

# FUNK- TECHNIK

RADIO • FERNSEHEN • ELEKTRONIK



## Quarze

(Nach einer Telefunken-Typenliste)

Type	Bezeichnung	Frequenzbereich kHz	Genauigkeit	TK (10 <sup>-1</sup> /°C)	Abmessungen					Bemerkungen
					Stiftabstand	Stift-Ø mm	Höhe mm	Gehäuse Breite mm	Tiefe mm	
QN*)	Normquarz mit Stecker	500...30 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5	19,5	4	28	28	12	Preßstoffgehäuse, staubdicht, feuchtigkeitsgeschützt
QNL*)	Normquarz zum Einlöten	500...30 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5	Lötfahnen	—	31	28	12	Preßstoffgehäuse staubdicht, feuchtigkeitsgeschützt
QPS*)	Kleiner Steckquarz	500...30 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5	12,5	2,35	25,5	24	19	Preßstoffgehäuse, staubdicht, feuchtigkeitsgeschützt
QPL 16*)	Lötquarz	500... 5 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5	Lötfahnen	—	10	24	20	Preßstoffgehäuse, staubdicht, feuchtigkeitsgeschützt besonders für tragbare Geräte entwickelt Gewichte: 3 bis 6 g
QPL 1*)	Lötquarz	3 000...25 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5 bis 10 000 kHz von da ab Umkehrpunkt	Lötfahnen	—	7,5	19	15	
QPL 9*)	Lötquarz	8 000...30 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5 bis 10 000 kHz von da ab Umkehrpunkt	Lötfahnen	—	7	17	12,5	
QS 1*)	Steckquarz	1 000... 8 000	± 1 · 10 <sup>-5</sup>	1,0 auf Wunsch mit Umkehrpunkt	19,5	4	37	38 Ø	—	Keramikhalter, Preßstoffgehäuse, für Rundfunksender
QS 2*)	Steckquarz	700... 2 000	± 1 · 10 <sup>-5</sup>	1,0 auf Wunsch mit Umkehrpunkt	19,5	4	43	42,5 Ø	—	
QZ	Einbauquarz	3 000...30 000	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	1...1,5 bis 10 000 kHz von da ab Umkehrpunkt	—	—	13,3	21 Ø	—	Schnell auswechselbar; kleinste Abmessungen
QGLS 3	Gleichwellenquarz	800... 1 600	± 1 · 10 <sup>-7</sup>	1,0 bzw. mit Umkehrpunkt	36	4	73	62	41	Lieferbar mit Schwingkreis- anordnung; für Gleichwellensender
QGLS 4	Gleichwellenquarz	250...800	± 1 · 10 <sup>-7</sup>	1,0 bzw. mit Umkehrpunkt	36	4	82	67	50	
QLO	Oberwellenquarz	30...150 MHz	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	< 2	Lötfahnen	—	7,5	19	15	Oberwellenquarz in Lötfassung
QZO	Oberwellenquarz	30...150 MHz	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 3 · 10 <sup>-5</sup>	< 2	—	—	13,3	21 Ø	—	Oberwellenquarz in Einbaufassung
QVS 1*)	Vakuumquarz	5...500	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 5 · 10 <sup>-5</sup>	0,5...3	Stahlröhrensockel		35 bzw. 65	35 Ø	—	Stahlröhrenfassung; evakuiert
QVS 2*)	Vakuumquarz	5...500	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 5 · 10 <sup>-5</sup>	0,5...3	19,5	4	45 bzw. 75	35 Ø	—	
QD 1*)	Vakuumquarz	50...300	± 1 · 10 <sup>-4</sup> auf Wunsch bis ± 5 · 10 <sup>-5</sup>	0,5...3	mit Lötenden		75,3	13,7 Ø	—	Glaskolbefassung; evakuiert
QU	Uhrenquarz	1 000	für Quarzuhren		—	—	—	—	—	—

\*) Auch als Filterquarze lieferbar. Der Filterquarzbereich liegt zwischen 5 und 20 000 kHz.



# FUNK- TECHNIK

CHEFREDAKTEUR CURT RINT

## AUS DEM INHALT

Quarze .....	254	Selbstbau eines Tonbandgerätes mit Feder-	270
Die zweite Welle .....	255	werkantrieb .....	271
Zwei bewährte Platten-Wechsler .....	256	HF-Bauteile für Fernseh-Empfänger .....	272
Drabtlöse Steuerung von Modellfahrzeugen .....	257	Fernseh-Empfänger FSE 52/10 .....	274
»Metz-Musikus«, ein Tonband-Aufsatzgerät .....	258	Leistungsverstärker mit Studioqualität .....	274
Kurznachrichten .....	259	FT-WERKSTATTWINKE: Einstellung der	
Grundig-Tonbandgerät »Reporter 500 L« .....	260	Zeitkonstante .....	275
Rechtwinklige und Polar-Koordinaten .....	262	Das Betatron .....	276
Die Kristallode G 2 T, eine Tetrode .....	264	Zeitschriften und Bücher .....	278
Der Glühstrom-Stabilisator 100 V 60 mA .....	265	FT-EMPFANGERSKARTEI .....	
»DER« Steuersender .....	267	WEGA-Fox-52	
Eine Schutzschaltung für PA-Stufen in		Wandel & Goltermann: Zikade II ML ..	280
Amateursendern .....	268	FT-BRIEFKASTEN .....	281

Zu unserem Titelbild: Das Bildröhrenprogramm der Loewe-Opta AG, Berlin, umfaßt Rund- und Rechteckröhren von 30 ... 50 cm  $\phi$ . Unser Bild zeigt Empfangsversuche mit einer 50-cm-Bildröhre

## Die zweite Welle

Der Handel sparte nicht mit bitteren Worten, als nach der Berliner Industrie-Ausstellung (Oktober 1951) an Stelle des erwarteten täglichen und offiziellen Programmbetriebes nur eine Fortsetzung der Versuchsendungen in Hamburg und Berlin zustande kam. Inzwischen wurde die Quittung für die mangelnde Koordinierung von Programm und Empfängerbau präsentiert: Berlin und Hamburg melden nur wenige hundert verkaufter Empfänger; die Produktion der meisten Fabriken erreichte den Nullpunkt, und in der Rundfunkwirtschaft geht die Parole um: „Keine Fernsehreklame bis zur Funkausstellung“. Einige schossen übers Ziel hinaus und meldeten Bedenken gegen eine Funkausstellung an, die naturgemäß das Fernsehen zeigen muß. Die Industrie bekannte sich inzwischen mit geringen Ausnahmen zu der Ansicht, daß die Pause zwischen Oktober 1951 und August 1952 letzten Endes doch ihre Vorteile hat. Die Oktober-Demonstration des neuen deutschen Fernsehens in den Hallen am Kaiserdamm war zwar eindrucksvoll und berechtigte zu vielen Hoffnungen — aber man wußte, daß viele Firmen nur mit ihren Labormustern nach Berlin gekommen waren. Für die Rundfunkindustrie ist das Fernsehen, ähnlich wie 1949 der UKW-Rundfunk, eine neue Technik, so daß trotz der Erfahrungen aus der Vorkriegszeit viel Entwicklungsarbeit zu leisten ist.

Eins ist sicher: Hätte das Verkaufsgeschäft bereits im Oktober 1951 lebhaft eingesetzt, so stünden wir heute vor einem reichlich verwirrten Markt, denn die Hersteller hätten in einem solchen Falle ihre Baumuster schon mehrere Male, den inzwischen erarbeiteten Erfahrungen entsprechend, ändern müssen. Der Umsatz blieb aus, teils wegen fehlender Sender und schlechter Programme, teils aus anderen Gründen — und so hatten es die Fabriken nicht nötig, ihre Empfänger dem harten Konkurrenzkampf auszusetzen.

Die meisten Geräte wurden wieder in die Labors zurückgezogen. Man prüfte und konstruierte um; man machte Reichweitenversuche im Umkreis der beiden Sender Hamburg und Feldberg (Taunus) sowie im holländischen Grenzgebiet (Sender Lopik und Eindhoven), und man wird nun zur Funkausstellung mit mehr oder weniger umgekrempelten Schaltungen herauskommen, die weitgehend die Erfahrungen aus der Praxis und mancher Publikumsreaktion berücksichtigen. Die Veränderungen dürften etwa auf folgender Linie liegen:

Vordringen des Intercarrier-Verfahrens aus wirtschaftlichen und technischen Gründen.

Verbesserung der Kippgeräte, vor allem Stabilisierung der Zeilenablenkung durch allgemeine Anwendung der Schwungradschaltung und des Phasenvergleiches.

Weitere Erhöhung der Empfindlichkeit (erhöhte Verstärkung), so daß auch die Bewohner der Randgebiete eines Fernsehsenders gewonnen werden können; die Parallele zur Entwicklung im UKW-Gebiet ist unverkennbar.

Erhöhung der Kanalzahl. Die ersten Empfänger enthielten meist nur eine Eingangsschaltung für die 6 Kanäle des Bereiches 174 bis 216 MHz. Inzwischen mehren sich die Nachrichten über Empfänger, die daneben auch das Band I der europäischen UKW-Verteilung (41 ... 68 MHz) erfassen und daher schon jetzt Lopik

und Eindhoven im holländisch-deutschen Grenzgebiet aufnehmen können und geeignet sind, auch die geplanten schweizerischen Stationen zu empfangen, die sämtlich Band I benutzen. Möglicherweise spielen folgende Überlegungen eine Rolle: Man weiß nicht, ob die Bundesrepublik nicht eines Tages Fernsehsender auch im Band I laufen läßt. Grundsätzliche Bedenken dürften nicht bestehen, denn der Weltnachrichtenvertrag von Atlantic-City (1947) gab für die europäische Region die Bänder 41 ... 68, 87,5 ... 100 und 174 ... 216 MHz für Rundfunk und Fernsehen frei.

UKW wird immer häufiger eingebaut. Neue Kanalwähler (z. B. Philips Typ At 7502) verfügen über die 6 Kanäle zwischen 174 und 216 MHz und zuzüglich über den UKW-Rundfunkbereich 87,5 ... 100 MHz. Beim Intercarrier-Verfahren ist der Einbau des UKW-Bereiches schwieriger, aber nicht unmöglich.

Ob sich der Einbau kompletter Rundfunkteile mit Kurz-, Mittel- und Langwellen in die Fernsehgeräte in nennenswertem Umfang durchsetzen wird, ist fraglich. Wir erwarten jedenfalls in Düsseldorf zur Funkausstellung nur ganz wenige Modelle dieser Art — vielleicht von jenen Firmen, die bislang Musiktruhen aus fremdbezogenen Chassis und selbsthergestellten Möbeln zusammenbauten — und können ein halbes Dutzend Gründe nennen, die gegen diese Kombinationen sprechen.

Die Preisgestaltung ist ein weites Feld. Man tut gut daran, keine übertriebenen Hoffnungen auf sehr billige Empfänger zu hegen, da der komplette Röhrensatz einschließlich der Bildröhre auch für die Empfängerfabrik noch recht teuer ist — und ein gutes Holzgehäuse der notwendigen Größe ebenfalls viel kostet. Der Preis einer Rechteckröhre mit 22×29 cm Bildfläche ist gegenwärtig etwa 270,— DM. Hier also wäre der Hebel anzusetzen und außerdem bei den Gehäusen, die als handwerkliche Tischlerarbeit auch bei größeren Stückzahlen nur unwesentliche Verbilligung erfahren können. Ob die vorgeschlagenen Preßstoffgehäuse einen Ausweg bedeuten, muß nach den Erfahrungen bei Rundfunkempfängern bezweifelt werden. Völlig abwegig aber ist ein Preisvergleich zwischen dem deutschen Einheitsfernseher E1 vom Jahre 1939 (600 RM) und den heutigen Geräten: Der E1 war als Gemeinschaftsfabrikat aller Firmen „politisch“ kalkuliert.

Andererseits werden Überraschungen nicht ausbleiben. Die Konstruktion sogenannter „Nahempfänger“, d. h. wenig empfindlicher Einkanalgeräte mit geringer Röhrenzahl und vielleicht einer kleineren Bildfläche als 22×29 cm, liegt in der Luft. Sie wären nur in unmittelbarer Sendernähe brauchbar, müßten aber, um ein Erfolg zu sein, im Preis weit unter 1000 DM liegen. Aus Kreisen der Rundfunkanstalten verlautet, daß die bisher auf dem Markt befindlichen Fernsehempfänger in bezug auf Trennschärfe kaum den in naher Zukunft an sie gestellten Anforderungen standhalten dürften. Die Senderdichte wird zwar langsam, aber doch stetig zunehmen, zumal die benachbarten Länder ebenfalls ihre Fernsehdienste aufbauen und speziell in Berlin eines nicht zu fernem Tages drei Fernsehsender arbeiten werden. Wir stehen dann vor gleichen Verhältnissen wie beim UKW-Rundfunk — auch hier erheben sich immer stärker die Forderungen nach höherer Selektivität. Karl Teitzner



Schauloch (zeigt Tourenzahl u Nullstellung) Knebel

Abb. 1. Plattenwechsler DUAL 1002/D

Der Schallplattenumsatz bewegt sich seit zwei Jahren erfreulich aufwärts. Langspielplatten nach dem System der Deutschen Grammophon-Gesellschaft mit 78 U/min („Variable Micrograde“) und seit einiger Zeit die „echten“ Langspielplatten mit 33 $\frac{1}{2}$  U/min verschiedener Firmen gaben neue Impulse, so daß die Platte ihre Stellung als populäre Musikkonserve trotz der Konkurrenz des Tonbandes halt und weiter ausbaut.

Nullstellung oder eine sonstige Möglichkeit, die Reib- und Übersetzungsräder während längerer Betriebspausen vom gegenseitigen Druck zu befreien. Ständiger Druck auf einer Stelle des Randes deformiert beispielsweise das Reibrad und bringt Störungen in den ruhigen, „runden“ Lauf.

**DUAL-Wechsler 1002 bzw. 1002/D**

Dieser sauber durchkonstruierte, überraschend preiswerte Wechsler hat sich gut einführen können; wir finden ihn heute in einer Unzahl von Musiktruhen, Fonoschränken und Fonosuperhets. Der Knebel (s. Abb. 1) ist der einzige Bedienungsgriff: er betätigt den Netzschalter, gibt das Startzeichen und steuert die Umschaltmechanik für die

bei 30 cm Durchmesser auf der Trägerplatte ⑩ aufliegt. Dieser Unterschied in der Auflage der untersten Platte des Stapels signalisiert dem Tonabnehmer die Lage der Anfangsrille, die bei einer 30-cm-Platte um 25 mm weiter vom Zentrum entfernt liegt als bei einer 25-cm-Platte, so daß der über ein Hebelsystem gesteuerte Tonarm stets richtig aufsetzt.

Die Wechselauswahl kann nur arbeiten, wenn der Plattenstift ⑦ belastet ist, d. h. wenn Platten aufliegen. Sie drücken den federnd eingesetzten Stift so weit nach unten durch, daß er den Haupthebel in Tätigkeit setzt, der seinerseits den Wechselvorgang auslöst: Abwurf der unteren Platte und Einschwenken des Tonarmes.

Sobald der Tonarm die Auslaufrille erreicht hat, schwenkt er wieder zurück. Dabei wird die Abwurfvorrichtung angestoßen, die im Abwurfssockel ⑮ untergebracht ist. Die 25-cm-Platte wird durch den Taster ⑭ vom Tragebügel abgeschoben, gleitet von der Nase des Plattenstiftes ab und fällt auf den Plattenteller bzw. auf die hier bereits liegenden Schallplatten. Die 30-cm-Platte dagegen ruht, wie erwähnt, auf der Trägerplatte ⑩ und wird durch den Schieber ⑪ heruntergeschoben.

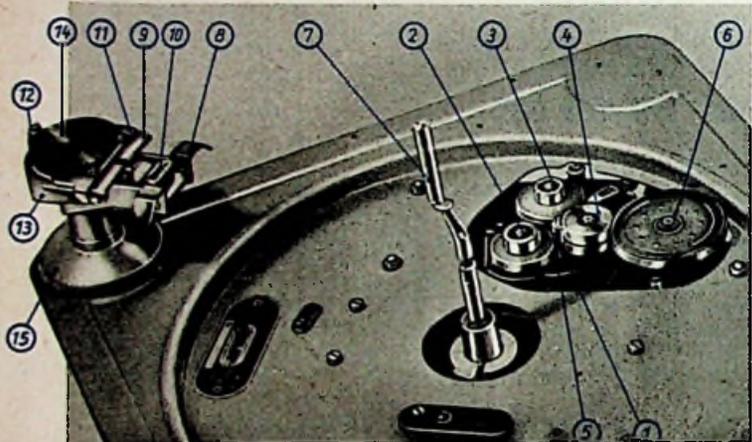
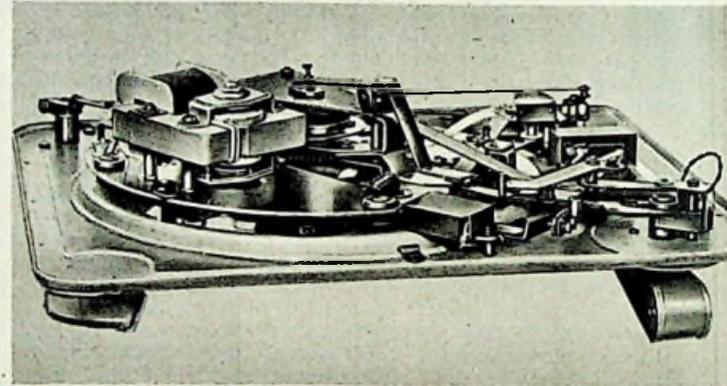


Abb. 2. Tourenumschaltung und Abwurfeinrichtung des DUAL 1002. ① Umschalt-  
rad, ② Vermittlungsrad für 45 U/min, ③ desgl. für 33 $\frac{1}{2}$  U/min, ④ desgl. für 78 U/min, ⑤ Motorachse, ⑥ Treibrad, ⑦ Plattenstift, ⑧ Tragebügel, ⑨ Trägerplatte, ⑩ Taster, ⑪ Schieber, ⑫ Haltenase, ⑬ drehbar gelagerte Gabel, ⑭ Vorschubplatte, ⑮ Abwurfssockel

Abb. 3 (unten). Die Kompliziertheit und die erforderliche Präzision der Steuerung eines modernen Plattenwechslers zeigt diese Aufnahme sehr deutlich



Ein Plus der Platte sind ihre relativ niedrigen Preise (sehen wir einmal von der Langspielplatte ab) d. h. die Möglichkeit, zweimal drei oder vier Minuten Musik für wenige Mark zu kaufen. Die Zusammenstellung einer tönenden Bibliothek in Form einer Plattensammlung kann also über einen längeren Zeitraum ausgedehnt werden. Der satt-same bekannte Nachteil ist: Die Normalplatte mit 78 U/min, die zur Zeit noch immer mit rd. 98 % am Umsatz beteiligt ist, besitzt eine sehr begrenzte Laufzeit.

Hier bietet der Plattenwechsler den Ausweg. Seit einigen Jahren stehen gute deutsche Konstruktionen zur Verfügung und haben dank ihrer Preiswürdigkeit und technischen Qualität die ausländischen Modelle fast gänzlich verdrängt. Nachstehend sollen zwei der neuesten Typen beschrieben werden.

**Für drei Geschwindigkeiten**

Die neuen Wechsler sind selbstverständlich für jene drei Geschwindigkeiten eingerichtet, die international eine Rolle spielen. 78 und 33 $\frac{1}{2}$  Touren sind auch für Deutschland wichtig, während 45 Umdrehungen je Minute aus Exportgründen eingefügt werden, zumal eine zusätzliche Geschwindigkeit nur geringe Mehrkosten verursacht.

Der Antrieb für den Plattenteller durch ein gummielagertes Reibrad hat sich durchgesetzt. Es sichert den stoßfreien, ruhigen Lauf ohne Rumpeln, wie er für Langspielplatten nötig ist (vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 7 [1952], H. 2, S. 36 „Plattenspieler für drei Geschwindigkeiten“ von Perpetuum Ebner).

Diese Antriebsart erlaubt eine recht einfache Umschaltung der Plattentellergeschwindigkeit, indem zwischen Motorachse und dem Reibrad jeweils die „richtige“ Übersetzungsrolle geschaltet wird: eine große für 33 $\frac{1}{2}$  Touren, eine mittlere für 45 und die kleine für 78 Umläufe. Das bietet mechanisch nur geringe Schwierigkeiten. Wichtig ist eine

Tourenzahl. Die Umschaltmechanik ist in Abb. 2 dargestellt. Das Umschalt- rad ① legt jeweils das richtige Vermittlungsrad ② für 45 U/min, ③ für 33 $\frac{1}{2}$  U/min, ④ für 78 U/min zwischen Motorachse ⑤ und das Treibrad ⑥. Letzteres liegt federnd am inneren Plattentellerrand und tritt durch eine Zugfeder etwas zurück, sobald man mit Hilfe des Knebels das eine Vermittlungsrad wegdreht, während das nächste noch nicht angreift (Mittelstellung). In diesem Falle erscheint im Schauloch neben dem Knebel eine „0“ — und das ist die erwähnte Schonstellung für lange Betriebspausen.

Auf der Nase des Plattenstiftes ⑦ ruht die untere Platte des Schallplattenstapels, und zwar mit der Kante ihres Mitteloches, während der Rand bei 25 cm Durchmesser auf dem Tragebügel ⑧ bzw.

Sie kann wegen ihres größeren Durchmessers jedoch erst fallen, wenn der Tragebügel ⑧ um 90 Grad ausschwenkt und damit den Weg nach unten freigibt. Das geschieht wie folgt: Die 30-cm-Platte wird von der Trägerplatte auf den Taster ⑩ geschoben und drückt ihn nach unten; er bringt damit die Nase ⑪ der drehbar gelagerten Gabel ⑫ in Eingriff mit der Vorschubplatte ⑬. Diese erhält über eine Kupplung unter der Grundplatte ihre Vorschubbewegung von der großen Kurvenscheibe (... der vom Motor angetriebenen Steuerzentrale für alle Bewegungsvorgänge).

Auf diese Weise ist der reibungslose Durchlauf eines Stapels von maximal 10 Platten gesichert, die in ihrer Größe gemischt und in beliebiger Reihenfolge aufgelegt werden dürfen. Das Wechseln

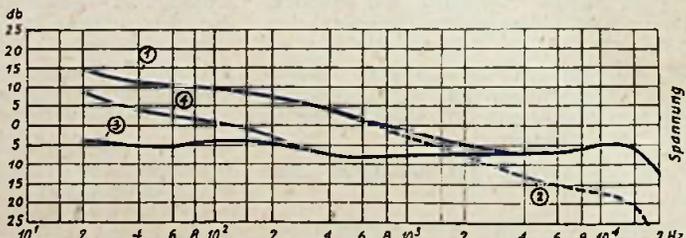
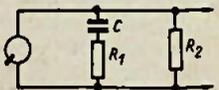


Abb. 4. Frequenzkurve des Kristallsystems KST 2 (System für die Abtastung von Normal-Schallplatten). 0 db = 100 mV/cm $s^{-1}$ ; erregende Amplitude:  $\omega \cdot a = \text{const.}$

**Mechanische Daten:**  
Auflagegewicht: 16 g  
Rückstellkraft: 7 g/100  $\mu$   
Nadel:  
auswechselbare Saphir-  
nadel, Typ SN 10

**Elektrische Daten:**  
Empfindlichkeit bei 1 kHz: 100 bis 170 mV/cm $s^{-1}$ , abgegebene Spannung beim Abtasten einer Normal-Schallplatte etwa 1,5 Volt.  
Übertragungsbereich: 20 Hz bis 16 kHz. Scheinwiderstand bei 800 Hz: etwa 300 kOhm

- ① bei Abschlußwiderstand 1 M $\Omega$
- ② bei Abschlußwiderstand 1 M $\Omega$ , mit Geräuschfilter (300-k $\Omega$ -Längswiderstand + 150 pF bzw. Tonarmleitung)
- ③ bei Abschlußwiderstand 100 k $\Omega$
- ④ mit R-C-Schaltung abgeschlossen (s. Skizze)  
C = 10 000 pF  
R<sub>1</sub> = 100 k $\Omega$   
R<sub>2</sub> = 1 M $\Omega$  (Verstärkereingangswiderstand)



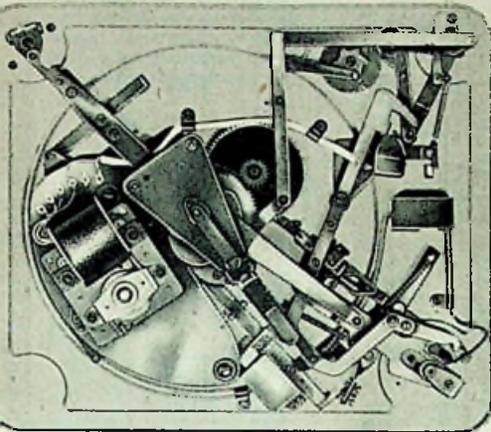


Abb. 5. Chassisunteransicht des DUAL 1002/D

von RCA-Kleinplatten (17,5 cm Ø) ist nicht möglich, sie sind mit 45 U/min einzeln abzuspielen. Der Belastungsarm (s. Abb. 1) muß unbedingt oben auf den Stapel gelegt werden; er gewährleistet planes Aufliegen auch der letzten Platte vor dem Abwurf.

Der Wechsler kann natürlich auch als Einfach-Plattenspieler benutzt werden und funktioniert dann genau wie ein solcher, d. h., er schaltet nach dem Ende der Plattenseite aus. Benutzt man das Chassis als Wechsler und gefällt die gerade laufende Platte nicht, so kann das Abspielen unterbrochen werden, indem man den Knebel kurz nach vorn zieht: die Automatik löst sich vorzeitig aus, der Tonarm schwenkt heraus und die nächste Platte fällt.

In der Ausführung 1002 besitzt der Tonarmkopf ein austauschbares Kristall-Saphir-System Elac KST 2 (für Normalrillen) bzw. KST 6 (Mikrorillen). Der Austausch geschieht mit wenigen Handgriffen, eine Halterung auf dem Chassisgrundblech nimmt die nichtbenutzte Patrone auf. Im neuesten Baumuster 1002/D wird dagegen das umschaltbare Duplo-System Elac KST 5 (vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 22, S. 609) verwendet, wobei der kleine Umschalthebel vorn auf der Stirnseite des Tonarmkopfes angebracht ist.

Auf dem Chassis befindet sich ein Kippswitcher zum Einschalten des Geräuschfilters (300 kOhm Längswiderstand mit 150 pF parallel zur Patrone). Es senkt die Ausgangsspannung für die höheren Frequenzen, beginnend bei 2 kHz, ab (maximal 15 db bei 15 kHz) und erlaubt somit das Abspielen auch älterer Schallplatten mit diesem hochwertigen Kristallsystem, das bis hinauf zu 16 kHz wiedergibt.

Die sehr geringe Einbauhöhe (nur 135 mm über und 75 mm unter der Grundplatte) wird von den Konstrukteuren der Tonmöbel dankbar begrüßt.

Bei aller Kompliziertheit der Konstruktion, die bei einem Plattenwechsler nicht zu vermeiden ist, muß

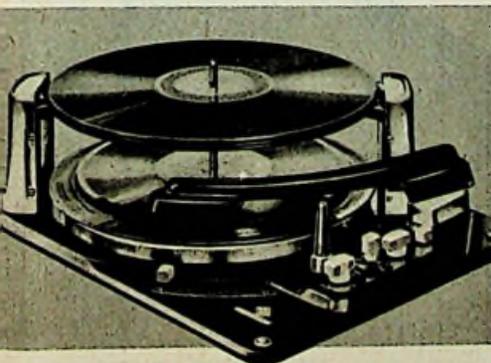


Abb. 6. Plattenwechsler MIRACORD 3 der Elac

der DUAL 1002 noch als relativ einfach bezeichnet werden, verglichen mit dem hochgezüchteten Modell MIRACORD 3 der Firma Electroacoustic, Kiel, ... wobei es sich nicht vermeiden läßt, daß bedeutungstechnische Feinheiten und ein gewisser Luxus in den Preis eingehen!

(Wenn sich sparsame, bastelfreudige Amateure verschiedentlich selbst an den Bau eines Plattenwechslers wagen — in der FUNK-TECHNIK wurde im Bd. 6 [1951], H. 7, S. 186, eine Bauanleitung für den Selbstbau eines Zehnplattenspielers mit einer Geschwindigkeitsgebe —, so zeigen doch gerade die nebenstehenden Fotos die hier gesetzte Grenze sehr klar.)

### Der „denkende“ Wechsler MIRACORD 3

Der MIRACORD 3 ist natürlich für alle drei Geschwindigkeiten eingerichtet und besitzt den bewährten Reibradantrieb. Der Tonarm enthält das oben genannte umschaltbare Duplo-System KST 5 für beide Rillenprofile. Besonderheiten sind die Pauseneinstellung für Spielpausen zwischen zwei Platten, die ausgeklügelte Wiederholerschaltung und vor allem der Überlastschutz.

Letzterer ist eine wesentliche Neuerung zum Wohle der Schallplatten, die leider in allen Wechslern mechanisch weit stärker als beim Einzelabspielen beansprucht werden. In Wechslern mit Mittelloch-Auswuchtung (Beispiel: DUAL 1002) wird vorwiegend der Rand des Mittelloches in Mitleidenschaft gezogen, während bei Modellen wie der MIRACORD 3 der Plattenstapel zwar auf zwei relativ breiten Banken ruht (s. Abb. 6), die Trennung der untersten Platte des Stapels zum Abwurf aber das Einführen zweier Messer erfordert, die beiderseits eingreifen. Dabei kommt es auf die normgerechte Pressung der Platte an, deren Rand keinen Grat oder sonstige größere Unebenheiten aufweisen darf, bzw. deren Dicke zwischen 1,8 und 2,8 mm liegen muß; dafür ist der Wechsler gebaut. Andernfalls besteht die Gefahr, daß beide Messer die Plattenränder anknabbern und evtl. blockieren. In einem solchen Falle tritt die Überlastkupplung in Tätigkeit und trennt den Mechanismus automatisch vom Motor, sobald das verlangte Drehmoment den normalen Wert wesentlich überschreitet. Auch Bedienungsfehler sind ohne schädigende Wirkung. Es mag geschehen was will: Blockiert irgendwo der Mechanismus, so fällt keine Platte und unter dem Teller ertönt ein leises, rhythmisches Klopfen. Wären die beiden Trennmesser die Sündenböcke, so muß man den Plattenstapel einmal leicht anlüften — und schon geht der Wechselvorgang weiter.

Das Bedienungsmanual weist vier Schalter auf: Netzschalter, mit/ohne Automatik, Schalter für Start/Wiederholung und Pausenschalter. Außerdem sind Tourenzahl und Tonabnehmerkopf der Plattenart entsprechend umzuschalten.

Es können folgende Funktionen eingeschaltet werden:

1. bis zu 12 Platten gemischt pausenlos durchspielen
2. jede Platte beliebig oft wiederholen
3. Unterbrechen der laufenden Platte, um sie zu wiederholen oder die nächste Platte einzuschalten
4. Abschalten des Wechslers während des Spiels oder am Ende der laufenden Platte
5. nach Wiederbeginn des Spiels: Wiederholung der aufliegenden Platte oder Einschalten der nächstfolgenden
6. Einschalten einer Pause nach jeder Platte, wobei dieser Zeitraum in gewissen Grenzen einstellbar ist — und Abbrechen der Pause in jedem Augenblick
7. Betrieb ohne Automatik wie jeder Einfach-Plattenspieler.

Zu 6. ist zu bemerken, daß die Länge der Pause von der eingeschalteten Tourenzahl abhängig ist.

Es ergeben sich folgende Zeiten:

Einstellung:	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Drehzahl:	Minuten					
78	1	1,5	2	2,5	3	3,5
45	1,7	2,6	3,4	4,3	5,1	6,1
33 1/3	2,3	3,5	4,6	5,8	6,9	8,2

Der Mindesteinbaumaß beträgt: Breite 410 mm; Tiefe 335 mm; Einbauhöhe über der Montageplatte 145 mm, unter dieser 85 mm. kt.

K. SCHULTHEISS, Techn. Referent des DARC

## Drachtlose Steuerung von Modellfahrzeugen

Dem Ausschuß für Fernlenkmodelle in der Modellflugkommission des Deutschen Aero Clubs e. V. ist es zu verdanken, daß die damit zusammenhängenden gesetzlichen Probleme in jüngster Zeit einer Klärung zugeführt worden sind. Im Oktober 1951 fand eine Konferenz im Fernmelde-technischen Zentralamt (FTZ), Darmstadt, statt, an der außer den Sachbearbeitern der Deutschen Bundespost und Vertretern des Aero Clubs auch einige Herren der interessierten Industrie teilnahmen. Die dort gemachten Vorschläge haben inzwischen in vorläufigen Richtlinien ihren Niederschlag gefunden. Im technischen Aufbau (Frequenzzuteilung, Frequenztoleranz, Störungsfreiheit) sowie für die Abwicklung des Funkbetriebes gelten auch für Fernsteuerungsgeräte die Vorschriften der Vollzugsordnung für den Funkdienst zum internationalen Fernmeldevertrag von Atlantic City. Hiernach kommen die für technische, medizinische und wissenschaftliche Zwecke festgelegten Frequenzen für die Fernsteuerung von Modellen in Betracht, während eine Zuteilung von Frequenzen innerhalb der Amateurbänder — und das ist besonders wichtig — nicht vorgesehen ist. Die Deutsche Bundespost hat vorläufig folgende Frequenzen freigegeben:

1) 27 120 kHz. Die zugelassene Toleranz dieser Frequenz ist  $\pm 0,6\%$ . Die ausgestrahlte Energie muß innerhalb eines Bandes von  $\pm 162,7$  kHz gehalten werden. Die gesamte Bandbreite von rd. 325 kHz ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Sender mit dem notwendigen Frequenzabstand. Die an die Antenne abgegebene Leistung darf 5 W nicht überschreiten.

