

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

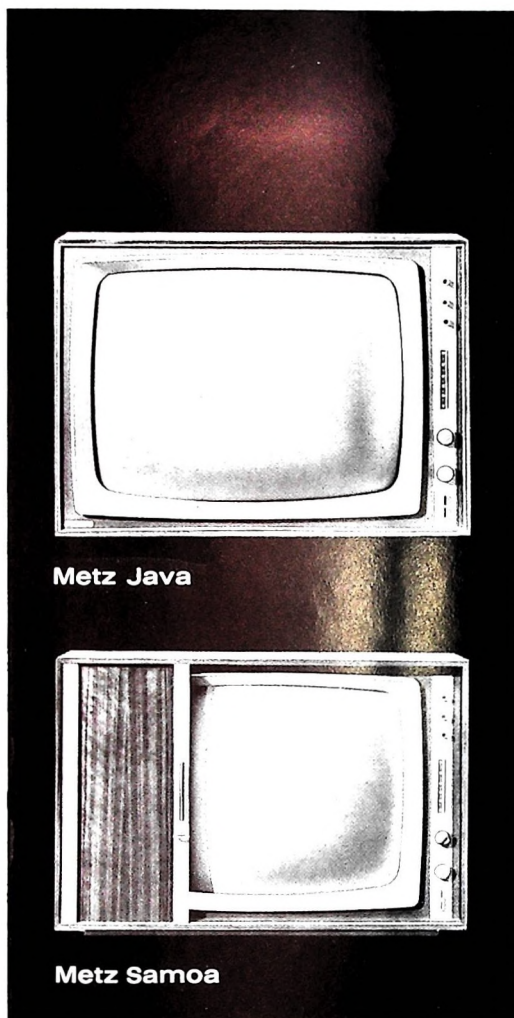
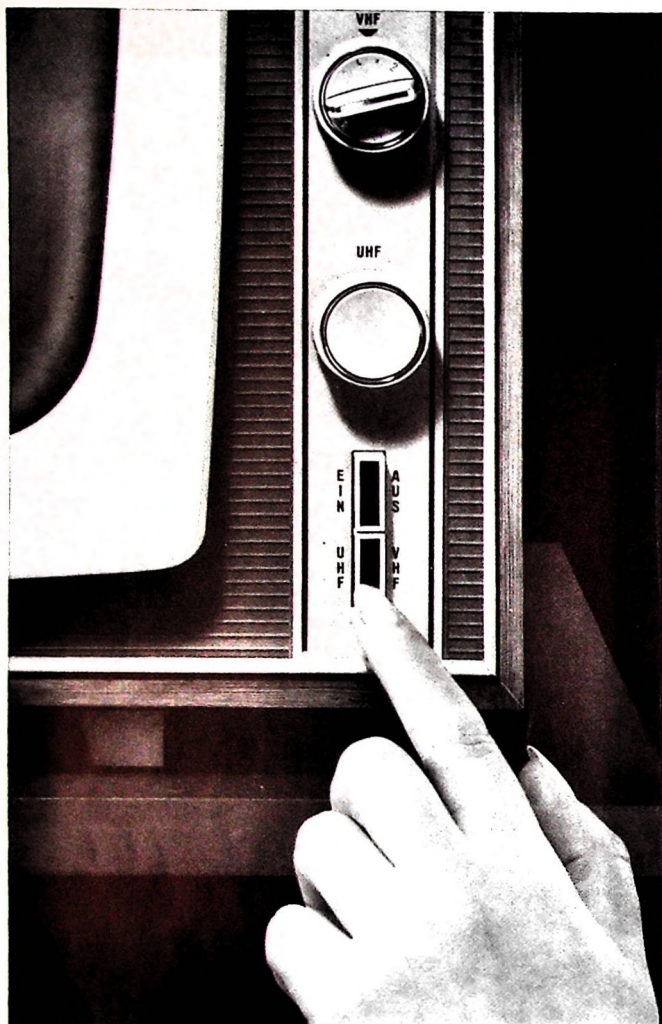


11

1964

1. JUNIHEFT





## Nur ein Knopfdruck

und schon haben Sie bei Metz-Fernsehgeräten das Erste oder das Zweite Programm eingeschaltet. Dabei erhalten Sie immer ein gestochen scharfes und klares Bild. Und das ohne langes, mühsames Herumsuchen. Ohne Anvisieren oder Nachregulieren. Denn das besorgt alles die automatische Präzisions-Feinabstimmung des VHF-Kanalschalters — das Abstimmgedächtnis, wie wir sagen. Der Sender ist daher immer bei Programm-Schnellwahl mit der Taste exakt eingestellt. Bequemer geht es wirklich nicht mehr!

Natürlich ist die Programm-Schnellwahl nicht unser einziges Verkaufs-Argument. Denn Metz-Fernsehgeräte haben noch den volltransistorisierten UHF-Tuner und 4 Bild-ZF-Stufen bei UHF, den dreistufigen ZF-Verstärker mit Spanngitter-Röhre und 2 Transistoren sowie echte Vollautomatik-Technik. Aber Sie wissen es ja selbst: Die perfekte Metz-Technik bürgt für Fernsehen „erster Klasse“!

---



---



## Zum Abschluß der Hannover-Messe 1964

Der Verlauf der Hannover-Messe 1964 stand für die Rundfunk- und Fernsehgerätestandorte im Zeichen eines flüssigen Absatzes, insbesondere von Fernsehempfangsgeräten. Während in früheren Jahren die Messe als Neuheitstermin für Fernsehempfänger galt, ist sie jetzt gewissermaßen Neuheiten-Schlußtermin, nachdem die ersten neuen Typen bereits im Februar vorgestellt und jetzt in Hannover die letzten Neuheiten herausgebracht wurden.

Die an der Gemeinschaftsausstellung „Rundfunk-Stereophonie“ beteiligten Mitgliedsfirmen des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI (AEG, Blaupunkt, Graetz, Grundig, Körting, Loewe Opta, Metz, Nordmende, Philips, Saba, Schaub-Lorenz, Siemens, Telefunken und Wega) hatten die Gelegenheit der Messe auch dazu benutzt, die Besucher in einem Einführungsvortrag mit Musikbeispielen mit der Rundfunk-Stereophonie bekanntzumachen, und zwar in einem eigens errichteten Pavillon. Der Besucherandrang hierzu war ungewöhnlich stark.

## Deutsche Industrie-Ausstellung Berlin 1964

An der Deutschen Industrie-Ausstellung Berlin 1964 vom 19. September bis 4. Oktober werden - im Gegensatz zum Vorjahr - die Rundfunk-,

Fernseh- und Phonoindustrien wieder beteiligt sein.

## FTG-Jahrestagung 1964

Die 12. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft e. V. findet vom 21. bis 25. September 1964 in der Universität Hamburg, Hörsaal A, Edmund-Siemers-Allee 1, statt. Der Mittwoch der Tagungswoche bleibt vortragsfrei. Dafür sollen Betriebsbesichtigungen und ein gemeinsamer Ausflug unternommen werden. Aus diesem Grunde muß die Anzahl der Kurzreferate in diesem Jahr eingeschränkt werden. Die FTG bittet, dies schon bei der Themenmeldung zu berücksichtigen und nur solche Vorträge zu benennen, die wirklich neue Entwicklungen und Untersuchungen auf dem Fernsehgebiet behandeln.

Die Dauer der Kurzreferate soll 15 Minuten möglichst nicht überschreiten. Die FTG ist in diesem Jahr bevorzugt bemüht, einen Überblick über das industrielle Fernsehen und Sonderanwendungen der Fernsehtechnik außerhalb des Fernsehfunks zu geben und bittet, Vortragsmeldungen (unter Beifügung erläuternder Stichworte) bis zum 10. Juni 1964 an Herrn Professor Dr. R. Theile, Institut für Rundfunktechnik GmbH, 8 München 45, Floriansmühlstr. 60, zu richten.

## DIN-Normblatt-Verzeichnis 1964

Das neue Normblatt-Verzeichnis 1964 mit den Num-

mern, Titeln und Ausgabedaten der zur Zeit gültigen 11 600 deutschen Normen und Norm-Entwürfe ist gegenüber der letzten Ausgabe (1963) um rund 225 neue DIN-Normen und Norm-Entwürfe erweitert worden. Ein Nummern- sowie ein ausführliches Stichwortverzeichnis erleichtern das Auffinden der einzelnen Sachgruppen und Normen. Die einzelnen Gruppenüberschriften sind in drei Sprachen (Deutsch, Englisch, Französisch) aufgeführt (Bezug durch Beuth-Vertrieb GmbH, 1 Berlin 15, Uhlandstraße 175).

## Fernsehlehrgänge in Hamburg

Die Fernseherschulung für den Fachhandel wird von der Deutschen Philips GmbH Mitte Juni 1964 mit zunächst zehn je viertägigen Lehrgängen zentral in Hamburg fortgesetzt (23. 6.-26. 6., 30. 6. bis 3. 7., 7. 7.-10. 7., 14. 7.-17. 7., 21. 7.-24. 7., 28. 7.-31. 7., 4. 8. bis 7. 8., 11. 8.-14. 8., 18. 8. bis 21. 8. und 25. 8.-28. 8.).

## Studienreise für Meß- und Regelungstechnik nach den USA

Anläßlich der in New York stattfindenden 19. Internationalen Instrumenten- und Automations-Ausstellung führt der Wirtschaftsdienst Studienreisen in der Hapag-Lloyd Reisebüro-Organisation, Frankfurt a. M., eine Studienreise für Meß- und Regelungstechnik nach Amerika in der Zeit vom 30. September bis 18. Oktober 1964 durch. Der Teilnehmerpreis wird etwa 5400 DM betragen.

## UKW-Amateurfunk Erde-Mond-Erde

Am 11. April 1964 gelang der finnischen Amateurstation OK 1 NL und ihrem amerikanischen Partner W 6 DNG die erste Wechselverbindung zwischen Europa und Amerika auf UKW im 2-m-Band. Hierbei wurde der Mond als Reflektor im Weltraum ausgenutzt.

Sowohl bis jetzt bekannt ist, wurde in Finnland ein Sender mit nur 800 W Leistung in Verbindung mit einer 21-dB-Richtantenne benutzt. Der Funkverkehr ist von beiden Seiten auf Tonband aufgezeichnet und der Weltorganisation der Funkamateure zur Anerkennung des Rekordes zugeleitet worden.

## Muirhead & Co.

Die Firma Telco, Baldham bei München, hat die Gesamtvertretung der Firma Muirhead & Co. Ltd. für das Gebiet der Deutschen Bundesrepublik übernommen. Ein dreisprachiger Gesamtkatalog (englisch, französisch, deutsch) unterrichtet über elektrische Präzisionsmeßgeräte, Synchros und Servoeinrichtungen sowie über Faksimile-Fernmeldeanlagen.



## AUS DEM INHALT

1. JUNIHEFT 1964

FT-Kurznachrichten .....	387
Fernsehempfänger 1964/65 mit hohem Komfort .....	391
Fernsehempfänger auf der Hannover-Messe 1964 · Schaltungs- und Konstruktionsfeinheiten .....	392
Bild-ZF- und Video-Verstärker .....	395
Service-Schablone für Fernsehempfänger ..	396
Probleme der Farbfernseh-Empfangstechnik .....	397
„allround-box“ 10+3 .....	398
»MT 3624« · Stereo-Magnetongerät mit Kopiermöglichkeit .....	399
Neue Magnetongeräte .....	403
Persönliches .....	405
Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche · Der Endverstärker .....	406
Für Werkstatt und Labor Elektrische Spannungsmessung .....	408
Für den KW-Amateur 2-m-Konverter mit Transistoren .....	412
FT-Bastel-Ecke Alarmgerät mit akustischer Anzeile ..	414
Vom Versuch zum Verständnis Grundschaltungen der Rundfunktechnik und Elektronik .....	416
Neue Bücher .....	418
Unser Titelbild: Der neue „autorecorder“ von Philips erlaubt die Aufnahme und Wiedergabe von Tonbändern; er besteht aus einer Kombination des „taschen-recorder 3300“, einer neuen besonderen Autoeinheit und eines Autosupers (s. a. S. 404)	
Aufnahme: Deutsche Philips GmbH	
Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 386, 388, 389, 413, 415, 419 und 420 ohne redaktionellen Teil	

## Rundfunk-Stereophonie



### NDR

Hamburg (87,6 MHz)  
Versuchssendungen montags bis freitags 13.30–15.00 Uhr, außerdem mittwochs 16.00–16.30 Uhr und sonnabends 18.00–18.30 Uhr

### Hannover (95,9 MHz)

Versuchssendungen montags, dienstags, donnerstags, freitags 13.30 bis 15.00 Uhr, mittwochs 16.00 bis 16.30 Uhr und 18.00–18.30 Uhr, sonnabends 13.30–15.00 Uhr und 18.00–18.30 Uhr

### SFB

1. 6. 1964 (88,75 MHz)  
20.05–22.00 Uhr  
Jubiläums-Festkonzert anläßlich des 10-jährigen Bestehens des SFB

### 5. 6. 1964 (88,75 MHz)

20.05–22.00 Uhr  
Festlicher Abend (Unterhaltungsmusik)

### 7. 6. 1964 (88,75 MHz)

21.15–22.00 Uhr  
Vitya Vronsky und Victor Babin spielen (Klavierduo)

### 13. 6. 1964 (88,75 MHz)

20.05–21.30 Uhr  
Rhythmus und Melodie  
Versuchssendungen montags bis freitags 17.00–18.00 Uhr (96,3 MHz)

### SR (95,5 MHz)

Sonntags 23.00–24.00 Uhr wechselndes Programm  
7. 6. 1964, 23.00–24.00 Uhr  
Kammermusik mit Mandoline; Konzert für Flöte, Harfe und Orchester (Mozart)

Versuchssendungen montags bis freitags 17.00–17.45 Uhr, sonnabends 11.00–12.00 Uhr

### WDR

Langenberg (99,2 MHz), Münster (89,7 MHz), Nordhella (98,1 MHz), Teuloburger Wald (97,0 MHz)

Sonntagsabendfüllendes Programm  
Versuchssendungen montags bis freitags 17.30–18.30 Uhr, sonnabends 10.45–11.45 Uhr und 14.00–15.00 Uhr

### HR

Der Hessische Rundfunk rüstet zur Zeit seine UKW-Sender Feldberg, Rimberg, Meißner und Harberg auf Stereo um. Mit dem Beginn der Stereo-Sendungen ist im Spätherbst zu rechnen.

### SW

Der Südwestfunk wird voraussichtlich mit seiner UKW-Senderkette II gegen Jahresende mit stereophonen Aussendungen beginnen.





**Der VII. Band  
erscheint in Kürze!**

Herausgeber:  
Obering. Kurt Kretzer

Mit Beiträgen hervorragender Fachleute unter Mitarbeit der Redaktionen  
**FUNK-TECHNIK** und **INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDschau**

Der VII. Band ergänzt und erweitert Sachgebiete der hervorragend beurteilten vorangegangenen Bände und behandelt bisher unveröffentlichte Themen über neue technische Forschungsergebnisse sowie aus der Praxis kommende neue Erkenntnisse auf den Gebieten der Hoch- und Niederfrequenztechnik, der Starkstrom-, Schwachstrom- und Nachrichtentechnik

743 Seiten · 538 Bilder · 46 Tabellen · 4 Tafeln · Ganzleinen 19,50 DM

### Die Verfasser und ihre Beiträge

Dr. sc. techn. Helmut P. Louis	Grundlagen und Anwendungen der magnetischen Informationsspeicherung
Ing. Christian Boden	Energieleitungen bei sehr hohen Frequenzen
Doz. Dipl.-Ing. Hans Herbert Klinger	Rauscharme Verstärker
und Dr.-Ing. Hans Paul	UHF-Meßtechnik
Dipl.-Ing. Friedrich Pötzl	Rauschgeneratoren und ihre Anwendungen in der HF- und NF-Technik
Dr.-Ing. Wilhelm Pöhlmann	Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronenstrahl-Oszillografen
J. Czech	Elektrisches Messen von nichtelektrischen Größen
Ing. Rudi Kautsch	Moderne Empfangstechnik für Rundfunk und Fernsehen
Dr.-Ing. Jan Harmans	Neue Glühkatodentechnik
Dr.-Ing. Helmuth te Gude	Drehmelder (Drehfeldsysteme, Synchros) und Zubehör
Dipl.-Ing. Arnold Aulmann und	Die steuerbare Einkristallgleichrichterzelle, eine neues Bauelement in der Starkstromtechnik
Dipl.-Ing. Ekkehard Riedel	Nukleare Elektronik
Dr.-Ing. Dirk Hesse	Elektronik in der Medizin
Dipl.-Ing. Julius Bosch und	
Dipl.-Ing. Winfried Klein	
Priv.-Doz. Dr. med. Dr. rer. nat. G. Fuchs	

**Auch der VII. Band ist als Nachschlagewerk und Ratgeber, als Lehrmittel und Arbeitsunterlage eine wertvolle Informationsquelle. Ergänzen Sie deshalb Ihre HANDBUCH-Reihe! Der besondere Wert dieses Nachschlagewerkes liegt in seiner Vollständigkeit**

Spezialprospekt mit ausführlichem Inhaltsverzeichnis auf Anforderung  
Das HANDBUCH erhalten Sie in allen guten Buchhandlungen im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**

BERLIN - BORSIGWALDE · Postanschrift: 1 Berlin 52



Dieses  
**NATIONAL**  
Gerät\* wurde  
heute verkauft...

## NATIONAL

\* RF-1006 L

Tragbares Transistor-Radio  
mit UKW, Mittel-  
und Langwelle. Auch als  
Autoradio zu verwenden.  
Form und Ausstattung  
für höchste Ansprüche.



... ein Tag mit gutem Gewinn!

NATIONAL-Geräte bringen Ihnen gute Umsätze. Unter dem Namen NATIONAL sind die Produkte von Matsushita Electric jetzt auch in Deutschland bekannt geworden. NATIONAL-Geräte verkaufen sich gut, denn sie bringen alle Voraussetzungen für ein erfolgreiches Verkaufsgespräch mit. Die technische Ausstattung ist hervorragend. Die Empfangsleistung ausgezeichnet. Und für die Qualität garantiert der Name des größten Radioherstellers der Welt.

Japans größter Hersteller für Fernseh-, Rundfunk- und Elektrogeräte

# MATSUSHITA ELECTRIC

JAPAN

Generalvertretung für Deutschland: TRANSONIC Elektrohandelsges. m. b. H. & Co., Hamburg 1, Schillinskystraße 22, Telefon 24 52 52, Fernschreiber 02-13418 · HEINRICH ALLES KG, Frankfurt am Main, Mannheim, Siegen, Kassel · BERRANG & CORNEHL, Dortmund, Wuppertal-Elberfeld, Bielefeld · HERBERT HÜLS, Hamburg, Lübeck · KLEINE-ERFKAMP & Co., Köln, Düsseldorf, Aachen · LEHNER & KÜCHENMEISTER KG, Stuttgart · MUFAG GROSSHANDELS GmbH, Hannover, Braunschweig · WILH. NAGEL OHG, Karlsruhe, Freiburg/Breisg., Mannheim · GEBRÜDER SIE, Bremen · SCHNEIDER-OPEL, Berlin SW-61, Wolfenbüttel, Marburg/Lahn · GEBRÜDER WEILER, Nürnberg, Bamberg, Regensburg, Würzburg, München, Augsburg, Landshut







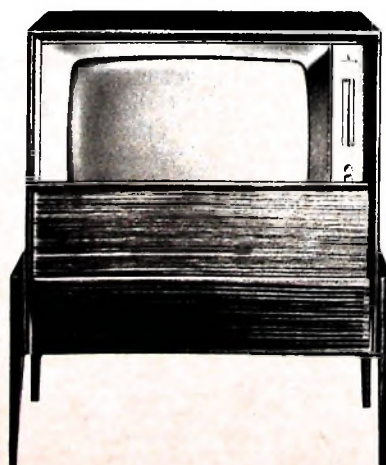
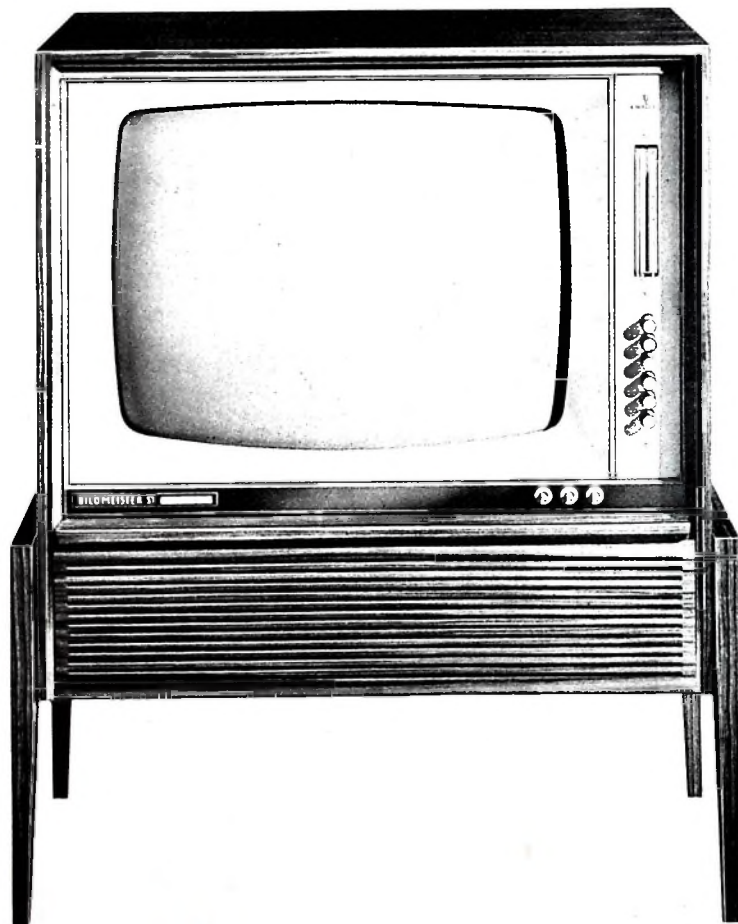
**SIEMENS**

**»Billige« Fernsehgeräte  
muß man  
oft teuer bezahlen**

Billig, billiger, am billigsten . . .  
Der Preiskampf verschärft sich. Wer  
ist der Gewinner? Der Kunde? Nein,  
denn auf die Dauer macht sich nur  
Qualität bezahlt. Der Fachhändler?  
Nein, denn auf die Dauer sind nur  
zufriedene Kunden ein Gewinn.  
Oder der Hersteller? Auch nicht,  
denn »billige« Geräte ruinieren auf  
die Dauer selbst den besten Ruf.  
Dieser Preis ist uns zu hoch. Ihnen  
wahrscheinlich auch. Sie wollen ver-  
mutlich auch morgen und übermorgen  
Fernsehgeräte verkaufen (nicht nur  
heute). Deshalb empfehlen wir Ihnen  
die neuen Siemens-»Bildmeister«  
mit gutem Gewissen, weil wir nicht  
(koste es, was es wolle) gespart  
haben.

**Für Kunden, die  
das Besondere schätzen**

**Siemens-Fernsehgeräte  
»Bildmeister« 1964/65**



**»Bildmeister 51«  
mit verschleißbarer Jalousie  
aus Edelholz**

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIFENBACH

## Fernsehempfänger 1964/65 mit hohem Komfort

Die Neuheitenschau auf der Hannover-Messe 1964 stand unter günstigen Vorzeichen. Die Fernsehsehteilnehmerzahl erreichte zu diesem Zeitpunkt etwa 9,3 Millionen, und die Produktion der 1963 hergestellten Fernsehgeräte belief sich auf 1,92 Millionen. Im vergangenen Jahr war es der Industrie außerdem gelungen, die Produktion dem tatsächlichen Bedarf des In- und Auslandes anzupassen. Die Lagersituation zum Jahresende und in den letzten Wochen galt als erfreulich normal. Eine so günstige Marktsituation wirkt sich natürlich auf den Start des Empfängerprogramms aus. Er verlief harmonisch ohne ernste wirtschaftliche Diskussionen. Man konnte sich ganz auf die Eigenschaften der Neuheiten konzentrieren.

