DEM INHALT:

Ergänzungen zum I. und II. Band nach dem neuesten Stand der Technik

Tabellen und Nomogramme

Mathematik

Stromverdrängung

Berechnung elektromagnetischer Felder nach der Maxwellschen Theorie

Frequenzfunktion und Zeitfunktion

Ferrite

Oxydische Dauermagnetwerkstoffe

Bariumtitanate

Stabantennen

Organische Isolierstoffe, Isolierkeramik

Wabenkaminfenster zur Abschirmung von Meßgeräten und Meßräumen gegen elektromagnetische Felder

Hohlleiter

Die Ionosphäre

Dämpfungs- und Phasenverzerrung in linearen Übertragungssystemen bei geringen Anforderungen

Fernseh-Literaturverzeichnis

Hochfrequenz-Meßverfahren

Umfang etwa 770 Seiten • In Ganzleinen gebunden • Preis 15.— DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland sowie durch den Verlag

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH • BERLIN-BORSIGWALDE