2) 465 MHz. Die zugelassene Toleranz dieser Frequenz ist  $\pm 1\%$ . Die ausgestrahlte Energie muß innerhalb der Grenzen eines Bandes von  $\pm 5$  MHz gehalten werden. Die Frequenz 465 MHz erfüllt den Wunsch der Modellflieger auf Zuteilung einer Frequenz im UKW-Bereich, wobei jedoch noch z. Z. die Beschränkungen der Alliierten Hohen Kommission beachtet werden müssen. Die an die Antenne abgegebene Leistung darf 10 W nicht überschreiten.

Die für die Steuerung geeignete Betriebsart kann frei gewählt werden (Amplituden-, Frequenz-, Phasen-, Impulsmodulation), jedoch dürfen die Sender nur zur Übermittlung von Steuersignalen, nicht aber zur Durchgabe irgendwelcher Nachrichten verwendet werden.

Für die Errichtung und den Betrieb von Fernsteueranlagen ist stets bei der örtlich zuständigen Oberpostdirektion ein Genehmigungsantrag einzureichen, auf Grund dessen eine Genehmigung gegen eine einmalige Gebühr von 2,— DM erteilt wird. Mit dem Zusammenbau der Anlage darf jedoch erst begonnen werden, wenn die Genehmigung erteilt ist. Wer ferngesteuerte Modelle betreibt, ohne im Besitz der erforderlichen Genehmigung zu sein, wird nach den Bestimmungen des Fernmeldeanlagen-Gesetzes vom 14. 1. 1928 zur Rechenschaft gezogen.

Für die Fernsteuerung dürfen nur Sender verwendet werden.

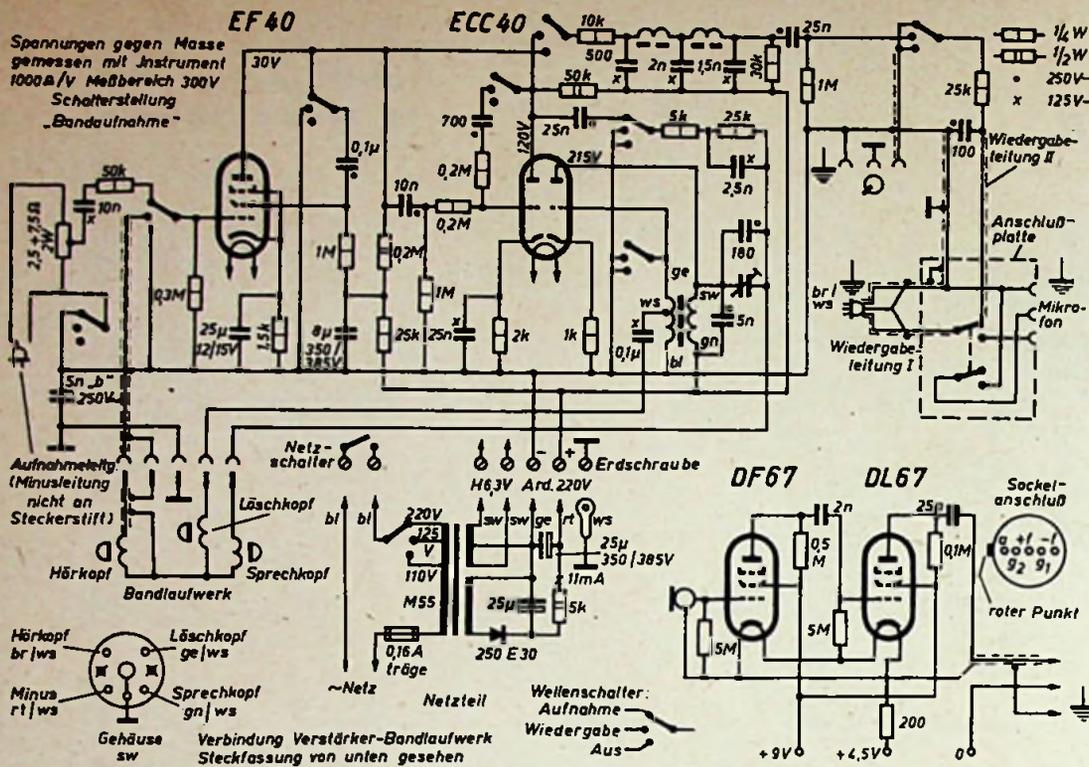
1) die im In- oder Ausland industriell hergestellt und von der Deutschen Bundespost zur Verwendung für diese Zwecke zugelassen sind (als Prüfgebühr für die Zulassungsprüfung von Fernsteueranlagen sind 10,— DM vorgesehen),

2) oder industriell oder im Selbstbau hergestellte Funkgeräte ohne besondere Zulassung der Deutschen Bundespost, für die in jedem Einzelfall entweder

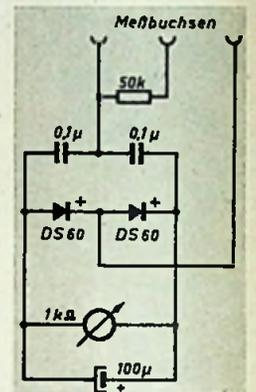
a) ein von der Deutschen Bundespost lizenziertes Funkamateurlizenz oder

b) ein mit einer Sondergenehmigung der Deutschen Bundespost ausgestatteter Modellflieger die Verantwortung übernimmt. Der Bewerber für eine solche Sondergenehmigung hat vor einem Prüfungsausschuß der Deutschen Bundespost eine Prüfung (Gebühr 3,— DM) abzulegen, die sich auf den technischen Teil der Prüfung für Funkamateure beschränkt.

Die Interessenvertretung der deutschen Modellflieger, die sich mit dem Bau von Fernlenkmodellen belassen, wird durch den Ausschuß für Fernlenkmodelle in der Modellflugkommission des Deutschen Aero Clubs e. V. wahrgenommen. (Der derzeitige Vorsitzende des Ausschusses ist Dipl.-Ing. Walter Lang, Darmstadt, Möllerstr. 19.)



Schaltbild des Verstärkers und Netzteil, wie er in dem Metz-Tonbandgerät verwendet wird und (unten Mitte) Schaltung des Vorverstärkers, im Mikrofongehäuse untergebracht. Daneben: Schaltung eines leicht herzustellenden Aussteuerungsanzeigers



## »Metz-Musikus« ein Tonband-Aufsatzgerät

Dem großen Bedürfnis nach einem kleinen, publikumsreifen Tonbandgerät, das zusammen mit einem bereits vorhandenen Plattenspieler verwendet werden kann, ist die Firma Metz Transformatoren und Apparatefabrik, Fürth/Bay., jetzt mit einem gut durchdachten Magnetband-Adapter nachgekommen. Ähnliche Geräte gibt es bereits in der Schweiz (Dyaton) und in Dänemark (Eltra). Die ganze Anlage ist mit den für ein Tonbandgerät notwendigen Teilen in einzelne Bausteine aufgeteilt, so daß auch bei nachträglichem Einbau kaum Schwierigkeiten auftreten dürften, da alle Teile an Stellen untergebracht werden können, wo gerade im vorhandenen Gehäuse oder Plattenspieler Platz ist. Die Verbindungsleitungen sind teilweise bereits fest angeschlossen oder unverwechselbar gekennzeichnet, so daß die Montage in kürzester Zeit erfolgen kann. Das wichtigste ist natürlich auch bei dieser Anlage das eigentliche „Laufwerk“. Es enthält keinen Motor, sondern wird mit seinem pilzförmigen Fuß direkt auf einen vorhandenen Plattenteller aufgesetzt, so daß der meist noch etwas aus dem

Plattenteller herausragende Achsstummel des Plattenspieler in den Pilzfuß des Adapters hineinragt. Zwei weitere Stützen, in der Höhe verstellbare Gummifüße, ermöglichen eine kippfreie Dreipunktaufstellung; eine dieser Stützen ist außerdem noch drehbar. Vom richtigen Aufsetzen des Laufwerkes auf den als Schwungmasse wirkenden Plattenteller (mit oder ohne aufgelegte Schallplatte) hängt naturgemäß die Güte der erzielten Wiedergabe entscheidend ab. Ein kurzer Probebetrieb lehrte jedoch, daß dies mit einigem Fingerspitzengefühl schon nach kurzer Zeit ohne weiteres gelingt. Während mit der Normaldrehzahl eines Plattenspieler von 78 U/min die Bandgeschwindigkeit 19 cm/s und damit die Spieldauer  $2 \times 10\frac{1}{2}$  Minuten im Doppelspurbetrieb ist, wird dieses kleine Bandgerät mit einem Dreigeschwindigkeiten-Laufwerk — z. B. Perpetuum-Ebner 3210 PE — be-

sonders reizvoll: Es ergibt sich dann mit 45 bzw. 33 U/min eine Laufzeit von  $2 \times 18$  bzw.  $2 \times 25$  min, so daß der Verwendung als privates Diktiergerät nichts im Wege steht. Selbstverständlich muß zur Erzielung eines einwandfreien Bandbetriebes ein hinreichend kräftiger Plattenspieler verfügbar sein. Der Frequenzgang des Musikus ist dem der üblichen Rundfunkempfänger angepaßt und wird für 19 cm/s mit 30 ... 7000 Hz angegeben. Der Probebetrieb zeigte während des Umspielens einer Schallplatte, daß der Musikus nicht nur klavierfest ist, sondern auch vergleichsweise das Nadelgeräusch deutlich aufzeichnen kann. Bei geringerer Bandgeschwindigkeit wird man jedoch vernünftigerweise nur Sprachaufzeichnungen vornehmen, da in den meisten Rundfunkgeräten die Tonregler selten so eingerichtet sind, daß sich eine zweckentsprechende Tiefendämpfung einstellen läßt. Der

Der gesondert unterzubringende Verstärker enthält rechts eine Anschlußleiste für die Zuführung der Betriebsspannungen. Dem oben sichtbaren Betriebsartenschalter, der durch die Montageplatte hindurchragen soll, wird ein Einstellungsanzeiger unterlegt. An der Dreifachbuchse kann der Tonabnehmer des Plattenspieler dauernd eingesteckt bleiben

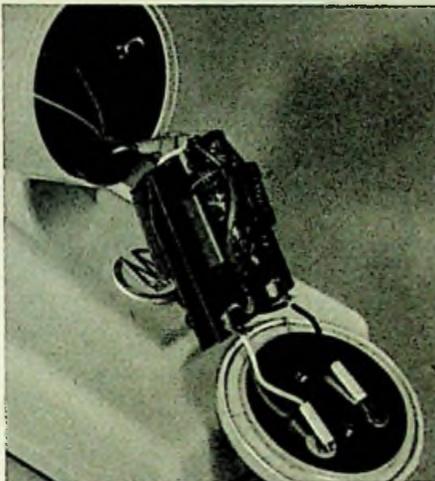
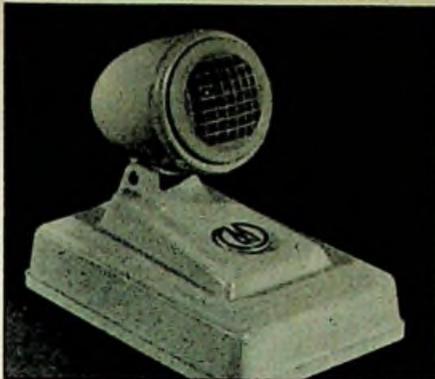


An dem auf einen Plattenteller aufgesetzten Tonband-Adapter erkennt man links die beiden verstellbaren Stützen, mit denen das Laufwerk genau horizontal einjustiert werden kann. Die beiden durchsichtigen Filmspulen für das Tonband enthalten deutliche Laufzeitmarkierungen. Die Tonrolle in Verlängerung der Tellerachse hat zum Bandtransport einen geschliffenen Gummibelag und trägt oben einen entsprechend markierten Ring, an dem sich die Tellerdrehzahl bei Beleuchtung mit 50 Hz Wechselstrom kontrollieren läßt. Das nach links herausführende Kabel dient mit einem unverwechselbaren 7poligen Stecker zum elektrischen Anschluß des Laufwerkes

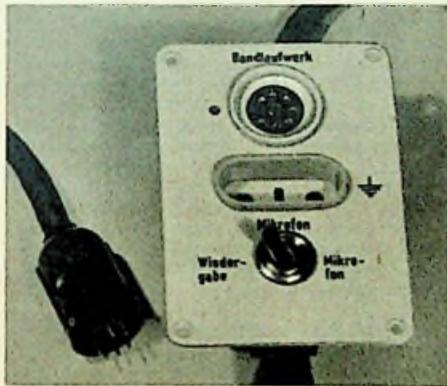
Aufnahmen: FT-Labor

elektrische Anschluß und einige Aufbauvorschlage für diese Anlage sind in der mitgelieferten ausgezeichneten Einbau- und Bedienungsanleitung erläutert.

Zu den weiteren Bestandteilen dieses Tonbandgerätes gehören ein Netzgerät mit Trockengleichrichter und ein Verstärker, die beide in zwei getrennten Kästchen untergebracht sind. Wie das Schaltbild zeigt, werden im Verstärker nur zwei Röhren, d. h. nur drei Systeme, benutzt. Eingangsseitig ist zunächst eine rauscharme und klingefeste EF 40 als Vorverstärker für Aufnahme und Wiedergabe vorhanden, der ein System der ECC 40 nachgeschaltet ist. Das andere System dient als Generator für die Löschung und Vormagnetisierung. Es wird eine Loschfrequenz von 9,8 kHz (!) erzeugt, so daß der im Verstärker befindliche, gut ausgearbeitete Tiefpaß beim Abhören eingeschaltet werden muß. Beim Abhören wird der Horkopf direkt an den Eingang des zweistufigen Verstärkers geschaltet, während zur Aufnahme der niederohmige Lautsprecheranschlu des Rundfunkempfängers zu verwenden ist. Hierbei sitzt im Verstarkeringang ein niederohmiger Spannungssteller, der die dem Gitter zugeführte NF-Spannung entsprechend einstellt. Sämtliche Betriebsarten sind im Verstärker durch einen mehrpoligen Schalter wählbar; auch ein unvorsichtiger Benutzer kann kaum etwas falsch machen. In der Anlage ist eine zusätzliche Anschlußplatte vorgesehen, die tunlichst so zu montieren ist, daß das Laufwerk mit seinem siebenpoligen Stecker bequem eingesteckt werden kann. Gleichfalls ist hier das Mikrofon der Anlage, das in einer gefälligen weißen Prestoffausfuhrung geliefert wird, anzuschließen. Es besteht aus einer hochwertigen Kristallkapsel und einem eingebauten zweistufigen Verstärker. Dieser befindet sich mit zwei Subminiaturrohren DF 67 und DL 67 unmittelbar hinter dem Kristallelement in dem tropfenförmigen Gehäuse. Zwei im Fuß des Mikrofons untergebrachte Taschenbatterien speisen diesen Verstärker, dessen



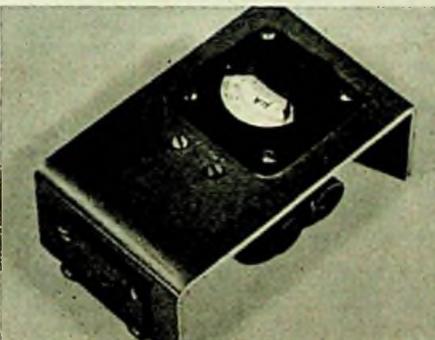
Das formschöne Mikrofon des Musikus ist in einem weißen Preßstoffgehäuse untergebracht. Die Seitenansicht zeigt den auf einer kleinen Perlinaxplatte hinter der Mikrofonkapsel herausnehmbar aufgebauten Vorverstärker mit Subminiaturrohren



Die Anschlußplatte enthält zwei Buchsenpaare, an denen das Laufwerk mit seinem 7-poligen Stecker (links im Bild) und das Mikrofon eingesteckt werden. Mit dem Schalter auf dieser Platte ist der eingebaute Mikrofonverstärker in Betrieb zu setzen

Stromverbrauch so minimal ist, daß die Lebensdauer der Batterien praktisch durch ihre Lagerfähigkeit bestimmt wird.

Der Anschluß der gesamten Anlage ist denkbar einfach, und zwar hat man zunächst den Tonabnehmer aus den entsprechenden Buchsen des Rundfunkempfängers herauszuziehen und diesen in die Dreifachbuchse des Magnetverstarkers einzuführen. Daraufhin wird der Wiedergabestecker des Tonbandgerätes in die TA-Buchsen des Rundfunkgerätes eingeführt und auch das niederohmige (!) Buchsenpaar für den zweiten Lautsprecheranschlu mit dem entsprechenden Stecker des Musikus versehen. Der im Verstärker des Tonbandgerätes befindliche Schalter gestattet nun die wahlweise Benutzung sämtlicher Abspielarten. Bei ausgeschaltetem Tonband-Adapter läßt sich ein regulärer Schallplattenbetrieb durchführen, ohne daß die Zuschaltung der Musikstelle irgendeine Beeinträchtigung ergibt. Nach dem Aufsetzen des Tonband-Adapters und dem Einführen des siebenpoligen Steckers in die Bedienungsplatte kann zur Bandaufnahme bzw. zum Bandabspielen übergangen werden. Der Vorverstärker des Mikrofons wird durch einen an der Bedienungsplatte sitzenden Schalter eingeschaltet, so daß dann auch einwandfreie Heimtaufnahmen von Sprache, Gesang oder sonstigen Darbietungen durchzuführen sind.



Ansicht eines zusätzlich anschaltbaren Aussteuerungsanzeigers. Ein Bosch-MP-Kondensator  $2 \times 0,1 \mu\text{F}$ , 2 Dioden DS 60, ein Vorwiderstand  $20 \dots 80 \text{ k}\Omega$  und zwei  $50 \mu\text{F-NV}$ -Elkos sind neben dem Meßinstrument und einigem Montagematerial zum Aufbau des praktischen Hilfsgerates notwendig

Während der erwähnte Probebetrieb in Verbindung mit einem Lorenz-Weltklang das ausgezeichnete Zusammenwirken aller Teile erkennen ließ, wurde doch als — vielleicht subjektiver — Mangel empfunden, daß dieses so gut durchdachte Tonbandgerät keinen Aussteuerungsanzeiger enthält. Es sei deshalb hier abschließend noch ein kleines Gerät vorgeschlagen, das sicher vom geübten Fachmann leicht nachträglich angefertigt werden kann, und das die Erzielung einer gleichmäßigen Aufnahmegehute sehr vereinfacht. Nach dem tonunterlegten Schaltbild wird mit zwei Germanium-Dioden DS 60 ein Spannungsverdoppler aufgebaut, dessen Gleichspannung durch eines der üblichen Kleininstrumente ( $0,5 \text{ mA}$  Vollausschlag,  $R_i = 1 \text{ k}\Omega$ ) angezeigt wird. Ein dem Instrument parallelgeschalteter mindestens  $100 \mu\text{F}$  großer NV-Elko macht die Anzeige so träge, daß sie als Durchschnittswert gut beobachtet werden kann. Die ganze Einrichtung wird zwischen den beiden Dioden an Masse gelegt und auf der anderen Seite unter Vorschtaltung eines geeigneten Widerstandes an die Anode der Endröhre des Rundfunkempfängers angeschlossen.

C. M.

## KURZNACHRICHTEN

### Fernseh-Versuchssendungen in Hessen

Einer Rundfunkansprache des Intendanten Eb. Beckmann vom Hessischen Rundfunk ist zu entnehmen, daß der 10-kW-Fernsehsender auf dem Feldberg im Taunus bereits Ende August d. J. seinen Probebetrieb aufnehmen kann. Bis zu diesem Zeitpunkt soll auch der Ubertragungswagen mit drei Kameras fertig sein. Im neuen Funkhaus am Dornbusch wird z. Z. ein Fernsehstudio eingerichtet. Trotz dieser erfreulichen Aussichten rechnet Intendant Beckmann jedoch nicht vor Frühjahr 1953 mit der Aufnahme eines regelmäßigen Programmbetriebes, d. h. erst nach Fertigstellung der Richtfunkstrecke Köln—Frankfurt.

### Große Deutsche Rundfunk- und Fernseh-Ausstellung

In der Zeit vom 22. bis 31. 8., täglich von 9 bis 19 Uhr, steigt in Düsseldorf die Große Deutsche Rundfunk- und Fernseh-Ausstellung. Für die Einkäufer sind der 23., 25., 26. und 29. 8., täglich von 9 bis 13 Uhr, reserviert.

### Leipziger Messe 1952

Auf dem Gelände am Völkerschlachtdenkmal werden für die vom 7. bis 17. September stattfindende Leipziger Messe zwei weitere Hallen aufgebaut. Es stehen dann 13 Messehallen mit rund 75 000 m<sup>2</sup> und dem Freigelände mit rund 25 000 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Die größte Halle — 16 000 m<sup>2</sup> — wird wie im Vorjahr von der UdSSR belegt, die den Ausbau selbst übernommen hat.

### Deutsche Industrie-Ausstellung 1952

Wie in den Vorjahren findet auch diesmal wieder die Deutsche Industrie-Ausstellung in Berlin statt, und zwar in der Zeit vom 19. 9. bis 5. 10. 1952.

### Zwei Jahre 625-Zellen-Bild

Im März 1950 wurde das erste 625-Zellen-Bild vom NWDR gezeigt. Als in jenen Marztagen aus den Kisten die Einzelteile der neuen Filmgeber-Apparatur zum Vorschein kamen, hatte H. J. Hessling, der Begründer des NWDR-Fernsehens, und seine wenigen Mitarbeiter das Gefühl, daß es um die Sache des deutschen Fernsehens schon wieder besser bestellt sei. Die Kleinarbeit von zwei Jahren trug jetzt die ersten greifbaren Früchte. Zweifelloshandelt es sich um einen Einschnitt, der in Zukunft einmal von den Fernseh-Leuten als historisches Datum gewertet werden wird. Zum erstenmal in der Fernsehgeschichte Europas wurde einem größeren Personenkreis das 625-Zellen-Bild, die inzwischen von fast allen europäischen Staaten angenommene Norm, im Kurzschluverfahren vorgeführt. In den Monaten vorher konnten nur behelfsmäßige Einzel-Versuche mit einer aus den Kriegswirren geretteten 441-Zellen-Kamera durchgeführt werden, die auf 625 Zellen umgebaut war. Die damalige Filmapparaturs ist heute längst nicht mehr in Betrieb, da inzwischen neue moderne Geräte eingetrollen sind.

### Metz 203

Metz in Fürth/Bay. brachte kürzlich einen neuen preiswerten UKW-Hochleistungs-Super mit einer UKW-Vorstufe und Ratio-Detektor für Wechselstrom heraus. Vor allem hat man bei diesem kleinen Gerät dem UKW-Teil besondere Aufmerksamkeit geschenkt und ihn so leistungsfähig gemacht, daß man versucht ist, von einem UKW-Fernempfanger zu sprechen. Auch sonst sind an dem Apparat alle für einen genuheren Empfang notwendigen Vorsorgen getroffen worden. Die Gegenkopplung mit Baanhebung und ein 3-W-Lautsprecher sorgen für eine klangvolle Wiedergabe. Der physiologische Lautstärkeregler gestattet ein gehorrichtiges Klangbild bei jeder Lautstärke. Die eingebaute UKW-Antenne ist so günstig dimensioniert, daß bei stärker einfallenden UKW-Sendern ein Empfang ohne UKW-Außenantenne gewährleistet wird. Das kleine, formschöne Gehäuse und die wirklich gute Fernempfangsleistung auf Mittelwellen machen das Gerät zu einem Standard-Super.

### Braun Koller-Empfänger 1952

Die Firma Max Braun, eine der ältesten deutschen Kollgerate-Fabriken, hat das Programm um einen großen Koller-Apparat „Commodore“ erweitert. „Piccolo“ und „Piccolino“ des Baujahres 1951/52 wurden umkonstruiert und unter der Bezeichnung „Piccolo 51 NB“ bzw. „Piccolino 52 B“

neu herausgebracht. Der „Commodore“, ein 7-Kreis-6-Röhren-Super für Batterie- und Netzbetrieb, erhielt ein elegantes, stabiles Holzgehäuse mit Cordüberzug, drei Wellenbereiche, kurz-mittel-lang, eine große, übersichtliche Skala, einen permanent-dynamischen ovalen Hochleistungsautsprecher und eingebaute Rahmenantenne; eine abgestimmte Vorstufe sorgt für große Empfindlichkeit. Der zwei-stufige Tonblendenschalter ist wahlweise für Sprache und Musik zu betätigen. Das Besondere des Gerätes ist, daß der Koffer ohne ein Umschalten an Batterie oder am Lichtnetz zu betreiben ist, so daß also keine Schaltfehler auftreten. Für den Batteriebetrieb ist eine kombinierte Heizungs- und Anodenbatterie EMCE, für etwa 150 Betriebsstunden ausreichend, vorgesehen. Die Röhrenbestückung ist DF 91, DK 92, DF 91, DAF 91, DL 94 und Selen-Gleichrichter.

### Tonfolien

„Melalon-Tonfolien“ der Firma Willy Künzel in Berlin-Steglitz, Heesestraße 12, werden auf einem Aluminiumträger mit beidseitigem Spezialtonfolienlack überzogen in den Größen von 15, 20, 25, 30 und 40 cm  $\phi$  hergestellt.

Für Tonaufnahmen können die üblichen Schneidgeräte und Stichel oder Salfstichel benutzt werden. Die Folien sind temperaturunempfindlich und bedürfen nach der Beschriftung keinerlei Nachbehandlungen. Der Frequenzbereich wird vom Hersteller mit 40 bis über 16 000 Hz angegeben. Diese Tonfolien eignen sich auch zum Herstellen von Matrizen.

### Miniaturübertrager des Labor W

Schon im Vorjahr zeigte auf der Industriemesse Hannover das Labor W hochwertige Breitband-Übertrager<sup>1)</sup>, die gegenüber den bis dahin bekannten Bauformen außerordentlich klein waren. Nun ist es den Konstrukteuren des Labors W gelungen, noch erhebliche Verbesserungen zu erzielen, und zwar in Ergänzung zu den von ihnen entwickelten magnetischen Kleinströmern<sup>2)</sup>. Man konstruierte eine neue Typenreihe von Miniaturübertragern und ging dabei bis an die Grenze der z. Z. bekannten technischen Möglichkeiten hinsichtlich der gedrängten Bauweise. Die neuen Übertrager werden in Verbindung mit Subminiaturröhren als Ausgangsübertrager verwendet. Die einzelnen Daten sind wie folgt:

Kern-Abmessung: 19x11x5 mm

Blechschnitt: E/I-Sonderform

Standardausführung: Primär-Anpassung 1 kOhm, sekundär 150 Ohm

Übersetzungsverhältnis: 32 : 1.

Bei dieser Ausführungsform (primärer Wicklungs-widerstand 2 kOhm) ergeben sich beachtliche Induktionswerte für die Primärwicklung in Abhängigkeit von der Gleichstromvorbelastung.

I	0	0,25	0,5	1 mA
L	72	52	34	16 H

Eine Drossel, die ebenfalls hergestellt wird, weist gleiche bauliche Abmessungen bei einem Gleichstromwiderstand von 5 kOhm auf. Ihre Induktionswerte sind:

I	0	0,25	0,5	1 mA
L	240	120	68	24 H

Erreicht wird dies durch die Verwendung hochnickellegierten Eisens für den Blechschnitt und eine neue Form des Spulenkörpers, bei der die Wandstärke an allen den Stellen äußerst geschwächt ist, an denen das Blechpaket anliegt. Hierdurch gewinnt man gegenüber den bisher bekannten ausländischen Ausführungsformen etwa 20% an Wickelraum und erzielt eine erhebliche Gütesteigerung. Das Foto zeigt links den Übertrager und in der Mitte die Drossel im Größenvergleich zu einem Stückchen Würfelzucker (Mokkawürfel).

1) S. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 11, S. 291.  
2) S. FUNK-TECHNIK Bd. 7 [1952], H. 5, S. 110.



Abb. 1. „Reporter 500 L“ mit Mikrofon

Das Chassis des Grundig-Tonbandgerätes wurde zuerst in der Rundfunk/Tonband-Kombination 4009 W und später in einigen Musikschränken eingebaut und bildet jetzt das Herz der beiden Tonbandkoffer Typ 300 und Typ 500 L, beide „Reporter“ genannt. Sie unterscheiden sich lediglich durch einen Wiedergabe-Endverstärker mit Ovallautsprecher, der den „Reporter 500 L“ zum unabhängigen Aufnahme- und Wiedergabegerät macht.

### Einfache Bedienung

Ein guter Tonbandspieler soll etwa folgende Funktionen erfüllen und Einrichtungen aufweisen:

Aufnahme von Mikrofon- und Rundfunkdarbietungen

Kopieren von Schallplatten.

Schneller Band-Vor- und -Rücklauf

Schnellstart, Schnellstop.

Verlangt man, daß dies alles mit wenigen Röhren und durch einfache Bedienung erreicht werden soll, so gelangt man zwangsläufig zu einer sehr hohen Zahl von Schaltkontakten. Im Grundig-Tonbandgerät sind es schließlich 125 (einschließlich Netzschalter) — etwa viermal soviel wie in einem großen AM/FM-Super.

Alle Kontakte sind zu zwei kompakten Umschaltaggregaten zusammengefaßt, bestehend aus je vier Drucktasten und einem Stopper. Sie sind ausführlich beschriftet.

### Durchdachter Aufbau

Eine Metallgrundplatte dient als Träger des Aufbaues; sie ist mit Schwingmetallzwischenstücken im Koffer aufgehängt. Auf ihrer Unterseite sind Motor und Verstärker untergebracht. Abb. 3 zeigt einen Blick auf die Oberseite, die im Koffer selbst durch eine elegante Kunststoffplatte ver-

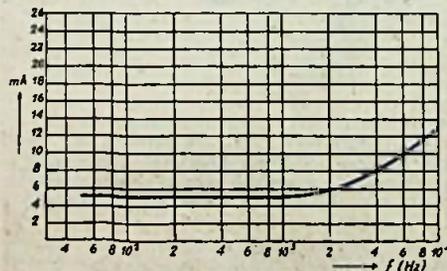


Abb. 2. Verlauf des Aufspreidstromes (Höhenent-zerrung), gemessen bei der Kontrolle des Kopfstromes in Meßanordnung laut Reparaturanweisung

deckt ist (Abb. 1). Rechts und links erkennt man die beiden Drucktastensätze mit den Stoppschaltern. Der linke, mit „Stop“ bezeichnete, hält das Band bei Wiedergabe oder Aufnahme augenblicklich an, sobald er niedergedrückt wird, und gibt es frei, wenn man ihn losläßt. Der rechte, mit „Stop“ bezeichnet, dient als Ausschalter; wird er gedrückt, so springen alle Tasten in Ruhestellung; Motor und Band bleiben stehen. Oben links und rechts sitzen die beiden Bandspulenträger mit eingebauten Magnetkupplungen, deren Unterteile über ein endloses Gummi-seil vom robusten und gut ausgewuchteten Asynchronmotor (Außenläufer, 720 U/min) nur in einer Richtung angetrieben werden. In der Mitte haben die beiden Köpfe ihren Platz zusammen mit der Einrichtung für den Bandtransport. Die konstante Bandgeschwindigkeit von

# GRUNDIG-Tonband

19 cm/s wird durch Friktionsantrieb zwischen dem oberen, geschliffenen Stummel der Motorwelle und einer Gummirolle erreicht, die elektromagnetisch gesteuert wird.

In der Mitte vorn befindet sich der Magische Fächer EM 72, auf dessen Schirm zwischen zwei versilberten Sektoren die Aussteuerung überwacht werden kann. Der geriffelte Kranz um den Leuchtschirm ist drehbar und betätigt über ein Übersetzungsrad und eine biegsame Welle Potentiometer von 1 Megohm zur Aussteuerung bzw. zur Einstellung der Wiedergabelautstärke (siehe Schaltung). Mit dieser Einrichtung ist in gewohnter Weise der Netzschalter gekuppelt.

### Magnetkupplungen

Die Verwendung von magnetischen Kupplungen gibt dem Konstrukteur die Möglichkeit, auf alle komplizierten mechanischen Brems- und Beschleunigungsvorrichtungen und Übersetzungen zu verzichten; alle Steuervorgänge werden elektrisch betätigt und geschaltet.

Jede der beiden Magnetkupplungen besteht aus drei Hauptteilen: obere Kupplungsschale, untere Kupplungsschale (die vom Motor über das Gummi-seil angetrieben wird) und Kupplungsachse mit Erregerspule. Der Kupplungsgrad und damit das Mitnahmemoment hängt von der Höhe des zugeführten Erregerstromes ab. Eine gewisse Grundreibung und damit eine leichte Bremswirkung ist bei beiden Kupplungen durch eine Feder sichergestellt, die auf die Kupplungsachse drückt.

Der Vorgang in der magnetischen Kupplung kann etwa wie folgt beschrieben werden: Sobald die Erregerspule stromlos ist, fällt die untere Halbschale ab, und zwischen dem Reibbelag der oberen Schale und der Lauffläche der unteren liegt ein Zwischenraum von 0,2 mm. Wird jetzt beispielsweise der Betriebszustand „schneller Vorlauf“ mit Hilfe der entsprechend bezeichneten Drucktaste eingeschaltet, so wird die rechte Kupplung mit 30 mA erregt, während die linke Kupplung stromlos bleibt. Durch das Magnetfeld der stromdurchflossenen Spule wird die untere Schale um ihr axiales Spiel von 0,5 mm angehoben, und es erfolgt eine feste Mitnahme der beweglichen Oberschale und damit der aufsitzenden Bandtrommel.

In Betriebsstellung „Aufnahme“ und „Wiedergabe Band“ wird dagegen die rechte Spule nur mit 10 mA erregt, so daß lediglich eine leichte Mitnahme geschieht, gerade ausreichend für straffes Aufwickeln des Bandes auf die rechte Bandtrommel. Der gleichmäßige Bandtransport selbst wird von der erwähnten Kombination von geschliffener Motorachse und Gummirolle besorgt, während die linke Bandtrommel dank der eingebauten Feder leicht bremsst und damit das Band straff hält.