Typisch für den Fernsehempfänger 1964/65 ist die fortschreitende Transistorisierung. Von der Teiltransistorisierung ausgehend, sind jetzt komplette Stufen und Bausteine Transistoreinheiten geworden. Schon im letzten Jahr waren fast alle UHF-Tuner mit Transistoren bestückt. In dieser Saison wird der VHF-Transistortuner in verschiedenen Modellen eingeführt. Oft ist auch der Bild-ZF-Teil transistorisiert. Gerade bei diesem Baustein macht auch die Automation weitere Fortschritte. Die gedruckte Schaltung ist beispielsweise hier bei einem führenden Fabrikanten durch gedruckte Spulen ergänzt. Bei dieser Technik kann man den vorgefertigten und vorabgeglühten Transistor-ZF-Teil als Baustein in die Chassisdrukplatte einsetzen, ein beachtenswertes Ergebnis der Rationalisierung. Der Übergang zu volltransistorisierten Stufen ist im Fernsehempfänger ein echter Fortschritt. Die dadurch höhere Betriebssicherheit wird den Service weiterhin entlasten, und die immer noch kritischen Erwärmungsprobleme der Chassis werden mehr und mehr abgebaut.

Außerdem ist mit der Verwendung rauscharmer Transistoren in den Tunern und dem dadurch bedingten größeren Rauschabstand zum Eingangssignal ein Gewinn an Bildgüte und Empfindlichkeit verbunden. Für Empfangsanlagen, bei denen keine störenden Reflexionen auftreten, genügt daher für ein ausreichend großes Eingangssignal oft schon eine Fenster- oder sogar Zimmerantenne, wenn es sich um Orts- oder Regionalempfang handelt. Für Fernempfang bisher benötigte sehr große Antennen können in solchen Fällen eventuell ebenfalls durch einfachere Bauformen abgelöst werden. Die Transistorisierung führt ferner auch zu einer bemerkenswerten Raumsparnis im Empfänger.

Weitere Fortschritte sind auf neue Röhrentypen zurückzuführen. Die bisher übliche Videoröhre PCL 84 wird vielfach durch die stellere Doppelpentode PFL 200 ersetzt. Im Zusammenhang damit ist auch eine neue Technik der Videostufe entwickelt worden.

Verbesserte Regelschaltungen liefern bei Weitempfang ein kontrastreicheres Bild und nivellieren die unterschiedlichen Feldstärken beim Empfang mehrerer Programme. So kann man auf einen zusätzlichen Helligkeitsregler für das andere Programm verzichten.

Hinsichtlich der Verwendung von Bildröhren hat sich nichts geändert. Die 59-cm-Bildröhre dominiert nach wie vor. In Sonderfällen findet man Empfänger mit einer 47-cm-Bildröhre, beispielsweise für Koffergeräte oder für typische Zweitempfänger, die auch als Erstgerät in der kleinen Wohnung Chancen haben. In Fernsehempfängern für größere Räume in Hotels, Restaurants usw. hat sich das Großbildformat mit der 69-cm-Röhre durchgesetzt. Es sei nur noch kurz erwähnt, daß in der neuen Saison die schuttscheibenlose Fernsehbildröhre das Feld beherrscht.

Schon vor Jahren wurde das Problem der einfachen Mehrkanalabstimmung eifrig diskutiert. Die damals üblichen Lösungen mit einem Kanalschalter für VHF und einem durchstimmbaren UHF-Bereich waren für den Laien nicht unbedingt ideal. Es lag nahe, die beim Autosuper so bewährten Stationstasten in abgewandelter Form auch beim Fernsehgerät anzuwenden. In den neuen Empfängern ist diese Technik in verschiedenen Variationen hoch entwickelt. Die Anzahl der Drucktasten hängt oft von der jeweiligen Geräte- und Preisklasse ab. Bei vielen Modellen kann man nach entsprechender Voreinstellung bis zu sechs Sender durch Tastendruck wählen. Diese neuen Tastenaggregate sind leichter zu bedienen als die bisher bekannten; man braucht weniger Druck anzuwenden. Ein anderer Fortschritt ist, daß die einzelnen Tasten nicht mehr einem bestimmten Bereich zugeordnet sind. Dadurch ist eine ideale Anpassung an die jeweilige Empfangssituation möglich. Zur besseren Orientierung über die getätigte Kanalwahl zeigen Skalen und Leuchtfarben die Stationen optisch an. Es gibt aber auch neue Empfänger, die völlig auf die Tastenwahl verzichten. Die hier verwirklichte kontinuierliche Einknopfabstimmung setzt eine vertikale Großskala für sämtliche Kanäle (2...68) voraus. Die Senderpositionen kann man mit verschiebbaren Marken fixieren.

Die weitere Perfektionierung bewährter Automatikschaltungen macht verschiedene Funktionsregler überflüssig. Wenn man trotzdem auf bestimmte Regler nicht verzichten kann (beispielsweise Helligkeit oder Kontrast), dann findet man sie dezent angeordnet oder hinter einer Klappe verborgen.

Die Industrie führte ihre Bestrebungen, den Service der Fernsehempfänger zu erleichtern, erfolgreich fort. Das beginnt schon mit dem Transport des Gerätes und reicht bis zur Fehlersuche. Die Methoden, das Chassis ohne Lösen von Schrauben herauszuklappen oder Tuner schnell auszuwechseln, wurden gleichfalls weiterentwickelt, soweit es überhaupt noch notwendig war. Die sogenannte Bausteintechnik mehrerer Druckplatten und Steckverbindungen für die wichtigsten Komponenten bringen weitere Fortschritte. Auch der Bildröhrenwechsel von der Frontseite aus ist eine wichtige Maßnahme zur Verkürzung der Reparaturzeit.

Auf dem Gebiet der Formgestaltung bringt der neue Jahrgang wieder einige Varianten. Neue Formen, die mit der jüngsten Entwicklung der Wohnkultur konform gehen, sind ebenso zu finden wie neutral gehaltene Kombinationen, bei denen man sich bemüht, die Bildröhre in den Empfangspausen völlig verschwinden zu lassen. Interessant ist in diesem Zusammenhang ein neuer Fernseh-Radio-Phonotisch, bei dem man die Bildröhre herausklappen kann. Im geschlossenen Zustand zeigt das Gerät äußerlich keinerlei Technik. Im übrigen sind die meisten Tischempfänger und Standgeräte asymmetrisch gestaltet; in der sogenannten Standardklasse hat der Tischempfänger in Würfelform jedoch immer noch Existenzmöglichkeiten. Die Bedienungsknöpfe sind noch unauffälliger geworden und die Tasten sinnvoll und dezent an der Frontseite angeordnet. Für die Tischgeräte gibt es verschiedenes Zubehör (wie Untersatzische, Lautsprecher usw.) mit dem Endzweck, das Gerät harmonisch in den Raum einzugliedern. Nach wie vor sind die Hersteller bemüht, die Wünsche des Kunden nach verschiedenen Holzarten und Farben der Gehäuse zu erfüllen, auch wenn es von der Rationalisierung her gesehen nicht immer zweckmäßig ist.

Werner W. Diefenbach



## Schaltungs- und Konstruktionseinheiten

Der Übersichtsbericht mit bisher noch nicht besprochenen schaltungstechnischen Feinheiten berücksichtigt die auf der Hannover-Messe gezeigten Neuerungen und geht auch auf konstruktive Neuheiten ein.

### Blaupunkt

#### Volltransistorisierter Einblock-Tuner

Das neue Blaupunkt-Programm umfaßt Fernsehgeräte aller Preisklassen und bietet mit elf verschiedenen Typen eine reichhaltige Auswahl. Sämtliche UHF-Tuner sind mit rauscharmen Mesa-Transistoren bestückt. Für die Modelle der Standardklasse wurde ein volltransistorisierter Einblock-Tuner entwickelt, in dem die UHF- und VHF-Abstimmorgane zusammengefaßt sind. Die damit mögliche Ersparnis mechanischer und elektrischer Bauelemente ermöglicht es, schon diese Klasse mit Programmwahlkosten zu bestücken.

Zu den Neuentwicklungen zählt außerdem ein volltransistorisierter ZF-Verstärker für Bild und Ton mit insgesamt sechs Transistoren. Die Transistortechnik in den Blaupunkt-Fernsehgeräten führte zu erhöhter Fernempfangsleistung. Auch unter ungünstigen Empfangsbedingungen liefern die Geräte ein rauscharmes und kontrastreiches Fernsehbild. Um auch bei hohen Eingangsspannungen im Ortssenderbereich störungsfreien Fernempfang zu gewährleisten, wurde die Regelschaltung

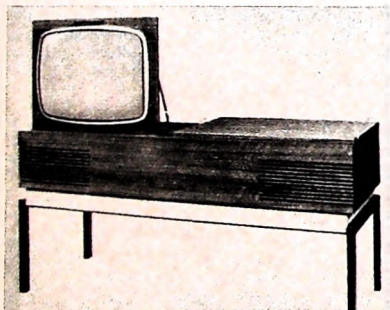


Bild 1. Tischtruhe „Bayreuth“ von Blaupunkt mit herausklappbarer Bildröhre

größt möglich ausgelegt. Über diese Technik berichten wir schon früher).

Besonders interessant ist in konstruktiver Hinsicht die zur Messe neu herausgebrachte Tischtruhe „Bayreuth“ mit Fernseh-, Rundfunk- und Phonoteil (Bild 1). Im geschlossenen Zustand sieht man dieser Neukonstruktion den technischen Inhalt kaum an. Links ist ein Fernsehgerät mit fünf Programmwahlkosten eingebaut. Die während der Fernseh-wiedergabe aufrecht stehende 59-cm-Bildröhre kann heruntergeklappt und ganz in der Tischtruhe versenkt werden. Die Öffnung wird durch eine Platte verdeckt.

Im rechten Teil sind (gleichfalls unter einer aufklappbaren Platte) ein Vollstereo-Rundfunkempfänger und ein Stereo-Plattenwechsler untergebracht. Die vier Lautsprecher in Stereo-Raumklang-Anordnung sorgen für eine gute Klangwirkung.

### Graetz

#### Verbesserte Tuner- und ZF-Teilschaltungen

Beim Neuentwicklungsprogramm von Graetz wurde die Schaltungstechnik der UHF- und VHF-Tuner im Gerätechassis „Peer“ geändert. Der VHF-Tuner arbeitet jetzt mit der Röhre PCF 801 in der Mischstufe. Die ZF-Spannung wird nicht wie bisher vom UHF-Tuner in das umschaltbare Mischbandfilter des ZF-Teils eingespeist, sondern dem VHF-Zwischenkreis (über eine Brückenschaltung am Gitter des Pentodenteils der VHF-Mischstufe) zugeführt. Dadurch wirkt bei UHF-Empfang die Pentode der VHF-Mischstufe als zusätzlicher ZF-Verstärker.

Die Graetz-Hochleistungsgeräte haben einen VHF-Schalttuner<sup>1)</sup> mit Neutroden-Eingangsschaltung. In der VHF-Mischstufe wird an Stelle der vorjährigen Bestückung mit der Röhre PCF 82 jetzt die Spanngitterröhre PCF 801 verwendet. Auch der ZF-Verstärker enthält zwei Spanngitterröhren (EF 183, EF 184), und die Video-Endstufe ist mit der PFL 200 bestückt. Im gesamten Verstärkerbereich von der Antenne bis zur Bildröhre sind also jetzt die steilen und betriebssicheren Spanngitterröhren eingesetzt. Wegen der höheren Empfindlichkeit ist die Video-Endstufe bereits bei einer Eingangsspannung von etwa 50  $\mu$ V voll angesteuert. Bei VHF-Betrieb wird die Eingangsstufe verzögert und die erste ZF-Stufe voll geregelt. Die Regelspannung wird mit Hilfe einer Diode M 3/1 gewonnen.

Der UHF-Tuner der Hochleistungs-Fernsehempfänger (Bild 2) hat zwei Transistoren AF 139. Um einen weiten Aussteuerbereich zu erhalten, arbeitet der Ausgangstransistor mit einer speziell entwickelten Regelschaltung. Hierfür wird das Pentodensystem der Röhre PCF 801 im VHF-Tuner benutzt. Es arbeitet bei UHF als erster ZF-Verstärker mit verzögerter Regelung. Die ZF-Spannung wird vom UHF-Tuner über eine Brücke an der Sekundärseite des VHF-Zwischenkreises eingespeist, während man die Arbeitsspannung für den UHF-Vorstufentransistor an einem Reihenwiderstand abgreift, über den der Anoden- und Schirmgitterstrom der Röhre PCF 801 fließt. Während der Regelung der Röhre ändert sich der Gesamtstrom und damit auch der Spannungsabfall an diesem Widerstand. Durch die Variation der Transistor-Betriebsspannung ist ein guter Regelvorgang in weiten

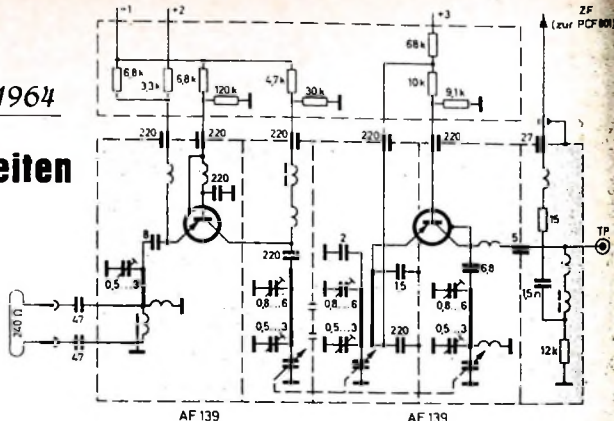


Bild 2. Schaltung des transistorisierten UHF-Tuners von Graetz

Grenzen möglich. Außerdem wird dadurch die Eingangsschaltung kreuzmodulationsfest.

Der Aufbau der Bild-ZF- und Videoverstärkerstufen ist auf den Seiten 395 und 396 dieses Heftes ausführlich beschrieben. Die Hochleistungsgeräte erhielten jetzt eine getastete Pentodenschaltung mit der Röhre PFL 200. Dadurch wird die getastete Regelung weitgehend unabhängig von Netzspannungsschwankungen und Veränderungen des Tastimpulses, wie sie beispielsweise bei der Helligkeitsregelung auftreten können.

Das Amplitudensieb mit Störaustastung ist mit der Röhre PCH 200 bestückt. Der Zeilenkippteil erhielt eine Zeilenfangautomatik mit einem symmetrischen Frequenz-Phasen-Diskriminator, wie er im vergangenen Jahr bei den Graetz-Fernsehempfängern der hohen Preisklassen verwendet wurde. Der große Fangbereich (etwa  $\pm 1,5$  kHz) gewährleistet auch bei extrem großen Abweichungen der Zeilenfrequenz einen sicheren Nachregelvorgang. Der sonst übliche Frequenzregler ist deshalb bei diesen Geräten nicht mehr vorhanden.

Graetz verwendet ferner in der Zeilen-Endstufe der Hochleistungsgeräte einen neuartigen steckbaren Zeilenausgangstransformator. Auf einer gedruckten Schaltplatte sind alle zur Endstufe gehörenden Bauteile angeordnet, wie beispielsweise die Linearisierungsspule und Fassung für den Hochspannungsgleichrichter. Da infolge Staubansammlungen oft Überschlüge an dieser Fassung auftreten, hat man sie mit einem Bajonettverschluß versehen, der ein leichtes Auswechseln ermöglicht.

Bei den Hochleistungsgeräten weicht die Bildkippschaltung von der in dieser Klasse bisher üblichen Technik ab. Die neu entwickelte Multivibratorschaltung ist auch bei größeren Netzspannungsschwankungen frequenzstabil. Durch besondere Einstellregler kann man die Linearität der Ablenkung in den erforderlichen Bereichen einstellen. Die Triode der PCL 86 erhält eine von der Boosterspannung abgeleitete doppelt stabilisierte Betriebsspannung. Spezialschaltungen (Bildfangautomatik) sind durch diese Stabilisierungstechnik überflüssig. Die einmal eingestellte Bildfrequenz bleibt auch bei Röhrenalterung und Netzspannungsschwankungen konstant.

### Komfort der Luxusklasse

In den Luxusklasse-Geräten von Graetz verdient der Bedienungskomfort beson-

<sup>1)</sup> Kinne, E.: Teiltransistorisierung in neuen Fernsehgeräten. Funk-Techn. Bd. 18 (1964) Nr. 9, S. 317-318

<sup>2)</sup> Bender, H.: Der Schalttuner, ein neuer VHF-Kanalwähler. Funk-Techn. Bd. 17 (1962), Nr. 9, S. 282-284



dere Beachtung. Hier können die verschiedenen VHF- und UHF-Kanäle durch ein Tastenaggregat mit neun Tasten gewählt werden. Damit lassen sich zwei Fernsehsender im Bereich I, drei Stationen im Bereich III und vier Kanäle im Bereich IV fest einstellen. Beim Druck auf eine dieser Tasten geben Zeiger und Leuchteffekt den jeweils eingestellten Bereich und Kanal an. Der VHF-Tuner mit den Röhren PC 900 und PCF 801 hat induktive Abstimmung. Ein Schiebeschalter in Spulennähe bewirkt die Umschaltung von Bereich I auf Bereich III. Die Vorstufe (PC 900) in neutralisierter Katodenbasisschaltung ist verzögert geregelt. Die VHF-Mischstufe mit der Röhre PCF 801 wirkt bei UHF als verzögert geregelter ZF-Verstärker, und auch die Transistor-Eingangsstufe (AF 139) ist verzögert geregelt. Die Oszillatoren beider Tuner werden durch zwei Dioden (BA 101 A) und die Steuerspannung der Nachstimmeneinheit auf Sollabstimmung gehalten.

Der Bild-ZF-Verstärker ist mit vier Transistoren bestückt. Die beiden ersten Stufen mit den Transistoren AF 181 werden aufwärts geregelt. Zwei weitere Stufen enthalten den Transistor AF 121 und sind ungerichtet. Als Selektions- und Kopplungsmittel werden Bandfilter und Breitbandübertrager benutzt. Nachbarbild- und Nachbartonfallen sorgen für eine gute Unterdrückung benachbarter Sender und für die normgerechte Form der Durchlaßkurve. Von den beiden Gleichrichterdioden (OA 70) erzeugt eine den Differenzträger und unterdrückt die energiereichen Bildanteile, während die andere Diode als Videodemodulator arbeitet und das Ton-ZF-Signal (sowie gegebenenfalls den Farbbildträger) unterdrückt. Der Ton-ZF-Verstärker ist mit zwei Transistoren AF 126 bestückt. Das Pentodensystem der Video-Endstufe PFL 200 arbeitet als Taströhre. Die hier erzeugte Regelspannung wird unter Zwischenschalten eines Impedanzwandlers (AC 125) zum Regeln des ZF-Verstärkers benutzt. Diese Spannung gelangt nach Verzögerung durch die Selen-Diode M 3/1 auch zur VHF-Mischstufe.

Bei den Luxusgeräten macht eine Zeilenfangautomatik mit Koinzidenzröhre das Nachstellen der Zeilenfrequenz überflüssig, denn jede Frequenzabweichung wird automatisch ausgeglichen. Zur stabilen Bildkipp-Synchronisation ist nach der Integrationskette eine Aufrastöhre vorhanden. Sie schneidet die Vertikal-Synchronisierungspulse weit oberhalb des zwangsläufig verbleibenden Anteils an Zeilenimpulsen ab. Der Bildkipp ist außerdem amplitu-

denstabilisiert. Die Luxusgeräte haben im Videoteil einen abschaltbaren Klarzeichner und eine abschaltbare Einrichtung zum Unterdrücken der Zeilenstruktur.

### Grundig

#### Neuer VHF-Transistor-Tuner

Die neuen Grundig-Fernsehempfänger sind mit einem UHF-Transistor-Tuner und mit einem neuen VHF-Transistor-Tuner ausgerüstet. Die wesentlichen Vorteile des neuen VHF-Transistor-Tuners sind minimaler Temperaturgang ( $< 40 \text{ kHz}$ ), der das Fernsehbild nicht beeinflußt, und große Betriebssicherheit.

Der Tuner arbeitet im Bereich III mit kontinuierlicher L-Abstimmung und im Bereich I wegen der niedrigen Frequenzen mit schaltbaren Spulen. Zum Abstimmen dienen kreisförmige, mit Leiterbahnen bedruckte Hartpapierschleifen (Bild 3), die auf einer drehbaren Achse an feststehenden Schleiffedern vorbeigeführt werden. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit sind die Leiterbahnen palladiert. Die Grundplatte des Tuners ist in gedruckter Schaltung ausgeführt. Für die Handkanalwahl ist außerhalb des Tuners eine Rastscheibe angeordnet. Jeder Kanal kann gerastet eingestellt werden. Die Feinabstimmungskapazität ist als kleiner federnder Metallbügel ausgebildet (Bild 4); dieser Metallbügel wird durch einen Stift, der auf einer Kurvenbahn gleitet, mehr oder weniger weggedrückt. Um günstige Störstrahlungswerte zu garantieren, ist der Tuner in drei Kammern aufgeteilt. In der Vorstufe des VHF-Tuners (Bild 5) ist der Regeltransistor AF 109 und in der Misch- und Oszillatorstufe sind je ein Transistor AF 106 eingesetzt. Sämtliche Transistoren arbeiten in Basisschaltung. Das Antennensignal gelangt zu einem Breitbandübertrager mit galvanisch getrennten Wicklungen. Er transformiert von 240 Ohm symmetrisch auf 240 Ohm asymmetrisch. Die Eingangsschaltung ist gegenüber statischen Aufladungen der Antenne bei Gewittern betriebssicher. Im Bereich III ist ein abgestimmter Hochpaß als Vorkreis wirksam. Er garantiert eine gute Selektion und unterdrückt etwaige Bereich I/II-Sender sowie ZF-Störer. Die ZF-Sicherheit im Kanal 2 ist beispielsweise ohne zusätzliche ZF-Sperren etwa 40 dB.

Die gewählte Aufwärtsregelung des Vorstufentransistors verändert die Eingangs-impedanz des Tuners nur geringfügig; sie ist in bezug auf die Kreuzmodulations-eigenschaften sehr günstig. Auch die Durchlaßkurve des Tuners wird beim Regeln nur minimal beeinflußt.

Das auf die Vorstufe folgende Bandfilter hat eine Bandbreite von 8 MHz. Am Meßpunkt M kann die HF-Durchlaßkurve gemessen werden. Der Spannungsteiler C 110, C 111 paßt die Bandfilterimpedanz an den Eingangswiderstand des Mischtransistors T 2 an.

Der Oszillator ist in einer getrennten Kammer untergebracht. Vom Collector des Transistors T 3 gelangt die Oszillatorspannung (200 ... 300 mV) über C 118 auf den Eingang der Mischstufe.

Bei UHF arbeitet die Mischstufe als zusätzlicher ZF-Verstärker. Vorstufe und Oszillator werden bei UHF abgeschaltet. Die UHF-ZF ist über einen Kreis - er bildet mit dem ZF-Ausgangskreis des UHF-Tuners ein breites Bandfilter - und die Koppelglieder C 112, R 119 lose an den Eingang der Mischstufe gekoppelt. Dadurch sind Rückwirkungen der UHF-ZF auf das VHF-Bandfilter und umgekehrt ausgeschlossen.

#### Bild-ZF-Verstärker mit gedruckten Spulen

Zu den technisch bemerkenswerten Neuerungen gehört der von Grundig in den neuen Fernsehempfängern vom „T 400“ ab verwendete Bild-ZF-Verstärker mit gedruckten Spulen. Er ist auf einer getrennten Druckplatte aufgebaut, läßt sich deshalb vorabgleichen und rationell in die Chassisdruckplatte einfügen (Bilder 6 und 7).