### Technische Daten

Stromart: Wechselstrom, 110, 125, 220, 240 V

Leistungsaufnahme: 60 Watt

Röhrenbestückung: EF 40 — ECC 40 — 2X EL 40 — EM 72 — Tr. Gl. 250 B 60

Kontrolllampe: 10 V 0,2 A, zylindrisch

Sicherungen: 110/125 V, 2 A,träge; 220/240 V, 1 A,träge

Bandgeschwindigkeit: 19 cm/s, Doppelspur

Bandsorte und -länge: LGH der BASF, 350 m

Aufnahmedauer: 2x30 min

schneller Vor- und Rücklauf: etwa 2 min für eine Bandlänge

Frequenzumfang: 50 ... 10 000 Hz, keine großen Abweichungen als  $\pm 3$  db gegen 1000 Hz

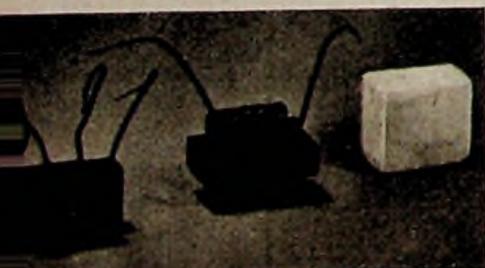
Störabstand: besser als 40 db, gemessen bei Vollaussteuerung und 1000 Hz

Gleichlaufschwankungen: weniger als  $\pm 0,3$  %

Lösch- und Vormagnetisierungsfrequenz: 40 kHz

Abmessungen: 40x32x22 cm

Gewicht: rd. 14 kg



# gerät »Reporter 500 L«

## Zwei kleine Köpfe

Der erste der beiden kleinen Köpfe dient zum Aufsprechen und Abnehmen, wobei der Vormagnetsierungsstrom 0,85 mA (40 kHz) und der NF-Strom bei Vollaussteuerung, bezogen auf 1000 Hz, etwa 0,2 mA ist. Der Aufsprechstrom ist stark frequenzabhängig mit betonter Höhenanhebung (vgl. Abb. 2, mit einer Meßschaltung gemäß Reparaturanweisung aufgenommen). Der zweite Kopf dient zum Löschen, er bekommt einen Löschstrom von 40 mA (40 kHz) zugeführt.

Beide Köpfe sitzen dicht nebeneinander in einer gemeinsamen Abschirmung aus Mu-Metall. Der Kopfträger sichert ihre genaue senkrechte Justierung zum Band. Jeder Kopf hat drei Steckerliffe und kann daher mit wenigen Griffen ausgetauscht werden.

In Betriebsstellungen „Aufnahme“ und „Wiedergabe“ wird das Band durch zwei graphitgetränkte Filzscheiben ganz dicht an die Spalte gedrückt; die Graphitdurchsetzung verhindert statische Bandaufladungen und damit scharfe Knackgeräusche.

## „Reporter 500 L“ in Betrieb

Zum Anschluß sind 110 ... 240 Volt Wechselstrom nötig. Das Einlegen des Bandes und die gesamte Bedienung der Anlage sind denkbar einfach und als „irrtumssicher“ zu bezeichnen, da die Beschriftung eindeutig ist. Alle Anschlußbuchsen befinden sich auf der Rückseite tief versenkt und sind daher gegen Beschädigungen geschützt. Es können angeschlossen werden:

- ① linker Bandtrommelträger mit Magnetskuppelung,
- ② Kontrolllampchen,
- ③ Netzsicherung,
- ④ rechter Bandtrommelträger mit Magnetskuppelung,
- ⑤ Bandrolle,
- ⑥ EM 72, ⑦ Einstellrad für Aussteuerung,
- ⑧ abgeschirmte Köpfe

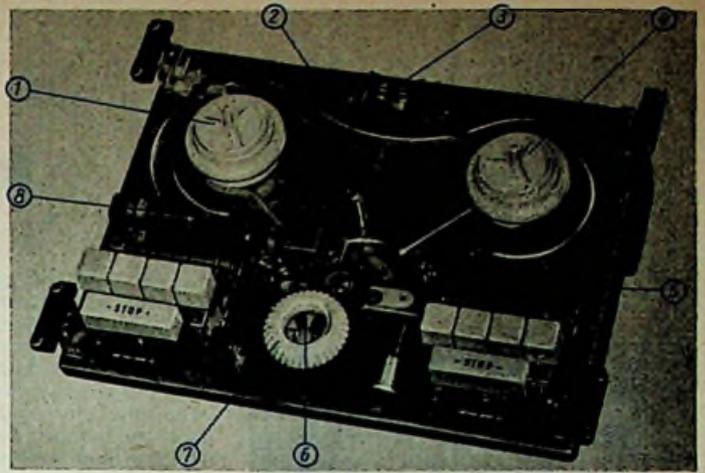


Abb. 3. Grundplatte des „Reporter“ nach Abnahme der Deckplatte

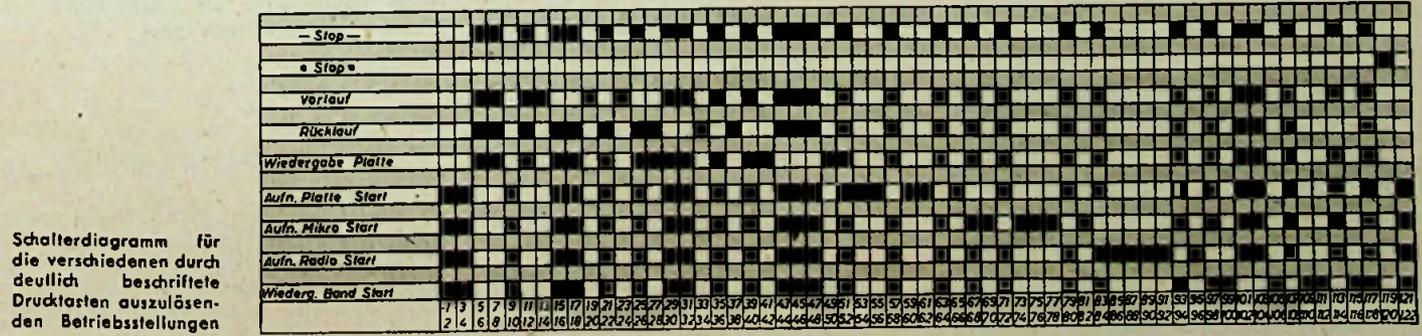
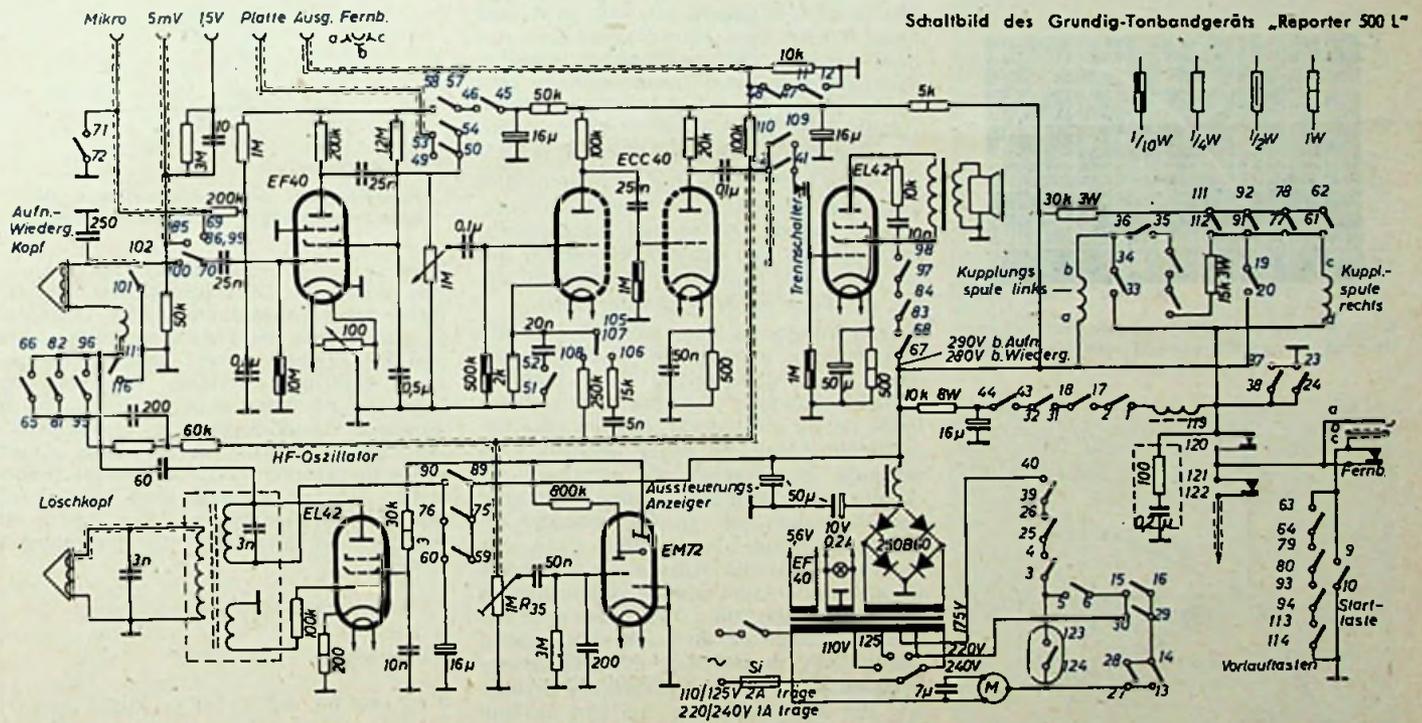
das formschöne Grundig-Kondensatormikrofon, Plattenspieler zum Kopieren von Schallplatten, für die Aufnahme und Wiedergabe von Rundfunksendungen: niederohmiger Ausgang für 2 Lautsprecher und Tonabnehmerbuchsen eines Rundfunkempfängers, Fernbedienungsgerät.

Der eingebaute Ovaleutsprecher wird, wie die Schaltung erläutert, von einer besonderen EL 42 versorgt und erlaubt das sofortige Abhören der Aufnahme. Allerdings ist seine Qualität nicht derart, daß sie den Tonumfang einer guten Aufnahme ausschöpfen kann — man muß diese Abhöreinrichtung vielmehr als Kontrollorgan für das Gelingen einer Aufnahme ansehen und für die endgültige Wiedergabe einen guten Rundfunkempfänger oder Verstärker mit Lautsprecher benutzen.

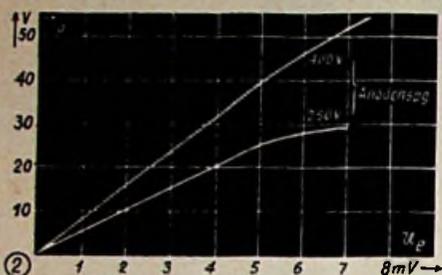
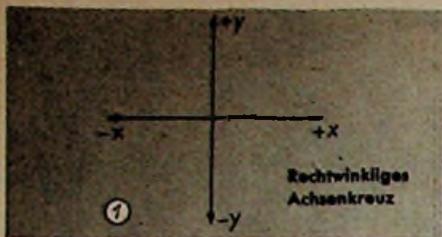
Wer hochwertige Rundfunkaufnahmen pflegen will und daher den Tonbandapparat stationär betreibt,

verbindet am besten das heiße Ende des Lautstärkereglers im Rundfunkempfänger (Diodenschluß) gleichstromfrei mit der Buchse „5 mV“ (siehe Schaltung). Vorteil: Die aufzunehmende Sendung ist unabhängig von der Stellung des Lautstärkereglers im Empfänger und wird nur durch die Regelung am „Reporter“ selbst angesteuert — und vor allem geht der Frequenzgang des NF-Teiles im Rundfunkgerät nicht in die Aufnahme ein.

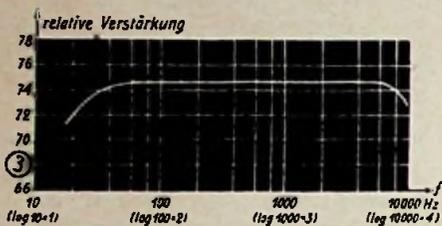
Wer diesen Eingriff in den Rundfunkempfänger schiebt, muß den niederohmigen Ausgang für den 2. Lautsprecher seines Empfängers mit der Buchse „1,5 V“ verbinden, benutzt also den NF-Teil des Rundfunkgerätes mit und muß daher auf verminderte Baßwiedergabe achten (Abschalten des Musik-/Sprache-Schalters). Anderenfalls addiert sich die Baßüberhöhung bei Aufnahme und Wiedergabe,



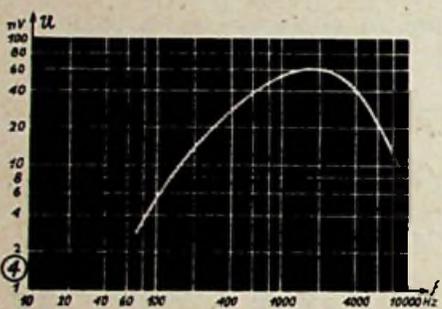
# Rechtwinklige und



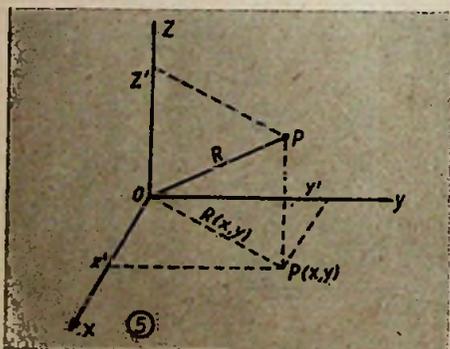
Parameterdarstellung dreier voneinander abhängigen Größen (Verstärker-Amplitudenkurve)



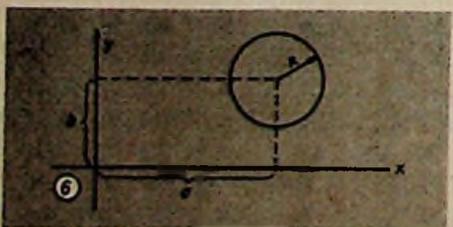
Rechtwinkliges Koordinatensystem, Abszissenachse logarithmisch unterteilt (Verstärker-Frequenzgang)



Koordinatensystem, dessen beide Achsen logarithmisch unterteilt sind (Frequenzgang eines Magnetongerätes)



Räumliches Koordinatensystem



Kreis im rechtwinkligen Koordinatensystem

In der Technik ist es üblich, den Zusammenhang mehrerer voneinander abhängigen Größen auf zeichnerischem Wege als Diagramm darzustellen und anschaulich zu machen. Am bekanntesten ist das rechtwinklige Koordinatensystem, das, wie schon der Name erkennen läßt, aus zwei zueinander senkrechten Achsen besteht, x- und y-Achse oder Abszissen- und Ordinatenachse benannt (Abb. 1); es wurde zuerst von dem französischen Mathematiker und Philosophen René Descartes (latinisiert Renatus Cartesius, 1596—1650) zur Darstellung der von ihm geschaffenen Koordinatengeometrie benutzt. Das rechtwinklige Koordinatensystem läßt sich mit Vorteil dort verwenden, wo es sich darum handelt, die Abhängigkeit einer Größe von zwei anderen grafisch darzustellen. In Abb. 2 ist als Beispiel dafür die Amplitudenkurve eines Verstärkers für zwei verschiedene Anodenspannungen gezeichnet. Auf der Abszissenachse ist die Eingangsspannung in mV aufgetragen, auf der Ordinatenachse die von der Eingangs- und Anodenspannung abhängige Ausgangsspannung in V; die Anodenspannung wurde als Parameter gewählt. Der Übersichtlichkeit halber wurden in Abb. 2 nur die Diagramme für zwei verschiedene Anodenspannungen 250 und 400 V gezeichnet. Man erhält auf diese Weise eine Kurvenschar, aus der nach Auswahl der vorliegenden Anodenspannung sofort der Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung zu erkennen ist. Bei 400 V Anodenspannung ist die Verstärkung bis zu  $U_e = 5$  mV ( $U_a = 40$  V) 8000fach, bei größeren Eingangsspannungen ist der Verstärker übersteuert. Bei der geringeren Anodenspannung (250 V) läßt sich der Verstärker nur bis  $U_e = 4$  mV ( $U_a = 20$  V) aussteuern; dabei ist die Verstärkungsziffer 5000.

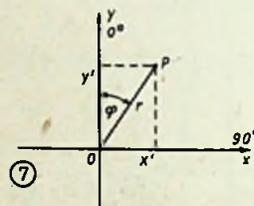
Häufig kommt es vor, daß sich eine der voneinander abhängigen Größen (oder auch beide gleichzeitig) über mehrere Größenordnungen erstreckt. In diesem Falle ist es nicht mehr möglich, die betreffende Achse mit einer linearen Zahlenskala zu versehen, da entweder die Ablesung zu ungenau werden oder aber das Diagramm sehr große Ausmaße annehmen würde. Man wendet dann den Kunstgriff an, die Achsen logarithmisch zu unterteilen und jeder Größenordnung 1 ... 10, 10 ... 100, 100 ... 1000 usw. eine bestimmte Länge (z. B. 3 cm, 5 cm usw.) zuzuteilen<sup>1)</sup>. In Abb. 3 ist am Beispiel der Frequenzkurve eines Verstärkers gezeigt, wie die Abszissenachse, die sich größtmäßig über die Frequenzen von 10 bis 10 000 Hz erstreckt, in drei gleiche Abschnitte (10 ... 100, 100 ... 1000, 1000 ... 10 000) unterteilt, für die Ordinatenachse dagegen die lineare Einteilung beibehalten worden ist. In Abb. 4 sind schließlich beide Achsen logarithmisch unterteilt, da die sich am Wiedergabekopf eines Magnetongerätes ergebende, von der Frequenz abhängige Spannung etwa zwischen 1 und 100 mV liegt, ihre

<sup>1)</sup> Eine solche logarithmische Aufteilung ist sehr leicht mit Hilfsskalen, z. B. mit dem Spiralstreckenteiler nach FUNK-TECHNIK Bd. 4 [1949], H. 9, S. 246, möglich.

Darstellung auf einer linearen Skala somit ungenau werden würde.

Die bisher behandelten rechtwinkligen Koordinatensysteme mit gleich- oder verschiedenartig unterteilten Achsen lagen in der Papierebene, sind also sehr anschaulich lesbar. Die Technik mit ihren räumlichen Problemen kennt aber auch Koordinatensysteme, mit denen man Vorgänge im Raum darstellen kann, die demgemäß also drei Dimensionen oder Achsen, die x-, y- und z-Achse aufweisen. In Abb. 5 ist gezeigt, wie sich der Punkt P im Raume mittels der Koordinaten x, y, z hinsichtlich seiner Lage im Raum bestimmen läßt. R ist der Abstand dieses Punktes P vom Ursprung (0-Punkt), R(x, y) die Projektion dieses Abstandes auf die uns bereits bekannte x-y-Ebene.

Ganz am Rande soll noch bemerkt werden, daß die moderne Physik gelegentlich mit vierdimensionalen Gebilden rechnet (dies hat nichts mit übersinnlichen Dingen zu tun!). Die vierte Dimension stellt die Zeitachse dar, da nach heutigen physikalischen Erkenntnissen Raum und Zeit eng miteinander verknüpft sind.



Polardiagramm und Zusammenhänge zwischen rechtwinkligen und Polar-Koordinaten

Eine für den Funktechniker sehr wichtige grafische Darstellungsform ist die durch Polar-Koordinaten. Abb. 7 zeigt das Grundsätzliche des Polardiagramms sowie den Zusammenhang mit dem rechtwinkligen Koordinatensystem. Während im letzteren ein Punkt P in der Ebene durch Abszisse  $x'$  und Ordinate  $y'$  bestimmt ist, legt man ihn im Polardiagramm durch seine Entfernung  $r$ , die Leitstrahl (Fahrstrahl, Vektor) genannt wird, und durch den Polarwinkel  $\varphi$  fest. Aus Abb. 7 ist leicht zu erkennen, daß die Beziehungen bestehen

$$\sin \varphi = \frac{y'}{r}, \quad \cos \varphi = \frac{x'}{r}$$

Es ist somit

$$x = r \cdot \sin \varphi; \quad y = r \cdot \cos \varphi; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{y} \quad (1)$$

Durch Quadrieren der Gleichungen für  $x$  und  $y$  und Addieren folgt

$$\begin{aligned} x^2 &= r^2 \sin^2 \varphi, \\ y^2 &= r^2 \cos^2 \varphi, \\ x^2 + y^2 &= r^2, \\ r &= \sqrt{x^2 + y^2}; \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{x}{y} \quad (2) \end{aligned}$$

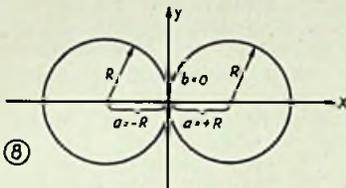
Die Gleichungen (2) gestalten aus einem gegebenen Polardiagramm ( $r$  und  $\varphi$ ) das entsprechende rechtwinklige System ( $x$  und  $y$ ) zu berechnen; im umgekehrten Falle sind die Beziehungen (1) zu benutzen.

# Polar-Koordinaten

In Abb. 6 ist im rechtwinkligen Koordinatensystem ein Kreis in allgemeiner Lage gezeichnet. Die Gleichung dieses Kreises lautet

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2 \quad (R = \text{Kreisradius}) \quad (3)$$

Um das Problem zu vereinfachen, sei angenommen, daß  $b=0$  und  $a = \pm R$  sei, d. h., es soll sich um zwei Kreise handeln, deren Mittelpunkte auf der x-Achse liegen ( $b=0$ ) und um  $+R$  bzw.  $-R$  vom Mittelpunkt des Achsenkreuzes entfernt sind, sich also berühren (Abb. 8).



Horizontal-Diagramm des Hertz'schen Dipols im rechtwinkligen Koordinatensystem

Durch diese beiden Kreise ist das Horizontaldiagramm eines horizontal polarisierten Hertz'schen Dipols gegeben<sup>2)</sup>. Setzt man in (3) für  $b=0$  und  $a = \pm R$  ein, so erhält man

$$(x \mp R)^2 + y^2 = R^2, \quad x^2 + y^2 = \pm 2Rx \text{ oder } y^2 = x(\pm 2R - x) \quad (4)$$

als Gleichung des Horizontaldiagramms im rechtwinkligen Koordinatensystem. Um die Polargleichung der Kreise zu bekommen, sind in (4) die Ausdrücke für  $x$  und  $y$  aus (1) einzusetzen, das ergibt

$$r^2 \sin^2 \varphi + r^2 \cos^2 \varphi = \pm 2Rr \cdot \sin \varphi, \quad r^2 = 2Rr \cdot \sin \varphi, \quad \text{a) } r = 0, \quad \text{b) } r = 2R \cdot \sin \varphi \quad (5)$$

als Gleichung der Kreise im Polarkoordinatensystem. Ein Vergleich von (4) mit (5) zeigt, daß für zyklische Kurven die Darstellungsform in Polarkoordinaten wesentlich übersichtlicher ist als in rechtwinkligen Koordinaten. Macht man den Durchmesser jedes der beiden Kreise  $2R=1$ , so läßt sich folgende Tabelle aufstellen:

$r = \sin \varphi$

$\varphi$	$r$	$\varphi$	$r$	$\varphi$	$r$
0°	0,000	60°	0,866	120°	0,866
15°	0,259	75°	0,966	135°	0,707
30°	0,500	90°	1,000	150°	0,500
45°	0,707	105°	0,966	165°	0,259
				180°	0,000

Dabei ist zu beachten, daß  $\sin(90^\circ + \varphi) = \cos \varphi$  ist! Die Konstruktion der beiden Kreise ist in Abb. 9 durchgeführt. Zu den Kurven, die sich in Polarkoordinaten darstellen lassen, gehören u. a. die verschiedenen Spiralen. In Abb. 10 sind die drei Formen, nämlich die archimedische (a), die hyperbolische (b) und die logarith-

mische (c) Spirale gezeichnet. Ihre Polargleichungen lauten:

$$\left. \begin{aligned} \text{a) } r &= a \cdot \varphi \\ \text{b) } r &= \frac{a}{\varphi} \\ \text{c) } \varphi &= \frac{1}{b} \ln\left(\frac{r}{a}\right) \text{ oder } r = a \cdot e^{b\varphi} \end{aligned} \right\} (6)$$

Die einfachste Form ist dabei die archimedische Spirale; sie entsteht, wenn sich ein Punkt mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf einem Strahle (dem Leitstrahl) bewegt, der sich seinerseits gleichförmig um einen festen Punkt, den Pol 0 dreht. Da für  $\varphi=0$  auch  $r=0$  ist, beginnt diese Spirale innen. Im Gegensatz dazu verläuft die hyperbolische Spirale von außen (kleine Werte von  $\varphi$ ) nach innen ( $r \rightarrow 0$  für  $\varphi \rightarrow \infty$ ). Die logarithmische Spirale beginnt innen (bei  $r=a$  für  $\varphi=0$ ) und endet für  $\varphi \rightarrow \infty$  bei  $r \rightarrow \infty$ .

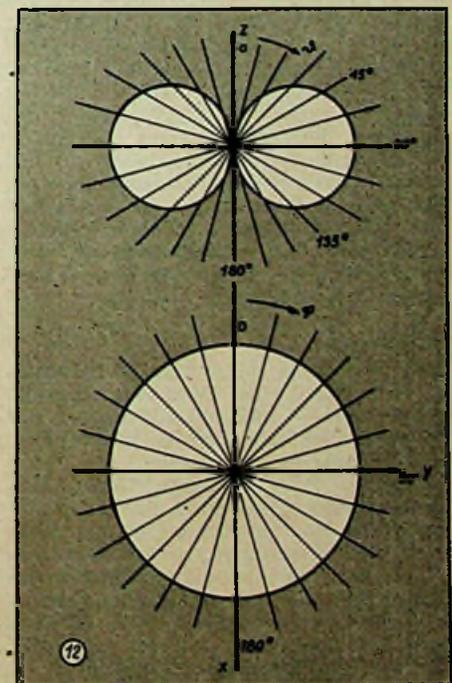
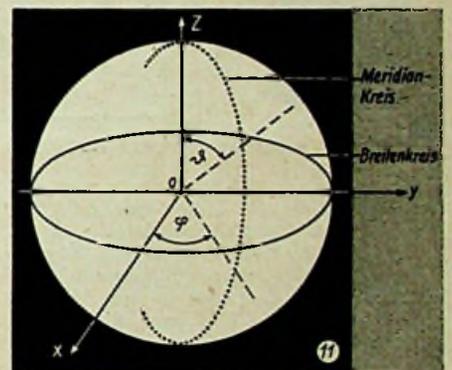
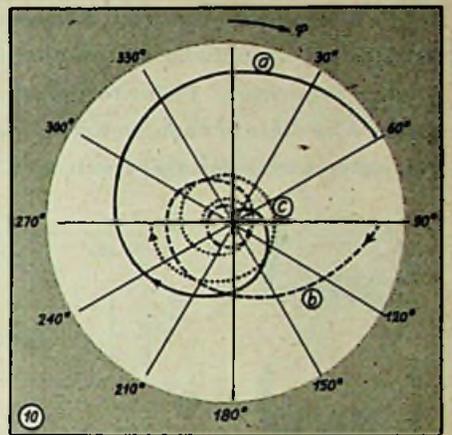
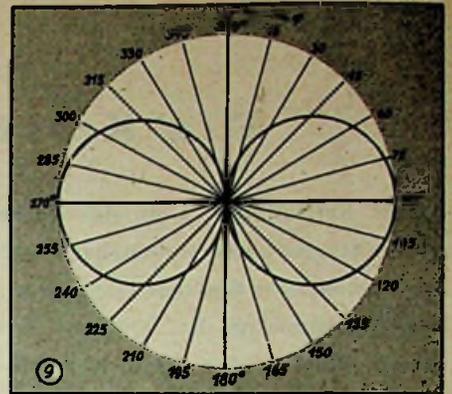
Zur Darstellung räumlicher Vorgänge ist auch bei Polarkoordinaten eine Erweiterung in der dritten Dimension erforderlich. Abb. 11 zeigt das System der Kugelkoordinaten, wie man sie z. B. zur Untersuchung von Strahlungseigenschaften an Antennen und Dipolen benutzt. Ein im freien Raum befindlicher Dipol strahlt Kugelwellen aus, d. h., zur Darstellung der elektrischen und magnetischen Vorgänge ist nur ein dreidimensionales Koordinatensystem geeignet. Aus Gründen der einfacheren zeichnerischen Wiedergabe zerlegt man die räumlich-flächenhafte Charakteristik in zwei Einzelcharakteristiken; die Horizontalcharakteristik, die die Verteilung längs eines Breitenkreises, und die Vertikalcharakteristik, die die Verteilung längs eines Meridiankreises wiedergibt.

Zwischen dem rechtwinkligen Koordinatensystem entsprechend Abb. 5 und den Kugelkoordinaten (Abb. 11) bestehen für die Umrechnung die Beziehungen

$$\left. \begin{aligned} x &= r \cdot \sin \vartheta \cdot \cos \varphi, \\ y &= r \cdot \sin \vartheta \cdot \sin \varphi, \\ z &= r \cdot \cos \vartheta \end{aligned} \right\} (7)$$

In Abb. 12 ist das Vertikaldiagramm eines im Gegensatz zu Abb. 9 diesmal vertikal polarisierten (also senkrecht stehenden) Hertz'schen Dipols und darunter das dazugehörige Horizontaldiagramm gezeichnet. Wie das Horizontaldiagramm erkennen läßt, handelt es sich um einen Rundstrahler, d. h. die Feldstärke ist in einer Ebene senkrecht zum Dipol vom Strahler gleich weit entfernten Orten auch gleich groß. Für unsere „irdischen“ Bedürfnisse genügt das Horizontaldiagramm; für ein in einem Flugzeug befindliches Empfangsgerät besagt es aber nicht alles, denn wie das darüber gezeichnete Vertikaldiagramm zum Ausdruck bringt, ist z. B. genau über der Dipolachse ( $\vartheta=0$ ) die Feldstärke = 0, sie nimmt dann bis  $\vartheta=45^\circ$  zu, um mit weiter wachsendem Winkel wieder kleiner zu werden.

- ⑨ Polardiagramm des Hertz'schen Dipols
- ⑩ Archimedische (a), hyperbolische (b) und logarithmische (c) Spirale
- ⑪ Kugelkoordinaten
- ⑫ Vollständige Feldcharakteristik des Hertz'schen Dipols; Vertikal- und Horizontaldiagramm



<sup>2)</sup> Vgl. FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 4, S. 94.

# Die Kristallode G2T, eine Tetrode

Unter Kristalloden sind elektrische Anordnungen zu verstehen, bei denen mindestens eine Elektrode ein kristalliner Halbleiter ist. Die anderen Elektroden sind gewöhnlich metallisch. Zu den bisher bekanntgewordenen Kristalloden gehören: Kristalldetektor, Siliciumdiode, Germaniumdiode, Transistor, Fieldistor, Fotodiode. Alle diese genannten Kristalloden haben zwei oder drei Elektroden.

Der verarbeitete Germaniumkristall besteht aus hochwertigem Material. Die Sperrspannung der Stromdiode ist mindestens -20 Volt für einen Sperrstrom von weniger als -1 mA. Der Durchlaßstrom hat normal eine Stärke von etwa +20 mA und läßt sich maximal auf den zehnfachen Wert steigern, also auf etwa +200 mA. Die Kapazität zwischen den drei metallischen Elektroden und der Kristallelektrode beträgt etwa 1 pF. Die Stromdiode arbeitet für alle Frequenzbereiche vom Netzstrom von 50 Hz bis hin zum UKW-Bereich von  $10^6$  Hz ohne Frequenzgang, also nahezu konstant. Sie ist mit 10 g Schüttelfestigkeit geprüft und erträgt beträchtliche Fallstöße. Die Diode ist darüber hinaus auch

## Transistor

Der enge Abstand der einzelnen Folienstreifen verleiht der Tetrode G2T mehr als nur die Eigenschaft eines Gleichrichters. Wenn man die mittlere Streifenlektrode und die Kristallelektrode zu einem Stromkreis schließt, in den eine Gleichstromquelle bis etwa 50 Volt so gelegt wird, daß die metallische Elektrode negativ ist, so fließt über den Widerstand R ein Sperrstrom von rund -1 mA (Abb. 3). Eine Randstreifenlektrode wird mit der Basis zu einem zweiten Stromkreis geschlossen, der als 'Steuerkreis' an eine Wechselstromquelle gelegt wird. Die Spannung der Wechselstromquelle kann maximal bis einige Volt betragen, ihre Frequenz reicht von Null bis in den Hochfrequenzbereich und findet ihre Grenze bei etwa 5 MHz. Der Aufsatzpunkt E heißt 'Emitter', der Aufsatzpunkt C 'Collector'. Der Stromübergang am Emitter wirkt sich auf den Collector aus, da beide so nahe benachbart sind, daß sich die atomar-elektrischen Leitungsvorgänge einander beeinflussen. Je nach

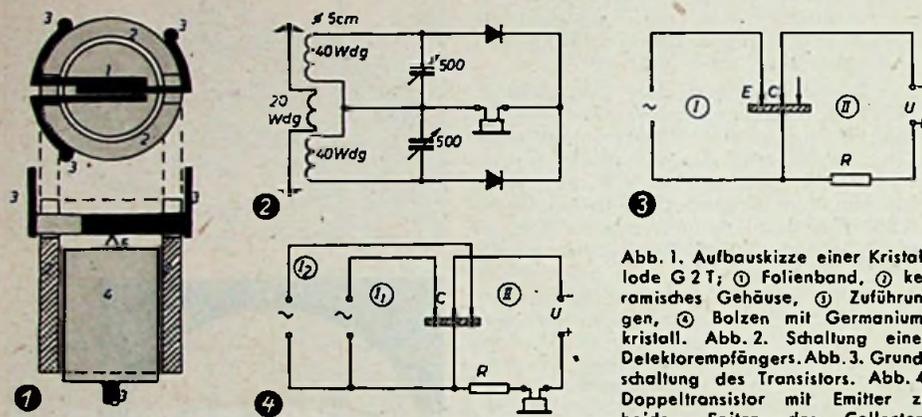


Abb. 1. Aufbauskiße einer Kristallode G2T; ① Folienband, ② keramisches Gehäuse, ③ Zuführungen, ④ Bolzen mit Germaniumkristall. Abb. 2. Schaltung eines Detektorempfängers. Abb. 3. Grundschaltung des Transistors. Abb. 4. Doppeltransistor mit Emitter zu beiden Seiten des Collectors

## Daten der G2T

Die nachstehenden Daten der Tetrode G2T gelten als Transistor. Dabei werden die Kreise I<sub>1</sub> und I<sub>2</sub> zusammengefaßt als I bezeichnet. Die angeführten Werte des Kreises I haben den Index 1, die von II den Index 2. Die Werte beziehen sich auf Gleichstrom. Der Verstärkungsgrad ergibt sich als Vielfaches der Spannungs- bzw. Leistungsänderung des Kreises II bei einer Änderung der Spannung in Kreis I um 0,5 V. Je nach dem Verstärkungsgrad werden die einzelnen lieferbaren Typen G2T 10, G2T 20 und G2T 40 unterschieden<sup>1)</sup>. Es bedeuten: G = Germanium, 2T = zweifacher Transistor, 10, 20, 40 ... Verstärkungsfaktor der Leistung (bzw. Spannung) als reine Zahl; d bezeichnet eine 'kleine Änderung'.