Auf der Verstärkerplatte sind drei ZF-Stufen mit zwei Transistoren AF 121 untergebracht. Aus wärmetechnischen Gründen ist die Eingangsregelröhre EF 85 jedoch auf der Druckplatte des Hauptchassis angeordnet. Die Verbindungen zwischen Verstärker- und Hauptchassisplatte werden über ausgestanzte Zapfen an der Verstärkerplatte hergestellt, die in entsprechende Schlitze auf der Chassisdruckplatte greifen. Beim Tauchlöten werden sämtliche Bauelemente einschließlich der durchgesteckten Zapfen der Verstärkerplatte in einem Arbeitsgang erfäßt.

Beim Aufbau des Empfängers werden die einzelnen Stufen des Verstärkers durch querliegende Messingbleche getrennt. Die Bleche gewährleisten gute Erdpunkte, entkoppeln die einzelnen Stufen, versteifen die Druckplatte und bilden schließlich die Führung der aufsteckbaren Abschirmbecher.

Das Diodenfilter hat an seinem Fußpunkt noch einen Becherunterteil (Überwurf), in den der Abschirmbecher gedrückt wird; es ist dann allseitig geschlossen. Auf diese Weise unterdrückt man die Oberwellen-

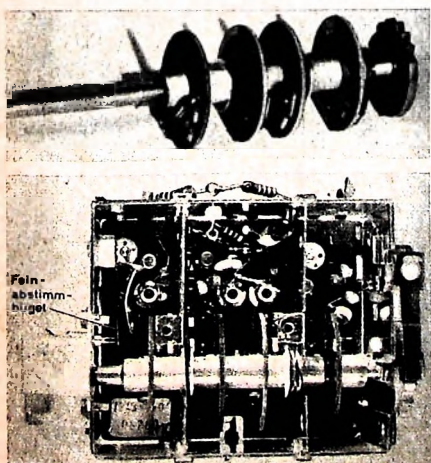


Bild 3. Schalterachse mit Leiterbahnscheiben des VHF-Tuners  
◀ von Grundig

◀ Bild 4. Unteransicht des VHF-Tuners: links: Oszillator, Mitte: Mischer, rechts: Vorstufe

Bild 5. Schaltung des VHF-Tuners ▶

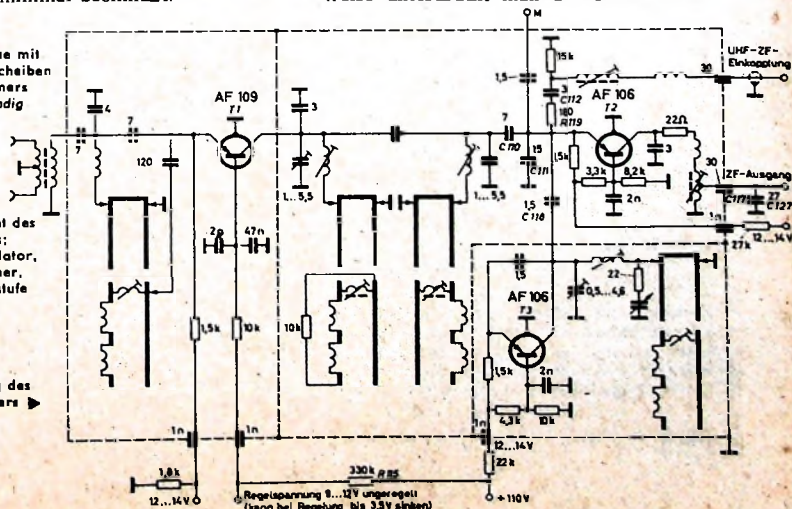
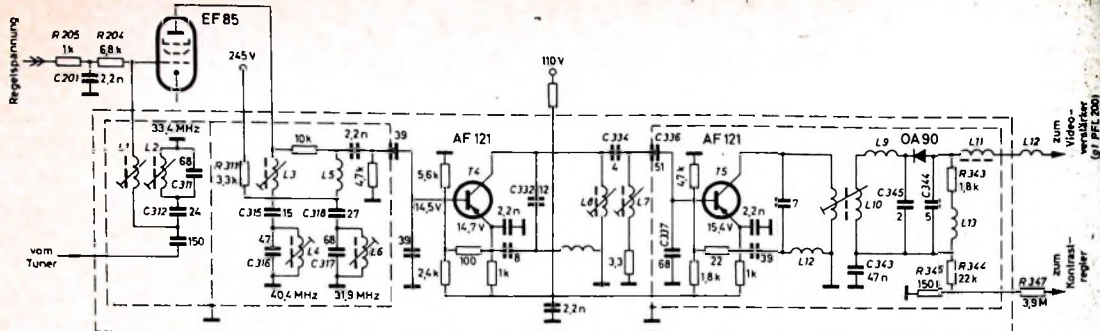




Bild 6. Schaltung des Bild-ZF-Verstärkers

Bild 7 (unten).  
Platte des Bild-ZF-Verstärkers von Grundig mit den gedruckten Spulen; die Bezeichnungen 1, 2, 3 usw. entsprechen L1, L2, L3 usw. im Bild 6



31,9 MHz (L 6, C 317, C 318) und 40,4 MHz (L 4, C 316, C 315) gekoppelt.

Zwischen den beiden Transistoren T 4, T 5 (AF 121) befindet sich ein weiteres Bandfilter (Collectorkreis L 8, C 332). Mit dem Collectorkreis ist über C 334 der folgende Basiskreis L 7 mit den Serienschaltensensoren C 336, C 337 gekoppelt.

### Neue Technik der Videostufe und getasteten Regelung

In den Grundig-Fernsehpfängern 1964/65 wird die bisher übliche Videoröhre PFL 84 durch die steilere Doppelpentode PFL 200 ersetzt. Das L-System dieser Röhre hat in Spannungstechnik eine Steilheit von 21 mA/V. Die Verschiedenartigkeit der Röhren und die Verwendung des geregelten Transistor-Tuners führten zu einer neuen Schaltung der Videostufe und der getasteten Regelung (Bild 8).

Nach der Demodulation im Videogleichrichter (der bereits im Bild 6 dargestellte Videogleichrichter ist der Übersichtlichkeit im Bild 8 nochmals mit eingezeichnet) gelangt das Videosignal über die HF-Siebdröseln L 11, L 12 und den Widerstand R 348 an das Pentoden-Steuergerät der PFL 200. Für die gitterseitige Frequenzkorrektur ist die Spule L 13 in Serie zum Diodenarbeitswiderstand R 343 in Verbindung mit R 348 und den HF-Drosseln L 11, L 12 wirksam. Diese Drosseln haben noch die Aufgabe, die Videostufe von unerwünschten HF-Resten und deren Oberwellen freizuhalten.

Das Videosignal wird im L-System der Doppelpentode etwa 28fach verstärkt. Zum Anheben der hohen Frequenzen ist der Kathodenwiderstand R 351 durch C 351 überbrückt. Bei einigen Geräten schaltet man mit der „Klarzeichner“-Taste noch eine Kapazität C 372 (2 nF) parallel; die Frequenzen werden bei 2...3 MHz angehoben.

In Reihe zum Anodenarbeitswiderstand R 352 ist die Spule L 14 angeordnet. Sie bildet zusammen mit den schädlichen

Streukapazitäten einen Resonanzkreis. Er ist auf eine höhere Videofrequenz abgestimmt und bewirkt eine Anhebung.

Über C 353 gelangt der mit dem Videosignal verstärkte Tonträger (5,5 MHz) zum Ton-ZF-Teil. Das Videosignal selbst kommt über den Sperrkreis L 15, C 701 (3,5 MHz) und über das gedämpfte Korrekturglied L 16, R 367 zur Bildröhrenkathode. Hinter dem Sperrkreis wird das Amplitudensieb angeschlossen.

Die Schirmgitterspannung der Videostufe wurde mit 110 V im Hinblick auf die zulässige Verlustleistung und die Wahl des Arbeitspunktes niedriggehalten. Der Schirmgitterkondensator C 352 verhindert das Einstreuen und Verschleppen von HF-Resten.

In der Taststufe wird die Regelspannung für die ZF-Regelröhre EF 85 (s. a. Bild 6) erzeugt. In der neuen Schaltung muß sie auch die Regelleistung für den VHF-Tuner mit dem Regeltransistor AF 109 (Bild 5) aufbringen. Diese zusätzliche Aufgabe macht eine niederohmigere Dimensionierung der Regelkette gegenüber früheren Schaltungen notwendig. Die getastete Regelung sorgt dafür, daß an der Videoanode ein Signal mit konstantem Spitzenwert entsteht, unabhängig von der jeweiligen Höhe der Antennenspannung. Andernfalls ist bei größeren Antennenspannungen mit einer Übersteuerung der letzten ZF-Stufe zu rechnen. Durch die Tunerregelung verhindert man auch ein Übersteuern der ZF-Regelröhre bei sehr hohen Eingangsspannungen. Ferner ermöglicht die neue Schaltung, gleiche Helligkeit bei verschiedenen hohen Antennenspannungen einzuhalten und eine vorteilhaftere Kontrastregelung zu verwirklichen.

(Fortsetzung folgt)

ausstrahlung von der Bildgleichrichterdioden über benachbarte Schaltelemente nach außen. Der im Diodenfilter liegende Transistor hat ferner eine Kühltülle.

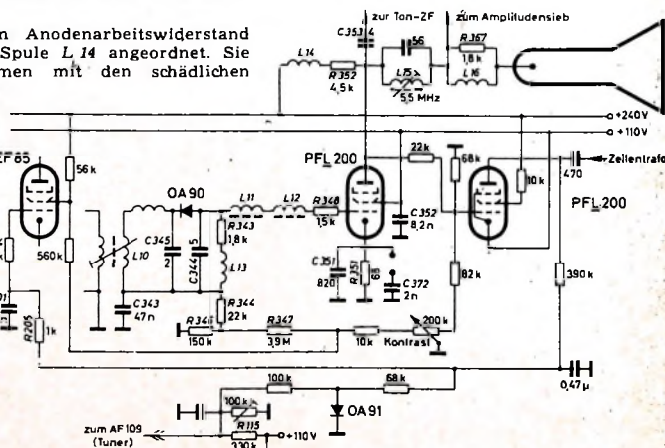
Die Induktivitäten sind in quadratischer oder rechteckiger Ausführung mit unterschiedlichen Leiterbreiten von 0,15 bis 0,8 mm gedruckt (Bild 7). Die Spulengüte hängt von der Leiterbreite ab; deshalb sind die Leiter der Trapspulen am breitesten ausgelegt. Während der jeweils äußere Spulenanschluß in die übrige Druckschaltung übergeht, wird an den inneren Anschluß eine Drahtbrücke aus 0,4 mm versilbertem Schmelzdraht geführt. Dieses Ende wird umgebogen und an den Anschluß gelötet.

Für den Abgleich verwendet man Scheiben aus HF-Eisen oder aus Messing. Sie haben M2-Schrauben an den Köpfen und werden jeweils in der Mitte der Spule in die Hartpapierplatte geschraubt. Beim Eindrehen der Scheiben ist eine L-Vergrößerung (HF-Eisen) oder L-Verkleinerung (Messing) möglich. Im Vergleich zu Filtern bisheriger Bauart ist der Abgleich einfacher und beständiger. Die Induktivitäten weichen maximal  $\pm 5\%$  vom Sollwert ab. Deshalb braucht man nur die Toleranzen der Kondensatoren ( $\pm 2,5\%$ ) und der wirksamen Transistorkapazitäten auszugleichen. Eine Änderung der Induktivitäten infolge Spulenalterung tritt nicht auf.

Der ZF-Eingang ist nach Bild 6 niederohmig an den Fußpunkt von L 1, den Gitterkreis der geregelten Eingangsstufe EF 85, gekoppelt. Dieser Gitterkreis bildet zusammen mit dem Tuner-ZF-Kreis ein im Fußpunkt kapazitiv gekoppeltes Bandfilter. Die Bandbreite wird durch die Massekapazitäten C 117 und C 127 (Bild 5) und die Kapazität des abgeschirmten Verbindungskabels (48 pF) bestimmt. Auch der 33,4-MHz-Trap beeinflusst mit L 2, C 311 und dem Koppelkondensator C 312 die Bandbreite.

Zwischen der Röhre EF 85 und dem folgenden Transistor AF 121 liegt ein Bandfilter mit dem Anodenkreis L 3 und dem Basiskreis L 5. Es ist über die im Fußpunkt liegenden Kapazitäten der Traps

Bild 8. Schaltung der Videostufe und der getasteten Regelung (Grundig)





# Bild-ZF- und Videoverstärker

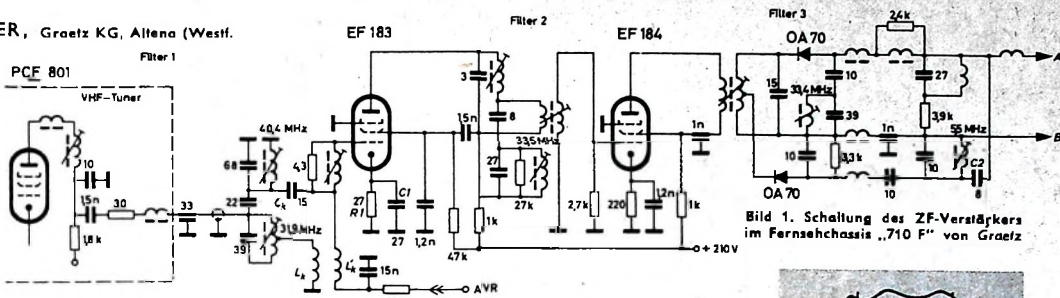


Bild 1. Schaltung des ZF-Verstärkers im Fernsehchassis „710 F“ von Graetz

Im neuen Hochleistungsfernsehgerät „Markgraf F 703“ von Graetz wird das Fernsehchassis „710 F“ verwendet; es weist als Weiterentwicklung des Chassis „610 F“ einige bedeutsame Neuerungen auf, so die durchgehende Verwendung von Spanngitterröhren im gesamten Verstärkerzug von der Antenne bis zur Bildröhre, die Trennung von Bild- und Tondiode (2-Dioden-Schaltung), die Verwendung von Transistoren im UHF-Tuner und Ton-ZF-Verstärker, die Mitbenutzung der VHF-Mischröhre als ZF-Verstärker bei UHF-Empfang (gleiche Empfindlichkeit auf VHF und UHF), die Verwendung einer Zeilenfangautomatik (Frequenz-Phasendiskriminator) und eines Multivibrators in der Bildkippstufe. Im folgenden sind der Bild-ZF- und der Videoverstärker beschrieben.

## ZF-Verstärker

Der zweistufige Verstärker ist mit den Röhren EF 183 und EF 184 bestückt (Bild 1). Die Bild-ZF beträgt 38,9 MHz, die Ton-ZF 33,4 MHz. Die 3-dB-Bandbreite wurde zu 4,5 MHz gewählt, und als Eckfrequenzen dienen 38 MHz sowie 34,8 MHz; die Flankenmitten liegen bei 38,9 MHz und 34,1 MHz. Als Koppelfilter wirken zwei Bandfilter und ein als Einzelkreis abgestimmter Übertrager. Beide Stufen sind schirmgitterneutralisiert und die Regelröhre ist komplex gegengekoppelt (C1, R1); dadurch werden beim Regeln Eingangskapazität und -widerstand konstantgehalten und Verformungen der Durchlaßkurve vermieden. Die Verstärkung ist in Bandmitte etwa 13 000fach (gerechnet als Mischröhrengitter); damit ist ein einwandfreier Empfang bei Antennenspannungen ab etwa 100  $\mu$ V gewährleistet. Die Selektion entspricht den Empfehlungen der Post, und der Gruppenlaufzeit-Frequenzgang ist auf optimale Bildwiedergabe bei der derzeit von den Fernsehsendern angewendeten Laufzeit-Vorentzerrung ausgelegt.

Die Durchlaßkurve wird hauptsächlich durch die Reihenschaltung der Filter 2 und 3 bestimmt, die als Dreiergruppe in Tschebyscheffstufung ( $\epsilon = 0,7$ ) ausgelegt sind (Bild 2). Das Filter 3 liegt als Einzelkreis in Bandmitte. Es enthält im Bildausgang einen auf die Ton-ZF abgestimmten Sperrkreis in Reihe zum Ladekondensator. Dadurch wird der Eigentonträger stark abgesenkt, so daß Interferenzstörungen zwischen ihm und dem Bildträger-Seitenband vermieden werden. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn das Videosignal einen Farbhilfsträger enthält, da dann die Frequenzdifferenz 1,07 MHz (5,5 MHz - 4,43 MHz) als nahezu konstante Störfrequenz (Ihr ist lediglich der Frequenzhub des Tonträgers überlagert) entsteht. Der Tondiode wird über eine Anzapfung der Sekundärwicklung das ungestörte Frequenzspektrum zugeführt.

Das Filter 2 ist ein asymmetrisch gedämpftes zweikreisiges Bandfilter mit tiefer (etwa 4 dB) Einsattelung. Es enthält eine Falle zur Absenkung des Eigentonträgers und zur Formung einer im Tonausgang wirksamen Tontreppe. Das Filter ist induktiv über eine Hilfswicklung angekoppelt. Sie ist so angeordnet, daß die Stellung des Abgleichkerns der Sekundärspule den Koppelfaktor zwischen Hilfs- und Sekundärwicklung (und damit auch die Kopplung des Filters) bestimmt. Störende Bandbreitenstreuungen haben ihre Ursache in erster Linie in Exemplarstreuungen der Röhreneingangskapazität der EF 184. Da beim Abgleich des Verstärkers die Kernstellung von der jeweiligen Größe der Kreiskapazität (Röhreneingangskapazität) abhängt, ergibt sich somit auch eine Abhängigkeit der Filterkopplung von der jeweiligen Größe der Röhreneingangskapazität. Bei richtiger Dimensionierung läßt sich damit der Einfluß von Exemplarstreuungen der Röhreneingangskapazität der EF 184 auf die Bandbreite des Filters kompensieren; auf eine einstellbare Filterkopplung konnte daher verzichtet werden. Der parallel zur Primärseite liegende 3-pF-Kondensator hat einen negativen TK und bewirkt die Kompensation der durch die Dielektrizitätskonstante der Hartpapierplatte verursachten Temperaturdrift.

Das Filter 1 ist dem Verstärker als Bandpaß mit geringer Welligkeit vorgeschaltet. Bild- und Tonträger werden mit vollem Pegel verstärkt, um optimale Rauschzahlen im Tonkanal auch bei stark herabgeregeltem ZF-Verstärker zu erreichen. Das Filter ist als verstimmtes Bandfilter mit symmetrischer Dämpfung ausgelegt. Es enthält zwei Fallen zur Unterdrückung von Nachbarbild- und -tonträger. Die Abstimmung des im Tuner befindlichen Primärkreises erfolgt etwa auf Bandmitte, so daß Tunerabgleich und -austausch unkritisch sind. Die Abstimmung des Sekundärkreises dagegen bestimmt die Lage des Bildträgers auf der Nyquistflanke und ermöglicht damit den Ausgleich von Bandbreitenstreuungen.

Die Kopplung erfolgt kapazitiv im Fußpunkt (der Bifilarübertrager  $L_k, L_k'$  dient nur zur Gleichstromtrennung), so daß der Tuner über ein niederohmiges Kabel von einiger Länge angeschlossen werden kann. Die Nachbarbildfalle liegt als Sperrkreis in der Koppelleitung, während die Nachbarontfalle als Saugkreis parallel zum Kopplungsnetzwerk geschaltet ist; über den Kondensator  $C_k$  wird ein gegenphasiger Störspannungsanteil zur Restkompensation an den Fußpunkt des Sekundärkreises geführt. Die den Fallen zugeordneten Dämpfungsminima liegen innerhalb des Durchlaßbereiches. Dadurch werden (innerhalb der Dämpfungsmaxima) hohe Verstärkung bei geringer Welligkeit und

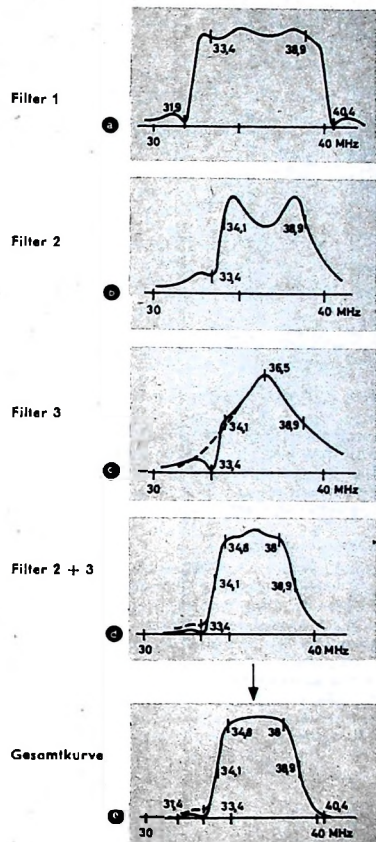


Bild 2. Sattel- und Abgleichschemata: — Videodiode, --- Tondiode

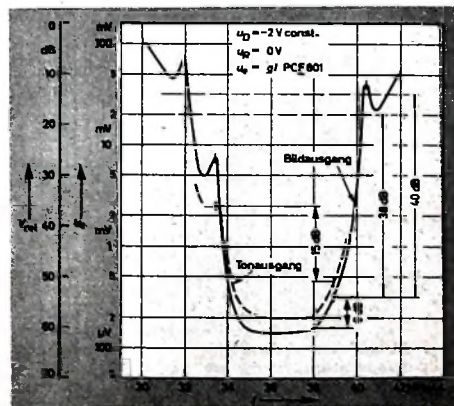


Bild 3. Verlauf der ZF-Dämpfung



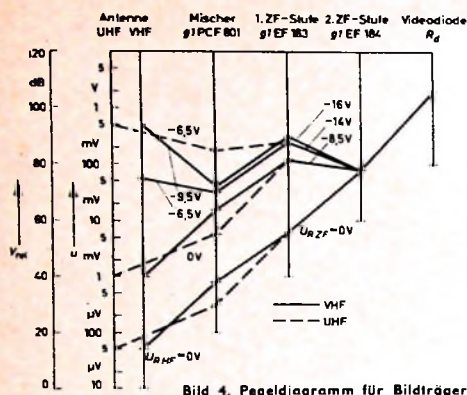


Bild 4. Pegeldiagramm für Bildträger

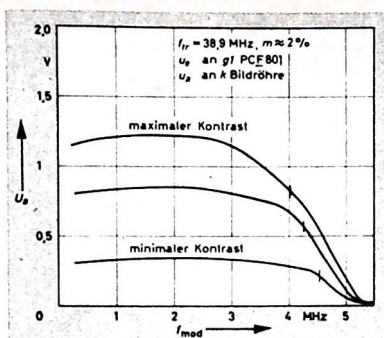


Bild 7. Modulationsfrequenzgang über ZF und Video

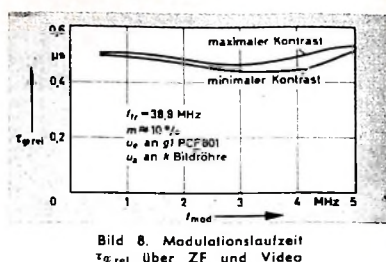


Bild 8. Modulationslaufzeit  $\tau_{gr}$  über ZF und Video

Überalles-Bandbreite von 4 ... 4,5 MHz bei einer Laufzeitdifferenz von maximal 60 ns (Bilder 7 und 8).

Die Röhre ist außer als Videoverstärker auch als Ton-ZF-Vorverstärker ausgenutzt. Bild- und Tonsignal werden, wie bereits beschrieben, in getrennten Demodulatoren gewonnen und über ein spezielles Netzwerk dem Gitter der Videoröhre zugeführt. Es besteht im Videozweig aus den üblichen Serienanhebspulen, die gleichzeitig als ZF- und Oberwellensperren wirksam sind; im Tonzweig liegt ein auf

5,5 MHz abgestimmter Resonanzkreis, dessen Spannung über den kleinen Kondensator C 2 (Bild 1) ebenfalls zum Gitter der Videoröhre gelangt. Hierdurch ergibt sich eine gute Entkopplung beider Demodulatoren voneinander, da der Ton-ZF-Kreis für das Videosignal als Kurzschluß und die Videoanhebspule für die Ton-ZF als Drossel wirkt. Die Entkopplung ist notwendig, um eine erneute Interferenzbildung durch Mischung der demodulierten Signale an einer der beiden Dioden zu unterbinden. Die Interferenzbildung in der Röhre selbst bleibt gering, da hauptsächlich der gerade Kennlinienteil ausgenutzt wird. An der Anode erfolgt dann die Trennung beider Signale; das Videosignal gelangt über den Ton-ZF-Sperrkreis zur Bildröhrenkatode, das Ton-ZF-Signal über einen 5-pF-Kondensator zur Begrenzerstufe.

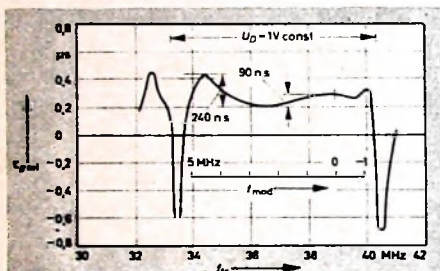


Bild 5. Gruppenlaufzeit  $\tau_{gr}$  des ZF-Verstärkers

(außerhalb der Dämpfungsmaxima) gute Selektion erreicht. Auch ergibt sich eine Einebnung der Gruppenlaufzeitcharakteristik bis an die Grenzen des Durchlaßbereiches (Bilder 3 und 5).

#### Videoverstärker

Das L-System der PFL 200 (Bild 6) arbeitet als Videoverstärker. Die Verstärkung der Röhre ist bei einem Arbeitswiderstand von 3,9 kOhm etwa 45fach. Die Frequenzgangkorrektur erfolgt mittels Serien- und Parallelanhebspulen; der Einfluß der Amplitudensiebankopplung ist durch ein RL-Glied in Reihe zum Arbeitswiderstand kompensiert, und in der Zuleitung zur Bildröhrenkatode befindet sich ein Sperr-

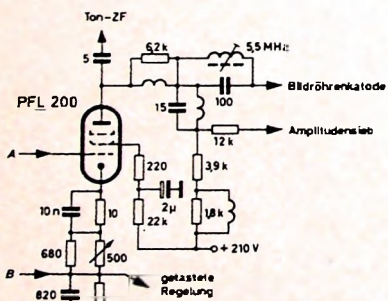


Bild 6. Schaltung des Videoverstärkers (Anschlüsse A und B s. Bild 1)

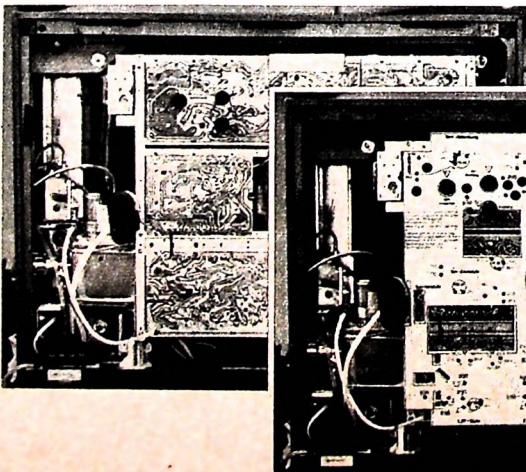
kreis zur Unterdrückung des Ton-ZF-Moirés, das beim Verstimmen des Gerätes auftreten kann. Die Kontrastregelung erfolgt mit einem veränderbaren Katodenwiderstand; hierdurch werden sowohl die Verstärkung der Videoröhre als auch (über die Regelautomatik) die Höhe der Steuerungsspannung verändert. Die Bandbreite des Videoverstärkers ist etwa 5 MHz; da jedoch die Eingangskapazität von der Stellung des Kontrastreglers abhängig ist, ergibt sich je nach Kontrasteinstellung eine

## Service-Schablone für Fernsehempfänger

Bei der Fehlerbeseitigung in Fernsehempfängern geht erfahrungsgemäß oft sehr viel Zeit mit der Einkreisung des Fehlers verloren, und der hierfür erfolgte Zeitaufwand steht meistens in keinem angemessenen Verhältnis zu der eigentlichen Reparaturzeit. Wenn es deshalb gelingt, diese bei jedem Gerät notwendigen Vorarbeiten so zu vereinfachen, daß es auch angelernten Kräften möglich ist, die Einkreisung der Fehler - wenn auch nicht deren Behebung - durchzuführen, so spart man nicht nur Zeit, sondern man kann auch den erfahrenen Reparaturtechniker für seinem Können besser entsprechende Arbeiten sinnvoller einsetzen. Die Einführung der gedruckten Schaltung hat schon seit Jahren den Gedanken nahegelegt, für den Service Schablonen herauszubringen, die man in definierter Lage auf die gedruckte Schaltung auflegen kann und bei denen Löcher in der Schablone jeweils die Meßpunkte eindeutig markieren. Drückt man auf solche Schablonen für die Meßpunkte dann noch die entsprechenden Meßwerte oder Impulsformen auf, dann ist das

zeitraubende und mit zahlreichen Fehlermöglichkeiten verbundene Vergleichen der Schaltungspläne mit dem Service-Schaltbild weitgehend überflüssig.

Schon seit Jahren hat die FUNK-TECHNIK dieses Thema mit maßgebenden Herstellern diskutiert, jedoch hat man sich bisher nur bei einigen Reiseempfängern dazu entschließen können, dieses Prinzip anzuwenden. Um so erfreulicher ist es, daß Telefunken jetzt auf der diesjährigen Hannover-Messe zum ersten Male eine Service-Schablone für einen vollständigen Fernsehempfänger herausgebracht hat. Diese Schablone wird auf das senkrecht stehende Klappchassis gesteckt, und aufgedruckte sinnvolle Symbole, Meßwerte, Oszillogramme und eingestanzte Löcher führen den Techniker bei der Fehlerbestimmung wichtigen Meßpunkte heran. Zusätzlich weist die Schablone auf alle Service-Einstellungen hin. Damit ist diese Schablone ein wertvolles Hilfsmittel für die Rationalisierung und die Verbesserung der Rendite der Reparaturwerkstatt.



Blick in ein geöffnetes Fernsehgerät (links) von Telefunken und das gleiche Gerät (unten) mit der aufgesetzten neuen Service-Schablone



# Probleme der Farbfernseh-Empfangstechnik\*)

DK 621.397.132

Durch die lebhaft geführten Diskussionen über das in Europa einzuführende Farbfernsehsystem sind die mindestens ebenso wichtigen, vom System unabhängigen Aufgaben, die bei der Entwicklung eines Farbeempfängers und seiner Bauelemente auftreten, in den Hintergrund gedrängt worden. Diese zum Teil schwierigen Aufgaben entstehen einerseits durch die Übermittlung einer zusätzlichen Information, nämlich der jeweils wiederzugebenden Farbe, andererseits aber auch durch die Forderung, daß das Farbfernsehsignal einen kompatiblen Empfang als Schwarzweißbild ermöglichen muß. Damit ist schon eine der Hauptschwierigkeiten genannt. Es ist tatsächlich leichter, mit dem Farbfernseh-Empfänger ein gutes Farbbild zu erzeugen als ein Schwarzweißbild, das in seiner Qualität dem Bild eines heute üblichen Schwarzweißempfängers vergleichbar wäre. Bei der Farbbildwiedergabe kommt erschwerend hinzu, daß dem Betrachter, wenn auch nur in beschränktem Maße, ein unmittelbarer Vergleich mit dem Original möglich ist, weil er ja farbige Bilder sehen kann.

Ausgangspunkt für die folgende Betrachtung ist die Bildröhre; dieses Bauelement bestimmt weitgehend den Aufbau der einzelnen Stufen und die an sie zu stellenden Anforderungen.

## Schattenmasken-Bildröhre und Konvergenzbedingung

Mit Sicherheit wird bei der Einführung des Farbfernsehens die Schattenmasken-Bildröhre Verwendung finden. Bei dieser Bildröhre, die drei Elektronenstrahlensysteme enthält, werden der rote, grüne und blaue Anteil des Bildes gleichzeitig erzeugt. Ein Bildelement setzt sich also aus drei Phosphorpunkten zusammen. Wichtig ist, daß die drei Strahlen ein solches Bildelement an jeder Stelle des Schirmes exakt treffen. Man bezeichnet dieses Erfordernis als Konvergenz.

Schlechte Konvergenz ist bei der Wiedergabe eines Schwarzweißbildes auf dem Farbschirm außerordentlich störend. Dort fallen nämlich die dann entstehenden farbigen Kanten und Striche besonders auf und beeinträchtigen die Bildqualität. Abweichungen in der Konvergenz der Strahlen von einem Millimeter auf dem Bildschirm sind bereits deutlich sichtbar. Man erreicht die erforderliche Strahlendeckung über den Schirm durch eine besondere zusätzliche Ablenkspule. Deren Magnetfelder richten die drei Strahlen vor dem Eintritt in das eigentliche Ablenkkfeld so aus, daß sie sich jeweils in den Löchern der Schattenmaske schneiden. Sie fallen dann auf die richtigen Phosphorpunkte.

## Ansteuerung der Bildröhre

Die Bildröhre muß so angesteuert werden, daß im gesamten Aussteuerbereich eine einwandfreie Grauwiedergabe vorhanden ist, wenn sie mit einem Schwarzweißsignal betrieben wird. Die Anteile der drei Primärfarben müssen also so dosiert werden, daß bei gleichzeitiger Anregung der

Phosphore der Gesamteindruck eines Schwarzweißbildes entsteht. Die Farbphosphore haben jedoch verschiedene Wirkungsgrade, obwohl bei allen Übertragungsfragen immer davon ausgegangen wird, daß diese gleich seien. Die verschiedenen Wirkungsgrade müssen durch die Ansteuerschaltung ausgeglichen werden. Dazu muß das Schwarzweiß-Steuersignal ein bestimmtes Strahlstromverhältnis Rot : Grün : Blau erzeugen. Je geringer der Wirkungsgrad eines Phosphors ist, um so stärker ist der Strahlstrom, den der Phosphor zu seiner Anregung benötigt. Das für die Weißwiedergabe erforderliche Stromverhältnis der drei Elektronenstrahlensysteme soll über die gesamte Grauskala, die mit der Bildröhre wiedergegeben werden kann, konstant sein. Abweichungen fallen besonders bei der Wiedergabe von Schwarzweißbildern auf. Die Forderung nach Kompatibilität macht also auch hier besondere Schwierigkeiten. Entsprechend der gewählten Ansteuerart erhält man mehr oder weniger komplizierte Schaltungen, unterschiedlich schwierige Einstellvorgänge und damit auch verschiedene Auswirkungen auf die benachbarten Stufen. In der Empfänger-technik hat sich eine Schaltungsart durchgesetzt, bei der die Umwandlung der Farbinformation und der Leuchtdichteinformation in eine geeignete Ansteuerung der drei Primärfarben in der Bildröhre erfolgt. Dabei werden die Kathoden der Bildröhre mit dem Leuchtdichtesignal und die Wehneltzylinder mit den sogenannten Farbdifferenzsignalen angesteuert. Auf diese Weise kann eine Dekodierschaltung eingespart werden, aber die Anforderungen an die Funktionsgenauigkeit der verbleibenden Schaltung werden höher.

## Stabilisierung der Betriebsspannungen und Ausgleich von Rasterverzerrungen

Eine weitere Notwendigkeit, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der sehr komplizierten Farbbildröhre steht, ist die Stabilisierung ihrer Betriebsspannungen. Die Hochspannung und die daraus abgeleitete Fokussierspannung sollen bei Schwankungen der Belastung und der Netzspannung möglichst unverändert bleiben, desgleichen die Spannungen, die die Ansteuerung betreffen ( $U_{g2}$ ,  $U_{g1}$ ,  $U_k$ ). Verwendet man Farbbildröhren mit 90°-Ablenkung, müssen außerdem Geometrieverzerrungen des Rasters dynamisch ausgeglichen werden. Darunter sind kissen- oder tonnenförmige Rasterverzerrungen auf dem Bildschirm zu verstehen. Sie werden hauptsächlich durch die Konstruktion der Ablenkspule und damit durch die Feldverteilung im Ablenkraum hervorgerufen. Auch bei der Schwarzweißtechnik muß man zwischen Bildpunktform und -größe einerseits und der Wiedergabe eines verzeichnungssarmen Rasters andererseits einen Kompromiß schließen. Dies ist bei der Farbbildröhre wesentlich schwieriger, weil das Bildelement von drei Strahlen erzeugt wird und weil außerdem überall die Konvergenzbedingung erfüllt sein soll. Bei der 90°-Ablenktechnik muß die Ablenkspule so gebaut werden, daß überall auf dem Schirm eine gute Punktqualität gewährleistet ist. Die Rasterver-

zeichnungen werden durch entsprechende Modulation der Ablenkströme in der Schaltung dynamisch korrigiert; man verwendet also anastigmatische Ablenkspulen.

## Ablenk- und Ansteuerschaltungen

Die Ablenkschaltungen entsprechen grundsätzlich denen von Schwarzweißempfängern. Erforderlich ist jedoch eine höhere Leistung, und zwar wegen geringerer Ablenkempfindlichkeit (größere Hals- beziehungsweise Spulendurchmesser) einerseits und größerer Strahlströme andererseits sowie zur Erzeugung zusätzlicher Hilfsspannungen für Konvergenz, Rasterkorrektur und andere Zwecke. Die Schaltungstechnik ist gegenüber einem Schwarzweißempfänger an sich wenig verändert, jedoch werden zusätzliche Bauelemente erforderlich. Die Schaltungen zur Bildröhrenansteuerung sind aber an das Übertragungsverfahren gebunden.

Die letzte Dekodierung wird - wie bereits erwähnt - beim heutigen Stand der Schaltungstechnik in der Farbbildröhre durchgeführt. Der Vorteil dieser Schaltung ist, daß die Bildröhre bei der Übertragung eines Schwarzweißsignals, in dem die Farbinformation fehlt (die Farbdifferenzsignale sind dann gleich Null), wie bisher lediglich in Katodensteuerung betrieben wird. Man braucht also nur einen Breitbandverstärker (5 MHz) für den Leuchtdichteanteil. Die Farbinformation wird in Schmalbandstufen verstärkt; es genügt eine Bandbreite von 1 MHz. Dabei wird von der physiologischen Eigenschaft des menschlichen Auges Gebrauch gemacht, das in Details Leuchtdichteunterschiede noch gut - Farbumterschiede dagegen schlecht wahrnimmt. Die Bandbreiteunterschiede des Farbkanals und des Leuchtdichtekanal haben zur Folge, daß die Signale zwar gleichzeitig beginnen, jedoch unterschiedlich lange dauern, was einer Verschiebung der Signale gegeneinander gleichkommt. Sie muß durch Verzögerung des breitbandigen Signals ausgeglichen werden. Das läßt sich am besten an der Übertragung eines Signalsprunges erklären, wobei die Anstiegszeit des breitbandig übertragenen Sprunges kurz ist und die Anstiegszeit des schmalbandig übertragenen lang. Mit der Verzögerung werden die Mitten beider Anstiegsflanken zur Deckung gebracht. In die Berechnung der Verzögerungszeit gehen hauptsächlich die Bandbreiten der beiden betrachteten Verstärker ein. Aber auch die Phasenvorverzerrung des Senders und die Gruppenlaufzeit im HF- und ZF-Teil sind zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang werden die Hersteller von Bauelementen vor neue Aufgaben gestellt, sobald der Transistor in die Schaltungen der Farbfernsehempfänger vordringt, weil die Laufzeiten in den Transistoren bei den erwähnten Schaltungen schon zu Signalverschiebungen führen können.

## Bedienungs- und Einstellelemente

Schon jetzt gibt es unterschiedliche Auffassungen darüber, was man beim Farbfernsehempfänger als Kontrasteinstellung bezeichnen soll. Beim Schwarzweißempfänger ist es üblich, mit der Kontrastein-

\*) Nach einem Vortrag des Verfassers am 5. 3. 1964 im Applikationslabor der Valvo GmbH



stellung die Signalamplitude zu verändern. Auf den Farbempfänger angewandt, würde das bedeuten, daß dort sowohl die Luminanzamplitude (Leuchtdichte) als auch die Chrominanzamplitude (Farbsättigung) einzustellen sein sollte. Dies hat zur Folge, daß die Farbigkeit des Bildes durch die Kontrasteinstellung unbeeinflusst bleibt und lediglich seine Leuchtdichte und damit die Farbsättigung durch die Einstellung verändert werden. In den USA ist jedoch eine Schaltungstechnik eingeführt, bei der die Kontrasteinstellung nur den Schwarzweißanteil, also das Leuchtdichtesignal, beeinflusst. Der Betrachter muß bei der Einstellung seines Farbbildes – diese sollte nur ausnahmsweise verändert werden – deshalb anders vorgehen, als wenn Kontrast und Sättigung miteinander gekoppelt sind. Man ist bei der in den USA verwirklichten Lösung von dem Gedanken ausgegangen, daß der Betrachter sich mit dem Kontrastregler zunächst ein optimales Schwarzweißbild ohne Farbe einstellen soll. Danach wird die Einfärbung des Bildes vorgenommen, indem die Sättigungsregelung so weit aufgedreht wird, daß die Farbigkeit des Bildes dem Empfänger des Betrachters entspricht. Der Knopf für die Einstellung der Grundeuchtdichte dient auch weiterhin dazu, das Schwarzniveau des Bildes an die Umfeldbeleuchtung anzupassen. (Man wird wohl, zunächst wenigstens, Farbbilder wegen ihrer geringen Leuchtdichte durchweg in verdunkelten Räumen betrachten müssen.) Bei der anderen Art der Kontrasteinstellung, nach der Leuchtdichte und Farbsättigung proportional zueinander eingestellt werden, läßt sich die Farbe über den zusätzlich vorhandenen Sättigungsregler variieren. In diesem Falle wird bei der Kontrasteinstellung jedoch von vornherein ein Farbbild eingestellt. Die Praxis muß ergeben, welche von beiden Einstellungsarten sich auf die Dauer durchsetzt.

Die Bedienung wird durch einen Farbtonregler zusätzlich erschwert. Er ist beim NTSC-System gegebenenfalls erforderlich, um Phasenschwankungen auszugleichen und kann zu Fehleinstellungen des Bildes verleiten, besonders dann, wenn die Farbtonänderung andere Ursachen als Phasenänderungen hat. Mit diesem Regler wird das gesamte Farbigkeitsdiagramm gedreht; das bedeutet eine Veränderung sämtlicher Farben. Der Einstellknopf für den Farbton sollte deshalb nicht ohne weiteres zugänglich sein, damit Fehleinstellungen durch Laien möglichst vermieden werden.

#### Interferenzbildung, Farbübersprechen

Die Gerber-Norm mit ihrem sehr geringen Abstand zwischen Farbhilfsträger und Tonträger macht eine besonders sorgfältige Auslegung aller Stufen erforderlich, um störende Interferenzen zu vermeiden und eine optimale Bildwiedergabe zu gewährleisten. Für den Luminanzverstärker bedeutet dies, daß man eine starke Absenkung des Tonträgers vor dem Verstärker benötigt, um die sehr störende 1,07-MHz-Differenzfrequenz zwischen Tonträger und Farbhilfsträger möglichst klein zu halten. Dazu ist im ZF-Verstärker eine Absenkung des Tonträgers um etwa 40 dB erforderlich. Andererseits muß aber auch die Farbhilfsträgeramplitude im Chrominanzverstärker noch genügend groß sein, damit die Farbsignalamplitude nicht zu stark reduziert wird. Alle diese Schwierigkeiten sind durch entsprechende Auslegung der Durchlaßkurven zu überwinden. Dabei geht man häufig so vor, daß

man die interferierenden Frequenzen vor der Videogleichrichtung stärker absenkt und die herabgesetzten Pegel durch entsprechende Anhebung nach der Gleichrichtung wiedergewinnt. Weitere Interferenzbildungen der Farbinformationen untereinander (zwei Aussagen über die Farbigkeit werden benötigt: Farbton und Farbsättigung) können in den Farbdemodulatoren und Matrixschaltungen zur Gewinnung der Farbdifferenzsignale auftreten. Man bezeichnet das als „Farbübersprechen“. Hierbei gibt es eine Vielfalt verschiedener Schaltungsarten, beispielsweise multiplikative und additive Farbdemodulation,  $xz$ -Demodulation oder  $(R - Y)$ -,  $(B - Y)$ -Demodulation. Neben geringem Farbübersprechen ist eine gute Linearität der Verstärker und eine absolut einwandfreie Schwarzwerthaltung Grundbedingung für die optimale Farbwiedergabe.

#### Farbsynchronisierung und Synchronisierung der Ablenkung

Auch die Farbsynchronisierung stellt besondere Anforderungen an die Schaltung. Sie sollte möglichst starr sein und unbeeinflusst von Einstellungs- und Regelungsvorgängen. Dies bedeutet, daß das Farbsynchronsignal erheblich nachverstärkt werden muß. Für die Synchronisierung der Ablenkung gelten dieselben Bedingungen, die auch in Schwarzweißempfängern erfüllt sein müssen.

#### HF- und ZF-Stufen

Die HF- und ZF-Stufen eines Farbfernsehempfängers sollten frei von zusätzlichen Phasendrehungen sein. Sehr geringe Schwankungen der Durchlaßkurve bei Regelung sowie Einhaltung der Linearität im Aussteuerbereich sind weitere Forderungen. Außerdem dürfen Verzerrungen der differentiellen Phase möglichst nicht auftreten. Am grundsätzlichen Aufbau und an den Bauelementen ändert sich aber nicht sehr viel.

### „allround-box“ 10 + 3

Ein Halbleiter-Sortiment für die Werkstatt

Die Typenvielfalt der in Transistorgeräten verwendeten Halbleiter-Bauelemente führt in den Werkstätten des Fachhandels vielfach zu Schwierigkeiten. Es ist unmöglich, sämtliche Halbleitertypen der verschiedenen Hersteller am Lager zu halten. Das gilt vor allem für Transistoren und Dioden in Geräten ausländischer Herkunft. Hier schafft eine neue Valvo-„allround-box“ Abhilfe. Zehn Transistoren – AF 124, AF 125, 3×AF 126, 3×AC 125 und 2×AC 128 – sowie drei Dioden vom Typ AA 119 sind zu einem Reparatur-Sortiment zusammengefaßt. Die Verpackung zeigt auf der oberen Seite einen AM/FM-Empfänger im Blockschaltbild. Durch Verschieben der Verpackungseinlage wird der der jeweiligen Gerätestufe zugeordnete Halbleitertyp in einer Aussparung angezeigt. Außerdem enthält die Umhüllung eine umfangreiche Vergleichstabelle für die meisten (mehr als 350) auf dem deutschen Markt vertretenen Transistoren und Dioden.

Die Austauschbarkeit dieser Bauelemente untereinander ist zwar eingeschränkt (bedingt durch technologische Fertigungsunterschiede und Exemplarstreuungen),

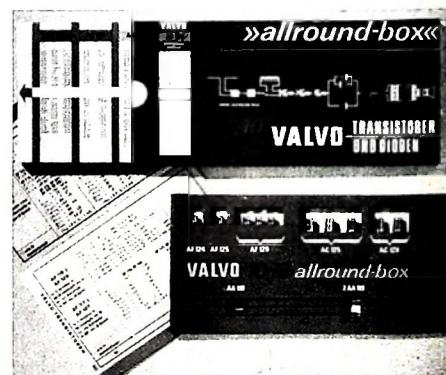
#### Schlußbemerkungen

Die bei der Konstruktion von Farbfernsehempfängern zu lösenden Aufgaben lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die zusätzlichen Schaltmaßnahmen und Einstellungen, die wesentlich durch die Forderung nach einer einwandfreien Schwarzweißwiedergabe auf der Farbbildröhre bestimmt sind, müssen optimal gelöst werden.
2. Die Ablenkung muß zusätzlich die Rastergeometrie korrigieren.
3. Die Stabilität der Betriebsspannungen der Farbbildröhre muß im Interesse eines einwandfreien Bildes gewährleistet sein.
4. Die Dekodierschaltungen sind sehr sorgfältig bezüglich Bandbreite, Verzögerung, Farbübersprechen, Linearität und Schwarzwerthaltung auszuliegen.
5. Die Einstellvorgänge sollen eindeutig sein und eine Fehleinstellung des Empfängers, auch durch Laien, mit Sicherheit ausschließen.
6. Die Synchronisierung der Farbe und der Ablenkschaltungen muß stabil und von Regelungs- und Einstellvorgängen unabhängig sein.