Betriebswerte	G2T		
	10	20	40
<b>Kreis I</b>			
Spannung U <sub>1</sub> .....	V	0	0
Stromstärke I <sub>1</sub> .....	mA	0	0
Spannungsänderung dU <sub>1</sub> .....	V	0,5	0,5
Leistungsänd. dL <sub>1</sub> = dU <sub>1</sub> · dI <sub>1</sub> .....	mW	0,4	0,2
Vorwiderstand R <sub>1</sub> .....	Ohm	etwa 100	100
<b>Kreis II</b>			
Klemmenspannung U .....	V	30	30
Lastwiderstand R <sub>2</sub> .....	kOhm	etwa 20	20
Spannungsabfall U <sub>2</sub> an R <sub>2</sub> .....	V	etwa 10	8
Stromstärke I <sub>2</sub> .....	mA	1	1
Leistung dL <sub>2</sub> = dU <sub>2</sub> · dI <sub>2</sub> .....	mW	4	4
Verstärkungsfaktor .....		10	20
<b>Grenzweite</b>			
Spannung U in II .....	V	etwa 60	60
Stromstärke I <sub>2</sub> max .....	mA	2...5	2...5
Verlustleistung in II max. ....	mW	200	200

Neben diesen Werten treten Abweichungen auf, wobei z. B. die Leistungsänderung dL<sub>1</sub> nur 0,01 mW, die Klemmenspannung U nur 10 Volt und der maximale Strom I<sub>2</sub> 10 mA sind.

1) Fa. R. Rost, Hannover-H., Fuhrenkamp 20.

Die Kristallode G2T hat vier Zuleitungen. Zu dem Germaniumkristall, als der ersten, treten drei weitere aus Kupferbronze in Gestalt eines Folienbandes hinzu. Das Folienband besteht aus drei einzelnen Streifen von 1 mm Breite und verschwindender Dicke — unter 10 μ —, die gegeneinander isoliert, aber miteinander eng verklebt sind (Abb. 1, Ziff. 1). Der Abstand von einer Streifenkante zur anderen ist höchstens 50 μ, meist weit darunter. Das Folienband ist in ein keramisches Gehäuse (2) eingesetzt und mit Drahtzuführungen (3) versehen. Ein mit einer (vierten) Drahtzuführung verbundener Bolzen (4) trägt an seiner Spitze einen Germaniumkristall (5). Der Kristall sitzt auf dem Folienband so auf, daß alle drei einzelnen Streifenkanten den Kristall berühren. Jeder Streifen bildet mit der Kristallunterlage eine Strombahn, die richtungsmäßig unterschiedlich arbeitet.

## Stromdiode

Jede Strombahn bildet also — zu einem Stromkreis mit einer Wechselstromquelle geschlossen — einen Gleichrichter. Das ganze System läßt sich als eine Gleichrichteranordnung auffassen, die sich gegenüber einer einfachen Germaniumdiode dadurch auszeichnet, daß sie gleichzeitig drei Kontaktpunkte hat, also einen dreifachen Strom gleichrichten kann. Da zudem statt der bei einer Germaniumdiode üblichen Drahtspitzenanordnung Folienstreifen benutzt werden, ist eine hohe Strombelastung möglich. Die G2T läßt sich als 'Stromdiode' verwenden.

noch für den dm-Bereich brauchbar, da ihre Ausmaße klein sind. Der keramische Körper ist nur 10 mm lang und hat einen Durchmesser von 6 mm. Das ganze sitzt in einem Isolierstoffgehäuse mit hoher Dielektrizitätskonstante von 20 mm Länge und 10 mm Durchmesser.

## Doppeldiode

Das Folienband mit seinen drei Streifen hat eine Kantenbreite von rund 50 μ. Die Berührungspunkte der einzelnen Streifenkanten mit der Kristallunterlage liegen also unmittelbar nebeneinander. Der Germaniumkristall hat in diesem engen Bereich zumeist nahezu gleiche elektrische Eigenschaften. Die Daten der drei einzelnen Gleichrichter sind etwa gleich, und man kann zwei von ihnen als 'Doppeldiode' verwenden. Derartige Duo-Dioden sind vorteilhaft für den Detektorempfang verwenden. Die Abb. 2 gibt eine Schaltskizze für eine einfache Anordnung wieder, die erprobt ist und sich bewährt hat. Man erkennt zwei Schwingungskreise, bei denen die Induktivitäten auf dem gleichen Zylinder mit der Antennenspule sitzen. Die drei Spulen haben gleichen Windingssinn. Die beiden Kondensatoren sitzen zweckmäßig auf der gleichen Welle und werden mit einem Trimmer justiert. Die Kristallode G2T wird so angeordnet, daß die metallischen Zuführungen auf der Schwingkreisseite liegen. Die Anordnung gibt die doppelte Stromstärke einer einfachen Detektorschaltung.

der Klemmenspannung  $U$  und dem Widerstand  $R$  — im Verein mit der Abstandsgröße zwischen den Streifen — pulsiert der Strom im Kreis II schwächer, gleichstark oder stärker als im Kreis I. Wenn man  $U$  von null Volt auf etwa  $-10$  V steigert, hört man in einem in den zweiten Kreis eingelegten Kopfhörer den Wechselstrom von beispielsweise  $50$  Hz zunächst leise. Bei Erhöhung der Klemmenspannung wird der Ton stärker und erreicht bei rund  $-30$  V sein Maximum. Darüber hinaus bleibt er gleichstark oder fällt wieder ab. Der Ton im Kreis II ist stärker als im Stromkreis I. Das System arbeitet also als ‚Verstärker‘. Die Dreielektrodenanordnung wird als ‚Transistor‘ bezeichnet. Der Verstärkereffekt wurde vor etwa fünf Jahren entdeckt und gab Anlaß zu einer stürmischen Entwicklung der Anwendungen von Halbleiterkristallen. In der FUNKTECHNIK wurde verschiedentlich über den Aufbau von Transistoren und über erprobte Schaltungen berichtet<sup>2)</sup>.

#### Transistor als Oszillator

Der Widerstand  $R$  im Kreis II ist  $10$  kOhm bis etwa  $50$  kOhm. Wenn man ihn bei gleicher Spannung  $U$  kleiner macht — etwa  $1 \dots 5$  kOhm —, dann erhöht sich im Kreis II die anfängliche Stromstärke von  $-1$  mA auf etwa  $-5$  mA. Das elektrische System wird dabei labil und schwingungsfähig. Die Schwingungsfrequenz kann durch die Steuerfrequenz im Kreis I erzwungen werden. Es ist dann eine niedrige Frequenz, die in der Nähe der anfänglichen  $50$  Hz liegt, zu hören. Das System kann aber auch hochfrequent arbeiten. In einem Rundfunkgerät, das z. B. in der gleichen Wohnung aufgestellt ist, wird dann ein Netzton auf einer selektiven Frequenz hörbar. Zur Zeit sind die Entwicklungslabors der HF-Industrie damit beschäftigt, geeignete Zusätze zu schaffen, die den Transistor als Verstärker und Schwingungserzeuger in geeigneter Weise einbauen lassen.

#### Transistor mit erhöhter Verstärkung

Nun ist auch noch die zweite metallische Randlektrode zu verwenden, womit das System zu einem ‚Doppeltransistor‘ ausgeweitet wird. Dieser hat zwei Elektroden, die als Emitter verwendet werden. Die beiden Emitter sind die Aufzuspunkte der Randstreifen und flankieren den Collector C (Abb. 4). Wenn Kreis I<sub>1</sub> und Kreis I<sub>2</sub> an der gleichen Stromquelle liegen, wird der Collector von beiden Seiten beeinflusst. Die Wirkungen beider Emitter addieren sich, und das System arbeitet etwa mit doppelter Verstärkung.

#### Mischer

Die Frequenz des Kreises I<sub>1</sub> betrage beispielsweise  $50$  Hz, die des Kreises I<sub>2</sub> sei  $800$  Hz. Ein in den Collectorkreis geschalteter Kopfhörer gibt dann in verstärktem Grade beide Töne wieder. Wird die Frequenz in I<sub>1</sub> erhöht und der Frequenz I<sub>2</sub> angenähert, so ergibt sich die verblüffende Schwebungserscheinung, die auch bei gespannten Saiten zu beobachten ist. Zwei Saiten von gleicher Länge, gleichem Material und Dicke geben bei nahezu gleicher Spannung nicht nur ihre

eigenen Töne wieder. Vielmehr überlagert sich die eine Schallwelle der anderen und man hört neben den beiden Tönen eine ‚Schwebung‘. Der als ‚ein‘ Ton vernommene Klang schwillt periodisch an und ab. Die Frequenz dieser periodischen Änderung ist genau gleich der Differenz der Frequenz der beiden Töne  $I_2 - I_1$ . Wenn also die eine Saite mit  $800$  Hz und die andere mit  $750$  Hz schwingt, so hört man einen Schwebungston von  $50$  Hz. Der Vorgang ist ebenso mit der elektrischen Anordnung auszuführen. Im Collectorkreis wird zu diesem Zweck ein Schwingkreis von  $750$  Hz, gebildet aus einer großen Kapazität und Induktivität, eingebaut. Dann ist im

Kopfhörer der Schwebungston hörbar; die Anordnung arbeitet als ‚Mischer‘. Zwei nahezu gleiche Frequenzen werden zusammengemischt und ergeben eine tiefere Zwischenfrequenz. Die Kristalltetrode eignet sich ausgezeichnet als Mischer. Die den beiden Emitterkreisen aufgedrückten Frequenzen überlagern sich gegenseitig nur in geringem Maße, wie dies erwünscht ist. Die Zwischenfrequenz bleibt fast restlos auf dem Collectorkreis beschränkt.

Die Anordnung hat den weiteren Vorteil, daß die zur Mischung gebrachten Frequenzen weit über der oberen Frequenzgrenze des (Dreielektroden-)Transistors von  $5$  MHz liegen können.

Dr. M. REGER

## Der Glimmstrecken-Stabilisator 100V 60 mA

Häufig tritt die Aufgabe auf, einen Verbraucher, etwa eine Radoröhre, mit einer Gleichspannung zu speisen, die nicht nur zeitlich konstant, sondern auch innerhalb gewisser Belastungsgrenzen unabhängig von dem schwankenden Bedarf des Verbrauchers ist. In den Anfangszeiten der Funktechnik wurden für solche Zwecke Akkumulatorenbatterien oder auch galvanische Elemente verwendet, deren Spannungen bei richtiger Bemessung genügend konstant und belastungsunab-

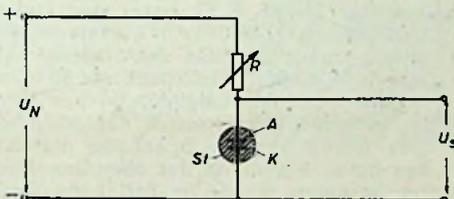


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Spannungsstabilisierung durch eine Glimmstrecke

hängig sind. Im Laufe der Entwicklung aber wurden diese Batterien (bis auf Sonderfälle, z. B. in tragbaren Geräten) durch Schaltelemente ersetzt, die nicht mehr in verhältnismäßig kurzen Zeitabständen Aufladung oder Ersatz benötigten. Ein Schaltelement, das dann häufig verwendet wurde, war der Glimmstrecken-Stabilisator.

Ein Glimmstrecken-Stabilisator hat die Eigenschaft, die an seinen Anschlüssen liegende Gleichspannung bei Belastung auch mit verschiedenen starken Strömen weitgehend konstant zu halten. Sein Verhalten weicht also grundsätzlich von dem eines ohmschen Widerstandes ab, dessen Spannung ja direkt proportional dem ihn durchfließenden Strom ist. Diese merkwürdige Erscheinung beruht auf einer Eigenschaft einer Glimmstrecke, die schon vor etwa  $50$  Jahren von Hehl entdeckt wurde; auf sie bezieht sich das Hehlsche Gesetz. Es besagt, daß die Brennspannung einer Glimmstrecke so lange konstant und unabhängig von der Stromstärke ist, wie die Kathode noch nicht vom Glimmlicht ganz bedeckt ist, und daß in diesem Bereich die vom Glimmlicht bedeckte Fläche proportional der Stromstärke ist. Legt man beispielsweise an die Glimmstrecke  $St$  (Abb. 1) (ein Glaskolben mit zwei vakuumdicht und isoliert eingeführten, in geringem Abstand voneinander angeordneten Blechen A und

K und einer Gasfüllung von  $1/10$  bis  $1/100$  at) über einen regelbaren Widerstand  $R$  eine genügend hohe Gleichspannung  $U_N$ , etwa  $220$  Volt, so tritt bei richtiger Bemessung des Widerstandes in der Glimmstrecke  $St$  ein Glimmlicht auf, das das negative Blech, die Kathode, nur zum Teil bedeckt. Ändert man die Größe des Widerstandes oder die der Spannung  $U_N$ , so ändert sich auch die Größe des Stromes, der durch  $R$  und  $St$  fließt; es ändert sich auch die Größe der Kathodenfläche, die mit dem Glimmlicht bedeckt ist; es ändert sich aber nicht die Größe der Spannung  $U_{St}$  an der Glimmstrecke. Die ganze Spannungsänderung wird vielmehr restlos von dem Widerstand  $R$  aufgenommen. Erst dann, wenn die Stromstärke so weit angestiegen ist, daß die Kathode völlig vom Glimmlicht bedeckt ist, steigt auch die Spannung  $U_{St}$  an. Die Kennlinie eines solchen Glimmstrecken-Stabilisators ist in der Abb. 2 schematisch dargestellt, wobei als Abszisse der Strom aufgetragen ist, der durch den Widerstand  $R$  und den Stabilisator  $St$  fließt, als Ordinate die am Stabilisator gemessene Spannung  $U_{St}$ . Gestrichelt ist die Kennlinie eines ohmschen Widerstandes gezeichnet. Man sieht, daß die Spannung am Stabilisator  $U_{St}$  trotz wachsender Stromstärke  $I$  konstant ist bis zum Punkt T. Bei dieser Stromstärke  $I_T$  ist die Kathode ganz bedeckt, die Spannung  $U_{St}$  steigt bei wachsender Stromstärke dann stark an. Im Gegensatz dazu steigt die Spannung  $U_W$  an einem ohmschen Widerstand direkt proportional mit der Stromstärke an.

Die Größe der stabilisierten Spannung  $U_{St}$  hängt von der Art des Kathoden-

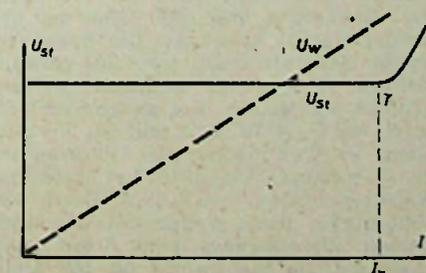


Abb. 2. Kennlinien eines Glimmstreckenstabilisators und eines ohmschen Widerstandes.

<sup>2)</sup> „Halbleiter als Verstärker“, FUNK-TECHNIK, Bd. 3 [1948], H. 24, S. 616. „Transistor“, FUNK-TECHNIK, Bd. 3 [1948], H. 24, S. 617. „Von der Type A zum Koaxial-Transistor“, FUNK-TECHNIK, Bd. 4 [1949], H. 17, S. 509. „Kristall-Tetrode“, FUNK-TECHNIK, Bd. 4 [1949], H. 17, S. 509. O. Schulz, „Der Transistor in der Technik“, FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 11, S. 294. O. Schulz, „Praktische Anwendungen des Transistors“, FUNK-TECHNIK, Bd. 6 [1951], H. 24, S. 668.

materials sowie von der Art und dem Druck der Gasfüllung des Stabilisators ab und liegt je nach dem Typ des Glimmstreckenstabilisators zwischen 60 und 180 Volt. Schaltet man mehrere Stabilisatoren hintereinander, so addieren sich die Regelspannungen, so daß man eine große Anzahl von Spannungswerten, die konstant gehalten werden können, erhält. Die Größe des Strombereiches, in dem die Spannung konstant ist, hängt ab von der Größe der Katodenfläche. Der Stromstärkenbereich, in dem die Spannung des Stabilisators konstant ist, wird der Regelbereich des Stabilisators genannt. Er liegt bei den üblichen Ausführungen zwischen 5 und 200 mA. Ein Parallelschalten von Glimmstrecken-Stabilisatoren, etwa zur Erhöhung des Regelbereiches, ist nicht möglich, da infolge unvermeidlicher kleiner Unterschiede der Stabilisator mit der kleinen Spannung zu stark belastet wird und damit zerstört werden würde.

### Anwendung

Der Glimmstrecken-Stabilisator wird überall dort mit Vorteil angewandt, wo, wie eingangs erwähnt, ein Verbraucher mit einer zeitlich konstanten und von der Belastung unabhängigen Spannung gespeist werden soll. Es seien hier zwei Beispiele für die Anwendung kurz erläutert:

1. Die Spannung  $U_N$  in Abb. 1, etwa 220 Volt Gleichspannung, möge die Netzspannung eines Gleichstromnetzes (oder die mittels Gleichrichter aus einem Wechselstromnetz gewonnene Spannung) sein, die um 10 % schwankt. Der Stabilisator  $St$  möge eine Spannung von 100 V aufweisen. Bei einem ohmschen festen Widerstand  $R$  von 2400 Ohm fließt dann durch die Schaltung ein Strom von

$$I = \frac{U_N - U_{St}}{R} = \frac{220 - 100}{2400} = \frac{120}{2400} = 0,05 \text{ A.}$$

Ändert sich nun bei festem Widerstand  $R$  die Spannung von 220 auf 200 Volt, so fließt dann ein Strom von

$$\frac{200 - 100}{2400} = 0,042 \text{ A}$$

durch die Anlage. Die Spannung  $U_{St}$  am Stabilisator ändert sich trotz der Netzspannungsänderung nicht, sie bleibt 100 V. Eine Elektronenröhre, die parallel zum Stabilisator liegt, würde also nichts von der Netzspannungsschwankung merken. Würde an Stelle des Stabilisators  $St$  ein weiterer ohmscher Widerstand liegen von einer solchen Größe, daß bei 220 V Netzspannung an ihm eine Spannung von 100 Volt auftritt, dann würde beim Absinken der Netzspannung von 220 auf 200 V die Spannung an diesem Widerstand von 100 auf 90 V sinken.

2. Parallel zum Stabilisator liege ein Verbraucher, etwa eine Röhre, deren innerer Widerstand zwischen Unendlich bei ungeheizter und 5000 Ohm bei geheizter Katode schwankt. Die Spannung an der Röhre soll trotz des schwankenden Widerstands konstant bleiben. Wählen wir wieder, wie im vorigen Beispiel, für  $U_N = 220$  Volt und für  $R = 2400$  Ohm, so fließt, wenn der Verbraucher den Widerstand Unendlich hat, durch die Anlage ein Strom von 0,05 A. Durch den Verbraucher fließt wegen des unendlich großen Widerstandes kein Strom. Die Spannung am Stabilisator ist 100 Volt. Ändert sich nun der innere Widerstand des Verbrauchers auf 5000 Ohm, so bleibt die Spannung am Stabilisator und am

Verbraucher konstant gleich 100 Volt. Der Strom durch den Verbraucher wird  $100/5000 = 0,02$  A, während durch den Stabilisator nur noch 0,03 A fließen.

Diese Beispiele beziehen sich auf einen „idealen“ Glimmstrecken-Stabilisator, dessen Spannung innerhalb des Regelbereiches absolut konstant und unabhängig von der Stromstärke ist. Bei den praktischen Ausführungen eines Glimmstrecken-Stabilisators treten Abweichun-

gen 5...60 mA, d. h., in diesem Stromstärkebereich ändert sich die Spannung eines jeden Stabilisators um maximal 2,75 V, meist aber um weniger. Die Betriebsspannung  $U_N$  dieses Stabilisators soll mindestens 150 V sein, wobei die Mindestgröße des Vorschaltwiderstandes  $R$  nach der Formel

$$R = \frac{U_N - 100}{0,06}$$

zu bemessen ist. Bei kleinerem Widerstand  $R$  wird der Stabilisator überlastet und sein Regelbereich überschritten.

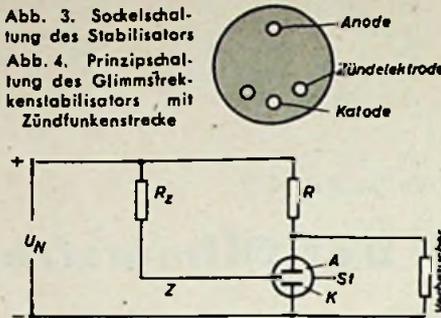
Vielfach wird von technischer Seite bei der Verwendung eines Glimmstrecken-Stabilisators die Forderung gestellt, daß dieser auch zündet und arbeitet, wenn als Verbraucher beispielsweise ein ohmscher Widerstand dient. In solchen Fällen treten dann Schwierigkeiten auf, wenn durch den Widerstand des Verbrauchers, der ja mit dem Vorschaltwiderstand  $R$  in Reihe liegt, die Spannung am Glimmstrecken-Stabilisator zu stark herabgesetzt wird. Die Spannung  $U_N$  verteilt sich ja auf die beiden Widerstände, so daß — bei gleicher Größe der beiden Widerstände — jeder nur die halbe Netzspannung, in unserem Beispiel von  $U_N = 220$  Volt also 110 Volt, aufnimmt. Bei 110 Volt zündet aber der Glimmstrecken-Stabilisator noch nicht, so daß er auch seine regelnde Tätigkeit nicht aufnehmen kann. Um auch bei derartigen Verwendungsfällen den Glimmstrecken-Stabilisator einsetzen zu können, ist der Osram-Stabilisator noch mit einer Zündelektrode versehen, die über einen festen Widerstand  $R_z$  mit der Spannungsquelle  $U_N$  verbunden ist (Abb. 4), und die etwa 2 mA aufnehmen soll. Die Größe von  $R_z$  ist nach der Formel

$$R_z = \frac{U_N - 100}{0,002}$$

zu bemessen. Da die Zündelektrode über den Widerstand  $R_z$  mit der Spannungsquelle verbunden ist und kein weiterer Widerstand oder sonstiger Verbraucher parallel zur Hilfsentladungsstrecke  $Z-K$  liegt, zündet zwischen  $Z$  und  $K$  nach dem Einschalten eine Glimmentladung von geringer Stromstärke. Durch diese Hilfs-glimmentladung wird die Zündspannung der Hauptentladung — zwischen  $A$  und  $K$  — sehr stark herabgesetzt, so daß diese zündet, auch wenn der Verbraucher aus einem ohmschen Widerstand von einer solchen Größe besteht, daß die beim Einschalten an den Elektroden  $A$  und  $K$  auftretende Spannung nur wenig über der Brennspannung des Stabilisators liegt.

Abb. 3. Sockelschaltung des Stabilisators

Abb. 4. Prinzipschaltung des Glimmstreckenstabilisators mit Zündfunkenstrecke



gen insofern auf, als ein geringes Ansteigen der Spannung mit wachsender Stromstärke vorhanden ist. Der „innere Widerstand“, d. h. das Verhältnis der Spannungsänderung in einem bestimmten Stromstärkebereich zu der entsprechenden Stromstärkeänderung ist nicht Null, wie bei einem idealen Stabilisator, sondern hat einen endlichen, wenn auch sehr kleinen Wert. Je kleiner dieser Wert ist, desto vollkommener ist die Fähigkeit des Stabilisators, die Spannung konstant zu halten. Bei dem Glimmstrecken-Stabilisator 100 V, 60 mA, dessen Herstellung von der Osram K.G. unter der Typenbezeichnung 77 66 07 vor kurzem wieder aufgenommen worden ist, beträgt der innere Widerstand maximal nur 50 Ohm, d. h., bei einer Stromänderung von 5 bis 60 mA, dem Regelbereich des Stabilisators, ändert sich die Spannung maximal nur um 2,75 Volt. In der oben angeführten Rechnung würde im Fall 1 die Spannung also nicht genau gleich 100 Volt bleiben, wenn die Netzspannung von 220 auf 200 Volt absinkt, sondern die Spannung am Stabilisator würde von 100 Volt auf 99,6 Volt sinken, wenn die Stromstärke von 0,05 auf 0,042 A sinkt. Im zweiten Beispiel würde die Spannung am Stabilisator und damit auch an der Röhre um 1,5 V absinken, wenn der „innere Widerstand“ der Röhre sich von Unendlich auf 5000 Ohm ändert.

Der Osram-Stabilisator hat eine Regelspannung von etwa 100 V, wobei die einzelnen Stabilisatoren zwischen 99 und 104 V liegen. Der Regelbereich ist

Der Anteil der Elektrofirmen auf der Technischen Messe Hannover 1952 war wieder außerordentlich groß. Über die gezeigten technischen Fortschritte berichten wir im Heft 11 der FUNK-TECHNIK. Die industrielle Elektronik hat sich weitere Anwendungsgebiete in der Fertigungsindustrie erobert können, und sie gehört heute schon beinahe zur normalen Ausrüstung verschiedener Maschinen. Die elektronische Regelung ist ähnlich wie das elektrische Haushaltungsgerät eine Selbstverständlichkeit geworden. Alle diejenigen, die sich für diesen Zweig der HF-Technik besonders interessieren, seien auf die Neuerscheinung

### INDUSTRIELLE ELEKTRONIK von Dr. Reinhard Kretzmann

(VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH., Berlin-Borsigwalde; 12,50 DM)

hingewiesen. Die wichtigsten Bauelemente der elektronischen Regelung sind die verschiedenen Röhren, wie Gleichrichter-Röhren, Stromröhre, Sendiron-, Ignitron- und Excitron-Röhren, Fotozellen, Relais-Röhren usw. Mit diesen Elementen und Kondensatoren, Widerständen und Transformatoren werden die eigentlichen elektronischen Geräte zusammengesetzt. Mit Hilfe der elektronischen Geräte lassen sich alle Vorgänge der industriellen Fertigungstechnik überwachen und steuern. Aber nicht nur die industrielle Fertigung kann maßgebend durch die industrielle Elektronik beeinflusst werden, auch einfache Vorgänge im täglichen Leben sind durch elektronische Zusatzgeräte zu erleichtern. Denken wir dabei nur an den elektronisch gesteuerten Türöffner, an das automatische Einschalten von Licht, an die elektronische Beleuchtungsregelung usw. Diese Geräte erfordern keinen übermäßig großen technischen Aufwand, so daß sie auch ohne weiteres von jedem Elektrotechniker, von Rundfunk-Mechanikern, ja selbst von technisch interessierten Amateuren zusammengesetzt und erprobt werden können.

## »D E R« S t e u e r s e n d e r

Maßnahmen, die Konstanz eines Oszillators zu verbessern, beschäftigen bis heute Industrie und Amateure. Dabei ist die Erkenntnis über die frequenzändernden Faktoren eigentlich lange vorhanden: Neben langsamen Änderungen oder Sprüngen in der Stromversorgung sind es Temperaturänderungen, Rückwirkungen, bisweilen auch mangelhafte Mechanik, die eine genaue Eichung, Einstellung und somit Ausstrahlung unsicher machen.

In dem Bestreben, die Konstanz eines Senders zu verbessern, versuchte man zunächst, diejenigen Faktoren einzuengen, die primär eine Frequenzänderung auslösten. Das sind Spannungen und Ströme, die man mit Stabilisatoren und Eisenwasserstoffwiderständen möglichst konstant hält. Ebenso ist auch die Temperatur mit Thermostaten gleichzuhalten. Rückwirkungen lassen sich durch wohldurchdachte Abschirmungen, kleines  $C_{\text{ao}}$  der Röhren, u. U. durch saubere Neutralisation verringern. Diese Maßnahmen können zusammen je nach Anforderung einen erheblichen Aufwand bedeuten, greifen aber trotzdem z. T. nicht an die eigentliche Ursache heran, so z. B. an die dynamische Röhrenkapazität, deren Einfluß man, etwa im Tastbetrieb, nicht beliebig klein machen kann. Die Temperaturkompensation kann wohl in einem gewissen Frequenz- und Temperaturbereich recht gut sein, dynamisch aber gelingt sie infolge verschieden schneller Erwärmung der Kreiselemente nur unvollkommen.

Für einen Sender, der mit „Dauerstrich“ arbeitet, ist anzunehmen, daß er nach einer gewissen Einlaufzeit „steht“. In diesem Falle stimmt seine Eichung und Einstellung mit einer anzugebenden Genauigkeit. Wie aber schon in einem früheren Aufsatz des Verfassers über „Supersender“<sup>1)</sup> erwähnt wurde, ist zu unterscheiden zwischen der Genauigkeit schlechthin und derjenigen im Tastbetrieb, wobei also die Änderungen beim Einschwingen und Aussetzen der Zeichen mit einbezogen werden. Diese Änderungen sind ja charakteristisch und haben bei den Funkern zu Bezeichnungen wie „ECO“-Ton geführt.

Überlegungen zu diesem letzten Effekt und den vorhin aufgezeigten Mängeln führten u. a. zu dem Supersender, bei dem eine relativ hohe Frequenz in der Nähe der Betriebsfrequenz mit Quarzen erzeugt und die Differenzfrequenz mit einem stabilen Langwellenoszillator zugesetzt wird, der auch die Variation übernimmt. Gleichgültig, welchen der beiden Oszillatoren man nun tastet, die dabei auftretende Verwerfung ist schon um ein Vielfaches geringer. Aber man muß bei dieser Schaltung natürlich den Spiegel unterdrücken. Das ist um so schwieriger, je mehr man den Vorteil dieser Schaltung ausnutzen möchte, da der Spiegel immer näher heranrückt. Eine an anderer Stelle beschriebene Anordnung für einen 10-m-Sender mit einem 27-MHz-Quarz und 1 bis 3 MHz zugesetzter Frequenz ist deshalb unbrauchbar. Außer der Spiegelwelle besteht bei ungeschickter Wahl

Die typischen Eigenschaften eines Senders — wie Leistung, Wellenbereich, Wirkungsgrad und mögliche Betriebsarten — sind Dinge, die ihn wohl zu einem gewissen Grade charakterisieren. Immer wieder aber ist es seine Frequenzkonstanz, die seines Oszillators also, die ihn in der Hauptsache qualifiziert. Diese bestmöglich zu erreichen, hängt ganz besonders von Überlegung und Geschick des Entwicklers ab.

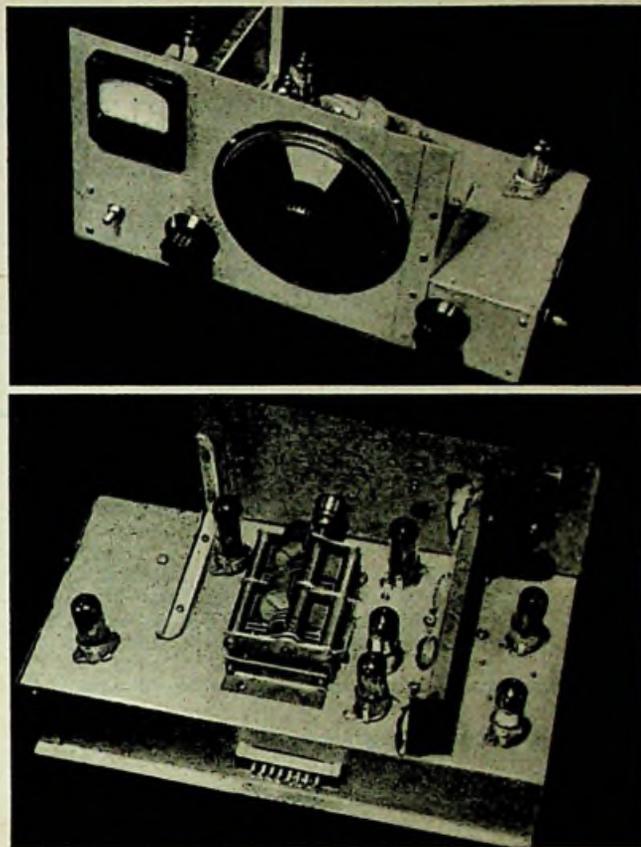


Abb. 1 u. 2. Blick auf die Frontplatte und auf das Chassis des Steuersenders

der HF-Amplituden und der Arbeitspunkte vor der wirksamen Selektion hinter der Mischröhre stets die Gefahr der Bildung von Mischfrequenzen von sich überschneidenden Harmonischen höherer Ordnung, die dann aufmoduliert mit ausgestrahlt werden. Jedenfalls ist allein der Selektionsaufwand dann schon recht erheblich, wenn nur die vorgeschriebene Nebenwellenfreiheit von —40 db erreicht werden soll.

Ein im Senderbau kaum angewandtes Verfahren, den Oszillator direkt über eine angebundene Blindröhre mit der Differenzfrequenz zwischen ZF und ZF-Normal zunächst durch Frequenzgegenkopplung zu korrigieren<sup>2)</sup>, brachte den an sich naheliegenden Gedanken, dieses Verfahren auf einen Steuersender zu übertragen. Wenn gesagt wird „zunächst Frequenzgegenkopplung“, dann deshalb, weil nach Beseitigung des Frequenzunterschiedes der Phasendiskriminator eine dem Phasenrestfehler nach Betrag und Winkel entsprechende Gleichrichtspannung liefert. Wie später gezeigt wird, kommt eine Frequenzgegenkopplung im üblichen Sinne gar nicht erst zustande.

Die Anordnung nach dem Blockschaltbild Abb. 3 (s. S. 268) zeigt einen normalen Bandoszillator O 1 für 1750 bis 1900 kHz,

an den eine Blindröhre angeschaltet ist. Ein hochkonstanter Langwellenoszillator O 2 von 250 bis 400 kHz sitzt mit seinem Drehkondensator mit dem des ersten Oszillators auf einer Achse. Er wird so auf annähernden Gleichlauf gebracht, daß die Frequenz in kHz pro Skaleneinheit bei beiden Oszillatoren die gleiche ist. Die HF-Spannung des ersten Oszillators geht einerseits normal weiter zum FD, andererseits auf eine Mischröhre, die ebenfalls eine Spannung vom zweiten Oszillator bekommt. In der Anode der Mischröhre wird eine konstante ZF von 1500 kHz ausgesiebt, begrenzt und einem Phasendiskriminator zugeführt. Die Vergleichsfrequenz erzeugt ein dritter Oszillator mit einem 1500-kHz-Quarz. Um den Direktdurchgang 1500 kHz von der Blindröhre fernzuhalten, liegt vor dieser ein Tiefpaß, gebildet aus den Kondensatoren  $C_{32}$ ,  $C_{18}$  und dem Widerstand  $R_{23}$ . Der Kreis  $C_{17}$ ,  $L_3$  dient zum Linearisieren des Frequenzhubes über den Bereich; er kann hier u. U. wegen der geringen Variation wegfallen. Für einen Versuchsaufbau empfiehlt es sich, am Oszillator 1 einen kleinen Korrekturdrehkondensator mit etwa  $\pm 5$  pF anzubringen, in der Vermutung, daß es nicht sofort gelingt, einen guten Gleichlauf vorzufinden. Das Meßinstrument gibt übrigens mit seiner Anzeige ein direktes Maß für den Gleichlauffehler und bildet einen idealen Indikator beim Justieren. Der einmal mit Schraubenzieher einzustellende Widerstand R (bzw.  $R_{22}$ ) dient dazu, die Schlei-

<sup>2)</sup> DRP. von Om Klettke, 1934. (Nicht zu verwechseln mit dem sogenannten „angebundenen Oszillator“, da dieser durch einen Frequenzdiskriminator über eine relativ große Zeitkonstante nachgestimmt wird.)

<sup>1)</sup> FUNK-TECHNIK Bd. 5 [1950], H. 8, S. 240.

fenverstärkung auf einen wirksamen Wert einzustellen. Letztere kann nicht beliebig hoch gemacht werden, weil sich im gesamten Regelkreis Schaltelemente mit endlicher Laufzeit befinden, so daß für gewisse Frequenzen Regelschwingungen auftreten. Die Einstellung ist hier jedoch unkritisch; in der beschriebenen Anordnung findet man einen breiten, stabilen Bereich. Natürlich ändert sich mit der Schleifenverstärkung auch der Fangbereich, d. h., man bringt bei größerer Schleifenverstärkung größere Frequenzfehler zur Korrektur und umgekehrt.

Die Funktion sei kurz wiederholt. Der Oszillator O1 ist ein einfach aufgebauter Bandoszillator, der Schwingungen erzeugt, die annähernd auf der Sollfrequenz liegen, z. B. mit einer Unsicherheit von  $\pm 10$  kHz. Frequenzbestimmend ist aber die Summe der Quarzfrequenz und der Frequenz von O2 des stabilen Langwellenoszillators. Die zunächst vorhandene Differenz zwischen der Frequenz von O1 und der Summenfrequenz korrigiert als Nachstimmspannung über die Blindröhre den Oszillator O1 zu einem Frequenzfehler Null gegenüber der Vergleichsfrequenz. Übrig bleibt lediglich ein Phasenrestfehler, der in Richtung und Größe von der ursprünglichen Ablage, dem Ablagebetrag, von Laufzeit und Schleifenverstärkung abhängt. Die Frequenzgenauigkeit des eingerasteten Oszillators, unserer Steuerfrequenz also (hier 1750 bis 1900 kHz), ist gegeben durch O2 und O3. Die Schaltung von O3 ist in bezug auf ihren Einfluß eine Kon-

stante und kann somit eingeeicht werden. Es bleibt der TK des Quarzes mit etwa  $2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ; sein Einfluß geht mit etwa 0,8 ein. O2 bekommt man mit etwas Sorgfalt auf  $0,5 \times 10^{-4}$  konstant. Da er im Mittel aber nur mit dem Faktor 0,17 beteiligt ist, bedeutet dies, bezogen auf die Steuerfrequenz,  $8 \times 10^{-6}$ . Die Genauigkeit der synchronisierten Frequenz ist also besser als  $1 \times 10^{-6}$ . Für die Ausstrahlung muß natürlich die Genauigkeit der Eichung, Ablesung und die des Antriebes berücksichtigt werden.

Es taucht die Frage auf, in welcher Zeit nach dem Einschalten (tasten) des O1 das Einrasten erfolgt. Der Vorgang beginnt mit einer, man möchte sagen, Frequenzmodulation von O1 mit der Fehlerfrequenz. Letztere ist sehr viel kleiner als die von O1, z. B. 1% und weniger. Der Beginn dieser Frequenzmodulation bewirkt eine Korrektur im Sinne der Verkleinerung des Frequenzunterschiedes. Zu einer „Modulation“, einer längeren Beeinflussung, kommt es dabei gar nicht. Die Schwebungsfrequenz an der Phasenbrücke wäre nur zu messen oder zu hören, solange die Blindröhre nicht angeschaltet ist. Bei angeschalteter Blindröhre und vernachlässigten Laufzeiten bleibt eine augenblicklich angenommene, irgendwie gerichtete Spannung so lange erhalten, bis sie bei erreichter Frequenzübereinstimmung im Phasensprung ihr Vorzeichen plötzlich umkehrt und die Frequenzübereinstimmung von der anderen Seite her stabilisiert. Von übrigen Laufzeiten abgesehen, ist es im wesentlichen der aus  $C_{32}$ ,  $C_{18}$ ,  $R_{23}$  bestehende

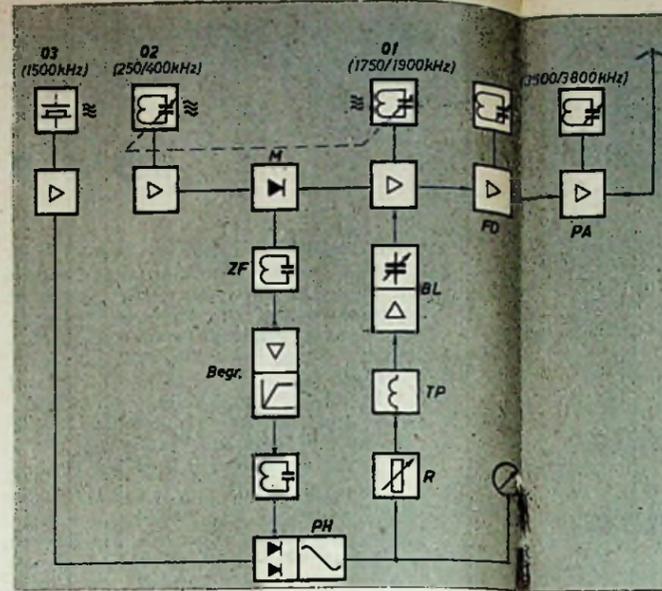
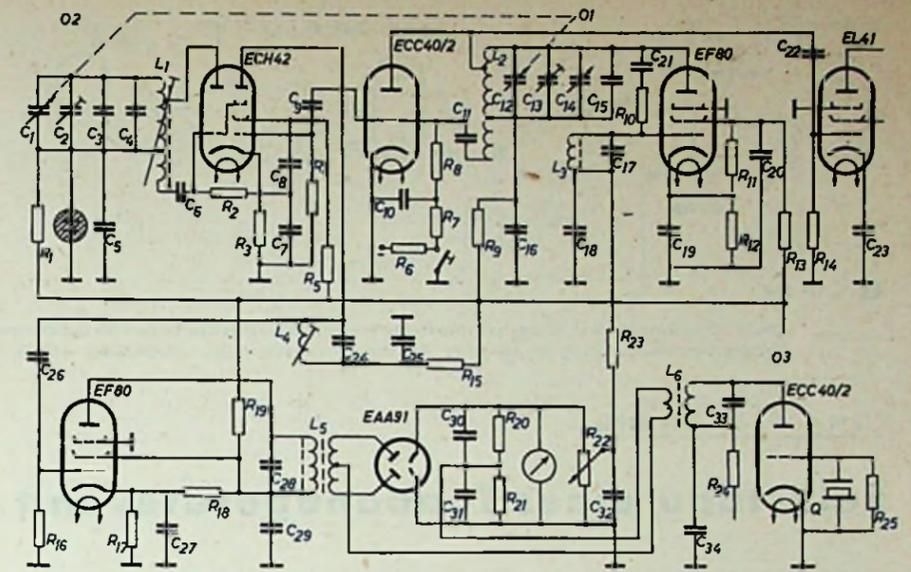


Abb. 3. Blockschaltbild des einfachen, frequenzkonstanten Steuersenders

Abb. 4. Gesamtschaltbild. C-Variation des Langwellenkreises 1 : 2,55, bei Verwendung eines Drehkos  $2 \times 500$  pF mit  $2 \times 15$  pF gesamtes Anfangs-C etwa 650 pF.  $L_1$  rd. 240  $\mu\text{H}$ . C-Variation des Bandoszillators 1 : 1,18; Anfangs-C etwa 140 pF.  $L_2$  etwa 50  $\mu\text{H}$ . Die genauen Werte sind beim Abgleich einzustellen. Der Kreis  $L_3-C_{22}$  wird möglichst weit auf den induktiven Ast eingestellt; an seiner Sekundärspule sollen 2 bis 5 Volt erscheinen. Anhaltswerte für  $C_{32}$ ,  $C_{18}$  sind 1000 pF; für  $R_{23}$  20 kOhm;  $C_{30}$ ,  $C_{31}$  etwa 200 pF;  $R_{21}$ ,  $R_{20}$  etwa je 10 kOhm;  $R_{22}$  20 bis 30 kOhm;  $R_{17}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_{19}$  etwa 1 kOhm, 20 kOhm u. 50 kOhm. Die übrigen Werte sind üblich bzw. richten sich nach den verwendeten Röhren



Tiefpaß, der für eine vorgesehene Schleifenverstärkung die Zeit zum Einrasten bestimmt. Um diese klein zu halten, muß die Grenzfrequenz des Tiefpasses hoch liegen. Der Tiefpaß darf auch nicht für den Korrekturimpuls eine nennenswerte Phasendrehung für vorkommende Frequenzdifferenzen verursachen. Bei dem hier beschriebenen Steuersender liegt die Nachstellzeit zwischen  $10^{-4}$  und  $10^{-5}$  Sekunden. Ihre Berechnung ist nicht einfach, Ansätze dazu findet man in der Arbeit

von Labin (s. hierzu Schrifttumshinweise). Die Abb. 4 zeigt das Gesamtschaltbild mit FD. In der Unterschrift sind die wesentlichen Werte für eine Dimensionierung angegeben, alle als Beispiel. Es bleibt dem Amateur überlassen, die Schaltung mit Bauelementen nachzubilden, die gerade bei ihm vorhanden sind. Natürlich braucht O1 nicht für 1750/1900 kHz ausgelegt zu sein. Bei z. B. 3500/3800 kHz ändert sich selbstverständlich O2 auf 500/800 kHz und die Quarzstufe auf 3000 kHz usw.

Die Fotos des einfachen Versuchsmodells zeigen, wieviel man mit dieser Schaltung bei einem recht einfachen Aufbau ohne Abschirmung elektrisch erreichen kann. Sicher ist die Voraussage keine Übertreibung, daß diese Art von Steuersender für Amateure DER Steuersender sein wird. Mit immerhin mäßigem Aufwand garantiert seine Schaltung einen wirklich ganz einwandfreien Kristallton, hält die Forderungen für Konstanz nach CCIR-Empfehlungen für feste Funkstellen und ist

garantiert nebenwellenfrei. Dabei ist er leichter herzustellen als ein Rundfunksuper. Persönlich ist der Verfasser ohne Ansicht, daß diese Art von Steuersendern in nicht langer Zeit die bisherigen einfachen ähnlich ablösen wird, wie es der Superhet beim Einkreiser getan hat, wenn auch dort andere Gründe vorlagen.

Schrifttum:

- 1) Patentschrift von Om Klettke, 1934.
- 2) Labin, Philips Research Reports 1949, Vol. 4.
- 3) Hugenholz, Communication News H. 8, 1947.

H. SCHWEITZER, DL3TO

## Eine Schutzschaltung für PA-Stufen in Amateursendern

In der Amateurtechnik sind fast ausschließlich Sendegeräte gebräuchlich, deren PA-Stufen in C-Verstärkung arbeiten. Die Einstellung des Arbeits- und des Ruhepunktes wird jedoch nicht einheitlich gehandhabt. KW-Amateure, die häufig in CW arbeiten, sperren den Katodenstrom der Sender-Endröhre (PA-Stufe) mittels einer hohen negativen Gittervorspannung, die aus einem besonderen Netzteil entnommen werden muß, und tasten den Steuer-Oszillator oder eine Zwischenstufe. Die an das Gitter der Sender-Endstufe gelangenden Hochfrequenzimpulse (Morsezeichen) „öffnen“ die PA-Röhre. Strömt dagegen die Steuerhochfrequenz ununterbrochen ein, so kann auf die feste negative Gittervorspannung verzichtet werden. Die erforderliche Gittervorspannung wird dann automatisch durch den über den Gitterableitwiderstand fließen-

den Gitterstrom erzeugt. Die automatische Erzeugung der Gittervorspannung eignet sich daher vor allem für Fonie-Betrieb. Wichtig ist allerdings, daß die Endröhre keinesfalls ohne Steuerwechselspannung laufen darf, sonst ist es um sie in kurzer Zeit geschehen.

Bestückt man die PA-Stufe mit einer Tetrode oder einer Pentode, so kann man sie mit Hilfe einer Schutzröhre vor Überlastungen schützen. Zu diesem Zweck wird das Steuergitter der Schutzröhre, wie es Abb. 1 veranschaulicht, an das hochfrequenzfreie Potential des Senderöhrengitters gelegt und die Anode der Schutzröhre mit dem Schirmgitter der Senderöhre verbunden. Bei voller Aussteuerung der PA-Stufe kommt in der Schutzröhre kein Strom zustande, da die am Gitterwiderstand  $R_{g1}$  liegende Spannung die Schutzröhre sperrt. Hört die hochfrequente Einströmung auf, werden also Gitterstrom und Gitterspannung zu Null, so beginnt in der Schutzröhre ein hoher Anodenstrom zu fließen, der das Schirmgitter der Senderöhre entlastet. Die Schirmgitterspannung fällt ab und zwingt somit auch den Anodenstrom der Senderöhre herunterzugehen. Für diese Schutzschaltung eignen sich Schutzröhren, die bei niedriger Anodenspannung noch einen hohen Anodenstrom aufweisen (z. B. 6Y6 als Triode geschaltet).

Es darf nicht übersehen werden, daß ein Anodenspannungsrückgang bei einer Triode eine durchgriffsabhängige Gegenwirkung auslöst, wodurch ihre Regelfähigkeit stark beeinträchtigt wird. Bei

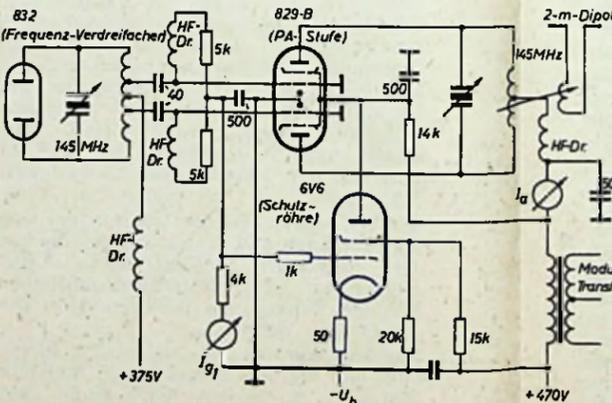
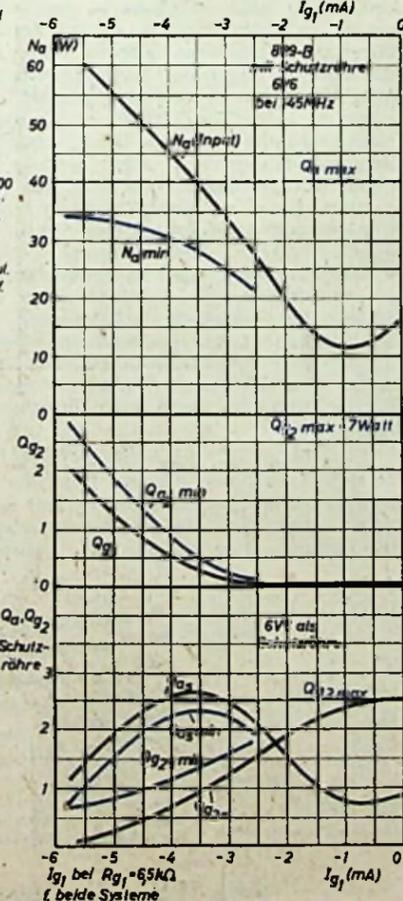


Abb. 2. Vollständige Schaltung der PA-Stufe eines 2-m-Amateur-Senders für A-1- und A-3-Betrieb mit einer Pentode, der 6V6, als Schutzröhre

Pentoden und Tetroden gibt es in einem großen Bereich keine Rückwirkung, wenn deren Schirmgitter stabil gehalten wird. Das Schirmgitter einer Schutzpentode muß aus einem Spannungsteiler gespeist werden, der hier an die hohe und verhältnismäßig gleichbleibende Anodenspannung der PA-Stufe angeschlossen wird. Die Wirkungsweise ist die gleiche wie bei der Triodenschaltung. Beim Einströmen der Steuerhochfrequenz ist die Schutzpentode gesperrt; es tritt also keine Beeinflussung des PA-Betriebes auf. Geht die Steuerfrequenz zurück, dann setzt in der Schutzröhre ein Anodenstrom ein, der bei fehlender Steuerfrequenz seinen



Höchstwert erreicht. Trotz stark variierender Anodenspannung findet nur eine geringe Rückwirkung auf den Anodenstrom, hier „Entlast“-Strom, statt. Infolgedessen wird ein hohes Regel- und Sperrmaß erreicht. Die Schirmgitterspannung der Senderöhre könnte praktisch auf einen so geringen Restbetrag zurückgeregelt werden, daß der Anodenstrom der Senderöhre sich Null nähern würde. Die größte Belastung hat in diesem Augenblick das Schirmgitter der Schutzröhre zu tragen. Das erzielbare Minimum der ausgangseitigen Restleistung (Rest-Input) hängt also wesentlich von der maximal zulässigen Schirmgitterbelastung der Schutzröhre ab. Es können daher nur solche Röhren in der Schutzschaltung verwendet werden, bei denen eine hohe Schirmgitterbelastung erlaubt ist (z. B. 6F6, 6V6). Die in den Tabellen angegebenen  $Q_{g2 \text{ max}}$ -Werte können in der Schutzschaltung bis zu 20...30% überzogen werden, da die Belastung ja nur zeitweise in Frage kommt und die Anodenwärmestrahlung nur gering bleibt.

Abb. 2 zeigt die PA-Stufe eines 2-m-Amateursenders mit Schutzpentode. Die in Abb. 3 wiedergegebenen Belastungskurven der Elektroden bei Sender- und Schutzröhre wurden im dynamischen Betrieb bei 145 MHz Sendefrequenz gemessen. Man erhält hier einen guten Einblick in

Abb. 3. Verlauf der Anoden- und Schirmgitterbelastung von Sender- und Schutzröhre der in Abb. 2 gezeigten PA-Stufe in Abhängigkeit der Aussteuerung bzw. des durch sie verursachten Gitterstroms. Die mit „min“ versehenen Symbole beziehen sich auf den Arbeitspunkt, der sich bei fehlender Anodenkreisbelastung und Resonanz einstellt. Aus der Differenz von  $N_a$  und  $N_{a \text{ min}}$  ist die verfügbare HF-Leistung zu entnehmen. Der hier in dieser Leistungsstufe vorhandene Wirkungsgrad ist im UKW-Gebiet üblich

Abb. 1. Einbau einer Schutzröhre in eine PA-Stufe

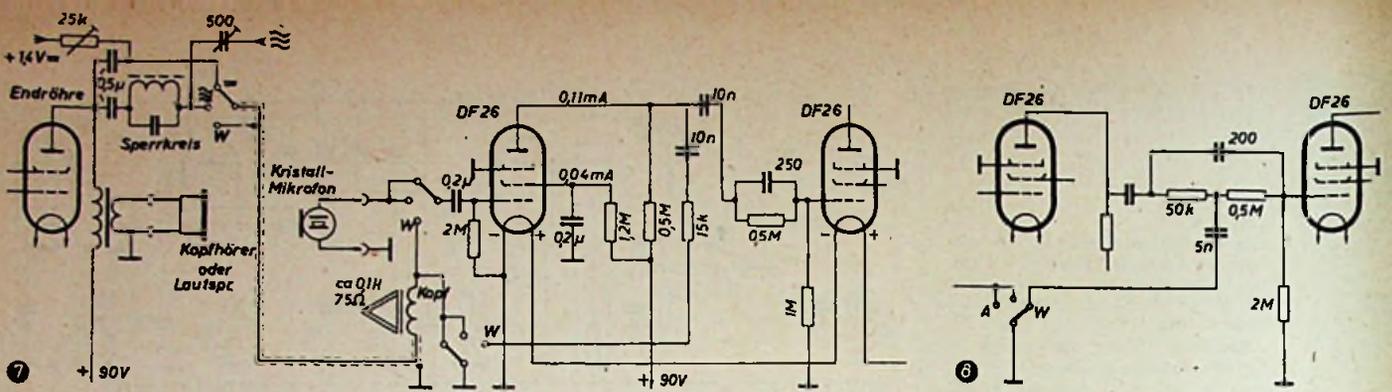
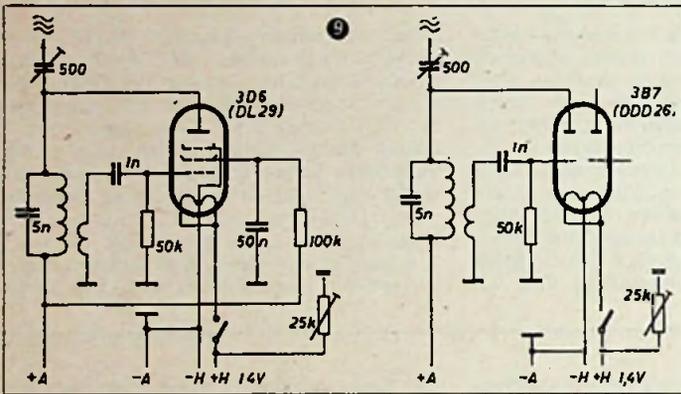


Abb. 7. Schaltung des Aufnahme- und Wiedergabekopfes für wahlweisen Betrieb mit Gleichstrom- oder Hochfrequenzvormagnetisierung. Eingangsverstärkerschaltung mit Mikrofon- und Frequenzkorrekturglied-Umschaltung. Abb. 8. Eine andere Art der Frequenzkorrektur

TONAUFZEICHNUNG

H. BRAUNS

# Selbstbau eines Tonbandgerätes mit Federwerkantrieb



Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 7 (1952), H. 9, S. 241

Abb. 9. Zwei Schaltungen des Hochfrequenzgenerators für die Vormagnetisierung. Eine HF-Spannungserhöhung kann durch Verlängerung der vorhandenen Schwingkreisspule erfolgen (Autotransformation)

über einen einstellbaren Kondensator in den Sprechkopfkreis eingekoppelt wird, geschieht dies bei der Gleichstrom-Vormagnetisierung über einen einstellbaren 25-k $\Omega$ -Regelwiderstand. Als Spannungsquelle dient die Heizstromquelle (1,4 V) des HF-Generators. Die Einstellung ist im Vergleich zu der bei Hochfrequenz kritischer. Nur über einen verhältnismäßig kleinen Winkel des 25-k $\Omega$ -Potentiometers ist der Ton nicht nur lautstark, sondern auch klar und verzerrungsfrei. Wenn auch die Aussteuerung des Bandes im Eintaktbetrieb (im Gegensatz zum Gegentaktbetrieb bei Hochfrequenz) erfolgt und eine Selbstaufhebung geradzähliger Harmonischer nicht stattfindet, so ist das Ergebnis doch recht zufriedenstellend. Übersteuerungen wirken sich infolge der etwas kleineren Arbeitskennlinie natürlich ungünstiger aus und sind daher nach Möglichkeit von vornherein zu verhindern. Auch bei Betrieb mit nur einem Kopf, wie es beim beschriebenen Gerät der Fall ist, entsteht in der angegebenen Schaltung nach Umschaltung auf Wiedergabe kein sogenanntes Kopfrauschen, da der Vormagnetisierungs-Gleichstrom sehr gering ist. Beim Aufbau des Verstärkers ist besonders darauf zu achten, daß keine Hochfrequenz auf den empfindlichen Mikrofoneneingang streut. Um Störungen durch Relaxionsschwingungen zu vermeiden, ist es erforderlich, die Anodenbatterie mit einem 25- $\mu$ F-Elektrolytkondensator zu überbrücken. Gegebenenfalls sind Siebglie dler in die Anodenleitungen der Vorstufen einzuschalten. Bei „Aus“ ist neben der Heizung auch die Anodenbatterie abzuschalten.

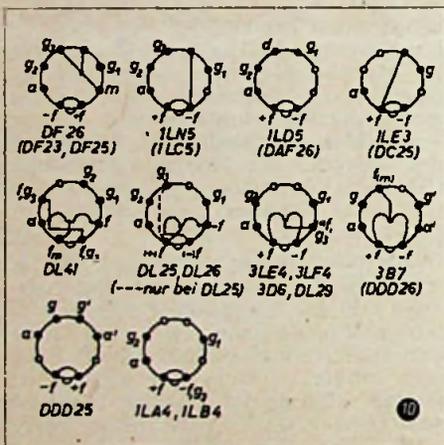


Abb. 10. Die wichtigsten Sockelschaltungen der zur Anwendung kommenden Röhren. Außer der Rimlockröhre DL 41 besitzen alle den Octal-Sockel

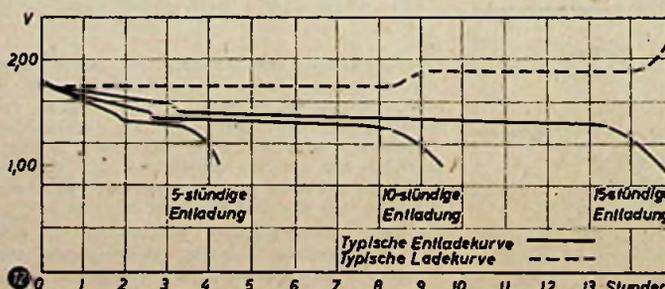
Die Eingangsröhre des verwendeten Verstärkers kann bei Aufnahme auf ein Kristallmikrofon, bei Wiedergabe auf den Kopf geschaltet werden, der bei Aufnahme als Sprechkopf dient (Kopf etwa 0,1 H; etwa 75  $\Omega$ ; Spalt etwa 20 $\mu$ ; identisch mit hochohmigem Aufsprechkopf der Herstellerfirma Max Ihle, Marktchorgast/Ofr.). Abb. 7 zeigt die Umschaltung. Von den Frequenzkorrekturgliedern wird bei Aufnahme nur die Tiefenanhebung abgeschaltet; die Höhenanhebung (R-C-Längsglied) bleibt bestehen. Abb. 8 bringt eine andere Art der Frequenzkorrektur, jedoch von gleicher Wirkung.

Aufnahmeseitig läßt sich wahlweise mit Hochfrequenz- oder Gleichstrom-Vormagnetisierung arbeiten. Bei hochwertigen Aufnahmen, insbesondere Musik, wird auf Hochfrequenz geschaltet. Abb. 9 zeigt zwei Beispiele von HF-Generatoren. Man wählt die Frequenz so, daß sich ein hoher Wirkungsgrad ergibt; 30 kHz ist ein guter Wert. Bei guten Bändern läßt sich auch mit der viel sparsameren Gleichstrom-Vormagnetisierung recht zufriedenstellend arbeiten. Das Rauschen stört oft kaum. Während die Hochfrequenz

Ein Löschkopf ist nicht erforderlich. Die zu den Aufnahmen mitgeführten Bänder werden vorher entmagnetisiert oder sind noch fabrikfrisch. Bei Hochfrequenzbetrieb können diese Bänder gleich benutzt



Abb. 11. Anordnung des Permanent-Lösch-Magnets



Bauhinweise für einen kombinierten netz- oder federwerkbetriebenen Magnettonkoffer folgen bald in einem besonderen Beitrag

Abb. 12. Lade- und Entladekurven des verwendeten Silber-Akkumulators

werden. Bei Gleichstrom-Vormagnetisierung führt man das Band jedoch um einen kleinen Permanentmagneten, den man, wie Abb. 11 zeigt, in der einen Ecke des Laufwerks unterbringen kann. Dieser Löschmagnet kann unbedenklich auch vor der Aufnahme mit Hochfrequenz-Vormagnetisierung als Löschkopf dienen. Eine merkliche Qualitätsverschlechterung tritt dabei kaum ein. Ein Entmagnetisieren durch Hochfrequenz oder 50-Hz-Strom ist stets umständlicher und obendrein sehr energieverbrauchend. Bei entmagnetisierten Bändern mit Gleichstrom-Vormagnetisierung zu arbeiten, ist unvorteilhaft, da der geradlinige Teil der jungfräulichen Arbeitskennlinie geringer als der auf der Randkurve ist. Am besten führt man bei Aufnahmen das Band stets um den Permanent-Magnetlöschkopf (bei Doppelspuraufnahmen natürlich nur einmal!). Die Wahl eines geeigneten Magneten ist nicht kritisch. Es kann fast jede Ausführung benutzt werden, wobei sich solche aus Kleinst-Drehspulinstrumenten, die wie ein Ringkopf aussehen, gut bewährt haben. Mit der Hochfrequenz-Vormagnetisierung wird man bei Batteriebetrieb nur sparsam umgehen, bei Netzbetrieb jedoch ausschließlich damit arbeiten. Ohne HF beträgt der Stromverbrauch des Gesamtgerätes (also Heiz- und Anodenstrom zusammen) nur etwa 1 W! Die benutzten Röhren (s. Abb. 10) gehören sämtlich zur Allglas-Schlüsselserie mit Loctalsockel (Philips-Valvo oder Sylvania). Sie sind billig und bewährten sich in den Versuchsschaltungen gut. Als Endröhre läßt sich auch vorteilhaft die DL 41 aus der Rimlockserie benutzen (entsprechend der DL 94 aus der Miniaturserie). Alle Röhrenfassungen sind federnd zu montieren; die Anschlüsse zu ihnen werden mit weicher Litze ausgeführt. Die Lautstärkeregelung (1-M $\Omega$ -Potentiometer) wird zwischen zweite und dritte Röhre geschaltet. Sehr zu empfehlen ist die Benutzung eines kleinen Aussteuerungsanzeigers. Das Magische Auge DM 21 ist leider nirgends mehr zu haben, so daß man ein hochempfindliches Drehspulinstrument mit einem kleinen Trockengleichrichter verwenden muß, das gleichzeitig nach entsprechender Umschaltung als Kontrolle der Betriebsspannungen dienen kann.