Mit Ausnahme der größeren Ablenkleistungen und der höheren Anodenspannung, die für die Farbbildröhre erforderlich sind, weist die Technik der Ablenkschaltungen keine Besonderheiten auf. Das gleiche gilt für HF- und ZF-Verstärker, die jedoch bezüglich ihrer Stabilität und der Variation ihrer Durchlaßkurven bei Regelung höheren Anforderungen entsprechen müssen.

Das Farbfernsehen stellt der Empfänger-technik und den Herstellern von Bauelementen zahlreiche Aufgaben, die befriedigend gelöst werden müssen, wenn es ein nachrichtentechnischer Fortschritt sein und nicht nur bunte Bilder wiedergeben soll.



jedoch ist dem versierten Techniker fast stets die Möglichkeit gegeben, durch einfache Schaltmaßnahmen bei der Reparatur den erforderlichen Arbeitspunkt für den zu verwendenden Halbleitertyp einzustellen.

Durch ihre sinnvolle Ausführung und die Zusammenstellung vielseitig verwendbarer Halbleitertypen hilft die „allround-box“ Reparaturzeit sparen, rationalisiert die Lagerhaltung und verringert das Dispositionsrisiko.



## »MT 3624« • Stereo-Magnetongerät mit Kopiermöglichkeit

### Technische Daten

#### Bandgeschwindigkeiten:

19 cm/s  $\pm 1\%$   
9,53 cm/s  $\pm 1\%$   
4,75 cm/s  $\pm 2\%$

#### Spurlage:

Viertelspur nach internationaler Norm

max. Spulendurchmesser: 18 cm

#### Umspultzeit:

etwa 240 s für 720 m Doppelspielband

#### Frequenzbereich:

30...18 000 Hz  $\pm 2$  dB bei 19 cm/s  
40...14 000 Hz  $\pm 2$  dB bei 9,53 cm/s  
40...7 500 Hz  $\pm 6...3$  dB bei 4,75 cm/s

#### Tonhörschwankung

19 cm/s:  $\leq \pm 0,15\%$  bewertet  
9,53 cm/s:  $\leq \pm 0,20\%$  bewertet  
4,75 cm/s:  $\leq \pm 0,25\%$  bewertet

#### Aufnahmeeingänge

Rundfunk: 2 x 0,4 mV an 2 kOhm  
Phono: 2 x 150 mV an 1 MOhm  
Mikrofon: 2 x 70  $\mu$ V an 200 Ohm

#### Wiedergabeausgänge

Rundfunk: 2 x etwa 0,7 V an 22 kOhm  
Ela: 2 x etwa 0,7 V an 22 kOhm  
Kopfhörer: 2 x 220 kOhm (Kristall)  
Lautspr.: 2 x etwa 2,2 W an 4,5 Ohm  
Direkter Wiedergabekopf-Ausgang

#### Klirrfaktor:

1,5% (am Rundfunkausgang)

#### Dynamik

19 cm/s: 54 dB  
9,53 cm/s: 52 dB  
4,75 cm/s: 48 dB

#### Automatischer Bandstop:

Am Bandende oder bei Schlaufenbildung  
mittels Hebel und Magnet  
Bei Vor-, Rücklauf und normalem Band-  
lauf wirksam

#### Netzspannung:

110/130/150/220/240/250 V, 50 Hz

Leistungsaufnahme: etwa 65 W

Abmessungen: 52 cm x 28 cm x 21 cm

Gewicht: etwa 16 kg

Als weitere Besonderheiten sind die variable Verzögerungszeit für Echotrickaufnahmen, eine weitgehend vereinfachte und automatisierte Funktionsumschaltung bei Voll-Stereo- und Vielfachüberspielbetrieb, eine dreistufige Korrektur der Vormagnetisierung zur Anpassung an verschiedene Bandsorten, der A-B-Comparison-Betrieb bei Hinter-Bandkontrolle und schließlich die direkte und damit hochwertigste Kopiermöglichkeit für Mono- und Stereo-Bänder hervorzuheben.

### 1. Aufbau

Das 1,5 mm dicke und seitlich abgewinkelte Stahlblechchassis wird durch die um Motor und Bandteller herumgeführte 4 mm tiefgezogene Wanne zusätzlich versteift (Bild 1). Der Antriebsmotor ist annähernd in der Mitte angeordnet, dahinter erkennt man die zwischen beiden Bandtellern liegenden Zwischenräder für schnellen Vor- und Rücklauf. Die Präzisionschwungmasse ist mittels einer einseitigen doppelten Lagerung an der Hauptplatte befestigt. Unter dem rechten Teller befindet sich ein großes Reibrad, mit dem die Rutschkupplung - nur im Spielbetrieb - von der Schwungmasse aus angetrieben wird.

An der linken Vorderseite des Chassis ist der Drucktastenschalter für die Funktionen Mikrofon links und rechts sowie Aufnahme links und rechts montiert. Hinter diesem befinden sich das Doppelpotentiometer für die Tiefen- und Höhenregelung und der Bandgeschwindigkeitsumschalter.

Zwischen beiden liegt der mit einem Rändelrad zu betätigende Überspielregler und dahinter der Umschalter für die Vormagnetisierung. An der linken Chassisaußenkante sind die beiden Mikrofoneingangsbuchsen befestigt. Die neben dem linken Teller erkennbare Druckplatte enthält die zur Entzerrung beider Verstärker erforderlichen Bauelemente und (auf ihrer Unterseite) einen mit dem Bandgeschwindigkeitsschalter gekuppelten Schiebeshalter für die gleichzeitige Entzerrumschaltung bei den verschiedenen Bandgeschwindigkeiten. An der rechten Vorderseite des Chassis ist der Tastenschalter mit den Funktionen Abhören links und rechts, Überspielen und Hinter-Band-Kontrolle befestigt. Dahinter liegen die kombinierten Aussteuerungs-Lautstärkeregel beider Kanäle, zwischen diesen ein Rändelknopf zur Regelung der Echozeit. Ein Winkel an der rechten Außenkante des Chassis trägt die beiden Buchsen für den direkten Wiedergabekopf-Ausgang sowie für einen Kristallkopfhörer-Ausgang, der zugleich auch zum Anschluß der Schnellstop-Fernbedienung benutzt wird. Auf der Chassissvorderseite ist auch der Drucktastenschalter für Start, Rücklauf, Vorlauf und Stop angebracht. Die Stoptaste ist so konstruiert, daß sie außer in vertikaler auch in horizontaler Richtung bewegt werden kann und damit gleichzeitig die elektromagnetische Schnellstop-Funktion übernimmt, die sich nur bei gedrückter Starttaste auslösen läßt.

Auf der in der Chassismitte liegenden Hauptplatte befinden sich von links nach rechts zwischen den beiden Umlenkrollen:



Bandreinigungsfalz, Löschkopf, Aufnahme-  
kopf, Wiedergabekopf und Tonwelle. Der  
Wiedergabekopf ist zur Veränderung der  
Hall- und Echozeit auf einem Schlitten  
montiert, der zwischen zwei Führungs-  
federn verschiebbar eingesetzt und über  
eine Schubstange mit dem rechten Rändel-  
knopf verbunden ist. Die Hauptplatte  
trägt ferner die beiden zur Aussteuerungs-  
anzeige für jeden Kanal getrennt einge-  
bauten Röhren EAM 88.

Auf der Chassisunterseite (Bild 2) befindet  
sich links der Rahmen für die gedruckte  
Schaltung der beiden Entzerrerverstärker  
und des spannungsstabilisierten HF-Genera-  
tors. Werden die außerhalb des Platinen-  
rahmens angebrachten Haltefedern abge-  
hoben, so ist dieser nach rechts aus-  
schwenkbar und jedes Teil zugänglich.  
Der Netzschalter wird über einen Hebel  
und eine dreieckige Nockenscheibe vom  
Geschwindigkeitsumschalter betätigt. Zwi-  
schen den Betriebsstellungen für die drei  
Bandgeschwindigkeiten befindet sich je-  
weils die Stellung „Aus“.

Der Netztransformator ist hinter dem zen-  
tral gelagerten Außenläufermotor ange-  
ordnet.

### 2. Mechanik

#### 2.1. Antrieb

Der Antrieb des Laufwerkes erfolgt  
mit einem vierpoligen Außenläufermotor

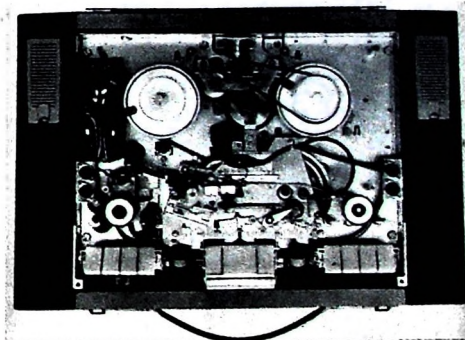


Bild 1. Das „MT 3624“ ohne Abdeckhaube

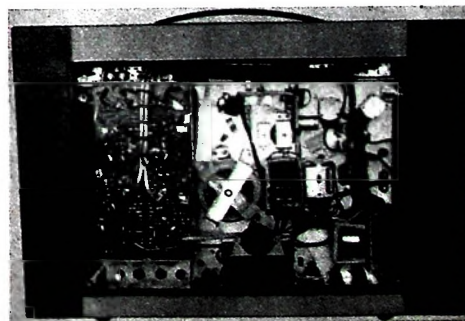


Bild 2. Unterseite des „MT 3624“ ohne Bodenplatte

Das „MT 3624“<sup>1)</sup> von Körting hat eine Viel-  
zahl technischer Neuerungen, die ihm in  
der Preisklasse der großen Amateurgeräte  
eine Sonderstellung geben und einen Ver-  
gleich mit halbkommerziellen Maschinen  
zulassen. Besonders erwähnenswert ist die  
Antriebskonstruktion, die wegen des Fort-  
falls sämtlicher Antriebsriemen und des  
üblicherweise ständig mitlaufenden Zwi-  
schenrades für den Vor- und Rücklauf-  
mechanismus hinsichtlich Laufruhe und  
Gleichlauf Verhältnisse ermöglicht, wie sie  
sonst nur mit einem Dreimotoren-Lauf-  
werk erreicht werden.

<sup>1)</sup> Außer in der hier beschriebenen Ausführ-  
ung „MT 3624“ (England, 50 Hz) ist das Ge-  
rät auch unter den Typenbezeichnungen  
„MT 3614“ (Deutschland, 50 Hz), „MT 3634“  
(USA, 60 Hz) und „MT 3644“ (Kanada, 60 Hz)  
lieferbar.



„KLZ 20.50-4“ von Papst. Durch die im Bodendeckel befindliche Öffnung wird von den Rippen Frischluft zur Kühlung von Motor und Gerät angesaugt. Die Gummiteile der Zentralführung halten Motorvibrationen vom Chassis fern. Auf der Motorachse befindet sich eine dreistufige Scheibe für die drei Bandgeschwindigkeiten. Je nach Wahl der Geschwindigkeit verbindet das Reibrad eine der drei Stufen mit der Schwungmasse. Bei ausgeschaltetem Gerät ist das Reibrad von Stufenscheibe und Schwungmasse abgehoben. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Antriebsarten werden beim „MT 3624“ nicht nur die Schwungscheibe, sondern auch die Rutschkupplung und beide Bandteller beim schnellen Vor- und Rücklauf über Reibräder angetrieben.

## 2.2. Stellung „Halt“

Bei Einschalten des Gerätes wird das Reibrad in Eingriff gebracht und die Tonwelle angetrieben. Die Gummibanddruckrolle ist jedoch noch von der Tonwelle abgehoben, so daß ein aufgelegtes Tonband nicht transportiert wird. Nach Drücken einer oder beider Aufnahmetasten läßt sich an dem jeweils zugehörigen Magischen Auge der Aufnahmepegel einregeln.

## 2.3. Aufnahme und Wiedergabe

Beim Drücken der Starttaste bewirkt ein Kniehebelgelenk den Andruck der Gummierolle gegen Tonband und Tonwelle und

schwenkt die Brummklappe vor den Hörskopf. Gleichzeitig werden die Bremsen gelüftet und der bei Wiedergabe wirksame Kurzschluß des NF-Weges aufgehoben. Zwei Bandführungsstifte und Filze drücken das Band sanft gegen die Spiegelflächen der Köpfe. Die Ablaufbremse (mit Kompensationsfeder unter dem linken Bandteller) hält das Band straff und sorgt für einen konstanten Bandzug. Der Antrieb des rechten Tellers erfolgt von der Tonwellenachse über ein großes Reibrad und die unter dem Teller befindliche Rutschkupplung.

## 2.4. Schnellstop

Drückt man die Stoptaste nach hinten, so wird über einen an der Vorderseite des Tastenschalters angebrachten Kontakt ein Magnet betätigt. Dieser hebt über eine Hebelmechanik die Andruckrolle von der Tonwelle ab und bremst den linken Teller mit einem Gummipuffer. Dadurch ist der Bandtransport unterbrochen, das Band jedoch nicht von den Köpfen abgehoben. Die Schnellstoppeinrichtung ist auch fernbedienbar.

## 2.5. Schneller Vor- und Rücklauf

Den Antrieb des jeweiligen Tellers bei schnellem Vor- und Rücklauf übernehmen das Zwischen- und Umlenkrad (diese sind bei normalem Bandlauf zur Vermeidung von Laufgeräuschen nicht in Betrieb).

Beim Drücken der Taste „Rücklauf“ wird das Zwischenrad zwischen die Motorstufenscheibe und das Umlenkrad gepreßt, das dadurch gegen den linken Teller drückt und ihn rechtsdrehend antreibt.

Beim Drücken der Vorlauftaste wird das Zwischenrad dagegen zwischen Motorstufenscheibe und rechten Bandteller gezogen und treibt diesen linksdrehend an. Drücken der Stoptaste beendet Vor- und Rücklauf. Um eine schnelle Abbremsung ohne Bandzerrung zu erreichen, sind beide Teller mit einer zusätzlichen Sicherheitskupplung ausgestattet, die den maximalen Bandzug auf etwa 400 g begrenzt. Deshalb kann auch ohne vorherige Betätigung der Stoptaste direkt von Vor- auf Rücklauf geschaltet werden.

## 2.6. Bandendabschaltung

Die automatische Bandendabschaltung erfolgt sowohl im Aufnahme-Wiedergabebetrieb als auch bei schnellem Vor- und Rücklauf. Ist das Band zu Ende oder unterbrochen, so schnell der Hebel der Endabschaltung nach vorn und betätigt über einen Kontakt einen Magneten, der über einen Drahtbügel die Stoptaste auslöst.

## 3. Schaltung und elektrische Funktionen

### 3.1. Wiedergabe

Bild 3 zeigt die Schaltung des „MT 3624“. Der besseren Übersicht wegen ist im fol-

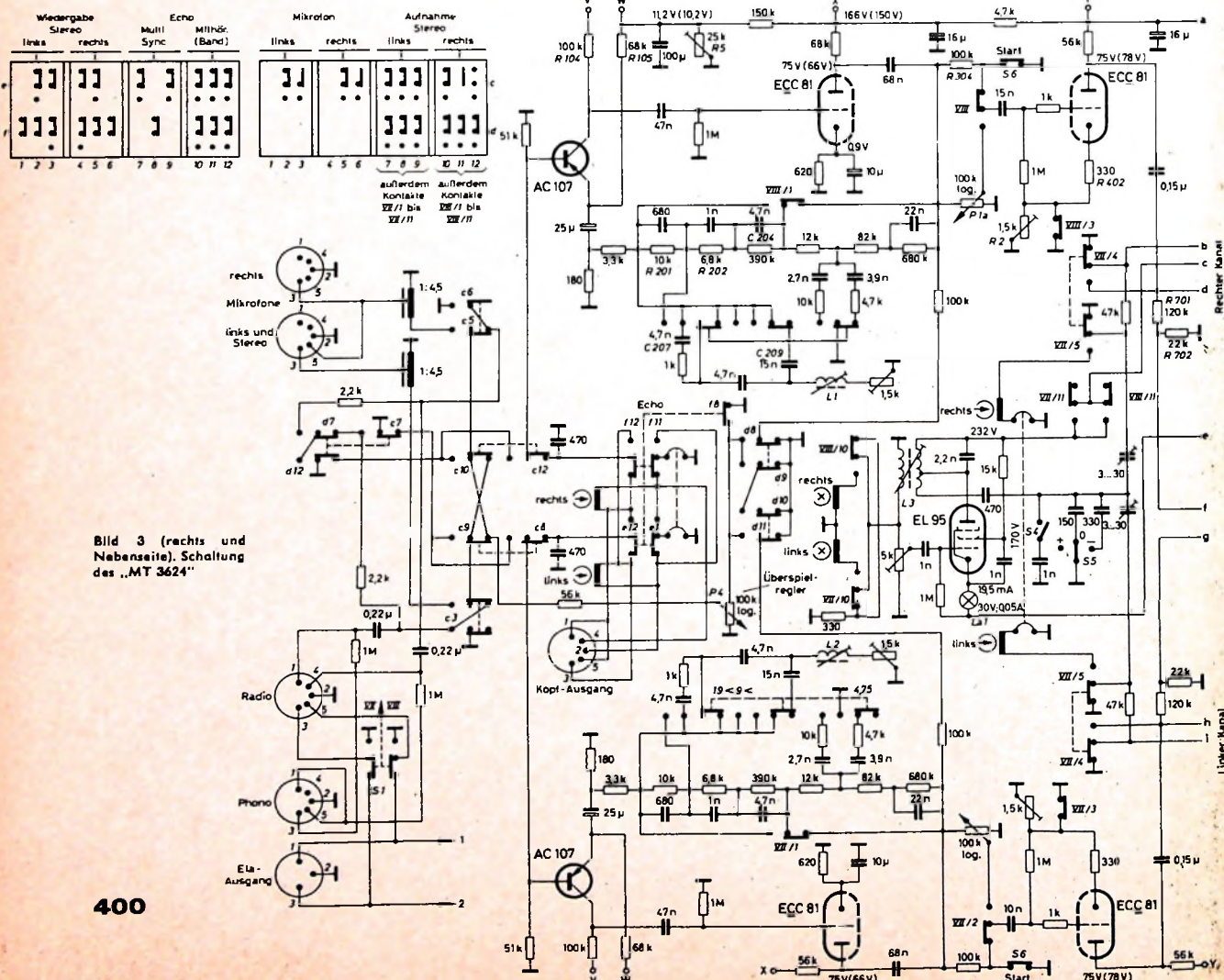


Bild 3 (rechts und Nebenseite). Schaltung des „MT 3624“



genden nur der Aufbau des rechten Kanals beschrieben. Wenn keine Aufnahmetaste gedrückt ist, sind beide Hörkopfsysteme über die Schaltkontakte c 12 und c 8 mit dem Eingang des zugehörigen Verstärkers verbunden. Bei der Transistoreingangsstufe liegt die Basis auf Massepotential, so daß der Kopf direkt angeschlossen werden kann. Dadurch kann ein Koppelkondensator entfallen, der bei der hohen Eingangsempfindlichkeit häufig Schwierigkeiten macht. Ferner ist so die Gefahr einer Gleichstrommagnetisierung des Wiedergabekopfes durch die Ladestöße beim Umschalten beseitigt. Die negative Collectorspannung (erzeugt durch den Spannungsabfall an R 902, gesiebt durch R 903, C 903) wird über den Collectorwiderstand R 104 zugeführt. Die Arbeitspunktstabilisierung erfolgt durch Einspeisung eines konstanten Emittersstroms über den hochohmigen Vorwiderstand R 105. Mit R 5 wird die Collectorspannung auf 3 V eingestellt. Der Collectorstrom beträgt dabei etwa 150 µA, ein für minimales Rauschen günstiger Wert. Die beiden nachfolgenden Stufen des Entzerrerverstärkers sind mit der Doppeltriode ECC 81 bestückt.

Zur Entzerrung des Frequenzgangs ist ein RC-Netzwerk zwischen der Anode der ersten Röhrenstufe und dem Emitter der Transistoreingangsstufe angeordnet. Bei Wiedergabe bewirkt C 204 eine Baßanhebung; R 201 und R 202 sind bestimmend für die mittleren Frequenzen, während der Saugkreis L 1, C 207, C 209 für die erforderliche Höhenanhebung sorgt. Je nach Bandgeschwindigkeit wird die Grenzfrequenz durch Anschalten der Kondensatoren C 207, C 208 und C 209 festgelegt. Der Kurvenverlauf der Wiedergabeentzerrer entspricht bei 9,5 cm/s und 4,75 cm/s annähernd DIN 45 513, während bei 19 cm/s eine Tiefenentzerrung nach NAB und eine Höhenentzerrung mit einer Zeitkonstante von 70 µs vorgenommen wird (Bild 4b).

Die dritte Verstärkerstufe ist zur Verminderung des Klirrfaktors mittels des nicht-überbrückten Katodenwiderstands R 402 gekoppelt.

Je nach Wahl der Abhörtaste gelangt nun das Signal des linken oder rechten Kanals über die Teiler R 701, R 702 zum Elia-Ausgang, wobei mit R 2 auf 0,7 V Ausgangsspannung einzupegeln ist. Bei „Abhören Mono“ sind beide Ausgangskontakte

über f 3 und f 4 verbunden. Werden beide Abhörtasten nicht gedrückt, so sind die Verstärkerstufen verbunden. Nur bei „Abhören Stereo“ sind diese getrennt an die Ausgänge geführt. Von der Anode der dritten Verstärkerstufe gelangt das NF-Signal ferner über die Schalter e 5 beziehungsweise e 6 zum Tiefenregler P 3 und nach nochmaliger Teilung zum Lautstärkeregler P 1b. Dieser ist nur in Stellung „Wiedergabe“ in Betrieb. Das Triodensystem der EAM 86 arbeitet bei „Wiedergabe“ als NF-Vorstufe.

### 3.2. Aufnahme

Um das lästige Umstecken an den Eingangsbuchsen zu vermeiden, sind die Eingänge eines Kanals miteinander verbunden (Kontakte c 9 und c 10). Das Signal gelangt über den auf „Aufnahme“ geschalteten Verstärker zum zugehörigen System des Aufnahmekopfes. Der Pegelregler P 1a ist nur bei „Aufnahme“ eingeschaltet. Er ist aus Gründen einer möglichst übersichtlichen Bedienungsweise mit dem Lautstärkeregler desselben Kanals kombiniert. Mit Hilfe von R 304 wird der bei „Wiedergabe“ wirksame Stummschalter S 6 außer Betrieb gesetzt, um die Einpegelung der Aufnahmen in „Stop“-Stellung zu ermöglichen. Durch Drücken der zugehörigen Abhörtaste gelangt das Aufnahme-signal über R 507, C 702 und R 506 direkt zur Endstufe. Dabei wirkt der Tonhöhenregler P 2 als Mithörlautstärkeregler. Zur Verhinderung einer unerwünschten Rückkopplung über die Rundfunkanschlußbuchse werden bei einer beliebigen Aufnahmestellung die an den Kontakten 3 und 5 liegenden Ausgänge mittels S 1 getrennt und kurzgeschlossen. Den Frequenzgang des Aufnahmeverstärkers zeigt Bild 4a.