#### Die Batterien

Im Versuchsaufbau wurden Manganchlorid-, „Emce“-Anoden (Fabrikat Baumgarten) benutzt (siehe Tabelle). Es ist bei den Emce-Batterien zu beachten, daß sie bei Betrieb von der Leerlaufspannung schnell auf die etwas niedrigere Betriebsspannung übergehen, diese dann aber lange konstant halten. Die Batteriespannung soll möglichst 100 ... 120 V sein, wobei die Batterie bei der sehr flach verlaufenden Entladekurve lange Zeit vorhält. Zur Heizung läßt sich statt der vier hintereinandergeschalteten Monozellen auch z. B. die von den Kofferempfängern bekannte 7,5-V-Emce-Heizbatterie Nr. 295 benutzen, wenn ein kleiner Drahtwiderstand von 1,2  $\Omega$  vorgeschaltet wird. Bei Serienschaltung spielt es keine Rolle, ob die Röhren 1,2-V- oder 1,4-V-Fäden haben, da der Strom von 50 mA gleich ist. Die HF-Generatorröhre heizt man zweckmäßigerweise getrennt. Von dieser Heizquelle wird auch die Gleichstrom-Vormagnetisierung gespeist. Vom Verfasser wurde hierfür ein kleiner Silber-Zink-Akkumulator (1,5 Volt; 1 Ah) benutzt<sup>2)</sup>, der die Spannung ungewöhn-

Empfehlenswerte Anoden- und Heizbatterien mit Abmessungen

Typ	Spannung V	Abmessungen mm	Art
560	1,5	60 x 32	Monozelle
295	7,5	100 x 75 x 65	„Emce“
730	120	225 x 102 x 64	„Emce“
735	110	220 x 102 x 64	„Emce“

Einige Kleinst-Silber-Zink-Akkumulatoren

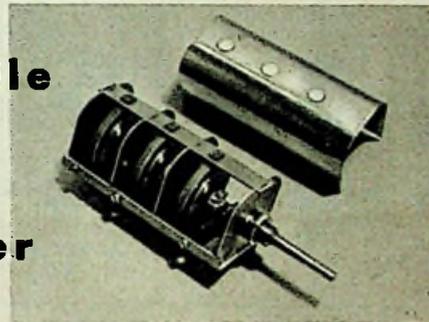
Typ	Spannung V	Kapazität Ah	Abmessungen mm	Gewicht g
45 050	1,5	0,5	31/38 <sup>1)</sup> x 28 x 16	20
45 001	1,5	1	43/50 x 28 x 16	32
45 101	1,5	3	50/65 x 35 x 21	75

<sup>1)</sup> Die zweite Zahl gibt die Höhe einschl. Polklemmen an. Für größere Geräte und Dauerbetrieb werden Silber-Zink-Leichtakkumulatoren auch in größeren Kapazitäten und anderen Spannungen hergestellt.

lich lange auf dem Nennwert hält. Die Silberakkumulatoren haben nur bis zu 1/5 des Volumens und bis zu 1/6 des Gewichts üblicher Bleiakkulatoren. In der Tabelle sind einige kleinere Typen dieser Art aufgeführt. Abb. 12 zeigt die Lade- sowie Entladekurven des verwendeten Silberakkumulators. Das Laden ist stets dann beendet, wenn die Klemmenspannung 2,1 V erreicht, und ist danach sofort abzubrechen.

Daß das beschriebene Tonbandgerät auch in zweckmäßiger Kombination mit einem Kofferradio benutzt werden kann, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

## HF-Bauteile für Fernseh-Empfänger



Beim Selbstbau von Fernsehempfängern wirkt sich das Fehlen geeigneter Spezial-Bauteile für die veränderbaren Abstimmkreise des HF-Teils besonders unangenehm aus, da sich die für UKW-FM-Rundfunkgeräte gebräuchlichen Drehkondensatoren und Variometer nicht ohne weiteres verwenden lassen. Nunmehr kommen für kontinuierliche Abstimmung ein Variometer (das Foto zeigt das Variometer 5000 mit abgenommener Abschirmhaube, die Kurve daneben den Verlauf seiner Selbstinduktion in Abhängigkeit vom Drehwinkel) und für Feinabstimmung eines durch Drucktasten abgestimmten Oszillators ein mit Potentiometer kombinierter Ausgleichstrimmer auf den Markt (Ch. Schwaiger, Nürnberg).

#### Variometer Typ 5000

Beim Variometer, Typ 5000, bestehen die einzelnen Induktivitäten aus Flachspulen mit genau gleichen L-Werten, an denen jeweils ein Anschluß mit Hilfe eines Schleifkontaktes abgegriffen wird. Da die abgetastete Spulenlänge sehr groß ist, läßt sich die Induktivität leicht und sicher einstellen. Der erforderliche Gleichlauf der einzelnen Kreise kann durch Serien- oder Parallelinduktivitäten erzielt werden. Als Werkstoff für die Spulenplatten findet eine Spezial-HF-Preßmasse mit sehr kleinen Verlusten und hoher mechanischer Konstanz Anwendung. Die Spulenwicklungen sowie die Abnahme- und Anschlußorgane weisen entweder eine starke Feinsilberplattierung auf oder sind ganz aus Silber gefertigt. Dadurch vermeidet man unerwünschte Übergangswiderstände und gewährleistet geräuschlose Abstimmung.

Der Drehbereich erfaßt sechs ganze Umdrehungen von insgesamt 6 x 360°. Die minimale Induktivität beträgt 0,014  $\mu$ H, während die maximale 0,690  $\mu$ H groß ist. Demnach ergibt sich ein Variationsbereich von 0,676  $\mu$ H. Die Kurven- und Gleichlauf-Toleranz wird vom Hersteller mit  $\pm 1\%$  des eingestellten Wertes angegeben.

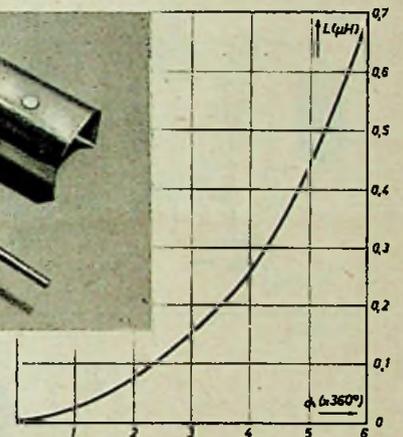
Das Dreifachaggregat ist in mechanischer und elektrischer Hinsicht sehr stabil aufgebaut. Wanne, Zwischenabschirmungen und Abschlußplatten sind kräftig durchgebildet, die zum Einlöten der Verdrahtung angeordneten Lötanschlüsse widerstandsfähig ausgeführt und für größere Drahtdurchmesser dimensioniert. Das Variometer ist durch eine eng anliegende Metallhaube zuverlässig abgeschirmt und gegen Staub geschützt.

#### Ausgleichstrimmer, mit Potentiometer kombiniert

Mit der Kombination Typ 1671, die aus einem Potentiometer und einem angebaute Trimmer auf keramischer Grundplatte besteht, ist ein wichtiger Bauteil



Potentiometer, mit Ausgleichstrimmer kombiniert



für Fernsehempfänger geschaffen worden. Dieser gestattet durch Zusammenfassung zweier Abstimmfunktionen zu einem Doppelknopf einen vereinfachten mechanischen Aufbau und außerdem eine bequemere Bedienung des Fernsehempfängers. Der neue Kombinationsteil ist hauptsächlich zum Einbau in solche Fernsehempfänger bestimmt, die für die Abstimmung auf den gewünschten Fernsehkanal ein Drucktastenaggregat verwenden oder die nur für die Aufnahme eines bestimmten Kanals eingerichtet sind. Der angebaute Trimmer ist für die Nachstimmung des Oszillatorkreises vorgesehen. Der Trimmer verwendet zwei keramisch isolierte Statorplatten und einen aus gutem Isoliermaterial gefertigten Rotor. Beim Eindrehen des Rotors wird der Wert der Dielektrizitätskonstante vergrößert. Das Potentiometer läßt sich für beliebige Regelzwecke benutzen, z. B. für Kontrasteinstellung, Bildhelligkeit usw. Die Regelkurve kann nach jeder gewünschten Kennlinie bei Widerstandswerten zwischen 100 Ohm und 10 Megohm festgelegt werden. Der Ausgleichstrimmer hat einen Drehbereich von 360° ohne Anschlag und besitzt eine veränderbare Kapazität von 0,5 pF (Sonderausführung 1 pF).

<sup>2)</sup> s. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 22, S. 610.

# Fernseh-Empfänger FSE 52/18

(Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 7 [1952], H. 9, S. 245)

Abb. 5 zeigt links das Ende des Bild-ZF-Verstärkers. Wie man erkennt, ist zunächst im Vergleich zum FSE 51/13 die Zweipolstrecke R67 der  $\frac{1}{2}$  EAA 11 gewissermaßen „umzudrehen“, so daß sie nun negativ laufende Signale an die erste Video-Stufe R68 liefert. Diese Stufe ist in ihrer Anordnung beibehalten worden, nur mit dem Unterschied, daß sie nun nicht das Gitter, sondern die Katode der Bildröhre ansteuert. Diese liegt also jetzt etwa auf +200 V Gleichstrompotential gegen Masse, so daß eine direkte Verbindung des Heizers der KSR mit dem allgemeinen Heizkreis nicht mehr zweckmäßig ist. Die Bildröhre wird vielmehr aus einer getrennten Heizwicklung versorgt, und dieser Heizkreis ist zur Vermeidung von Ladungseffekten über einen 0,1-MOhm-Widerstand mit der Katode verbunden. Die Phasendrehung zur Ansteuerung des Gittes der

Widerstand den Kurzschluß des dem Gitter zugeführten Video-Signals verhindert.

Zum Betrieb der Bildröhre ist noch eine weitere Gleichspannung von etwa 250 V (max. etwa 400 V) für die erste Anode erforderlich. Da die Katode jedoch, wie erwähnt, schon auf +200 V gegen Masse liegt, sind hier also mindestens +450 V gegen Masse erforderlich. Eine derartige Spannung steht aber im Zeilenkippergerät zur Verfügung; sie wird der Bildröhre über ein RC-Siebglied an der ersten Anode zugeführt. Für die drei Entzerrungsdröseln sind an anderer Stelle bereits nähere Angaben gemacht worden<sup>2)</sup>, so daß der Aufbau dieses Video-Teiles kaum Schwierigkeiten machen dürfte. Die Kontrolle der gleichmäßigen Verstärkung in den beiden EF14 kann am einfachsten mit einem Röhrenvoltmeter näherungsweise durchgeführt wer-

hier geachtet werden, sonst können recht unangenehme horizontale Bildverformungen auftreten. Allerdings ist der Synchronisierungsbedarf des Sperrschwingers im Bildkippergerät erheblich höher, so daß dafür eine weitere Verstärkerstufe erforderlich ist. Die Synchronisierimpulse aus der Diode werden mit partieller Differentiation dem Steuergitter der EF12 zugeführt, die in Pentodenschaltung als Synchronisierverstärker für das Bildkippergerät arbeitet.

So weit die rein schaltungsmäßigen Einzelheiten der neu hinzukommenden Bauteile. Praktisch beginnt man den Erweiterungsbaustreifen zweckmäßig mit der Änderung des Netzteiles auf dem Baustreifen des HF-Bausteines. Das Auswechseln des Netztrafos und der Drossel ist auf dem verwandten Chassis ohne weiteres möglich. Die Positionen der Stückliste 1 des Chassisrahmens<sup>3)</sup> sind natürlich auch hier verwendbar, während die Einzelteile aus den Stücklisten 2, 3 und 4 nicht benötigt werden. Dagegen ist die Stückliste 5 des HF-Bausteines und Netzgerätes<sup>4)</sup> zu berücksichtigen. Im zweiten Baustreifen des Bild-ZF-Verstärkers ist, wie erwähnt, am Video-Gleichrichter die Umpolung der R67 vorzunehmen, während der Baustreifen des Tonsteiles mit der ersten Video-Stufe R68 keine Änderung erfordert. Neu angefertigt werden müssen jedoch zwei weitere Baustreifen, die in der beim FSE 51/13 bereits besprochenen Weise aus 100x350 mm großen, 1 mm starken Alu-Blechstreifen herzustellen sind. Nach der 10 mm breiten Abkantung der beiden Längsseiten stehen also wieder Montageplatten von 80x350 mm zur Verfügung. Der letzte Streifen ganz rechts auf dem Gestell trägt nur die Bauteile des Zeilenkippergeräts. Auf den Fotos erkennt man die drei hintereinander angeordneten Röhren EDD 11, EL 12 spez. und EZ 12. Den Abschluß bildet der Zeilenausgangstrafo, der mit einem hinreichend langen Isolierkabel der Hochspannungszuführung für die Bildröhre versehen ist. Verdrahtungsmäßig braucht zu diesem Streifen wohl nichts gesagt zu werden, da alle Kleinteile bequem Platz haben. Um Störungen in anderen Empfängern zu vermeiden, empfiehlt es sich jedoch, nach Fertigstellung des Gerätes auf diese Baustreifen eine möglichst engmaschige Drahthaube aufzusetzen, die den Zeilenausgangstrafo einschließlich der EL 12 abschirmt. Die für diesen Baustreifen erforderlichen Einzelteile sind in der Stückliste 9 zusammengestellt (s. Heft 9).

Die Montage der großen Bildröhre erfolgt ähnlich wie bei der seinerzeit verwendeten DG 16, wenngleich ein gesonderter Baustreifen hier wegen seiner Größe unzuverlässig ist. Auf der Vorderkante des Chassisrahmens ist deshalb ein 20 mm starkes und 300 mm breites Holzsegment aufgeschraubt, in dem der Schirm der Fernseh-Bildröhre liegt. Ein 15 mm breites Alu-Spannband hält den Glaskolben auf dem Holzsegment fest und dient gleichzeitig dazu, die elektrische Masseverbindung des Außen-

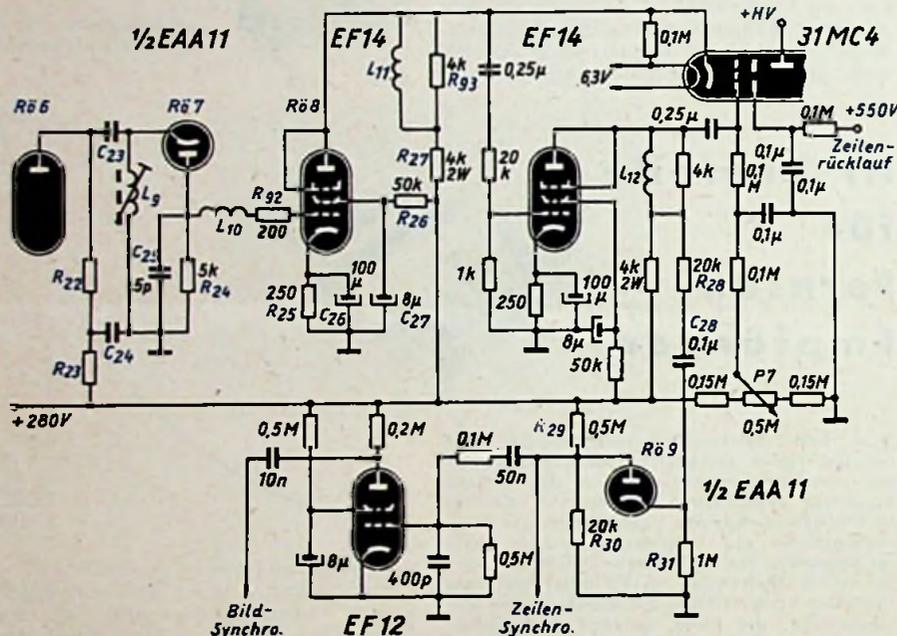


Abb. 5. Schaltbild des neuen Videoteles, wie er im Mustergerät für die Bildröhre 31 MC 4 eingebaut ist. Die blauen Positionsnummern entsprechen den Bezeichnungen im FSE 51/13. Ebenso sind die Spulendaten von L10 und L11 = L12 im Heft 23/51 der FUNK-TECHNIK (Seite 649) angegeben

Bildröhre besorgt eine weitere EF 14, die aus dem Anodenkreis der ersten Video-Stufe durch einen Spannungsteiler gespeist wird. Durch den sehr niedrigen Gitterableitwiderstand dieses Teilers, dessen Verhältnis etwa der Stufenverstärkung der ersten Video-Röhre entspricht, ist die durch die Gitter-Katodenkapazität auftretende Frequenzabhängigkeit bis etwa 4 MHz bedeutungslos. Anodenseitig ist diese Stufe kapazitiv an das Gitter der Bildröhre angeschlossen, so daß diesem eine geeignete Vorspannung von max. -70 V gegenüber der Katode (bzw. +130 V gegen Masse) gegeben werden kann. Diese Grundhelligkeitseinstellung besorgt das Potentiometer P7, dessen Variationsbereich wie angegeben ggf. durch passende Festwiderstände eingeschränkt werden kann. Ein RC-Glied dient zur Beruhigung dieser Spannung, während der zweite 0,1-MOhm-

den. Bei irgendeinem Signal, beispielsweise dem laufenden Sender, muß an beiden Anoden die gleiche Wechselspannung auftreten, oder sie muß durch Veränderung des 1-kOhm-Gitterableitwiderstandes am Gitter der zweiten Video-Stufe dahin gebracht werden. Unterschiede im Frequenzgang sind mit diesem Verfahren natürlich nicht feststellbar.

Die Impulsabtrennung zur Synchronisierung erfolgt ebenso wie im FSE 51/13 durch das zweite System der EAA 11. Auch diese Anordnung ist gegenüber dem Originalaufbau beibehalten worden, da die Ausgangsspannung dieses Amplitudensiebes für den Multivibrator des Zeilenkippergeräts vollständig genügt. Auf ausgezeichnete Siebung muß auch

<sup>2)</sup> Vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 23, S. 649, Abb. 24.

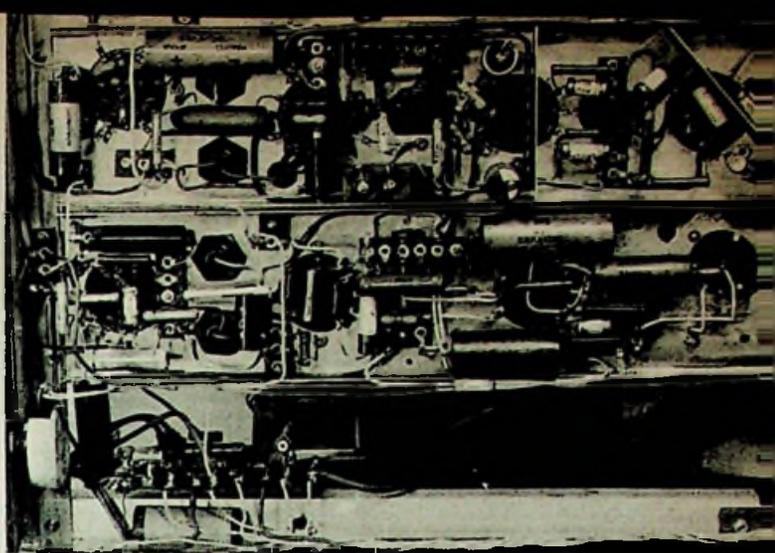
<sup>3)</sup> Vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 20, S. 564.

<sup>4)</sup> Vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 21, S. 597.

belages der KSR herzustellen. Die zweite Lagerung der Bildröhre erfolgt durch die Ablenk- und Fokussiereinheit, die auf den Hals der KSR aufgeschoben wird. Die Befestigung dieses Spulensatzes geschieht zweckmäßig mit einem stabilen, etwa 4 mm starken Duralwinkel, dessen Montagehöhe sich verstellen läßt, so daß die Achse der Bildröhre genau horizontal justiert werden kann. Zur Befestigung dieses Winkels sind auf dem Chassisrahmen zwei weitere 350 mm lange Stücke Winkelalu, 20×20×2 mm, so aufzuschrauben, daß sie senkrecht unter der Achse der Bildröhre liegen. Der Montagewinkel für die Ablenkspulen ist dann in der Weise festzuschrauben, daß die Spuleneinheit unmittelbar auf dem Hals am Kolbenende der Bildröhre sitzt. Diese Aufbauweise für die Bildröhre ist allein zulässig. Keinesfalls darf die Röhrenfassung der zweite Stützpunkt sein oder gar der Röhrenhals das Gewicht der Ablenkspulen tragen. Ziemlich dicht hinter dem Röhrensockel ist ferner die Ionenfalle auf dem Hals der Bildröhre anzubringen. Man schiebt diesen kleinen Permanentmagneten zweckmäßig zunächst genau nach Vorschrift des Röhrenherstellers in seine Lage und versucht später im betriebsfertigen Gerät, durch Verdrehen oder axiales Verschieben die größtmögliche Bildhelligkeit zu erreichen. Die elektrischen Verbindungen zur Röhrenfassung und zu den Ablenkspulen führt man am besten mit Litze (evtl. Gummiadern aus Netzkabeln) aus, damit die genannten Teile flexibel bleiben und sich insbesondere auch die Röhrenfassung leicht abnehmen läßt. Zahlreiche Schaltglieder für die Stromversorgung der Bildröhre werden zweckmäßiger stets an einer eigenen Lötösenplatte zusammengefaßt. In der Stückliste 10 sind die notwendigen Teile für den Aufbau der Bildröhre zusammengestellt (s. Heft 9).

Der zweite der neu erforderlichen Baustreifen ist unmittelbar neben dem Tomteil auf dem Chassisrahmen aufgeschraubt. Hier sind der Bildkippgenerator, der Synchronisierverstärker und die zweite Videostufe hintereinander angeordnet. Auch hier zeigt sich wieder die Zweckmäßigkeit der Streifenbauweise, weil die einzelnen Baugruppen, zunächst unabhängig vom Gesamtgerät, leicht aufgebaut, verdrahtet und getrimmt werden können. Oberhalb des Streifens sind außer den Röhren und Elkos die beiden Übertrager des Kippgenerators montiert. Zahlreiche Lötstützpunkte auf der Unterseite verbessern die Stabilität der Verdrahtung. Besonders bei der Video-Stufe muß auf möglichst kurze Leitungsverlegung geachtet werden, damit die schädliche Verdrahtungskapazität klein bleibt. Etwas längere Leitungen ergeben sich allerdings bei der Verdrahtung

Abb. 6. Verdrahtungsansicht des Bildkippgenerators, der Synchronisierstufe und Gegenakt-Video-Röhre. Als einziger Regler ist P 6 direkt auf diesem Baustreifen befestigt, so daß hier die Einstellung von oben vorgenommen werden muß



ung der Synchronisierstufen. Wie aus dem Schaltbild Abb. 5 hervorgeht, liefert die zweite EF 14 auf diesem Baustreifen Synchronisier-signale mit der richtigen Polarität für die Diodenstrecke. Somit ist die zweite Diodenstrecke der EAA 11 durch zwei Leitungen mit diesem Baustein zu verbinden, wobei die zurückkommende Leitung von der Anode der Zweipolröhre nicht nur zu den Koppelgliedern des Gitters der EF 12 geht, sondern auch bis zum letzten Baustein des Zeilenkippgerätes weiterläuft. Das Differenzierglied für den Multivibrator sitzt an der Fassung der EDD 11, so daß die Synchronisierleitung wegen des geringen Spannungsbedarfes des Zeilengenerators gegebenenfalls abgeschirmt verlegt werden kann, was allerdings im Mustergerät nicht erforderlich war. Bis auf die Überprüfung des etwa gleichen Verstärkungsganges der beiden EF 14 des Video-Teiles waren im Mustergerät keine Trimmarbeiten notwendig; beide Kippgeräte liefen auf Antrieb zufriedenstellend. Die neu hinzukommenden Einzelteile dieses Baustreifens sind in der Stückliste 11 zusammengestellt. Für die Video-Stufen wurden allerdings die Positionen der Stückliste 8<sup>5)</sup> nicht noch einmal aufgeführt.

Gegenüber der Anordnung der Bedienungsknöpfe auf der Vorderseite des FSE 51/13 ist bei der vorliegenden Bauform für eine zweckmäßigere Leitungsführung eine etwas andere Anordnung getroffen worden. Vorn rechts außen ist zunächst der Regler P 1 für die Zeilenfrequenz, danach P 7 für die Grundhelligkeit, dann der drahtgewickelte Regler zur Einstellung der Strahlschärfe und schließlich P 4 zur Regulierung der Bildfrequenz. Die übrigen Knöpfe haben ihre Funktion wie im seinerzeit beschriebenen Gerät behalten. Die weiteren in den hier

5) Vgl. FUNK-TECHNIK Bd. 6 [1951], H. 23, S. 650.

#### Stückliste 11

Bildkippgenerator mit zusätzlichen Video-Stufen		
1	Streifen Alublech, 1 mm stark,	
	Langsseiten abgekantet	100 × 350 mm
3	Röhrenfassungen	8pol. Stahlsockel
1	Ausgangsübertrager	Philips 10 871
1	Sperrschwingertrafo	Philips 10 850
1	Potentiometer	0,1 MΩ lin.
1	desgl.	0,5 MΩ lin.
1	desgl.	1 MΩ lin.
1	Schichtwiderstand	250 Ω, ½ W
1	desgl.	500 Ω, ½ W
1	desgl.	1 kΩ, ½ W
1	desgl.	3 kΩ, 2 W
1	desgl.	4 kΩ, 2 W
1	desgl.	4 kΩ, ½ W
1	desgl.	20 kΩ, ½ W
2	desgl.	50 kΩ, ½ W
1	desgl.	60 kΩ, ½ W
2	desgl.	0,1 MΩ, ½ W
1	desgl.	0,2 MΩ, ½ W
2	desgl.	0,5 MΩ, ½ W
1	desgl.	1 MΩ, ½ W
1	desgl.	10 MΩ, ½ W
1	Rollblockkondensator	400 pF
1	desgl.	500 pF
1	desgl.	10 nF
2	desgl.	50 nF
1	desgl.	0,1 μF
1	desgl.	0,15 μF
2	desgl.	0,25 μF
1	desgl.	0,5 μF
2	Niedervolt-Elkos	100 μF/25 V
2	Doppelkondensatoren	2 × 8 μF/385 V
1	HF-Drossel	72 μH
1	Bedienungsknopf	30 mm Ø
6	Lötösenleisten	3- bzw. 6pol., 10 × 30 mm
2,5	m isol. Schaltdraht	
20	Schrauben mit Muttern	3 × 10 mm
div.	Kleinmaterial, Lötösen, Unterlegscheiben, Abstandsrollchen usw.	
1	Verbundröhre	ECL 11
2	Pentoden	EF 12 und EF 14

angegebenen Schaltungen eingezeichneten Potentiometer sind auf der Rückseite des Chassisrahmens angeordnet, da sie normalerweise nur einmalig eingestellt werden. Zahlreiche hier aufgenommene Fotos vermitteln einen Eindruck vom Gesamtgerät, das sich während einer mehrwöchigen, täglich vierstündigen Erprobung als durchaus stabil erwiesen hat, so daß ein nach den hier gegebenen Richtlinien gebauter Fernsehempfänger ohne weiteres vom Amateur als Gebrauchsgerät betrachtet werden kann. Die Festlegung der HF-Stufen für Einkanalbetrieb dürfte sich ebenso wie die relativ niedrigen Zwischenfrequenzen in den nächsten 2 bis 3 Jahren bei uns wohl kaum als ungenügend erweisen, so daß der Amateur bei dem Bau eines dieser beiden FS-Geräte wohl kaum Fehlinvestitionen machen kann. Grundsätzlich muß dabei natürlich vorausgesetzt werden, daß nur einwandfreies Material verwendet und saubere mechanische wie elektrische Arbeit geleistet wird.

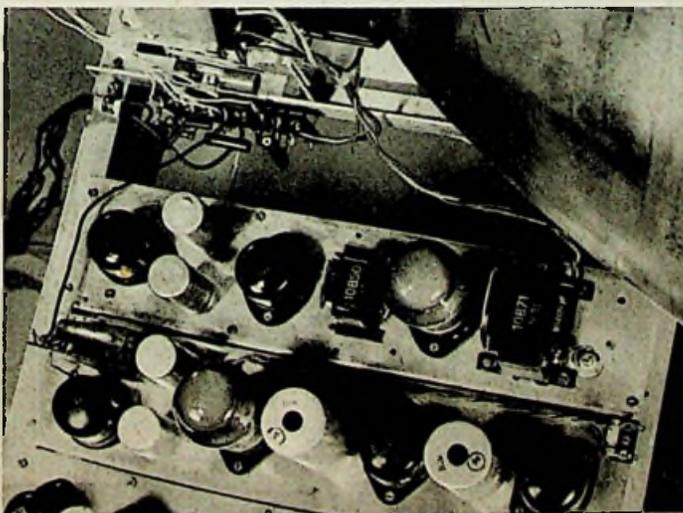


Abb. 7. Aufsicht auf den neben den Tonteil montierten nächsten Baustreifen mit dem Bildkippgenerator. Links oben erkennt man die Lötösenplatte, an der einige Schaltglieder der Stromversorgung für die hier benutzte Bildröhre zusammengefaßt sind



Beim Parallelschalten der einzelnen Wicklungen ist große Sorgfalt geboten. Ein Verpolen einer einzigen Teilwicklung ist schwer zu finden und macht den Übertrager natürlich unbrauchbar.

Nicht für alle Zwecke lohnt es sich freilich, einen derart hochwertigen Verstärker einzusetzen. Nur dort, wo wirklich erstklassige UKW-Sendungen empfangen werden können oder wo z. B. elektrische Musik gemacht werden soll, ist ein Studioverstärker am Platz.

Der im ersten Artikel vorgeschlagene Katoden-End-Verstärker ist außerdem nur möglich, wenn genügend niederohmige Endröhren vorhanden sind. Für die Kombinationen 8×EL 41 oder 8×6 F 6 oder 4×6 L 6 oder 4×EL 12 oder 2×LV 13 ist das der Fall, wobei allerdings in den ersten beiden Fällen die Wirtschaftlichkeit noch fraglich ist. Für diese Kombinationen paßt auch der angegebene Ausgangsübertrager. Die Triodenschaltung ist einer Pentodenschaltung vorzuziehen. Übrigens geht die Tendenz der Röhrenentwicklung in Richtung niederohmiger Röhren. Fletcher und Cooke<sup>2)</sup> haben einen Verstärker angegeben mit der neuen Röhre 6 AS 7 G, die allerdings achtmal angewendet wird. Dabei wird die Leistung ohne Übertrager aus den Kathoden ausgekoppelt. Die Qualität ist sehr hoch, der Aufwand allerdings beträchtlich.

Daß die normale Endverstärkerschaltung mit Auskoppelung aus den Anoden rationeller ist, wurde bereits im ersten Artikel erwähnt. Leider kann man aber mit den üblichen AB-Endröhren die extreme Verzerrungsfreiheit, die für Studiozwecke erforderlich ist, nicht erreichen. Ein guter

Verstärker mit 2×EL 12 spez. liefert z. B. bestenfalls bei 18 Watt Sprechleistung einen Klirrfaktor von 3%; die meisten Verstärker sind viel schlechter.

Nun gibt es neuerdings aber eine sehr gute A-Verstärkerröhre, die eine relativ einfache Schaltungstechnik auch in der Endstufe ermöglicht. Es ist die kommerzielle UKW-Röhre F 2a, die im Sockel der EL 12 auch F 2a 11 genannt wird. Diese gibt im Gegentakt-A-Betrieb 25 Watt oder etwas mehr ab. Dabei können die Verzerrungen durch entsprechende Gegenkopplungen ohne Beeinflussung des Frequenzganges auf sehr kleine Werte herabgedrückt werden. Die Schaltung zeigt Abb. 1. Auch vor diese Endstufe ist ein Vorverstärker und ein Mischpult hochwertiger Ausführung zu setzen. Der Ausgangsübertrager ist in Tab. I erläutert. Es sei gleich bemerkt, daß der Bau dieses Verstärkers schwieriger ist als der eines Katodenverstärkers. Es kommt auf sehr symmetrische Leitungsführung und einwandfreien Aufbau an. Die Bekämpfung von HF-Schwingungen und Blubbern setzt Oszillografen, Meßmittel und Erfahrung voraus.

Der Eingang dieses Verstärkers ist empfindlicher als der des Katodenverstärkers; es genügt eine geringere Vorverstärkung. Am Ausgang können ein Kontroll-Lautsprecher und ein Magnetongerät angeschlossen werden. Die Lautsprecherwicklung ist für 100 V sowie für andere Anpassungen in der Tab. I näher angegeben. Auch bei diesem Übertrager ist kapazitiv symmetrische Wicklung mit streuarmer Ausführung kombiniert. Die Beanspruchung des Eisens bei tiefen Frequenzen wurde sehr niedrig gehalten, um Verzerrungen zu vermeiden. Dem-

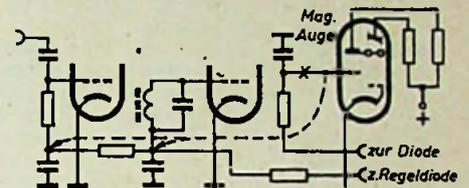
entsprechend ist der Frequenzgang zwischen 50 Hz und 20 kHz bis auf 1,5 db geradlinig. Die Verzerrungen liegen bei allen Frequenzen weit unter 1%. Rechteckimpulse werden auch bei diesem Verstärker bis zu einer Grundfrequenz von 10 kHz unverzerrt wiedergegeben.



## Werkstattwinke

### Einstellung der Zeitkonstante

Zur schätzungsweise Bestimmung der Regelspannung und der Zeitkonstante läßt sich auch das Magische Auge des Empfängers benutzen. Das Steuergitter der Diode der Abstimmröhre wird an der angekreuzten Stelle abgelötet und an die zu messenden Regelglieder gelegt. Beim Abstimmen auf einen Sender (es ist möglichst ein Sender mit stärke-



rem Schwund zu wählen) schließen sich die Leuchtwinkel entsprechend der Zeitkonstante. Durch Vergrößern oder Verkleinern des Kondensators oder des Widerstandes des Regelgliedes sind dann leicht die günstigsten Bedingungen einzustellen. Mit einiger Übung kann man die Einstellgeschwindigkeit der Regelung beim Durchdrehen der Abstimmung gut abschätzen.

W. Krüger

<sup>2)</sup> E. W. Fletcher u. S. F. Cooke, Electronics, Nov. 1951, S. 118.



## Das ist der neue *Remington Rasierer*★

Mit diesem elektrischen Rasier-Apparat, der jetzt in Deutschland hergestellt wird und ab sofort lieferbar ist, wurden in Amerika und europäischen Ländern sensationelle Verkaufserfolge erreicht.

Warum? Als erster und einziger elektrischer Rasier-Apparat hat er 3 Doppelmesserköpfe mit 240 Schneiden. Er bietet einen bisher nicht gekannten Rasierkomfort und wird deshalb auch das Geschäft in Deutschland werden.

Ausführliches Material steht Ihnen auf Anforderung zur Verfügung. Es unterrichtet Sie über die Vorzüge des Remington-Rasierens und gibt Auskunft über die Werbemaßnahmen, die Ihre Verkaufsbemühungen unterstützen werden.

Senden Sie mir kostenlos und unverbindlich ausführliches Material über den neuen Remington-Contour

Firma: ..... Anschrift: .....