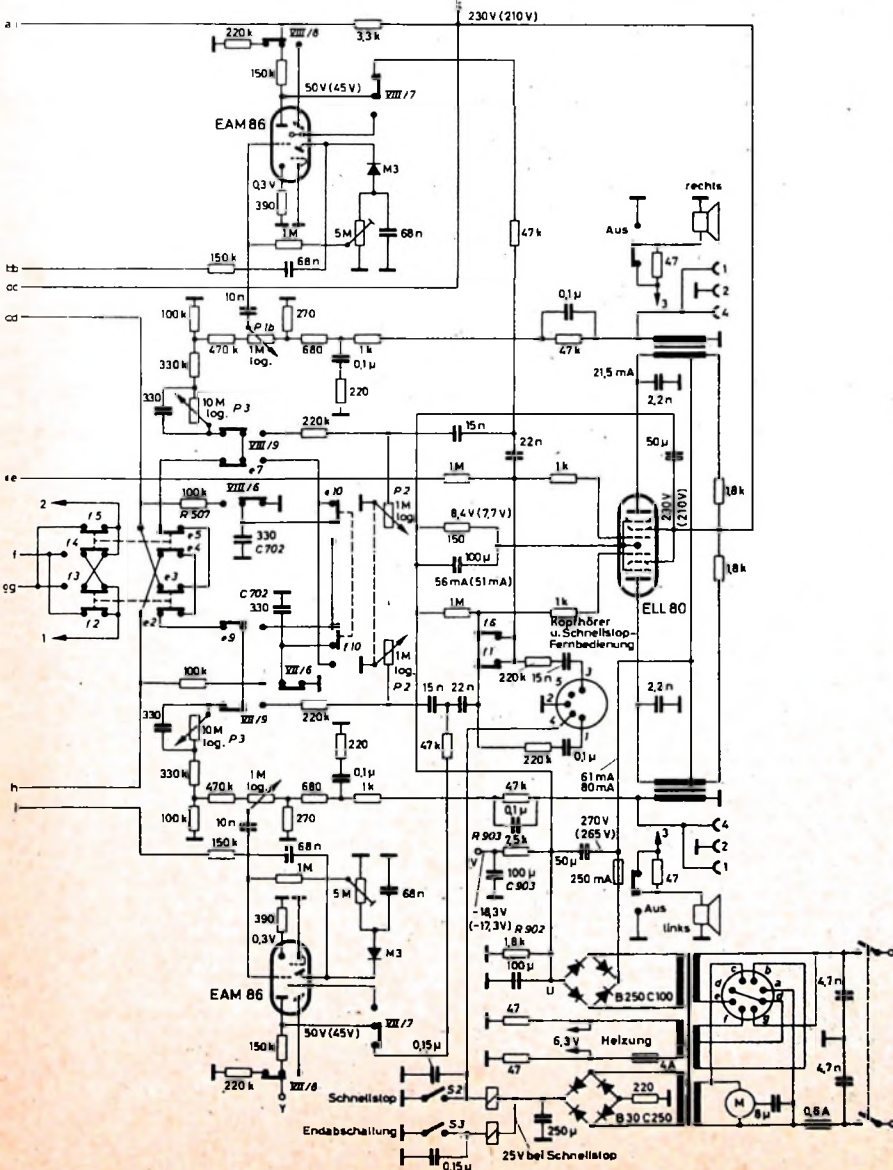
### 3.3. Vielfach-Überspieltrick

Diese Technik ist auch als „Multi-Playback“ bekanntgeworden. Der Aufnahmevorgang erfolgt in der Weise, daß nach Drücken der „Überspieltrick“-Taste wechselseitig mehrere Informationen aufgesprochen werden, wobei die vorhergehenden Informationen stets mit den nachfolgenden kombiniert werden.

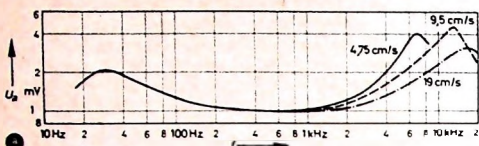
Die Einblendung der vorhergehenden Information aus dem auf „Wiedergabe“ geschalteten Kanal in den aufnehmenden Kanal erfolgt mit dem „Überspielregler“. Dabei wird automatisch immer der auf „Aufnahme“ geschaltete Kanal abgehört, und die Abhörtasten sind außer Betrieb. Um eine einwandfreie mehrmalige Überspielung zu gewährleisten, wurden die Verstärker so ausgelegt, daß der beim Bezugspegel über Band gemessene Klirrfaktor 1,5 % (bei Langspielband „LGS 26“ 1,2 %) nicht übersteigt. Da sich die Anteile ( $k_2$ ) mit jeder Überspielung addieren, erreicht die Summe erst bei viermaliger Überspielung (5 Stimmen) etwa 8 % und bleibt damit durchaus tragbar (Bilder 4f und 4g).

### 3.4. Hinter-Band-Kontrolle

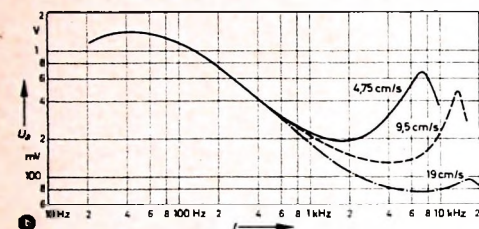
Durch Drücken der „Hinter-Band“-Taste werden die Anschlüsse beider Wiedergabekopfsysteme vertauscht. Dadurch kann eine Mono-Aufnahme unmittelbar hinter Band über den auf „Wiedergabe“ geschalteten Verstärker abgehört werden und eine sofortige Qualitätskontrolle mit optimaler Aussteuerung der verschiedenen Bandtypen (ungeachtet der Anzeige des Magischen Bandes) erfolgen. Die Hinter-



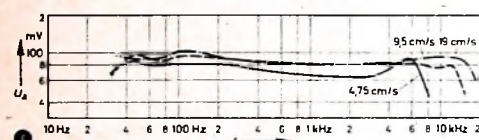




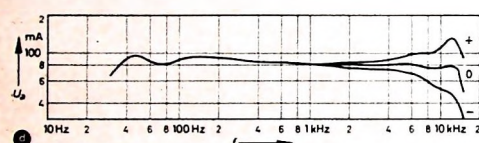
Aufnahme Frequenzgänge: Eingangsspannung 70 mV über 1 MOhm an Eingang „Rundfunk“, Ausgangsspannung an 30 Ohm in Reihe zum Aufnahmekopf



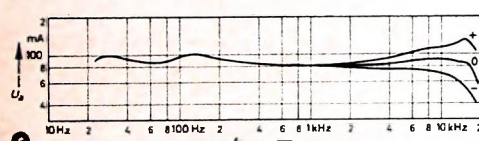
Wiedergabe Frequenzgänge: Signal über 30 kOhm an 30 Ohm in Reihe zum Wiedergabekopf



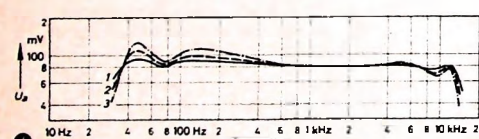
Hinter-Band Frequenzgänge für die drei Bandgeschwindigkeiten 4,75, 9,5 und 19 cm/s: Aufnahmepegel — 20 dB am Rundfunkeingang, Ausgangssignal gemessen am ElA-Ausgang



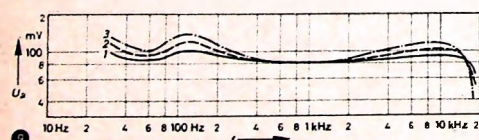
Hinter-Band Frequenzgänge bei 9,5 cm/s in Abhängigkeit von der Stellung des Hörschalters



Hinter-Band Frequenzgänge bei 19 cm/s in Abhängigkeit von der Stellung des Hörschalters



Vielfach-Überspiel Frequenzgänge bei 9,5 cm/s; 1 erste Stimme, 2 zweite Stimme (zugleich Kopierfrequenzgang), 3 dritte Stimme



Vielfach-Überspiel Frequenzgänge bei 19 cm/s; 1 erste Stimme, 2 zweite Stimme (zugleich Kopierfrequenzgang), 3 dritte Stimme

Bild 4. Frequenzgänge des Tonbandgeräts „MT 3624“

Band-Frequenzgänge für drei Bandgeschwindigkeiten zeigt Bild 4c. Die Hinter-Band-Kontrolle von Stereo-Aufnahmen erfolgt mit Hilfe des Stereo-Kopierzusatzverstärkers „15 911“, der an die Anschlussbuchse „Kopf-Ausgang“ anzuschließen ist (s. a. Abschnitt 4.).

### 3.5. A - B - Comparison

Ist bei einer beliebigen Mono-Aufnahme mit Hinter-Band-Kontrolle zusätzlich auch die Taste „Überspielen“ gedrückt (der Überspielregler muß dabei ganz zurückgedreht sein), so wird die Endstufe des auf „Wiedergabe“ eingestellten Kanals an das Aufnahmesignal geschaltet. Damit ist ein sofortiger Vergleich des Vor- und Hinter-Band-Signals durch Umtasten der „Überspieltaste“ möglich. Die Absenkung der im Aufnahmekanal angehobenen Frequenzen bewirken R 507 und C 702.

### 3.6. Echotrick

Durch den räumlichen Abstand des Aufnahme- und Wiedergabekopfes ergibt sich eine Laufzeitdifferenz. Wird nun durch Betätigung der „Hinter-Band“- und der „Überspieltaste“ bei einer Mono-Aufnahme das soeben aufgezeichnete Signal vom Wiedergabekopf abgenommen und mit dem Überspielregler P 4 wieder in die Aufnahme eingeblendet, so erfolgt eine Verhallung der Aufnahme. Der Überspielregler ermöglicht dabei die Einstellung der Echoamplitude. Der Echozeitregler erlaubt eine Veränderung der Nachhallzeit. Infolge der mechanischen Verschiebbarkeit des Wiedergabekopfes kann die Hallzeit bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit von 100 ... 300 ms, bei 9,5 cm/s von 200 bis 600 ms und bei 4,75 cm/s von 400 ms ... 1,2 s verändert werden.

### 3.7. Hörschalter

Zum Ausgleich der unterschiedlichen Höhenwiedergabe der verschiedenen Bandsorten ist der Aufnahmehörschalter S 5 eingebaut. Durch Veränderung der HF-Vormagnetisierung wird bei „—“ etwa 3 dB weniger, bei „+“ etwa 3 dB mehr Pegel bei den hohen Frequenzen erreicht (Bilder 4d und 4e).

### 3.8. Betrieb als Echoverstärker

Drückt man die Tasten „Aufnahme“ (links oder rechts), „Hinter-Band“ und „Überspielen“ (ohne jedoch zugleich die Taste „Start“ zu betätigen), so arbeitet das Gerät als NF-Verstärker. Die Ausgangsleistung beträgt dabei 4,5 W, da beide Endstufen parallel geschaltet sind.

Bei laufendem Band und Echo-Einpegelung mittels P 4 ermöglicht die gleiche Einstellung die Anwendung des Gerätes als Echoverstärker.

### 3.9. HF-Oszillator

Zur Erzeugung der Lösch- und Vormagnetisierungs-HF wird eine EL 95 in Meißner-Schaltung betrieben. Die Frequenz ist mit 95 kHz festgelegt, um Interferenzstörungen bei UKW-Stereo-Aufnahmen mit Sicherheit zu verhindern. Die Glühlampe in der Katodenleitung stabilisiert die Amplitude. Geht die Anodenspannung zurück, so vermindert sich der Anodenstrom, und La 1 leuchtet schwächer. Durch den abnehmenden Fadenwiderstand wird die Gegenkopplung vermindert, so daß die HF-Amplitude annähernd gleich bleibt.

Bei 4,75 cm/s wird die HF-Vormagnetisierung durch Einschalten von S 4 verringert,

um die Aufnahmeentzerrung auch bei der niedrigen Bandgeschwindigkeit innerhalb der durch die Tonfrequenz-Amplitudenstatistik gegebenen Grenzen zu halten.

### 4. Kopierzusatz

Die Kopiereinrichtung „15 901“ besteht aus zwei kleinen Gehäusen mit je einem Bandteller (Bild 5), wobei der linke Teil einen Teller mit Ablaufbremse zur Aufnahme des Leerbandes, der rechte einen mittels Spaltpolmotors über eine Rutschkupplung angetriebenen Teller für die Leerspule enthält. Beide Teile werden an den Seiten des Magnetongeräts eingehängt. Um das Mutterband beim Kopieren nur über den Wiedergabekopf zu führen, sind nach Abnahme der Kopfabdeckung zwei zusätzliche Umlenkbolzen einzuschrauben. Das für die Kopie vorgesehene Band wird auf den linken Teller des Kopierzusatzes gelegt und normal über die Umlenkbolzen des Magnetongeräts geführt.

Bei Stereo-Kopien arbeiten die eingebauten Verstärker des Tonbandgeräts als Aufnahmeverstärker. Zur Entzerrung und Verstärkung des Wiedergabesignals vom Mutterband ist der Stereo-Zusatzverstärker „15 911“ (Bild 6) einseitig an den Wiedergabekopf-Ausgang und einseitig an den Phono-Eingang des Ton-



Bild 5. Magnetongerät „MT 3624“ mit angebautem Kopierzusatz „15 901“



Bild 6. Stereo-Zusatzverstärker „15 911“

bandgeräts anzuschließen. In der Betriebsstellung „Aufnahme-Stereo“ wird die Aufzeichnung vom Stereo-Mutterband über den Wiedergabekopf abgenommen, im Stereo-Zusatzverstärker verstärkt und über das Magnettonband stereophon auf das andere Band überspielt. Eine Spurumsetzung erfolgt hierbei nicht, so daß die Kopie genau dem Original entspricht. Der Kopiervorgang hat (im Gegensatz zum üblichen Kopierverfahren mit zwei Geräten) keine Qualitätseinbuße hinsichtlich Gleichlauf und Bandgeschwindigkeit zur Folge. Auch hat die Kopie wegen der symmetrisch ausgeführten Aufnahme- und Wiedergabeverstärker nur eines Tonbandgeräts eine gute Frequenzlinearität. An Stelle der Stereo-Aufzeichnung können auch zwei Mono-Aufnahmen gleichzeitig kopiert werden. Einzelne Mono-Aufnahmen auf jeweils einer Spur können auch ohne Zusatzverstärker kopiert werden. Dabei erfolgt stets eine Spurumsetzung von 3 nach 1 beziehungsweise 2 nach 4.



## Neue Magnetongeräte

Auch im Angebot der Magnetongeräte 1964/65 – die verschiedenen Hersteller zeigten in Hannover ihr gesamtes Programm – sind die bisherigen Entwicklungstendenzen in der Technik und Fertigung grundsätzlich beibehalten worden. Im Laufe der Jahre kristallisierten sich bestimmte Heim-Tonbandgerädetypen als besonders zweckmäßig heraus. Die Auffassungen über Halbspur- und Viertelspurtechnik sowie über die anzuwendenden Bandgeschwindigkeiten sind gleichgeblieben. Dieser Trend führte zur Perfektion bestimmter Fertigungsprogramme. Ein bedeutender Hersteller konnte daher melden, das sein bisheriges Angebot unverändert weitergeführt wird, ein deutlicher Beweis für den hohen Entwicklungsstand und für die fortgeschrittene Rationalisierung.

Bei Heim-Tonbandgeräten kann heute die Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s als Standardwert angesehen werden, denn sie ist ein idealer Kompromiß zwischen Wirtschaftlichkeit und Qualität. Für Tonbandfreunde, die das Optimum an Qualität anstreben, hat die Geschwindigkeit 19 cm/s nach wie vor Interesse. Wenn es darauf ankommt, möglichst lange Spieldauer zu erreichen, ist die Geschwindigkeit 4,75 cm/s angebracht.

Bei der Technik der neuen Modelle fällt allgemein die fortschreitende Transistorisierung auf. Sie ist bei transportablen und mobilen Geräten selbstverständlich und bietet auch bei typischen Heimgeräten wesentliche Vorzüge wie beispielsweise sofortige Betriebsbereitschaft. Die Formen der Neukonstruktionen sind betont sachlich, zweckmäßig und elegant. Auf unauffällige Farbtöne legten die verantwortlichen Designer großen Wert.

Mit Hilfe neuer kombinierter Geräte ist nunmehr Mobilbetrieb in Kraftfahrzeugen auf einfache Weise möglich. Die bisherigen Probleme des Einbaues, der Stromversorgung und der Bedienung gelten als gelöst.

Seit Jahren erweitern die Hersteller ihr Angebot an praktischem Zubehör. Hier gibt es verschiedene beachtenswerte Neuentwicklungen (zum Beispiel Mikrofone, Kassetten, Zusatzlautsprecher usw.).

Für die objektive Qualitätsbeurteilung wenden fast alle Hersteller bei der Ermittlung der technischen Daten ihrer Magnetongeräte die einschlägigen DIN-Vorschriften an. Hier sind die zulässigen Toleranzen der Meßwerte und die entsprechenden Meßverfahren eindeutig festgelegt. Der Techniker kann sich so ein objektives Bild von der Leistungsfähigkeit der Geräte machen.

### Neuerungen in Hannover

#### Grundig

Das bisherige Grundig-Tonbandgeräteprogramm – es besteht aus 14 verschiedenen Typen – wurde unverändert in die neue Saison übernommen. Neu ist das elektronische Notizbuch „EN 3“, ein praktisches Band-Aufnahme- und -Wiedergabegerät mit Doppelkassette. Abmessungen (134 mm × 64 mm × 37 mm) und Ge-

wicht (385 g) sind so minimal, daß es sich bequem in die Rocktasche stecken läßt.

Man kann dieses Gerätchen – es hat eine allseits geschlossene Bauweise – sogar mit einer Hand umspannen und dabei leicht den einzigen Funktionsknopf für die Betriebsarten „Aufnahme“, „Aus“, „Wiedergabe“ und „schneller Rücklauf“ bedienen. Das kreisrunde Mikrophon ist ohne Verbindungskabel direkt am Gehäuse aufsteckbar. Zwischen „Aufnahme“ und „Aus“ sowie „Wiedergabe“ und „Aus“ wurde eine Sicherung eingebaut; sie soll das unbeabsichtigte Löschen verhindern. Die Rücklaufstellung ist federgelagert und schnell immer von selbst in Stellung „Wiedergabe“ zurück.

Die Doppelkassette kann seitlich leicht herausgenommen werden. Das verwendete 57 m lange Triple-Band hat beim verwendeten Halbspurverfahren eine Gesamt-Aufnahmekapazität von 2 × 22 min. Durch ein kleines Blickfenster läßt sich der Bandlauf kontrollieren. Nach Abnahme der Kassette wird der Batterieraum mit drei in Reihe geschalteten Mignon-Batteriezellen (Gesamtspannung 4,5 V) zugänglich. Ein Batteriesatz reicht für eine Laufzeit von etwa 15 Stunden aus.

An das Gerät läßt sich noch verschiedenes Zubehör anschließen, wie beispielsweise ein Knopflochmikrophon mit Zwischenkabel an Stelle des direkt aufgesteckten Mikrofons, ein Stetosehörer mit Lautstärkeregler sowie ein Verbindungskabel für Rundfunkaufnahme und Wiedergabe. Neben einer Bereitschaftstasche mit Schulterriemen – sie ist nur für das Gerät mit aufgestecktem Mikrophon bestimmt – gibt es noch eine große Tragetasche. Hier findet außer dem Gerät das gesamte Zubehör Platz.

#### Loewe Opta

Loewe Opta stellte die neuen Tonbandkoffer „Optacord 408“ und „Optacord 416“ vor. Beide sind transistorisiert und für Netz- oder Batteriebetrieb verwendbar.

Das Tonbandgerät „Optacord 408“ hat eine Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s und eignet sich für Spulen bis zu einem maximalen Durchmesser von 11 cm. Die Aufnahmezeit ist 2 × 60 min für 360-m-Triple-Band, der Frequenzbereich 90 ... 10 000 Hz, der Dynamikumfang 45 dB und die Tonhöhenchwankung < 0,3 %. Die Aufnahme kann von Band über Kopfhörer mitgehört werden. Für die Aussteuerungs- und Batteriespannungskontrolle ist ein Drehspulinstrument vorhanden. Die Bedienung erfolgt über vier Drucktasten und einen getrennten Schalter für Aufnahme (Aufnahmesperre). Der eingebaute Lautsprecher hat die Abmessungen 7 cm × 13 cm. Für die Stromversorgung sind vier Monozellen und ein stabilisiertes Wechselstromnetzgerät vorhanden; ferner ist eine Autohalterung mit automatischem Anschluß an die Autobatterie bei gleichzeitigem Abschalten der Eigenbatterie lieferbar.

In der Ausstattung ist das Tonbandgerät „Optacord 416“ noch vielseitiger. Es hat zwei Bandgeschwindigkeiten (9,5 cm/s, 4,75 cm/s) und Aufnahmezeiten von 2 mal

Das neue kleine Magnetongerät „EN 3“ von Grundig. Im Bild ist die Doppelkassette abgenommen; daneben das Mikrophon „GM 701“ und ein Knopflochmikrophon

Das „EN 3“ im Vergleich mit einer normalen Streichholzschachtel

60 min bei 9,5 cm/s und 2 × 120 min bei 4,75 cm/s für 360-m-Tripleband. Der Frequenzgang ist 50 ... 12 000 Hz bei 9,5 cm/s und 60 ... 6000 Hz bei 4,75 cm/s (Störabstand > 46 dB bzw. > 44 dB). Der Lautsprecher für die Wiedergabe dieses erweiterten Frequenzbereiches hat die Abmessungen 9,5 cm × 15 cm.

Für die Bedienung sind fünf Drucktasten, ein Schiebeshalter (Lautsprecher, Bandgeschwindigkeit) und zwei Wippschalter angeordnet. Auch dieser Tonbandkoffer läßt sich an 6- oder 12-V-Autobatterien über ein geeignetes Kabel anschließen. Zum Zubehör gehören noch das Mikrophon „LDM 12“ und der Telefonadapter „LTA 4“. Beide Tonbandgeräte verwenden einen HF-geregelten Antriebsmotor. Während „Optacord 408“ in einem Ganzmetallgehäuse auf den Markt kommt, hat der Tonbandkoffer „Optacord 416“ ein Gehäuse aus Polystyrol-Metallspritzguß. „Optacord 416“ verfügt über einen Fernsteuerungsanschluß.

#### Nordmende

In Technik, Ausstattung und Formgebung ist der neue Nordmende-Tonbandkoffer

„Optacord 408“  
(Loewe Opta)

„Optacord 416“  
(Loewe Opta)





„Titanette“  
(Nordmende)

„Titanette“ ein modernes und zukunftsicheres Gerät. Es ist preisgünstig und spricht auch mit der leichten Bedienung einen großen Interessentenkreis an.

Die neue „Titanette“ ist ein Halbspurgerät für 9,5 cm/s und erreicht mit den rauscharmen Transistoren AC 151 r in den Entzerrer-Eingangsstufen den sehr guten Fremdspannungsabstand von mindestens 46 dB. Zum Bedienungskomfort gehören der mit einer besonderen Taste schaltbare Schnellstop, ein Bandzählwerk und eine Aussteuerungsanzeige mit Zeigerinstrument.

Ein Vorteil der Transistorbestückung ist neben der hohen Betriebssicherheit die niedrige Leistungsaufnahme von nur 20 W. Man kann das Tonbandgerät daher auch über einen verhältnismäßig kleinen Spannungswandler für mobilen Betrieb im Kraftfahrzeug betreiben. Dieser Verwendungsart kommt auch das vergleichsweise geringe Gewicht (etwa 9 kg) des Tonbandkoffers sehr entgegen.

Von den technischen Daten soll noch der Frequenzumfang von 60 ... 14 000 Hz hervorgehoben werden. Die Laufzeit einer 15-cm-Bandspule ist bei Langspielband zwei Stunden und bei Doppelspielband drei Stunden.

#### Philips

Großes Interesse fand auf der Hannover-Messe der „autorecorder“ von Philips. Es handelt sich um eine Kombination des bekannten „taschen-recorder 3300“ mit einer Autoeinheit. Sie macht die universelle Verwendung eines Tonbandgerätes im Auto möglich. Alle Möglichkeiten des Tonbandgerätes können ausgenutzt werden, also Aufnahme und Wiedergabe.

Die Autoeinheit läßt sich unter dem Armaturenbrett befestigen und nimmt den „taschen-recorder“<sup>1)</sup> auf. Ein Hebelmechanismus fährt das Gerät bei Kassettenwechsel so weit aus der Halterung, daß die Kassette leicht austauschbar ist. Eine Verbindung zum Autosuper gestattet die Tonbandwiedergabe über den Verstärker und den Lautsprecher des Autoempfängers.