REMINGTON RAND ABT. ELEKTR. RASIERAPPARATE, STUTTGART-N., HINDENBURGBAU

# D A S B E T A T R O N

Angeregt durch die neuen Erkenntnisse der modernen Physik hat die Elektrotechnik in den letzten Jahren auf vielen Gebieten einen starken Aufschwung genommen. Eine interessante und beachtenswerte Entwicklung stellen jene neuen Geräte dar, die unter dem Sammelnamen „Teilchenbeschleuniger“ bekannt geworden sind, die mittels elektrischer Energie Elementarteilchen eine extrem hohe Energie von vielen Millionen Elektronenvolt erteilen. Einer der bekanntesten Vertreter ist das sogenannte Betatron (auch Strahlentransformator oder Elektronenschleuder genannt), bei welchem die in einem magnetischen Feld hochbeschleunigten Elektronen eine sehr energiereiche, ultraharte Röntgenstrahlung erzeugen. Ihre Bedeutung liegt zunächst auf kern- und strahlen-physikalischem Gebiet und in der Materialuntersuchung. Nicht zuletzt bildet das Betatron eine neue hoffnungreiche Waffe in der Strahlentherapie zur Bekämpfung (tiefliegender) bösartiger Geschwüre. Ein von der AG Brown, Boveri & Cie., Baden/Schweiz, unter der Leitung von Dr. Wideröe entwickeltes 31-Millionen-Elektronen-Volt-(MeV)-Betatron wurde vor einem Jahr im Kantonsspital Zürich aufgestellt. Es ist die erste Betatron-Anlage für Tiefentherapie auf dem europäischen Kontinent. Die Strahlungsintensität dieser Anlage entspricht derjenigen von 10 kg Radium!

## Das Grundprinzip

Das Betatron zeigt weitgehende Analogien mit einem normalen Transformator (Abb. 1), bei dem nur wenige mit Wechselstrom erregte Primärwindungen im Eisen-

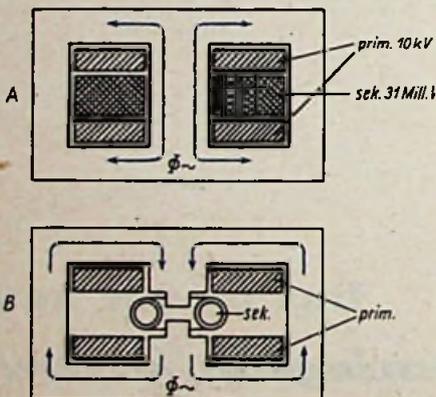


Abb. 1. Schematische Darstellung eines normalen Transformators und eines Strahlentransformators, in dem die Sekundärwindungen durch eine Kreisröhre mit rotierenden Elektronen ersetzt werden

kern einen Wechselfluß erzeugen, der wieder in den Sekundärwindungen eine entsprechend ihrer größeren Windungszahl höhere Wechselspannung hervorruft. Damit ließen sich bei genügend hoher sekundärer Windungszahl theoretisch mehrere Millionen Volt erzielen. In der Praxis scheidet aber die Erzeugung derart hoher Spannungen an den sich ergebenden übergroßen Abmessungen und dem Isolationsproblem. Die Lösung gelang erst mit Hilfe des „Strahlentransformators“. Dieser unterscheidet sich von einem normalen Transformator im

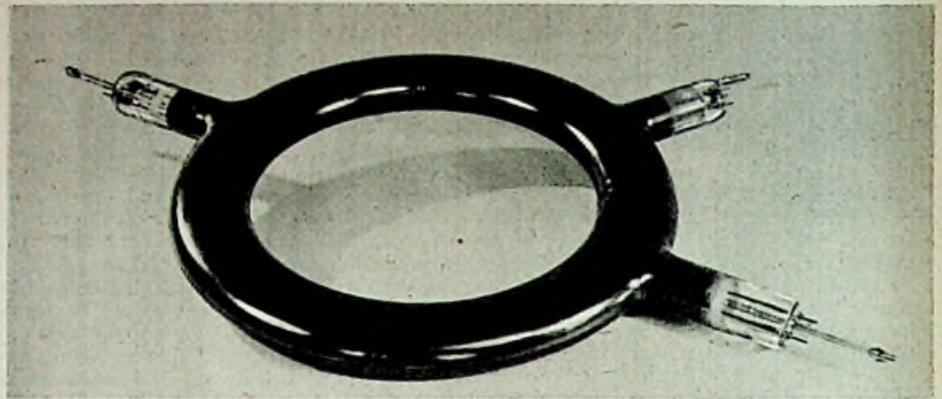


Abb. 2. Kreisröhre mit Ansätzen für die beiden Elektronenspritzen. Der dritte Stutzen enthält eine Vorrichtung zur Verbesserung des Hochvakuums während des Betriebes. Die evakuierte Röhre, die einem Druck von 7 l standhalten muß, wird aus Hartglas geblasen

wesentlichen dadurch, daß die sonst nötigen vielen Sekundärwindungen durch eine einzige evakuierte Kreisröhre ersetzt worden sind. In diese Hochvakuumröhre werden die Elektronen aus einer in einem Stutzen angebrachten Elektronenquelle, ähnlich wie dies bei einer Katodenstrahlröhre aus der Katode mit anschließendem Wehneltzylinder geschieht, scharf gebündelt eingespeist. Die Einschlußspannung wird dabei mit 40 bis 50 kV gewählt. Die in Abb. 2 dargestellte Kreisröhre hat zwei solcher Elektronenspritzen. Die elektrischen Induktionswirkungen, die beim Transformator die Spannung in der Sekundärwicklung verursachen, werden in der Kreisröhre direkt für die Beschleunigung der im Vakuum frei fliegenden Elektronen benutzt.

So einfach wie in Abb. 1 dargestellt sind die Vorgänge allerdings nicht. Zur Erzielung der 31-MeV-Elektronenenergie bedarf es noch einiger zusätzlicher Funktionen. Abb. 3 zeigt das Prinzipschema einer derartigen Anlage eines Strahlentransformators (Schnitt durch die Zentralachse). Der Transformator bildet zwei zentrale Magnetpole P mit einem Luftspalt. Die Kreisröhre liegt zwischen den mit S bezeichneten Steuerpolen. Das magnetische Feld zwischen diesen Polen wird so bemessen, daß die von der Elektronenspritze injizierten Elektronen auf einer Kreisbahn herumgeführt werden, und zwar derart, daß die Teilchen durch die ständig auf sie wirkenden elektrischen Induktionskräfte nach und nach immer mehr beschleunigt werden.

Für die Elektronengeschwindigkeit  $v$  läßt sich aus der Relativitätstheorie schreiben:

$$v = \frac{c \sqrt{U^2 + 2 U \epsilon}}{U + \epsilon}$$

und für die Elektronenmasse:

$$m = m_0 \cdot \frac{U + \epsilon}{\epsilon}$$

wobei  $U$  die Elektronenspannung und

$$\epsilon = \frac{m_0 c^2}{e}$$

eine Konstante von der Größe 0,51 MeV ist. Den Zusammenhang zwischen der mittleren magnetischen Induktion innerhalb der Elektronenkreisbahn  $\bar{B}_i$  und der

Elektronenspannung  $U$  vermittelt die Beziehung:

$$U = \sqrt{\left(\frac{c R_0 \bar{B}_i}{2}\right)^2 + \epsilon^2} - \epsilon \approx \frac{c R_0}{2} \bar{B}_i - \epsilon$$

und entsprechend:

$$\bar{B}_i = \frac{2}{c R_0} \sqrt{U^2 + 2 U \epsilon}$$

Das magnetische Steuerfeld  $B_s$  muß so bemessen sein, daß die auf die Elektronen ausgeübte Lorentz-Kraft  $F_L$  stets die nach außen gerichtete Zentrifugalkraft der Kreisbewegung aufhebt:

$$F_L = e \cdot v \cdot B_s = \frac{m v^2}{R_0}$$

Nach Einsetzen der Werte von  $mv$  ergibt sich:

$$B_s = \frac{1}{c R_0} \sqrt{U^2 + 2 U \epsilon} = \frac{1}{2} \bar{B}_i$$

$U$  = Spannung der bewegten Elektronen,  $\epsilon = 0,51$  MeV = Ruhe-Energie des Elektrons in Elektronenvolt,  $m_0$  = Ruhemasse des Elektrons,  $R_0$  = Radius der Elektronenkreisbahn,  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/s,  $e$  = Ladung eines Elektrons.

Daraus geht hervor, daß das magnetische Steuerfeld auf der Elektronenbahn stets halb so stark sein muß wie die mittlere induzierte magnetische Feldstärke. Das magnetische Steuerfeld  $B_s$  muß ferner in radialer Richtung abnehmen, jedoch weniger stark als der Radius zunimmt. Es treten dann zusätzliche radiale und axiale Kräfte auf, die eine Rückführung der Elektronen bewirken, die sich aus der Kreisbahn wegbewegen wollen.

Bei den von Brown Boveri gebauten 31-MeV-Strahlentransformatoren laufen beispielsweise die Elektronen eine Million mal im Kreis herum. Jedesmal wenn die Elektronen einmal umgelaufen sind, entspricht dies einer Sekundärwindung des hypothetischen Transformators. Bei jedem Umlauf gewinnen die Elektronen eine Energie, die im Mittel der von 31 V entspricht. Diese Umlaufspannung  $U$  wird durch die Änderung des magnetischen Feldes erzielt, das entsprechend der positiven Halbwelle des 50periodigen Netzwechselstromes allmählich nach einer Sinusfunktion anwächst. Wenn die Elektronen beim Nulldurchgang der positiven

Halbwelle des Wechselfeldes injiziert werden, steht somit für die Beschleunigung auf einen Maximalwert, der nach Ablauf einer Viertelperiode des Netzwechselstromes erreicht ist, eine Zeit von  $\frac{1}{200}$  Sekunde zur Verfügung, während der die Elektronen eine Million Umläufe absolviert haben müssen. Wenn sie also bei einem Umlauf im Mittel 31 V gewinnen, so wird ihre Endenergie 31 MeV (Millionen-Elektronen-Volt) sein. Im Maximum erreichen sie eine Geschwindigkeit, die knapp unter der des Lichtes liegt, wobei sie, entsprechend den Gesetzen der Relativitätstheorie, die etwa 60fache Ruhemasse erreichen. In diesem Augenblick muß durch eine Einrichtung die Energieumwandlung in die gewünschte „ultraharte Röntgenstrahlung“ erfolgen. Dies geschieht im Strahlentransformator durch eine plötzliche Abschwächung des magnetischen Steuerfeldes, so daß sich dadurch die Elektronenbahn etwas ausweitet. Diese Expansion wird durch die Entladung eines aufgeladenen Kondensators über eine Thyatronröhre in der sogenannten Expansionswicklung E erreicht. Dieser kurze Stromimpuls führt die Elektronen aus der üblichen Kreisbahn nach außen heraus auf eine sogenannte Antikatode T, ein kleines Platinstück. Hier werden sie abgebremst, und dabei werden Röntgenstrahlen, oder besser gesagt Röntgenblitze, hoher Intensität von nur etwa  $10 \mu s$  Dauer erzeugt. Im 31-MeV-Strahlentransformator sind zwei entgegengesetzt gerichtete Elektronenspritzen vorgesehen, die abwechselnd um  $180^\circ$  in der Phasenlage gegeneinander versetzt Elektronen mit etwa 40 kV injizieren. Dadurch werden beide Halbwellen des magnetischen Feldes ausgenutzt. Die Elektronen laufen dann abwechselnd mit und gegen den Uhrzeigersinn in der Röhre um und ergeben beim Auftreffen auf der Antikatode zwei abwechselnd nach rechts und links gerichtete Röntgenstrahlen, die, wie in Abb. 5 ersichtlich ist, durch die rechts und links angebrachten, auswechselbaren Blenden und Behandlungstubusse dem Patienten zur Bestrahlung zugeführt werden können. Beide Strahlen lassen sich ganz unabhängig voneinander einstellen. In der Abb. 4 ist die Wirkungsweise des Zweistrahlbetriebes klargemacht.  $\phi$  ist der magnetische Fluß des Steuerfeldes. Bei a) findet die Einspritzung der Elektronen statt, die innerhalb der kurzen Zeit einer Viertelperiode eine Million Umläufe ausgeführt haben müssen. In der negativen Halbwelle injiziert die zweite Elektronenspritze (II).

Durch den Aufprall der schnell bewegten Elektronen auf die Antikatode entstehen Röntgenstrahlen äußerst kurzer Wellenlänge von im Minimum  $4 \cdot 10^{-12}$  cm. Diese Röntgenstrahlen verlassen die Antikatode fast in der gleichen Richtung wie die auftreffenden Elektronen. Die Strahlen sind im Gegensatz zur gewöhnlichen Röntgenstrahlung sehr stark gebündelt. Sie werden durch genau justierte Blenden, geführt und mittels Tubusse an das zu bestrahlende Feld des Patienten gebracht. Mittels hoher kinetischer Elektronenenergien gelingt es somit, Röntgenstrahlen von außergewöhnlich hoher Durchdringungsfähigkeit zu erzeugen. Die Anwendungsgebiete dieser Strahlung sind recht mannigfaltig.

In der Medizin bedeuten die 31-MeV-Strahlen einen bedeutenden Fortschritt für die Tiefentherapie, insbesondere bei der Bekämpfung tiefliegender Krebszellen, da bei der Betatronstrahlung das Intensitätsmaximum nicht wie bei der ge-

wöhnlichen Röntgenstrahlung knapp unterhalb der Hautoberfläche liegt und dann rasch abfällt, sondern erst in etwa 6 cm Tiefe den maximalen Wert erreicht, wobei die Hautoberfläche verhältnismäßig nur wenig beeinflusst wird.

In der Materialforschung, in der man mit Röntgenstrahlen bisher nur bis zu 8 cm dicke Eisenplatten auf Fehlerfreiheit durchleuchten konnte, ist es jetzt möglich geworden, Eisenwerkstücke bis zu 50 cm, bei einer Fehlererkennbarkeit von weniger als 4 mm, zu prüfen. Infolge der geringeren Streuung der 31-MeV-

Strahlung sind nur wenige Vorsichtsmaßnahmen erforderlich; außerdem wird die Bildschärfe des Röntgenbildes größer.

Das dritte Anwendungsgebiet ist die Erforschung des *A t o m k e r n s*. Es gelingt mit der 31-MeV-Strahlung, gewöhnliche Atome künstlich radioaktiv zu machen und auch andere Kernumwandlungsprozesse auszuführen.

Auf diesen Gebieten erfolgten mit der seit April 1951 im Kantonsspital Zürich aufgestellten Betatronanlage bereits grundlegende Untersuchungen mit besten Ergebnissen.

Abb. 3. Prinzipschema eines Strahlentransformators. M = Magnetkörper, S = Steuerpole, P = zentrale Magnetpole, W = Primärerregewicklungen mit dem parallelgeschalteten Kondensator, der die erhebliche Magnetisierungs-Blindleistung von 1000 kVA kompensiert, so daß nur die Verlustleistung von etwa 10 kW über den Transformator vom Netz bezogen werden muß. E = Expansionswicklungen, K = Kreisröhre, T = Antikatode (Target)

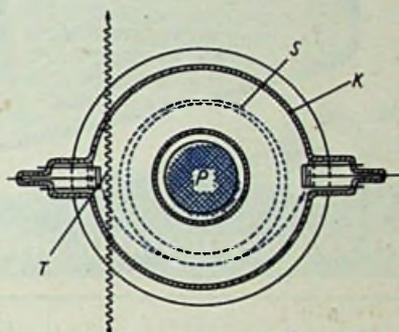
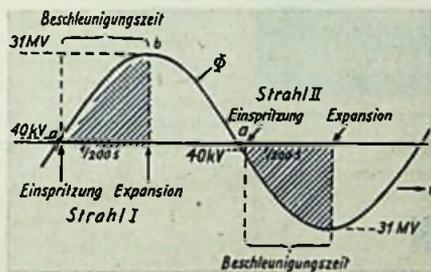
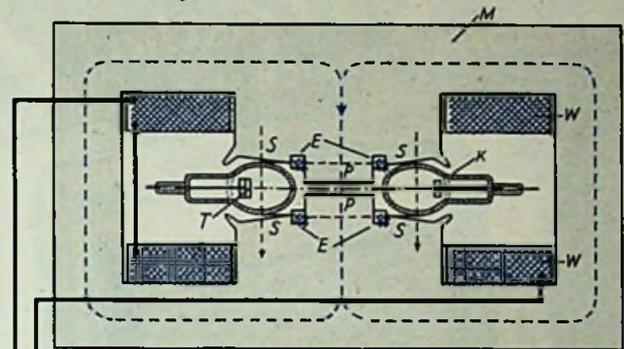


Abb. 4. Wirkungsweise des Zweistrahlbetriebes.  $\phi$  = Magnetischer Fluß, a = Zeitmoment der Elektroneneinspritzung, b = Augenblick, in dem die Expansion einsetzt, I = Strahl aus dem Tubus I, II = Strahl aus dem Tubus II

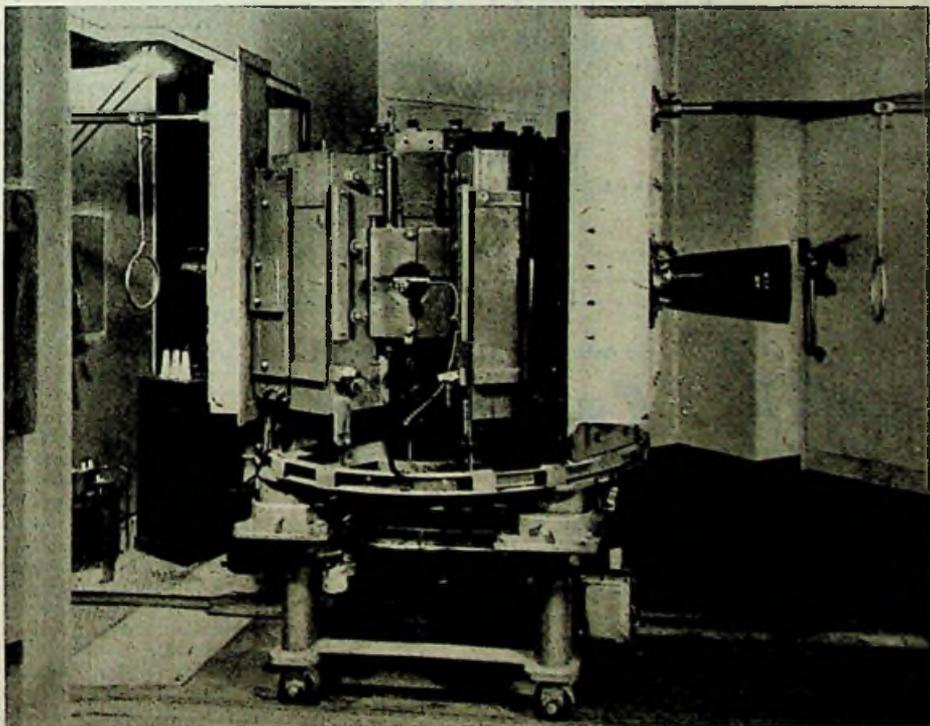


Abb. 5. Strahlentransformator mit Bleischutzwänden, von der Seite gesehen; rechts und links sind die Behandlungstubusse sowie die Visiereinrichtungen für die unabhängig einstellbaren Strahlen sichtbar

Ihr Verkaufsschlager für die Frühjahrsaison:

WELTFUNK  
KOFFERSUPER  
*Pascha*  
DER KOFFER DER SICH SELBST AUFLÄDT

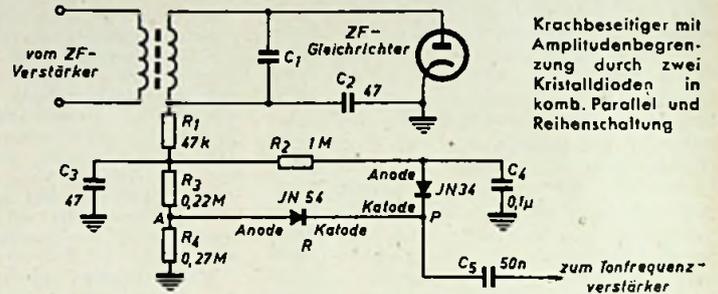


W. KREFFT AKTIENGESELLSCHAFT · GEVELSBERG i.W.

Zeitschriften und Bücher

Ein verbesserter Krachbeseitiger

Vor allem im Communications-Empfänger ist zur Verbesserung der Empfangsbedingungen und Erhöhung der Verständlichkeit eine wirksame Unterdrückung der Störgeräusche unbedingt erforderlich, die in Gestalt kurzer, aber intensiver Spannungsspitzen auftreten. Diese Krachbeseitigung erfolgt meist durch einen Amplitudenbegrenzer, der am Ausgang des Zwischenfrequenz-Gleichrichters alle Spannungsspitzen abschneidet, deren Amplituden über das Niveau der hundertprozentigen Modulation hinausgehen. Der Amplitudenbegrenzer besteht gewöhnlich aus einer Paralleldiode zum Gleichrichterwiderstand, die bei den Störspannungsspitzen stromführend wird, oder aus einer Reihendiode, die umgekehrt bei den Spannungsspitzen sperrt. Durch Verwendung eines Germaniumgleichrichters an Stelle der Röhrendiode läßt sich der Aufbau des Amplitudenbegrenzers vereinfachen. Da die Germaniumgleichrichter einen so geringen Aufwand in der Schaltung erfordern, ist es jetzt auch sehr gut möglich, die Paralleldiode mit der Reihendiode zu kombinieren und dadurch die Wirksamkeit des Begrenzers ganz wesentlich zu verbessern. Es entsteht so die hier gezeigte Schaltung mit einem Kristall-



Krachbeseitiger mit Amplitudenbegrenzung durch zwei Kristalldioden in komb. Parallel- und Reihenschaltung

gleichrichter P als Paralleldiode und einem zweiten Kristallgleichrichter R als Reihendiode. Es ist zweckmäßig, für die beiden Gleichrichter nicht die gleichen Typen zu wählen, da bei der Paralleldiode in erster Linie auf möglichst niedrigen Durchlaßwiderstand, bei der Reihendiode dagegen auf möglichst hohen Sperrwiderstand geachtet werden soll. R<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> und C<sub>3</sub> bilden das Hochfrequenzfilter, während R<sub>2</sub> und C<sub>4</sub> als Tonfrequenzfilter wirken, so daß als negative Vorspannung an der Anode der Paralleldiode und an der Katode der Reihendiode eine der mittleren Träger-spannung proportionale Gleichspannung liegt. Die Paralleldiode ist daher gesperrt und die Reihendiode durchlässig, solange am Punkte A keine Tonfrequenzspannung auftritt, die größer als diese Vorspannung ist. Bei Überschreitung dieser Spannung, also bei den großen Störspannungsspitzen, tritt dann aber die Amplitudenbegrenzung in Tätigkeit. Gegenüber der einfachen Parallel- oder Reihendiode verbessert der hier gezeigte Krachbeseitiger den Signal-Rauschabstand des Empfängers nochmals um 6 db.

(Radio-Electronic Eng., 6/1951)

Dr. Reinhard Kretzmann: Industrielle Elektronik; VERLAG FÜR RADIO-FOTOKINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde (Westsektor); DIN A 5, 226 Seiten, Kunstdruckpapier, in Leinen gebunden DM 12,50.

Es mag an den unserer Industrie noch auferlegten schwierigen Wirtschaftsverhältnissen und an der Sonderstellung, welche die Elektronik in der großen Elektrotechnik einnimmt, gleichermaßen gelegen haben, daß über dieses so aktuelle und wichtige Gebiet bislang nur Einzelveröffentlichungen in Fachzeitschriften erschienen sind. Mit dem soeben herausgegebenen Buch „Industrielle Elektronik“ steht endlich ein geschlossenes Werk zur Verfügung, das die Elektronik in ihrem vollen Umfang und ihrer in wirtschaftlicher Hinsicht beherrschenden Stellung vorstellt. Dem Verfasser, der ein hervorragender Fachmann dieser jungen Wissenschaft ist, muß das Verdienst zugesprochen werden, daß er trotz der fast stürmisch zu bezeichnenden Entwicklung der Elektronik die Betonung durchaus nicht auf die Theorie gelegt hat, vielmehr, daß er weitgehend die Anwendungsgebiete und Anwendungs-verfahren beschrieben hat, wie sie die Praxis verlangt. Sicher ist, daß nur der das Werk voll aufnehmen kann, der sich mit den elektrischen und Röhregrundlagen vorher befaßt, obwohl das Buch auch die notwendige theoretische Einführung nicht vermissen läßt. Ebenso sicher aber ist, daß jeder, der über diese technischen Grundlagen verfügt, aus dem großen Vollen dieses so überaus reich und geschickt bebilderten Buches schöpfen kann. Die gelungene Vereinigung von Lehrbuch und Nachschlagewerk wird den vielseitigen Wünschen des Physikers, Ingenieurs, Betriebstechnikers, Werkmeisters und, gewiß nicht zuletzt, des Betriebswirtschaftlers nachkommen. Freunde wird sich die „Industrielle Elektronik“ nicht nur bei Spezialisten sichern, sondern sie wird auch mit denen enge Verbundenheit eingehen, die ihr Interesse auf die Elektronentheorie und Elektronentechnik nur am Rande richten wollen oder aus Gründen wirtschaftlicher Aufrechterhaltung ihrer Betriebe werden richten müssen.

Die Ausführungen über die wirtschaftliche Förderung von Betrieben, die zum Beispiel auf Zähl-einrichtungen, periodische Zeitgebung, Beleuchtungsregelung und Regelung von Drehzahlen und Temperaturen, auf Schweißzeitbegrenzung und Motorsteuerung angewiesen sind oder die hochfrequente induktive oder kapazitive Erwärmung von metallischen bzw. dielektrischen Werkstoffen verwenden wollen, geben den Verantwortlichen für Planung und Betrieb eindeutig zu erkennen, was Elektronik für ihr Unternehmen bedeutet — bzw. für das der Konkurrenz.

Dieses erste deutsche Buch über industrielle Elektronik wird zweifellos dazu beitragen, unserer Industrie und unseren Betrieben die technischen und wirtschaftlich-technischen Möglichkeiten zu zeigen, die andere fertigungstechnisch hochentwickelte Länder durch die Elektronisierung ihres Wirtschaftslebens bereits vorteilhaft ausnutzen.

ALTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

KATHREIN - ANTENNEN - EIN QUALITÄTSGEBIET

**KATHREIN**  
*Allbereich-*  
**RUNDFUNKANTENNEN**

FOR EINZEL- UND  
GEMEINSCHAFTSEMPFANG

KATHREIN

ANTON KATHREIN · ROSENHEIM (OBB.)

ALTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE

So urteilt der Fachmann über

**Cramolin**

... Gleichzeitig kann ich Ihnen mitteilen, daß ich mir Cramolin nicht mehr aus meiner Werkstatt wegdenken kann, es hat mir sehr viele Arbeitsstunden und an Kontakte in der UKW- und Fernsichttechnik bei den hohen Frequenzen und anderen gegebenen Werten hohe Anforderungen gestellt werden.“

auch Einzeltelle gespart; ... besonders in der heutigen Zeit, wo an Kontakte in der UKW- und Fernsichttechnik bei den hohen Frequenzen und anderen gegebenen Werten hohe Anforderungen gestellt werden.“

Eine Spur Cramolin zwischen den Kontakten an Hochfrequenz- u. Wellenschaltern beseitigt unzulässige Übergangswiderstände u. Wackelkontakte. Cramolin verhind. Oxydat., erhöht also die Betriebssicherheit Ihrer Geräte.

1000 g Flasche zu DM 24.-, 500 g Flasche zu DM 13.-, 250 g Flasche zu DM 7.50, 200 g Flasche zu DM 6.75, 100 g Flasche zu DM 3.50, je einschließlich Glasflasche, sofort lieferbar, ab Werk Mühlacker. Rechnungsbeträge unter DM 20.- werden nachgenommen (3% Skonto).

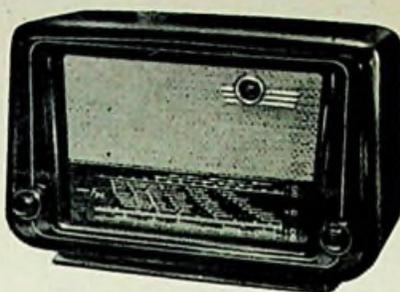
R. SCHÄFER & CO. CHEM. FABRIK · MÜHLACKER/WURTT.



## Sechs-(Sieben-)Kreis-Siebenröhren-Superhet

### WEGA Fox-32

HERSTELLER: WÜRTEMBERGISCHE RADIO-GESELLSCHAFT m. b. H., STUTTGART



Stromart: Wechselstrom  
 Spannung: 110, 127 und 220 Volt  
 Leistungsaufnahme bei 220 V: etwa 50 W  
 Röhrenbestückung: ECH 42, EAF 42, EAF 42, EL 41, AZ 41, EM 11  
 Netzgleichrichter: AZ 41  
 Sicherungen: prim. 1 A  
 Skalenlampe: 2 je 6,3 V, 0,3 A  
 Zahl der Kreise: 6 (5); abstimbar 2 (2), fest 4 (3)  
 Wellenbereiche:  
 UKW 100...86,6 MHz (3...3,5 m)  
 Kurz 10...5,8 MHz (30...52 m)  
 Mittel 1640...510 kHz (183...590 m)  
 Lang 320...145 kHz (940...2070 m)  
 Empfindlichkeit ( $\mu$ V an Ant.-Buchse b. 50 mW Ausgang): KW 25  $\mu$ V, MW 15  $\mu$ V, LW 15  $\mu$ V, UKW (bei 75 kHz Hub) 20  $\mu$ V

Abgleichpunkte: K: 6 MHz ( $K_L$ ); M: 1260 kHz ( $M_C$ ), 600 kHz ( $M_L$ ); L: 260 kHz ( $L_C$ ), 182 kHz ( $L_L$ ); UKW: 87 MHz ( $U_L$ )

Trennschärfe (bei 600 kHz): 1 : 300

Spiegelwellenselektion: bei 180 kHz 1 : 1500, bei 600 kHz 1 : 450, bei 6 MHz 1 : 10

Zwischenfrequenz: 473 kHz, 10,7 MHz

Kreiszahl, Kopplungsart und -faktor der ZF-Filter: 2 zweikreisige ZF-Bandfilter induktiv gekoppelt für 473 kHz

ZF-Sperr-(Saug-)Kreis: ZF-Saugkreis für AM und Sperrkreise für FM

Empfangsleichrichter: AM: Diode, FM: Flankengleichrichtung

Zeitkonstante der Regelspannung: etwa 40 ms

Wirkung des Schwundausgleichs: verzögert auf drei Röhren, Vorwärts- und Rückwärtsregelung

Abstimmanzeige: EM 11

Tonabnehmerempfindlichkeit: etwa 10 mV

Lautstärkereger: gehörrichtig

Klangfarbenregler: kontinuierlich

Gegenkopplung: vom Sekundär-Ausgang des Lautsprechertrafos zur NF-Vorstufe, frequenzkorrigiert

Ausgangsleistung in W für 10 % Klirrfaktor: 4 W

Lautsprecher:

System: elektrodynamisch

Belastbarkeit: 6 W

Membrane: 180  $\Phi$

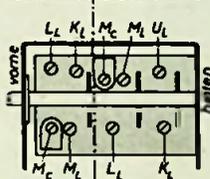
Anschluß für zweiten Lautsprecher (Impedanz): etwa 4 Ohm

Gehäuse: Preßstoffgehäuse

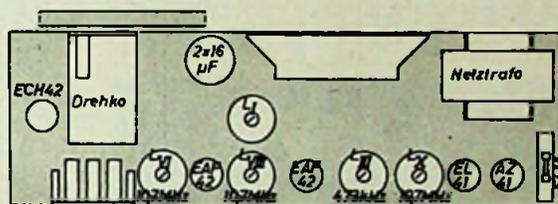
Abmessungen: 420  $\times$  280  $\times$  193 mm

Gewicht: 9,2 kg

Antennenkd. Oszillatorkreis



Chassis von der Seite



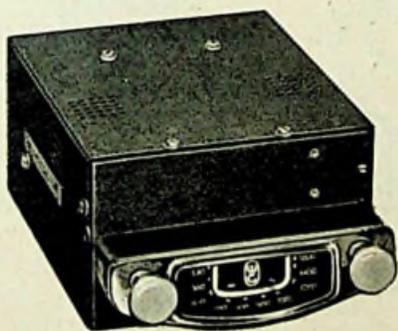
Chassis von oben



## Sechskreis-Fünfröhren-Autosuper

### Zikade II ML

HERSTELLER: WANDEL & GOLTERMANN, REUTLINGEN



Stromart: Batterie  
 Spannung: 6 und 12 V, umschaltbar  
 Leistungsaufnahme bei 6 V: 26 W  
 Röhrenbestückung: ECH 42, EF 41, EBC 41, EL 41  
 Gleichrichter: Selen AEG 250 B 60  
 Sicherungen: keine, da über Wagensicherungen anzuschließen  
 Skalenlampe: 6 V, 0,6 W, BA 7s bzw. 12 V, 1,2 W  
 Zahl der Kreise: 6; abstimbar 2, fest 4  
 Wellenbereiche: 2 (Mittel, Lang)  
 Empfindlichkeit: 2...5  $\mu$ V

Abgleichpunkte:

M: 1500 (8), 538 kHz (9);

L: 170 (11), 250 kHz (10)

Trennschärfe bei 473 kHz: 1 : 120

Zwischenfrequenz: 473 kHz

Kreiszahl der ZF-Filter: 2, induktiv gekoppelt

Bandbreite in kHz:  $\pm$  3,5 kHz fest

Empfangsleichrichter: Diode

Zeitkonstante der Regelspannung: 0,1  $\mu$ F, 1 M $\Omega$

Wirkung des Schwundausgleichs: unverzögert auf 2 Röhren

Lautstärkereger: normal

Klangfarbenregler: Fahrt-Stand-Schalter

Gegenkopplung: ja, frequenzabhängig

Ausgangsleistung für 10 % Klirrfaktor: 3 W

Lautsprecher:

System: permanentdynamisch

Belastbarkeit: 3 W

Membrane: 130 mm  $\Phi$

Anschluß für zweiten Lautsprecher: 5 Ohm

Gehäuse: Metall (Zerhackerteil abtrennbar)

Abmessungen:

Gerät: 175  $\times$  145  $\times$  105 mm

Zerhacker: 175  $\times$  57  $\times$  105 mm

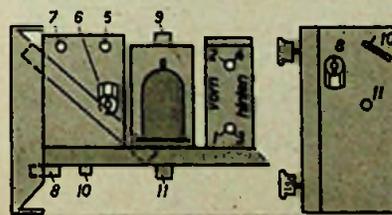
Gewicht: Gerät 2,7 kg, Zerhacker 1,8 kg, Lautsprecher 0,7 kg

Zikade II M: nur für Mittelwelle, sonst gleiche techn. Daten wie für die Zikade II ML

Gehäuse: Metall (Zerhackerteil bildet mit Gerät eine Einheit)

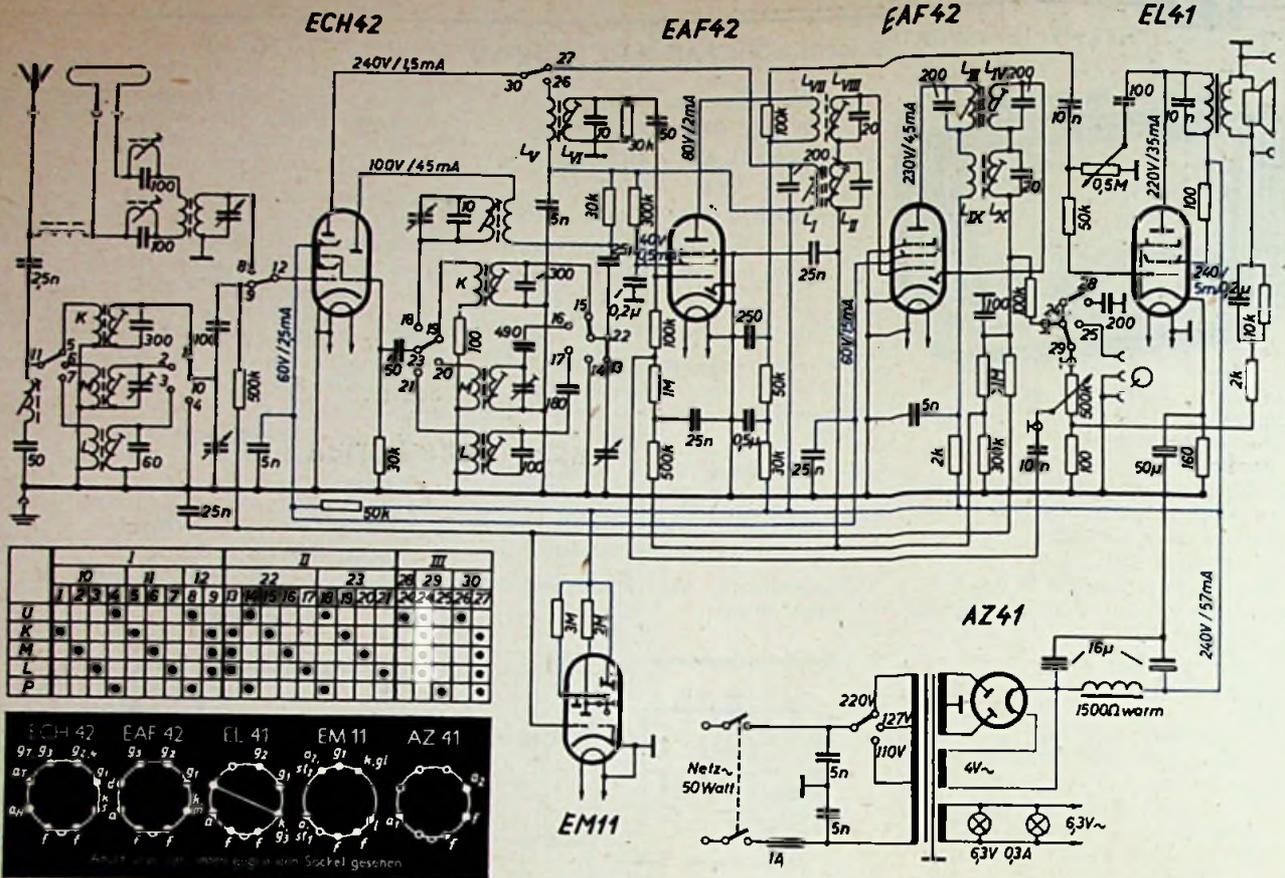
Abmessungen: 175  $\times$  200  $\times$  105 mm

Gewicht: Gerät 4,2 kg, Lautsprecher 0,7 kg

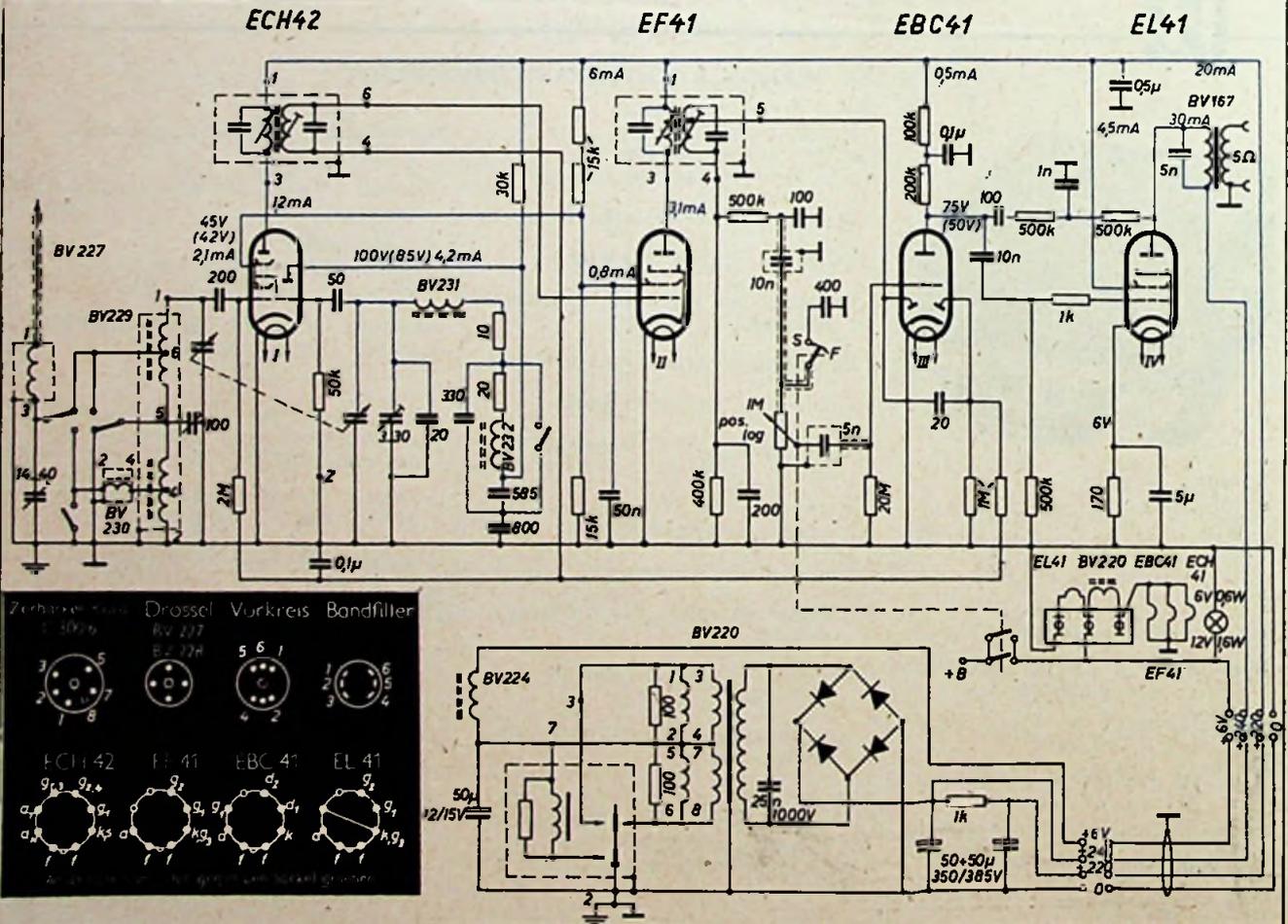


Chassis mit Abgleichelementen

# WEGA Fox-52

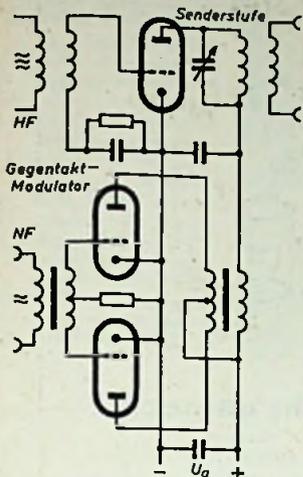


# Zikade II ML





# BRIEFKASTEN



G. Sch., L.

Bitte teilen Sie mir mit, was bei der Berechnung von Modulationstransformatoren für Anoden-B-Modulation zu beachten ist.

Um die nichtlinearen niederfrequenten Verzerrungen klein zu halten, wäre ein idealer B-Verstärker (s. Abb.) erwünscht, da aber eine Einstellung der Röhren auf den Ruhestrom Null nicht möglich ist, muß bei fester Gittervorspannung mit einem endlichen Anodenruhestrom — also etwa entsprechend den Verhältnissen bei einem AB-Verstärker — gearbeitet werden.

Die Übertrager müssen den auftretenden Belastungen angepaßt sein, ihre Eisen- und Wicklungsabmessungen richten sich demnach nach den zur Verwendung gelangenden Röhren.

In unmoduliertem Zustand ( $m = c$ ) ist der Ruhestrom jeder Modulationsröhre  $I_{a,0}$ , die Anodengleichspannung  $U_{a,0}$ .

Somit nimmt der Modulator die Gleichstromleistung

$$N_{m,0} = 2 \cdot I_{a,0} \cdot U_{a,0} \quad (1)$$

auf. Im modulierten Zustand ( $m > 0$ ) muß der Modulator die Wechselstromleistung

$$\mathcal{W}_m = \frac{m^2}{2} \cdot N_{a,0} \quad (2)$$

abgeben. Dabei gilt bei Sendern, an die Qualitätsansprüche gestellt werden.

$$N_{a,0} \approx 3,3 \cdot N_{m,0} = 6,6 \cdot I_{a,0} \cdot U_{a,0}$$

Es wird dann  $\mathcal{W}_m = 3,3 \cdot m^2 \cdot I_{a,0} \cdot U_{a,0} \quad (3)$

also z. B. bei 100 % Modulation ( $m = 1$ )

$$\mathcal{W}_m = 3,3 \cdot I_{a,0} \cdot U_{a,0}$$

Es ist zweckmäßig, den Übertrager für diese Leistung auszulegen, da erfahrungsgemäß Amateursender mit höherem Modulationsgrad gefahren werden als kommerzielle oder Rundfunksender.

Für den Anpassungswiderstand gilt ähnlich wie beim Gegentakt-AB-Verstärker als NF-Endstufe

$$R_A = 3 \cdot R_a \quad (4)$$

Hierbei ist  $R_a$  der optimale Außenwiderstand einer Modulationsröhre. Die Anodenwechselspannung berechnet man aus der Formel

$$U_{pr} = \sqrt{\mathcal{W}_m \cdot R_A} = 3,15 \cdot \sqrt{I_{a,0} \cdot U_{a,0} \cdot R_a} \quad [V] \quad (5)$$

Die Gesamtprimärwindungszahl ist ( $Q_e =$  Eisenquerschnitt in  $cm^2$ )

$$n_{pr} = 125 \cdot \frac{U_{pr}}{Q_e} = \frac{400}{Q_e} \cdot \sqrt{I_{a,0} \cdot U_{a,0} \cdot R_a} \quad [Wdg] \quad (6)$$

Aufnahmen vom FT-Labor: Kunze (S. 258/259);  
Zeichnungen vom FT-Labor nach Angaben der Verfasser: Beumelburg (27), Stegmeier (16), Ullrich (6)

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



## KUNDENDIENST

Gutscheinheften  
**10**

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

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

Gutschein für eine kostenlose Auskunft FUNK-TECHNIK Nr. 10/1952

## LORENZ Miniatur wenige Typen aber große Serien



C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT  
STUTTART

zeigen die neuen Schreibkassen-Modelle mit vielen Verbesserungen. D. P. und Auslands-Pat. angemeldet. Informieren Sie sich durch den neuen Katalog der

**KASSENFABRIK HEILBRONN 45**

**MINORCA-Sonderangebot 5 8**

Noraphonkoffer m. Stabantenne ..... 138,60  
 Lautspr.-Gh. mit Tralo: Isophon 2 W. 13  
 Err. 1 k 4,80; 3 W. 16 ♂ Err. 9,5 kg. .... 7,60  
 dito perm. dyn.: 2 W. 13 ♂ Minorca ..... 7,90  
 Siemens: 3 W. 13 ♂ Valvo G 1404 ..... 14,75  
 Lorenz UY 11 2,20; Valvo G 1404 ..... 3,10  
 Opta AF 3 5,30; AZ 11 1,75; AZ 12 ..... 1,90  
 EU XX 3,60; U 918-3 2,30; U 920 P. .... 2,30  
 U 1218-3 2,30; U 1220-3 2,30; U 1320 ..... 2,75  
 U 2020-5 2,30; U 2410 P. -85; U 3503 ..... 1,50  
 Stabilivolt STV 140/40 ..... 3,40  
 Seilgleichrichter 220 V: 20 mA AEG ..... —80  
 150 mA-Saule 2,80; SAF 200 mA rot. .... 3,25  
 Kupferox.-Stäule Graetzsch. 12 V. 10 Amp. .... 12,60  
 Luftdrehos Blaup. 460 pF 1,40; 2-fach. .... 2,70  
 Zwergtypen Lx 450 pF Lorenz 2,95; Telef. .... 3,35  
 Heiztrafos 220 Volt 6,3 V. 0,2 Amp. .... 1,25  
 Y-Draht verzinkt 0,5 mm ⌀ ..... 100 m 3,50  
 Elkos fabrikrisch, bekannte Fabrikate:

Rohr	350/385	450/500	Alu.-B.	350,385	500/550
4 uF	—80	—90	8 uF	1,35	1,55
6 uF	1,05	1,20	16 uF	1,70	2,30
8 uF	1,15	1,30	32 uF	2,35	3,30
16 uF	1,40	1,90	50 uF	2,80	3,60
32 uF	1,90	2,70	8+8	2,—	2,70
50 uF 160/200 V	1,55	16+16	2,50	3,45	
auch andere Werte		32+32	3,—	5,—	

Birnen (Westberliner Erzeugnis):  
 1,8 V Vollglas —22 4 V 0,1; 0,2; 0,3 A —19  
 2,5 u. 3,5 V —17 6,3 V 0,3 Amp. —19  
 4 V 1,2 Watt —19 10 V 0,2; 15 V 0,2 —19  
 6 V 1,2 b. 3 Watt —19 10 V 0,05 Amp. —21  
 6 V 3,5 u. 3 Watt —21 18 V 0,1 Amp. —21  
 6 V 0,05 Amp. —19 Osram 4 V 0,4 Amp. —21  
 Soffitten Osram 6,3 V. —41; 18 Volt. .... —56  
 Netzstecker 2-lig. vern. geschlitz. .... —26  
 Fassung E 27 Bakelit, einteilig ..... —27  
 Gerätestecker Bak. mit vern. Spirale ..... —28  
 Gerätestecke Ms. mit 2 Muttern ..... —08  
 Keine Ostware! — Zwischenverkauf vorbehalten. Erfüllungsort Berlin-Zehlendorf. — Nachnahmeversand mit 3% Skonto durch

**MINORCA, Bln. - Zehlendorf, Riemelstr. 1**

**ROKA**

**FERNSEH-ANTENNEN**

*gut* **KONSTRUIERT**

**ROBERT KARST - BERLIN - SW29**

Ich kaufe ständig

**USA-Röhren**  
**Deutsche Röhren**  
**Spezial-Röhren**

und erbitte preisgünstige Angebote

Radio-Röhren - Großhandel  
**FRIEDRICH SCHNURPEL**  
 München 13, Heßstraße 74

*Nein - aber bewährt*

**WAGO - Bananenstecker**

mit dem schraubenlosen WAGO-Klemmsystem  
 • zuverlässig • zeitsparend • rüttelsicher •  
 • Schnelle und sichere Klemmverbindung für massive oder flexible Anschlußleitungen bis 2,5 mm<sup>2</sup>.  
 Zusätzliche berührungssichere Abzweiganordnung

**WAGO-Klemmenwerk GmbH.**  
 MINDEN (Westf.), Göbenstraße 52

**Industrie-Gehäuse**  
 für Bastierzwecke

Seibt-Symphonie und Arloso,  
 Schaub-Sonora, Lorenz-Havel,  
 Körting-Supra-Selektor.

Äußerst günstige Preise  
 von DM 8,50 — DM 29,50

Zwischenverkauf vorbehalten!  
 Fordern Sie kostenlos Liste G an!

**RIM - Basteljahrbuch 1952**  
 gegen Voreinsendung von DM 2,—

**RADIO-RIM**

München 15, Bayerstraße 25 b  
 Versandabteilung

**HELMA-ANTENNEN**  
**CARL NOVAK**  
 Berlin-Steglitz, Buggesstr. 109  
 Fernruf 76 29 12

Neueste amerik. u. europ. Fernseh-u. UKW-Ant., Doppelschleifen-Yagisystem m. erhöht. Impedanz, Breitband-Schmetterl., beste Universalant. mit idealer Rundchar., Superturstyle, mehrelem. Richtant. gestoff. Systeme f. UKW-Empf.f. Grenzgebieten. Amat.-Sendant. Abgesch. UKW-u. Fernsehkab., sowie all. Sorten Flachbandkab., ab -30 DM per Meter

**Berufsaufstieg leicht gemacht!**

Fachbuch-Zentrale — 20000 Teilnehmer

Werke für den Selbstunterricht:

Aufbau: Vom Lehrling zum Gesellen, Werkmeister, Techniker, Ingenieur, lechp. Kaufmann und Betriebsleiter. — Vom Maurer zum Poller und Baumeister.

Bauschule	6,— DM	Schlosserlehre	11,80 DM
Hoch- und Tiefbau	4,— DM	Geschmiedetes Eisen	18,— DM
Kraftfahrtechnik	5,— DM	Maschinenbauerlehre	9,80 DM
Elektro-Fernmeldetechnik	5,50 DM	Hütte Bd. I Grundlagen	26,50 DM
Große Elektrotabelle	11,— DM	" Bd. II Masch.-Elek.	24,— DM
Große Rundfunktafel	10,— DM	" Bd. III Bauling.-Wesen	48,— DM

Meisterprüfung und Meisterwissen in Frage und Antwort (umfaßt alle Gebiete allgemeinen Wissens, die jeder Handwerker, Kaufmann und Betriebsleiter beherrschen muß.) 8,40 DM

Weitere Fachbücher, auch für andere Berufe, siehe unsere nächsten Anzeigen.

Katalog 1952 der wichtigsten Werke aller technischen Gebiete für Studium u. Praxis, Neuerschulungen u. Zeitschriften, Verfass.-u. Sachregister 2,50 DM

Setz Dich durch (Ein Wegweiser zum Erfolg, praktische Lebensweisheit). 6,50 DM

Gegen Nachn. od. Voreinsdng. Auf Wunsch ½ Anzahlg., Rest bis zu 3 Monatsr. Umtausch od. Geld zurück

**Fachbuch-Zentrale, Abt. FT 1**  
 Hamburg 20, Postfach 38 26 — Geschäftsstelle in Westberlin: Berlin W 30, Postfach 42

Dach-Abdichtungsbleche für UKW-Antennen Rohrstärken 1 1/2" bis 1 1/4"

**ROBERT BRÜCKEL**  
 Blechwaren-Lang Göns i.H.

**Fernsehen**

u. **RADIOTECHNIK** im Fernunterricht

**Schaltungen** einzeln, in Mappen u. Büchern, Techn. Lesezirkel  
 Prospekt frei

**Ferntechnik**

**Ing. H. LANGE, Berlin N 65**  
 Lüderitzstr. 16 Tel. 46 81 16

**H. A. WUTKE, Frankfurt/MI**  
 Schließfach Tel. 52 549

**Verkäufe**

**Radio-Geschäft**  
 mit Reparaturwerkstatt  
 in größerer Stadt Westdeutschlands  
 zu verkaufen

Angebote erbeten unter (Br.) F. S. 6914

**GEGEN GEBOT geben wir ab:**

3000 Stabi 55/100, Stabi 280/40  
 20 RS 329  
 2000 PE 05/15  
 10 X 2 XM 100  
 (Gleichrichter 4 KV/0,4 A)  
 1100 G 10/II  
 (Gleichrichter 10 KV/1 A)  
 10000 Fotozellen  
 4000 Schneidankerrelais  
 150 AEG-Zeitrelais

**PRÜFHOF**  
 (13b) UNTERNEUKIRCHEN/Obb.

**Kaufgesuche**

*Suche*

**Radio-u. Elektro-Geschäft**

in Bayern oder Württemberg  
 zu pachten oder zu kaufen

Angebote erbeten unter (US) F. R. 6913

Radioröhren Restposten, Kassaankauf  
 Atzertradio, Berlin SW 11, Europahaus

Suche: Restposten (jede Menge) DKE-Magnete und -Körbe, sowie permanente Magnete zu kaufen. Schriftl. Angebote an E. Berg, Berlin-Wilmersdorf, Hamburger Str. 4

Magnetophon für Aufnahme mit Mikrophon und Wiedergabe durch Lautsprecher zu mieten, dazu passendes Tonband zu kaufen gesucht. Off. unter F. V. 6917

Tonfrequenz-Spectrometer, Geräuschmesser, Meß-Instr., kauft gegen Kasse Charlottenburger Motoren- und Gerätebau, Berlin W 35, Potsdamer Straße 98

**Zwei komplette Ducati-Gegensprech-Anlagen**

**Lorenz-Stahltongerät (Diktier-Maschine)**

**GUNSTIG ZU VERKAUFEN**

- eine Achter-Hauptsprechstelle mit 7 Nebenstellen, einem Verstärker komplett mit Röhren,
- eine Vierer-Hauptsprechstelle mit 4 Nebenstellen, einem Verstärker komplett mit Röhren, geeignet für den Einbau in einem größeren Bürobetrieb

i. Truhenaufst., Laufzeit d. Drahtsp. 30 Min., sehr gute Sprachverständlichkeit (Frequenzumfang b. etw. 4000 Hz), Vollnetzanschl., 2 Steuerstellen, geeignet auch f. Aufnahme v. Telefongesprächen

ANFRAGEN ERBETEN UNTER (B) F. U. 6916

**Vorwärts im Beruf ohne Zeitverlust**

durch Radio- und Fernseh-Fernkurse! Prospekte über unseren altbewährten und erprobten Fernunterricht frei!

**Unterrichtsunternehmen für Radiotechnik, staatlich lizenziert**

**ING. HEINZ RICHTER**  
 Güntering 3 · Post Hechendorf/Pilsensee/Obb.

**Stellenanzeigen**

*Wir suchen zum sofortigen Antritt*

**1 jüngeren Fertigungsplaner**

mit Refa-Kenntnissen, der den gesamten Ablauf der Arbeitsvorbereitung in der Rundfunkfertigung beherrscht

Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschr. und Gehaltsansprüchen erbeten an

**LOEWE OPTA AKT. GES. · Werk Kronach/Oberfranken**

*Zu verkaufen*

**RADIOFACHGESCHÄFT IN WESTBERLIN**

20 Jahre bestehend, Jahres-Umsatz 130 000,—. Erforderl. 20 000,— bar

ANGEBOTE ERBETEN UNTER (B) F. T. 6915

## Magnetton-Teile u. Zubehör

Ringköpfe, Normalausfhr., Garantleware, Aufsprech-, Wiedergabekopf niederohmig u. Löschkopf p. Stck. 18,50  
 Kombinations- u. Wiedergabekopf, hochohmig p. Stck. 20,35  
 Doppelspurköpfe 10", Aufsschlag  
 Weitere Magnettonteile, wie Bänder, Bandschulen, -kleber usw. zu günstigen Preisen. — Sonderpreislisten verlangen.  
 Händler erhalten Rabatte.

**Elkos**, neueste Fertigung, Garantleware

<b>1-Rohr</b>	<b>350/385</b>	<b>450/550</b>
4 uF	0,75	0,85
8 uF	0,90	1,10
16 uF	1,20	1,55
<b>Alu-Bech.</b>	<b>350/385</b>	<b>450/550</b>
8 uF	1,15	1,35
16 uF	1,45	1,80
32 uF	nur 1,75	2,50
2 x 8 uF	2,—	2,15
2 x 16 uF	2,30	3,05
2 x 32 uF	nur 2,70	2x16 uF 500,550
2 x 40 uF	nur 2,90	= 3,60

Ab 10 Stück, auch sortiert, 5% Rabatt.  
 Bei größeren Mengen Sonderpreise.  
 Niedervoltelkos 10-100 uF 0,40 bis 0,95

**Garantieröhren** Beispiele der Preiswürdigkeit

AL 4 6,75	1294 6,90	VY 2 2,—
AF 7 4,50	EL 41 5,80	UL 41 6,50
AZ 1 1,95	EAF 42 5,75	UAF 42 6,25
AZ 11 1,95	ECH 42 7,20	UCH 42 7,80
1064 1,80	EL 3 6,50	964 7,80
6 F 6 3,10	6 SH 7 3,—	6 V 6 4,75
6 K 7 2,95	6 SS 7 3,25	12 SQ 7 8,25
6 L 7 3,50	6 SQ 7 5,50	12 SH 7 3,50

UKW-Kabel, 300 Ohm, kein Igelit p. m 0,40, ab 50 m 0,35.  
 UKW-Vorsatz TeKaDe, mit HF-Vorverstärkung und Röhre ECH 43 mit Garantie (brutto 37,—), netto 16,95, bei 3 Stück 16,50, bei 10 Stück 15,95.  
 Kupfer abgeschirmte Drähte, Litzen u.v. Sonderangebote. Preis verlangen.

**Ihr alter Lieferant**  
**RADIO-CONRAD**  
 Rundfunk- und Elektro-Großhandlung  
 Berlin-Neukölln • Hermannstraße 19  
 Zahlen Höchstpreise für Stabilvolt, LB8, DG 7 usw. Suchliste verlangen!

**5 auf einen Streich**  
 für jeden eine Kleinigkeit  
 1. solide Arbeit m. unbegrenzter Lebensdauer,  
 2. niedriger Preis, 3. schnelle Bedienung,  
 4. Umtauschrecht u. 5. alles aus einer Hand,  
 denn Sie werden sich freuen, wenn Sie in meiner Liste alles finden, was Sie brauchen. Darum verlangen Sie noch heute meine Preisliste mit über 70 Typen Trafos, Drosseln und Übertrager gratis  
 Wolf, Sellmann, Stuttgart-S, Döbelklinge 9b

## AUS DER NEUEN PHONO-QUALITÄTS-SERIE 1952



PLATTENSPIELER

# Piccolo 3

ein Kleinstplattenspieler für 33 1/3, 45, 78 U/Min., der über alle Vorzüge eines modernen Plattenspielers verfügt.  
 Plexigum-Kristall-Tonabnehmer • vollkommen eigenschwingungsfrei • leicht auswechselbare Normal- und Langspiel-Systeme • 9 g Auflagegewicht • vorzügliche naturgetreue Wiedergabe des gesamten Schallplatten-Frequenzbereiches • Klangregler • anschlussfertig mit Netz- und Tonabnehmerkabel • für Wechselstrom 110, 125, 150 und 220 Volt • 50 Perioden

## Perpetuum-Ebner

ST. GEORGEN SCHWARZWALD

## Magnetische Spannungs-Gleichhalter mit Vielspannungen.

Anodenspannungen = hochkonstant, Heizspannungen = konstant.  
 Nach Wahl auch noch diverse Spannungen.

**Es lohnt sich!** Da aller bisheriger Stabilisierungsaufwand eingespart wird. An Stelle des Netztrafos kommt jetzt der magn. stabilisierte Übertrager mit nur 1/3 mehr Bauraum. — Die Einzelteile können an beliebigen Stellen im Gerät untergebracht werden.



Wirkungsgrad: 70—80% Gütegrade: 1% und 0,1%  
**STEINLEIN**  
 Regler und Verstärker  
 DUSSELDORF, Erkrather Str. 120 / Tel. 11781

## Sonderangebot

	Netto	Garantie
<b>DKE-Satz:</b> VCL 11, VY 2 .....	DM 9,50	3 Monate
<b>Einkreisler-Sätze:</b> NF 2, CL 1 .....	DM 7,—	3 Monate
AF 7, AL 4, AZ 1 .....	DM 12,50	6 Monate
<b>Super-Sätze:</b> CK 1, CF 3, CBC 1, CL 4, CY 1 .....	DM 28,—	6 Monate
ECH 3, EF 9, EBF 2, CBL 1, CY 2 .....	DM 33,50	6 Monate
AK 2, AF 3, ABC 1, AL 4, AZ 1 .....	DM 25,50	6 Monate
ECH 4, ECH 4, EBL 1, AZ 1 .....	DM 23,50	6 Monate
UCH 42, UAF 42, UAF 42, UL 41, UY 41 .....	DM 25,50	6 Monate
<b>Batterie-Satz:</b> 1 R 5, 1 T 4, 1 S 5, 3 S 4 .....	DM 24,—	6 Monate
<b>Verstärker-Satz:</b> EF 12, EF 12, RL 12 P 35, RL 12 P 35 .....	DM 16,—	3 Monate

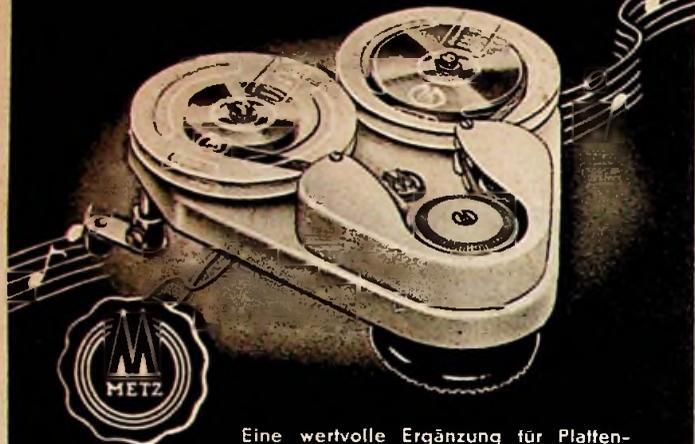
Alle Röhren fabriken. Die Preise gelten nur bei Abnahme von geschl. Sätzen. Einzelpreise für diese und andere Röhren entnehmen Sie bitte meiner Preisliste. Versand per Nachnahme  
**H. KAETS** RADIO-RÖHREN-GROSSHANDEL  
 Berlin-Friedenau, Schmargendorfer Straße 6, Ruf: 83 22 20

## FACHZEITSCHRIFTEN VON HOHER QUALITÄT

**KINO-TECHNIK** Schmalfilmkino • Filmtechnik • Lichtspieltheater  
**FUNK UND TON** Monatsheft für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik  
**LICHTTECHNIK** Beleuchtung • Elektrogerät • Installation  
**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH • HELIOS-VERLAG GMBH • BERLIN-BORSIGWALDE (WESTSEKTOR)**

# METZ Musikus

Das neuartige Tonbandgerät zum Aufsetzen auf Plattenspieler mit dem einmalig niedrigen Preis.



Eine wertvolle Ergänzung für Plattenspieler, Phonoschränke und Musiktruhen.

Sehr einfache Bedienung  
Doppelspuriger Betrieb  
Eingebauter Löschkopf  
Beschleunigtes Umspulen  
Frequenzber. 30-7000 Hz  
Länge des Bandes: 120 Meter  
Bandgeschwindigk.: 19 cm sek.  
(78 Umdr. des Plattenspielers)  
Spieldauer: 2 x 10,5 Minuten  
(Bei 45/33 Umdr.: 36/50 Min.)  
Preis mit Netzteil u. Verstärker: DM 239.- / Tonband DM 9.-

*Metz*

APPARATEFABRIK FÜRTH · BAY.

# BRAUN

## »Commodore«

Ein Heim- und Reiseempfänger von höchster Leistung, von Eleganz und hervorragenden Klangqualitäten.



PREIS:  
DM 298.-  
o. 8.

7 Kreise, 6 Röhren, 3 Wellenbereiche,  
abgestimmte Vorstufe (3fach-Drehkondensator)

# NORA Egmont



... der 6/8-Kreis AM/FM-Hochleistungs-Super mit 8 Röhren, für Wechsel- und Allstrom, mit magischem Auge und Breitbandlautsprecher von 21 cm  $\varnothing$  ... gewinnt den Hörer durch seinen glockenreinen Ton. Der UKW-Super hat Rati-detektor. Der eingebaute UKW-Dipol ist auch für die anderen Wellenbereiche wirksam.

**NORA-Egmont:**

leistungsfähig — gediegen — und preiswürdig:  
Preis: DM 340,-

**Nora-Reisesuper Noraphon:**

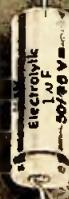
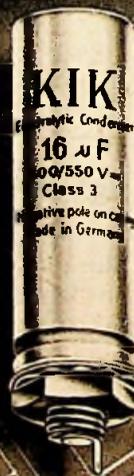
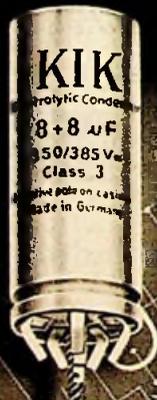
Preis incl. Teleskopantenne, ohne Batterie DM 198,-

**Ein Verkaufsschlager für Sie!**



NORA-RADIO GMBH · BERLIN-CHARLOTTENBURG 4

# Kreiff ELEKTROLYTKONDENSATOREN



KIK GERÄTEBAU G.M.B.H. KÖLN