<sup>1)</sup> Geisthardt, K.-H.: „taschen-recorder 3300“. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 5, S. 143-145



„RK 34“  
(Philips)

gers. Überspielungen und Mikrofonaufnahmen sind während der Fahrt ohne Schwierigkeiten möglich. Das Tonbandgerät wird im Wagen aus der Autobatterie gespeist. Nach der Reise kann man den „taschen-recorder“ in seiner Tragtasche bequem überall mitnehmen.

Das mitgelieferte Mikrofon hat einen aufschiebenden Fernbedienungsschalter. Man kann das Gerät vom Mikrofon aus, aber auch von weit entfernten Standpunkten bedienen.

Neben der beruflichen Verwendung und der Unterhaltung im Auto eignet sich der „taschen-recorder“ auch zur Aufnahme von Originalgeräuschen für die Vertonung von Schmalfilmen und Dias. Der Frequenzbereich von 100 ... 6000 Hz läßt neben Sprachaufnahmen auch das Einfangen von musikalischen Darbietungen auf Urlaubsreisen und beim Camping zu.

Ferner kommt als Nachfolger des Batterie-Tonbandgerätes „RK 5“ das Modell „RK 5 L“ auf den Markt. Es unterscheidet sich von seinem Vorläufer durch eine Reihe von Verbesserungen (beispielsweise Frequenzbereich, Ausgangsleistung, Antrieb und Bedienung). Für die Tonjagd im Freien ist das „RK 5 L“ ideal und gestattet dem Foto- und Filmfreund Originalaufnahmen an Ort und Stelle.

In Hannover wurde erstmalig auch das Tonbandgerät „RK 34“ vorgestellt. Diese Neukonstruktion in Viertelspurtechnik hat zwei Bandgeschwindigkeiten (9,5 und 4,75 cm/s), ferner einfache Bedienung durch Drucktasten und Regler auf dem klar gegliederten Bedienungsfeld. Das eingebaute Mischpult erleichtert die Aufnahme eigener Hörspiele sowie das Vertonen von Dia-Serien und Filmen. Es können jeweils zwei Spuren parallel geschaltet werden. Duoplay- und Multiplayaufnahmen sowie Stereo-Wiedergabe sind mit einem Zusatzverstärker möglich. Der Tonbandkoffer „RK 34“ eignet sich für Spulen mit maximal 18 cm Durchmesser. Der Frequenzbereich ist 60 ... 10 000 Hz bei 4,75 cm/s und 60 ... 15 000 Hz bei 9,5 cm/s.

#### Saba

Viel beachtet wurde auf der Messe das seit einiger Zeit bekannte Kombinationsgerät „Sabamobil“<sup>2)</sup>. Diese praktische Vereinigung eines MW-Supers mit einem Kassetten-Tonband-Wiedergabegerät hat inzwischen viele Freunde und eine sehr gute Aufnahme auf dem Markt gefunden. Die auswechselbaren Kassetten bieten Musikprogramme verschiedenen Repertoires. Besonders beachtenswert ist die einfache Bedienung und das bequeme Auswechseln der Kassetten bei Autobetrieb. An typischen Heimtonbandgeräten bietet Saba in der Saison 1964/65 das bewährte bisherige Programm.

#### Stuzzi

Die neuen Stuzzi-Tonbandkoffer sind mit einem Rundfunkteil kombiniert. Ihr besonderer Vorzug ist die bequeme Aufnahme von Rundfunksendungen neben den üblichen anderen Verwendungsmöglichkeiten. So kommt das Gerät „Super-Radiocord 504“ als Viertelspurtyp (Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 4,75 cm/s) mit einem ML-Rundfunksuperteil heraus. Der Frequenzumfang ist 40 ... 8000 Hz bei 4,75 cm/s und 40 ... 15 000 Hz bei 9,5 cm/s. Die Ausführung „FM-Radiocord 802“ hat

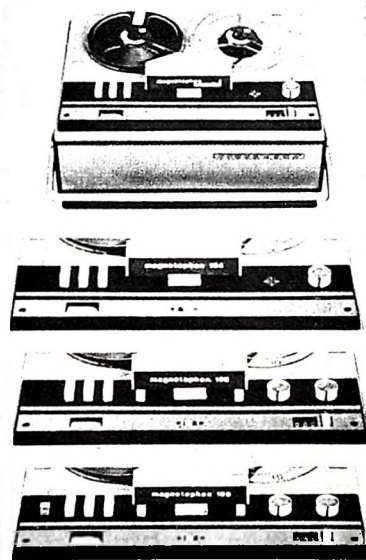
<sup>2)</sup> Das „Sabamobil“. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 6, S. 177-178

Halbspuraufzeichnung mit den Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 19 cm/s und einen maximalen Frequenzbereich von 40 bis 20 000 Hz bei 19 cm/s. Der eingebaute UKW-Teil hat unter anderem drei ZF-Stufen (10,7 MHz).

Neue Möglichkeiten bietet der Tonbandkoffer „Disc-Corder“. Er enthält als universelles Kombigerät ein Halbspurtonbandgerät (Bandgeschwindigkeit 4,75 cm/s, Frequenzumfang 60 ... 8000 Hz, Störabstand etwa 40 dB), einen leistungsfähigen Transistorsuper für MW mit fünf Kreisen und einen Plattenspieler für 17-cm-Mikrorillenplatten. Die Stromversorgung erfolgt aus eingebaute Batterien (vier Monozellen), aus der Autobatterie oder über ein Netzgerät.

#### Telefunken

Mit beachtlichen technischen Verbesserungen, einer sachlichen Gehäuseform und verschiedenen Service-Erleichterungen stellte Telefunken die neue Tonband-



Ganz oben: „Magnetophon automatic II“; darunter: Bedienungsfelder der Geräte „104“, „105“ und „106“

gerätereihe „100“ vor. Sie enthält vier verschiedene Modelle und löst die über sechs Jahre mit großem Erfolg verkaufte „70er“-Baureihe ab.

Bei den neuen Tonbandgeräten sind alle Anschlußbuchsen jeweils an der linken Geräteseite angeordnet. Man berücksichtigt dabei die Erfahrung, daß in zunehmendem Maße Dia- und Schmalfilmsteuerteile für eine Montage rechts seitlich am Tonbandgerät entworfen werden. Alle Typen der Serie „100“ haben ferner eine erheblich verbesserte Klangqualität in Höhen und Tiefen infolge eines größeren Gehäuses, eines neuen Lautsprechers und einer neuen Endstufendimensionierung. Schließlich verfügen die Geräte „105“ und „106“ sowie „automatic II“ über ein verbessertes Zählwerk, und zwar erstmalig in dieser Preisklasse mit drucktastengesteuerter Rückstellung. Über die neue Gehäuseform dieser Tonbandkoffer wurde schon früher berichtet<sup>3)</sup>.

<sup>3)</sup> Gebrauchsaqualität von Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräten. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 6, S. 181-182



Die neue Reihe eröffnet der Tonbandkoffer „Magnetophon 104“. Er ist ein Halbspurgerät (Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s, Frequenzbereich 40 ... 14 000 Hz, Dynamik > 48 dB, Tonhöheschwankungen  $< \pm 0,2\%$ ). Besonderheiten sind automatische Umschaltung „Radio/Micro“ und Laufzeitskala.

Über eine elektronische Aussteuerungsautomatik – sie läßt sich auf Handbetrieb umschalten – verfügt der Zweispurkoffer „Magnetophon automatic II“. Bandgeschwindigkeit und Frequenzbereich entsprechen dem Gerät „Magnetophon 104“. Die Röhren werden in Wartestellung mit reduzierter Spannung vorgeheizt (Leistungsaufnahme < 8 W). Weitere Eigenschaften sind Ultratonköpfe mit extrem langer Lebensdauer, verbesserter automatischer Sofortstopp am Bandende, Entzerrung nach NARTB-Norm und 2,5-W-Endstufe.

Durch die zwei Bandgeschwindigkeiten (4,75 und 9,5 cm/s) und einen Frequenzbereich von 40 ... 8000 Hz beziehungsweise 40 ... 16 000 Hz sowie eine Spieldauer von über acht Stunden je Band und elektrische Fernbedienung für Start-Stop ist das Halbspurgerät „Magnetophon 105“ vielseitig in Technik und Anwendung. Ultratonköpfe mit extrem langer Lebensdauer, automatischer Sofortstopp am Bandende durch Schaltfolie, elektrische Schnellstop-Taste, eingebauter Vorverstärker für dynamisches Mikrofon, Kondensator- und Kristall-Mikrofon, automatische Eingangsumschaltung mittels Schaltbuchse und Anschlüsse für Kopfhörer bieten hohen Komfort.

Das Viertelspurgerät „Magnetophon 106“ hat größtenteils die gleichen technischen Daten und entsprechend der Verwendbarkeit dieses Gerätetyps noch weitgehenden Komfort, wie beispielsweise rauscharme Transistorvorstufe, Viertelspur-Ultratonköpfe, Anschlüsse für Kopfhörer und Anrufbeantworter, Abhörmöglichkeit von Spur 1 bei gleichzeitiger Aufnahme auf Spur 2 und umgekehrt sowie Einbaumöglichkeit für Trickblende.

Ferner gehören zum Angebot 1964/65 das besonders als Schultenbandgerät anerkannte „M 85“ (zwei Spuren, zwei Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 19,5 cm/s), das für Stereo-Wiedergabe eingerichtete Viertelspurgerät „M 98“ mit drei Geschwindigkeiten (4,75, 9,5 und 19 cm/s), das für Stereo-Aufnahme und -Wiedergabe entwickelte Viertelspurgerät mit drei Bandgeschwindigkeiten „M 97“, das Halbspur-Vollstereo-Gerät „M 98“ mit drei Köpfen und drei Geschwindigkeiten und schließlich das netzunabhängige Batteriegerät

„300“ für 9,5 cm/s mit zwei Spuren, maximaler Spulengröße 13 cm und in trudelsicherer Bauweise.

#### Uher

Das neue Transistor-Tonbandgerät „Uher 22 Hi-Fi-Spezial“ eignet sich besonders als Baustein für Hi-Fi-Anlagen. Es ist für Mono- und Stereo-Aufnahme und -Wiedergabe sowie Multiplay eingerichtet, verfügt über die Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 19 cm/s und arbeitet im Halbspurverfahren. In der Ausführung „Uher 24 Hi-Fi-Spezial“ ist es auch als Viertelspurmodell lieferbar. In seinen elektroakustischen Eigenschaften entspricht das neue Tonbandgerät dem hohen Qualitätsstand moderner Hi-Fi-Geräte.

Als Baustein ist das Gerät in eine Edelholzarge mit einer glasklaren Kunststoffhaube eingebaut. Alle Anschlußbuchsen liegen auf der Rückseite. Der im Laufwerk verwendete Hysteresis-Synchronmotor ist statisch abgeschirmt und genügt mit einer Betriebsspannung von 42 V auch verschärften Sicherheitsbestimmungen. Der neue Uher-Bandzugregler sorgt für konstanten Bandzug über die gesamte Bandlänge und ist mit einem neuartigen Bandreiner kombiniert. Die Spaltlage des Wiedergabekopfes läßt sich mit einer Justier Vorrichtung für beste Wiedergabequalität optimal einstellen. Bemerkenswert ist ferner das vierstellige Bandzählwerk mit Rückstelltaste. Die getrennten Verstärker für Aufnahme und Wiedergabe sind als leicht auswechselbare Steckeinheiten ausgebildet. Dieses servicefreundliche Konstruktionsprinzip wurde auch für die Entzerrnetzwerke, die Gegentakt-HF-Generatoren und das Stromversorgungsnetzteil angewandt. Wie bei Hi-Fi-Geräten üblich, sind Lautsprecher und Leistungs-Endstufen nicht eingebaut.

Auch in den übrigen Sondereigenschaften zeigt die Neukonstruktion hohe Perfektion, wie beispielsweise elektronisch stabilisierte Betriebsspannungen, Impedanzwandler-Ausgangsstufen aller Verstärker, Schnittbandkern-Netztransformatoren, für Aufnahme und Wiedergabe getrennte Magnetköpfe, getrennte Regler und Meßinstrumente für die Aussteuerung der beiden Stereo-Kanäle, elektrische Fernsteuerung für Start und Stop sowie umschaltbare Aufpreis- und Wiedergabeentzerrung (CCIR- oder NARTB-Norm).

#### Neues Zubehör

Bei fast allen Herstellern ist das Angebot stabiler und praktischer Archiv-Klappkassetten nunmehr komplettiert. Für die Mehrfachkassetten, vor allem für den Dreifachtyp, besteht größeres Interesse. Auch die zweckmäßigen Cutter-Boxen sind jetzt weiter verbessert.

Als wichtigstes Zubehörteil für die Tonaufnahme gilt das Mikrofon. Dynamische Mikrofone verschiedener Charakteristiken in hochwertiger Technik und mechanisch robustem Aufbau werden heute von allen Tonbandgeräteherstellern angeboten. Um die Sonderwünsche zu erfüllen, liefert beispielsweise Telefunken heute sieben verschiedene Mikrofontypen vom dynamischen Mikrofon mit Kugelcharakteristik („TD 5“) bis zum hochwertigen dynamischen Stereo-Richtmikrofon mit zwei sorgfältig aufeinander abgestimmten Tauchspulsystemen.

Neu ist unter anderem das Uher-Reportage-Mikrofon „M 811“ mit „Wechseloptik“.



Das Reportage-Mikrofon „M 811“ von Uher und daneben ein auswechselbarer Mikrofonkopf

Das „M 811“ mit Umhängevorrichtung



Es wurde speziell für das Reportergerät „4000 Report S“ entwickelt und gestattet, den Mikrofonkopf auszuwechseln. Der Übergang auf eine andere erwünschte Aufnahmecharakteristik wird dadurch sehr erleichtert. Eine weitere Anpassung an die jeweilige Übertragungsart gestattet der stufenlos regelbare Sprache-Musik-Wähler dieses Mikrofons. Dazu gibt es noch verschiedene Zubehör, wie aufsteckbare Windschutzkappe, Reportage-Umhängevorrichtung, teleskopartig ausziehbarer Handgriff, zerlegbares Tischstativ und praktische Lederumhängetasche für Mikrofon und sämtliches Zubehör.

Interessant ist ferner das neue Uher-Netzanschluß- und Ladegerät „Z 114“ mit neuartiger elektronischer Ladeautomatik. Sie arbeitet vollautomatisch, und es sind beim Aufladen des Tonbandgeräte-Akkus im „4000 Report-S“ keine Handgriffe zu betätigen. Für die Speisung dieses Tonbandgerätes aus dem Lichtnetz liefert „Z 114“ eine konstante stabilisierte Spannung.

Werner W. Diefenbach

## Persönliches

### O. Kappelmayer 70 Jahre

Am 27. 5. 1964 wurde Otto Kappelmayer 70 Jahre. Seine Berührung mit dem Rundfunk kam im Winter 1919/20 als Leiter der Scherischen Tele-Autographenstation zustande.

Um den Rundfunk in Deutschland durchzusetzen, gründete er gemeinsam mit Dr. Nesper und Prof. Leithäuser den Deutschen Radio-Amateur-Club, in dem sich die technisch begeisterte Jugend zusammenfand. Diese Bastlerbewegung wuchs in wenigen Jahren zur stärksten technischen Vereinigung heran, die es jemals in Deutschland gegeben hat.

Oka – so signierte er seine Aufsätze – gewann die deutsche Tagespresse für den Rundfunk und führte auch die Rundfunkkritik ein, die wesentlich zur Anerkennung des Rundfunks als Kulturinstrument beigetragen hat. Mehr als zwanzig Buchveröffentlichungen und viele tausend Fachaufsätze erschienen unter dem Signum oka. Aber der Haupteinfluß des Jubilars auf die Massen der Rundfunkbegeisterten erfolgte in zahllosen Vorträgen in den Bastlervereinigungen und in Vortragsveranstaltungen in der Technischen Hochschule Berlin.

Die Bilanz der Lebensarbeit des heute Siebzigjährigen ist die reife Frucht einer einmaligen Begabung für die technischen Probleme des Radios und ihre Darstellung in Wort und Schrift. Vieles von dem, was heute für die technische Journalistik eine Selbstverständlichkeit ist, geht auf seine Ideen zurück. Er war der erste deutsche Fachschriftsteller des Rundfunks und der Begründer der technischen Literatur für Amateure und rundfunkbegeisterte Laien.



„Uher 22 Hi-Fi-Spezial“



E. ASCHINGER

## Der Endverstärker

### 1. Gesamtkonzept der Anlage

Der prinzipielle Aufbau der gesamten Stereo-Anlage ist schon in früheren Veröffentlichungen in der FUNK-TECHNIK [1, 2, 3, 4, 5] an Hand von Blockschaltbildern eingehend erläutert worden. Es sei hier nur wiederholt, daß die gesamte Anlage aus voneinander unabhängigen und austauschbaren Funktionseinheiten besteht, zwischen denen ein einheitlicher Signalpegel von  $-10$  dBm an  $600$  Ohm (für mittlere Aussteuerung) festgelegt wurde. Die Ein- und Ausgänge aller Einheiten (mit Ausnahme der Quell- und Endverstärker) sind für angepaßten Betrieb gedacht, als Anpassungsimpedanz wurde  $600$  Ohm (unsymmetrisch) gewählt.

### 2. Der Endverstärker

In diesem letzten Aufsatz der Reihe „Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche“ ist die Entwicklung des Endverstärkers beschrieben.

Die angegebene Schaltung wurde im Jahre 1960 entwickelt, konnte aber erst 1962/63 nach Erscheinen geeigneter Leistungstransistoren in der vorliegenden Form dimensioniert werden. Die erreichbaren Ergebnisse hängen ausschließlich von den verwendeten Transistoren ab. Von Seiten der Schaltung, die in jeder Hinsicht vielseitig und ausbaufähig ist, sind hier keine Grenzen gesetzt. Bei Bestückung der Endstufe mit Siliziumtransistoren lassen sich Übertragungseigenschaften realisieren, die mit Röhrenverstärkern (aus physikalischen Gründen) auch nicht annähernd erreicht werden können. Aber auch die Anwendung von Germaniumtransistoren, die heute noch um etwa eine Größenordnung billiger sind als Siliziumtypen, liefert Resultate, die als überdurchschnittlich gut bezeichnet werden dürfen.

Es sei vorweggenommen, daß diese Arbeit nicht als Bauanleitung gedacht ist. Um dem Leser die Möglichkeit zu geben, die Schaltung seinen speziellen Anforderungen entsprechend zu bemessen oder sie nach seinem eigenen Ermessen weiterzuentwickeln oder abzuwandeln, scheint es notwendig, die theoretischen Grundlagen etwas ausführlicher zu behandeln. Auch soll versucht werden, einige der interessantesten Probleme, die bei der Entwicklung von hochwertigen Transistor-Leistungsverstärkern auftreten, kurz zu streifen.

#### 2.1. Allgemeine Überlegungen

Es darf als selbstverständlich vorangestellt werden, daß der Endverstärker denselben hohen Qualitätsansprüchen genügen muß wie die übrigen Einheiten der Anlage. Wie diese soll er ausschließlich mit Transistoren bestückt sein und ohne Eingangs-, Treiber- und Ausgangsübertrager arbeiten. Dazu kommen noch verschiedene spezielle Gesichtspunkte, die bei der Entwicklung berücksichtigt werden müssen.

Eine der ersten Fragen ist die nach den erforderlichen Werten für Verstärkung und Ausgangsleistung. Beide werden von den verwendeten Lautsprechern bestimmt.

Die Verstärkung der Einheit ist so zu wählen, daß ein Signalpegel von  $-10$  dBm am Eingang eine Ausgangsleistung erzeugt, die über die betreffenden Lautsprecher eine etwa der Originallautstärke des Programm-Materials entsprechende Wiedergabelautstärke ergibt. Für die in der Musteranlage verwendeten Lautsprecher (JansZen „JanKit 41“) beträgt diese Leistung je Kanal etwa  $1,5$  W an  $8$  Ohm. Da der höchste zu erwartende Signalpegel etwa  $10$  dB über dem „Normalpegel“ liegt, ergibt sich die minimal erforderliche unverzerrte Ausgangsleistung der Endstufe zu  $15$  W an  $8$  Ohm.

Zum Erreichen eines hohen Dämpfungsfaktors

$$DF = \frac{R_L}{R_0} \quad (\text{wobei } R_L \text{ der Lastwiderstand ist})$$

muß der Ausgangswiderstand  $R_0$  des Verstärkers so klein wie möglich gemacht werden. Die Endstufe verhält sich dann annähernd wie eine Spannungsquelle, deren Ursprung und Ausgangsstrom durch die Grenzwerte der verwendeten Transistoren nach oben begrenzt sind. Es gibt daher nur einen einzigen, optimalen Lastwiderstand, an den die maximal verfügbare Ausgangsleistung abgegeben werden kann. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, von dem gegebenen Lastwiderstand auszugehen und die Endstufe für diesen Fall optimal zu bemessen. Den folgenden Berechnungen wird die Impedanz des oben erwähnten Lautsprechers  $R_L = 8$  Ohm zugrunde gelegt. Abgesehen von der abgegebenen Leistung soll die Anschaltung jeder beliebigen Last ohne Beeinträchtigung der elektrischen Stabilität und ohne Beschädigung der Ausgangsstufe zulässig sein. Auch die thermische Stabilität des Verstärkers muß in jedem nur denkbaren Betriebsfall gesichert sein.

Bezüglich der Forderungen, die an die Übertragungsfunktion des Endverstärkers zu stellen sind, gehen die Meinungen der Fachleute weit auseinander. Während die früher weit verbreitete Auffassung, daß der Übertragungsbereich für Sinusschwingungen nicht größer zu sein brauche als der Hörbereich des menschlichen Ohres, langsam an Boden verliert, weisen neuere Autoren darauf hin, daß Musik vor allem aus Einschwingvorgängen besteht, und fordern daher von einem hochwertigen Endverstärker die einwandfreie Wiedergabe von Rechteckimpulsen bis  $20$  kHz. Es gilt also, einen vertretbaren Mittelweg zwischen diesen beiden Extremen zu wählen.

Als Arbeitsgrundlage sei hier angenommen, daß es selbst sehr hohen Ansprüchen genügt, wenn sowohl Frequenzgang ( $10$  dB unter der maximalen Ausgangsleistung) als auch Leistungsbandbreite etwa eine Oktave über die untere und zwei Oktaven über die obere Grenze des Hörbereichs hinausreichen. Die Leistungsbandbreite ist als jener Frequenzbereich definiert, innerhalb dessen die an den vorgeschriebenen Lastwiderstand abgegebene Wechsellleistung um nicht mehr als  $3$  dB unter den angegebenen Maximalwert

absinkt, wobei die Verzerrungen den zulässigen Höchstwert nicht überschreiten dürfen.

Die Stromversorgung des Endverstärkers ist so auszugestalten, daß die geforderten Meßwerte in beiden Kanälen gleichzeitig erreicht werden können. Soweit nicht anders angegeben, beziehen sich jedoch alle weiteren Ausführungen auf nur einen der beiden elektrisch identischen Kanäle.

#### 2.2. Forderungen

Aus den erwähnten Überlegungen lassen sich folgende Forderungen ableiten:

##### 2.2.1. Impedanzverhältnisse, Dämpfungsfaktor

Die Speisung des Endverstärkers erfolgt über einen als Pegelregler der Anlage wirkenden unsymmetrischen  $600$ -Ohm-T-Regler. Die Eingangsimpedanz der Einheit muß daher  $R_i = 600$  Ohm (unsymmetrisch) sein. Die Ausgangsimpedanz ist so zu wählen, daß sich für die Nennlast von  $R_L = 8$  Ohm ein Dämpfungsfaktor  $DF > 10$  ergibt.

##### 2.2.2. Signalpegel, Verstärkung, Ausgangsleistung

Der für die gesamte Anlage festgelegte, einheitliche Signalpegel beträgt am Eingang des Endverstärkers (bei voll aufgedrehtem Pegelregler):

Normalpegel  $-10$  dBm an  $600$  Ohm,  
Maximalpegel  $0$  dBm an  $600$  Ohm.

Die für den Betrieb der genannten Lautsprecher erforderlichen Werte der Ausgangsleistung sind

normal  $1,5$  W an  $8$  Ohm,  
maximal  $15$  W an  $8$  Ohm.

Daraus ergibt sich die notwendige Spannungsverstärkung der Einheit zu

$$v_u = \frac{\sqrt{1,5 \cdot 8}}{\sqrt{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 600}} \approx 14,1$$

und die maximale Ausgangsleistung, die der Verstärker ohne Überschreitung der unter 2.2.3. angegebenen Verzerrungen abzugeben imstande sein muß, zu

$$P_{0 \min} = 15 \text{ W an } 8 \text{ Ohm} \\ (k \leq k_{\max}, IM \leq IM_{\max}).$$

Als maximale Ausgangsleistung  $P_{0 \max}$  ist jene Leistung definiert, die der Verstärker bei  $f = 1000$  Hz an  $R_L = 8$  Ohm innerhalb der zulässigen Verzerrungsgrenzen abgeben kann, sie soll um mindestens  $10\%$  größer als  $P_{0 \min}$  sein.

##### 2.2.3. Verzerrungen

Klirrfaktor  $k$  und Intermodulation  $IM$  dürfen für keinen Wert der Ausgangsleistung  $0 < P_0 < P_{0 \max}$  die Grenzen

$$k_{\max} = 0,1\% \quad (20 \dots 20\,000 \text{ Hz}),$$

$$IM_{\max} = 0,1\% \quad (50 \text{ und } 5000 \text{ Hz, } 4:1)$$

überschreiten.

##### 2.3.4. Frequenzgang

$\pm 1$  dB im Frequenzbereich  $10 \dots 65\,000$  Hz (Bezugspunkt  $f = 1000$  Hz, Meßpegel  $10$  dB unter  $P_{0 \max}$ ).

##### 2.3.5. Leistungsbandbreite

$B \geq 65\,000$  Hz, untere Grenzfrequenz  $f_u \leq 10$  Hz ( $P_{0 \max} = 0$  dB bei  $f = 1000$  Hz;  $k \leq k_{\max}, IM \leq IM_{\max}$ ).

##### 2.3.6. Fremdspannung

Der Fremdspannungsabstand (unbewertet) soll mindestens  $80$  dB zum Normalpegel betragen. Das entspricht einer maximal



zulässigen Fremd-Ausgangsleistung von 15 nW an 8 Ohm.

### 2.3.7. Übersprechdämpfung, Übereinstimmung der Kanäle

Wie für die übrigen Einheiten der Anlage, ist auch für den Endverstärker eine Übersprechdämpfung von mindestens 40 dB zu fordern. Die Übereinstimmung der beiden Stereo-Kanäle in Bezug auf Verstärkung und Frequenzgang soll besser als  $\pm 1$  dB sein.

### 3. Entwicklung der Schaltung

Jeder Endverstärker setzt sich aus Leistungs-Endstufe, Treiber und Vorstufen zusammen. Statt jedoch die große Zahl bereits bekannter und gebräuchlicher Schaltungen zu diskutieren und auf ihre Eignung zu prüfen, scheint es lohnender, bei der Entwicklung von den Grundlagen auszugehen und zu versuchen, auf diesem Weg zu einfacheren Schaltungen und besseren Ergebnissen zu gelangen.

In den folgenden Überlegungen soll ganz allgemein die Verwendung von Leistungstransistoren mit einer endlichen Grenzfrequenz angenommen werden, sie gelten daher sowohl für Germanium- als auch für Siliziumtypen. Vom technischen Standpunkt sind Siliziumtransistoren vor allem wegen ihrer sehr hohen Grenzfrequenz und ihrer hohen Belastbarkeit bei weitem vorzuziehen, sie sind aber derzeit noch um etwa eine Größenordnung teurer als Germaniumtransistoren mit vergleichbaren Grenzfrequenzen. Bei Kleinsignaltypen ist der Preisunterschied jedoch schon so gering, daß für die Vorstufen des Endverstärkers die Bestückung mit Siliziumtransistoren vorausgesetzt sei.

#### 3.1. Leistungs-Endstufe

Ein Leistungsverstärker läßt sich in seiner allgemeinsten Form als Brückenschaltung darstellen. Im Bild 1 sind  $2U_{CC}$  die Betriebsspannung,  $Z_1 \dots Z_4$  die Brückenimpedanzen und  $R_L$  der zu speisende Lastwiderstand. Bei Brückengleichgewicht ist der Laststrom  $I_L$  gleich dem Gleichgewichtsstrom  $I_G$ . Lautet  $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ , bildet man eines oder mehrere der Brückenglieder als gesteuertes aktives Element aus, so läßt sich das

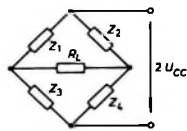


Bild 1. Brückenschaltung

Brückengleichgewicht und damit der Strom durch  $R_L$  mittels eines äußeren Signals steuern. Durch Variation von Zahl und Art der eingesetzten aktiven und passiven Elemente erhält man eine große Anzahl verschiedener, als Leistungsverstärker brauchbarer Schaltungen.

Für hochwertige Leistungsverstärker kommen nur Gegentaktschaltungen in Betracht. Wohl die eleganteste davon ist die Brückenschaltung, wie sie im Bild 2a mit Transistoren dargestellt ist (über die Transistor-Polarität soll hier noch nicht entschieden werden). Wegen ihres großen Schaltungsaufwandes und der Schwierigkeiten der Ansteuerung soll diese Schaltung jedoch nicht näher untersucht werden.

Ersetzt man zwei der vier Transistoren durch passive Schaltelemente, und zwar durch Reaktanzen, um Energieverluste zu vermeiden, so gelangt man zu weiteren Gegentaktschaltungen. Bild 2b zeigt die

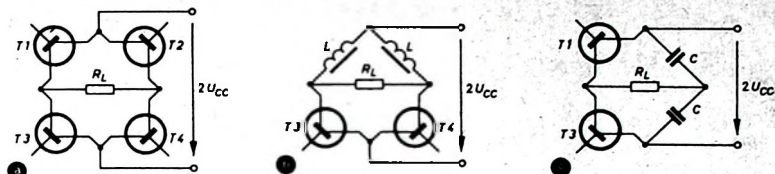


Bild 2. Transistor-Gegentaktschaltungen; a) Brücke, b) Parallel-Gegentakt, c) Serien-Gegentakt

konventionelle, bei Röhrenschaltungen übliche Parallel-Gegentaktschaltung, Bild 2c die durch Teilung der Brücke in der anderen Symmetrieebene entstandene Serien-Gegentaktschaltung. Während erstere der benötigten Induktivitäten wegen aus den Betrachtungen ausscheidet, ist die zweite, auch als single-ended push-pull circuit bekannte Schaltung für den vorliegenden Zweck ideal geeignet.

Wie aus der Gleichgewichtsbedingung hervorgeht, müssen  $T1$  und  $T3$ , die gleichstrommäßig in Reihe liegen, im Gegentakt arbeiten. Werden Transistoren gleicher Polarität eingesetzt, dann besteht die Notwendigkeit gegenphasiger Steuerung. Eine erhebliche Vereinfachung ergibt die Verwendung von komplementären Transistoren, die bei gleichphasiger Steuerung gegenphasig arbeiten. Um einwandfreie Symmetrie zu erreichen, müssen  $T1$  und  $T3$  gleiche beziehungsweise symmetrische elektrische Eigenschaften haben. Im Ruhezustand liegen dann beide Anschlüsse der Last  $R_L$  auf gleichem Potential, so daß trotz galvanischer Kopplung durch  $R_L$  kein Gleichstrom fließt. Wie bei allen Gegentaktschaltungen, können auch hier nur Verzerrungen der Ordnung  $(2n+1)$  auftreten.

Die für die erreichbaren Resultate entscheidenden Fragen nach der günstigsten Schaltungsart der Transistoren und der Klasse der Gegentaktschaltung sind sehr vielschichtig und daher nicht leicht zu beantworten. Die gebräuchlichste Schaltungsart, die Emitterschaltung, hat als einzigen Vorteil eine hohe Strom- und Spannungsverstärkung. Ihre niedrige Grenzfrequenz, die schlechte Linearität der Stromverstärkung und die fehlende thermische Stabilität zwingen zur Einführung einer Seriengegenkopplung durch einen Emittewiderstand. Dieser verbraucht jedoch nicht nur einen Teil der verfügbaren Ausgangsleistung, sondern macht auch den Vorteil der hohen Verstärkung zunichte.

Die Basischaltung hat einen ausgezeichneten Frequenzgang, aber ihre hohe Ausgangsimpedanz, der wegen der kleinen Stromverstärkung ( $|A| < 1$ ) erforderliche große Steuerstrom und die Schwierigkeiten der Arbeitspunkteinstellung und -stabilisierung lassen sie als Endstufe unpraktisch erscheinen.

Die Collectorschaltung ist die in einer Leistungs-Endstufe wohl ungebräuchlichste Schaltung. Eigentlich zu Unrecht, denn sie liefert einen sehr niedrigen Ausgangswiderstand und hat auf Grund ihrer starken inneren Gegenkopplung durch den im Emittierkreis liegenden Lastwiderstand eine gute Linearität der Stromverstärkung sowie eine ausgezeichnete elektrische und thermische Stabilität. Ihre Spannungsverstärkung ist allerdings kleiner als 1, die benötigte Steuerspannung daher größer als die geforderte Ausgangsspannung. Der zweite Schönheitsfehler der Schaltung besteht darin, daß sie dieselbe niedrige Grenzfrequenz  $f_{\alpha}$  hat wie die Emitterschaltung. Der Abfall der Stromverstärkung  $M_{21c}$  bei hohen Frequenzen bewirkt jedoch nicht wie dort

einen Abfall der Spannungsverstärkung, sondern eine Verringerung des Eingangswiderstandes. Da es aber durchaus möglich ist, diese beiden Nachteile durch entsprechende schaltungstechnische Maßnahmen zu kompensieren, ohne dabei neue Nachteile (wie zum Beispiel bei der Emitterschaltung) in Kauf nehmen zu müssen, ist die Collectorschaltung den beiden anderen Schaltungsarten vorzuziehen.

Aus den beiden bis jetzt getroffenen Entscheidungen ergibt sich die dritte beinahe von selbst. Wie Bild 3 zeigt, wird die gewählte Schaltungsanordnung außerordentlich einfach, wenn sie in Klasse B betrieben wird.

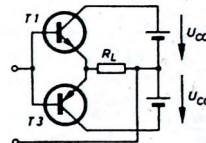


Bild 3. Serien-Gegentakt mit Komplementärtypen

Zur Einstellung der richtigen Arbeitspunkte, nämlich  $I_{CQ3} = 0$  und  $U_{CEQ3} = U_{CC}$  genügt es, die Basisanschlüsse von  $T1$  und  $T3$  zu verbinden. Dies gewährleistet, daß jeweils immer nur einer der beiden Transistoren Strom führen kann. Der gesperrte Transistor hat als Quellwiderstand den sehr niedrigen Widerstand der leitenden Basis-Emitter-Diode des anderen Transistors. Dadurch und infolge der Basis-Emitter-Spannung des leitenden Transistors wird eine sichere Sperrung und eine starke Verringerung der Abschaltzeit des anderen erreicht. Aus denselben Gründen ist ein lawinenartiges Anwachsen der Collectorströme bei höheren Temperaturen völlig ausgeschlossen, die „innere“ thermische Stabilität der Anordnung ist außerordentlich groß. Daher erübrigen sich alle sonst notwendigen und oft sehr komplizierten Maßnahmen zur Einstellung und Stabilisierung der Arbeitspunkte. Um einwandfreie Symmetrie zu erreichen, empfiehlt es sich, die Endstufe aus zwei getrennten Betriebsspannungsquellen zu versorgen, obwohl dies eine Verdopplung des Aufwandes im Netzteil der Einheit erfordert.

(Fortsetzung folgt)

#### Schrifttum

- [1] Aschinger, E.: Ein Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer für hohe Ansprüche. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 17, S. 626-628, Nr. 18, S. 665-666, und Nr. 19, S. 705-707
- [2] Aschinger, E.: Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer für hohe Ansprüche - Weiterentwicklung. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 8, S. 257-259
- [3] Aschinger, E.: Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche - Der Stereo-Konverter. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 24, S. 858-860, Bd. 16 (1961) Nr. 1, S. 11-12, Nr. 2, S. 53-54, Nr. 3, S. 85-86, und Nr. 4, S. 115-116
- [4] Aschinger, E.: Stereo-Anlage für hohe Ansprüche - Stabilisierter Zentralnetzteil. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 5, S. 145-147
- [5] Aschinger, E.: Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche - Variables Bandpaßfilter. Funk-Techn. Bd. 16 (1963) Nr. 1, S. 9-10, Nr. 2, S. 81-83, Nr. 3, S. 83-84, Nr. 4, S. 109-110, Nr. 5, S. 158, u. Nr. 6, S. 184 bis 185



## Elektrische Spannungsmessung

DK 621.317.321

Die Spannungsmessung umfaßt in der Schwachstromtechnik einen Bereich von wenigen Mikrovolt bis zu etlichen Kilovolt. Von Ausnahmen abgesehen, wird in der Praxis die Spannung zwischen zwei Punkten dadurch ermittelt, daß man einen Strommesser über einen entsprechenden Vorwiderstand anschließt und den der Spannung proportionalen Strom mißt. Der Strommesser ist dabei direkt in Spannungswerten geeicht. Die Meßbereichumschaltung erfolgt durch Variation des Vorwiderstandes.

## Messung von Gleichspannungen

Gleichspannungen werden vorwiegend mit Drehspulinstrumenten, Röhrenvoltmetern oder Verstärkervoltmetern gemessen, die meistens als Vielfachmeßgeräte ausgeführt sind. Sieht man von elektrostatistischen Voltmetern ab, die nur in einem begrenzten Spannungsbereich angewendet werden können, so fließt bei jeder Spannungsmessung ein Strom durch das Meßgerät; es verbraucht also Leistung. Der Spannungsmesser zeigt daher einen zu kleinen Wert an. Soll zum Beispiel die Spannung zwischen den Punkten A und B des Spannungsteilers  $R_1, R_2$  im Bild 1a gemessen werden, so wird der Querwiderstand  $R_q$  durch den Vorwiderstand  $R_v$  (in dem auch

Allerdings wurde in den letzten Jahren die Anzeigeempfindlichkeit der Drehspulinstrumente so gesteigert, daß der Praktiker in vielen Fällen Überlegungen anstellen muß, ob ein Röhrenvoltmeter eingesetzt werden soll oder ob die Verwendung eines Hochleistungs-drehspulinstrumentes zweckmäßiger ist.

Neben der Kompensationsmethode soll hier ein Meßverfahren beschrieben werden, das besonders für manchen Praktiker interessant sein dürfte, zumal der Aufwand wesentlich kleiner als bei der Kompensationsmethode ist. Hierbei wird nach Bild 2 dem Meßinstrument über einen Schalter S ein Widerstand  $R_v$  parallel geschaltet, der die gleiche Größe wie der Vorwiderstand  $R_v$  hat, und zunächst bei offenem und dann bei geschlossenem Schalter gemessen. Beide Messungen ergeben unterschiedliche Werte, und zwar erhält man im ersten Fall die Spannung  $U'$ , die um den Fehler

$$p' = \frac{U - U'}{U'} \cdot 100\%$$

niedriger als die tatsächliche Klemmenspannung  $U$  ist. Schließt man nun den Schalter S, so wird die Spannungsquelle  $G$  zusätzlich durch den Strom durch  $R_v$  belastet, der zwar dem Strom durch das

fassen ist, kann man die Funktion  $p' = f(p'')$  dazu benutzen, die Spannung einer hochohmigen Spannungsquelle zu bestimmen.

Aus Bild 3 ergibt sich, daß Spannungsverringierungen einer hochohmigen Spannungsquelle bis etwa 5% bei Verdopplung der Belastung annähernd denen bei einfacher Last entsprechen. Daraus läßt sich ein sehr einfaches Meßverfahren ableiten, das keine Rechenarbeit erfordert. Man schließt das Meßinstrument an die Spannungsquelle, zum Beispiel die Anode einer hochohmigen Pentode, an und liest den angezeigten Wert  $U'$  ab. Wird jetzt die Belastung der Spannungsquelle durch Zuschalten des Widerstands  $R_v$  verdoppelt, dann zeigt der Spannungsmesser den kleineren Wert  $U''$  an. Die Anzeigedifferenz  $\Delta U'' = U' - U''$  braucht nun nur zur ersten Anzeige ( $U'$ ) des Instruments addiert zu werden, und man erhält die verlustfrei gemessene Spannung der Quelle (bei  $\Delta U'' > 5\%$  ist Gl. (1) oder Bild 3 zu benutzen). Bei Umschaltung der Meßbereiche (also bei Änderung des Vorwiderstandes  $R_v$ ) muß aber auch der Zusatzwiderstand  $R_v'$  geändert werden.

Sehr genaue Meßwerte liefert die Spannungsmessung nach dem Kompensationsverfahren (Bild 4). Hierbei wird der Meß-

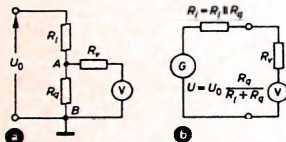


Bild 1. a) Spannungsmessung an einem Spannungsteiler, b) Ersatzschaltbild für die Spannungsmessung

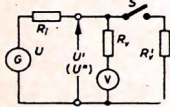


Bild 2. Spannungersatzschaltung (Ur als Lastverdopplungsverfahren)

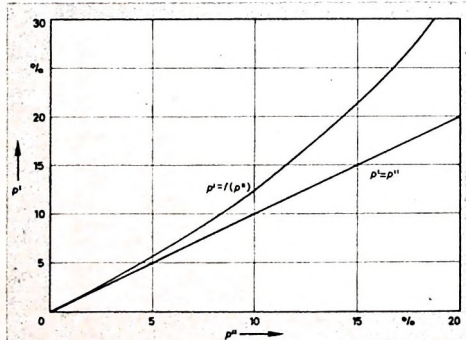


Bild 3. Abhängigkeit des Fehlers  $p'$  von  $p''$

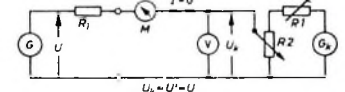


Bild 4. Ersatzschaltung des Kompensationsverfahrens

spannung eine veränderbare Kompensationsspannung über einen Indikator parallel geschaltet, die sich mit einem Voltmeter genau messen läßt. Mit  $R_1$  und  $R_2$  wird die Kompensationsspannung so eingestellt, daß der Indikator M stromlos ist. In diesem Fall fließt auch durch den Widerstand  $R_1$  kein Strom, und die vom Voltmeter angezeigte Spannung  $U_k$  ist gleich der Meßspannung  $U$ .

An Hand eines einfachen Beispiels aus der Praxis soll auf die Problematik der Gleichspannungsmessung hingewiesen werden. Die Röhrenstufe im Bild 5a stellt die Erzeugung der verzögerten Regelspannung in einem AM-Empfänger dar. Am Lastwiderstand  $R_L$  der Diodenstrecke tritt die gegen Masse negative Spannung  $U_L$  auf. Vom vorletzten Kreis L, C des ZF-Verstärkers, der der Generator für die Regelspannungsgewinnung ist, gelangt die gleichzurichtende ZF-Spannung über den Kondensator  $C_L$  zur Diode. Da am Meßpunkt M1 erhebliche Hochfrequenzreste vorhanden sind, wird die Regelspannung über die hochohmigen Siebglieder  $R_1, C_1$  und  $R_2, C_2$  geführt.

Es soll nun untersucht werden, welchen Einfluß die Messung der Gleichspannung mit einem Röhrenvoltmeter (Eingangswiderstand  $R_E = 10 \text{ MOhm}$ ) an den Punkten M1, M2 und M3 auf die Funktion der Schaltung hat und welche Meßfehler zu erwarten sind. Da die Gleichspannungsquelle am Lastwiderstand  $R_L$  am niederohmigsten ist, ergibt sich beim Antasten

der Eigenwiderstand des Meßwerks enthalten ist) geshuntet.

Im Bild 1b ist das Spannungersatzschaltbild für eine derartige Messung dargestellt. Es enthält den Generator  $G$ , der die zwischen den Punkten A und B vor dem Anschluß des Meßgerätes vorhandene Spannung  $U = U_0 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$  liefert und der über

den inneren Widerstand  $R_i = R_1 \parallel R_2$  durch das angeschlossene Meßinstrument ( $R_v$ ) einen Strom treibt. Die Spannung  $U$  wird aber nur dann annähernd fehlerfrei angezeigt, wenn das Widerstandsverhältnis  $R_1/R_2$  sehr groß ist. Das bedeutet, daß der Vorwiderstand des Spannungsmessers bei genauen Spannungsermittlungen mindestens 50...500mal größer sein muß, als der innere Widerstand  $R_i$  der zu messenden Gleichspannungsquelle. Diese Forderung läßt sich mit normalen Drehspulinstrumenten jedoch nur schwer erfüllen.

Instrument entspricht, aber von diesem nicht angezeigt wird. Die zusätzliche Belastung des Meßobjekts durch  $R_v$  hat eine Verringerung des Instrumentenausschlags zur Folge, die vom Widerstandsverhältnis  $R_1/R_2$  abhängt. Für diesen Fehler  $p''$  gilt

$$p'' = \frac{U' - U''}{U'} \cdot 100\%$$

Es liegt nun nahe, aus dem Zeigerrückgang infolge der Lastverdopplung auf die Fehlmessung zu schließen, die  $R_v$  allein hervorruft. Aus den Gleichungen für  $p'$  und  $p''$  ergibt sich

$$p' = \frac{50 p''}{50 - p''} \quad (1)$$

Diese Gleichung ist im Bild 3 dargestellt, das außerdem noch den Verlauf der Funktion  $p' = f(p'')$  zeigt. Da der Fehler  $p'$  bei Verdopplung der Belastung der Spannungsquelle meßtechnisch leicht zu er-



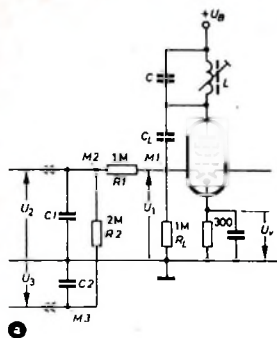


Bild 5. Messung von Schwundregelspannungen: a) Schaltung der Regelspannungserzeugung, b) Ersatzschaltung für die Messung am Punkt M2, c) Ersatzschaltung für die Spannungsmessung am Punkt M3

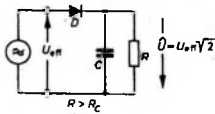
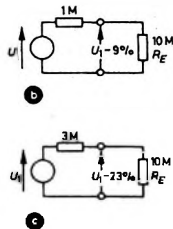


Bild 6. Gleichrichteranordnung in Serienschaltung

der Wirkleistung (der Kondensator C verbraucht keine Wirkleistung) ergibt

$$P = \frac{(U_{eff} \cdot \sqrt{2})^2}{R} = \frac{U_{eff}^2}{R/2}$$

Der Generator wird also durch das Meßgerät mit  $R' = R/2$  belastet.

Da diese Gleichrichteranordnung aber einen Gleichspannungsweg im Generator erfordert (die Tastspitze darf also nicht über einen Koppelkondensator angeschlossen werden), verwendet man fast ausschließlich die Parallelschaltung. Hierbei sind der Generator, die Diode D und die Last R parallel geschaltet; die Wechselspannungsenergie wird über den Koppelkondensator C zugeführt (Bild 7a).

Unter der Voraussetzung  $R_C \ll R$  kann man zwei Leistungsbilanzen aufstellen. Für die Wechselspannungsleistung gilt (Bild 7b)

$$P_{\sim} = \frac{U_{eff}^2}{R}$$

Im Bild 7c wird nur die Gleichspannungsleistung betrachtet. Über die Diode D lädt sich der Kondensator C annähernd auf die Spitzenspannung, die der Generator liefert, auf und entlädt sich, wenn D sperrt, über den Widerstand R. Die Gleichspannungsleistung ist

$$P_{\sim} = \frac{(U_{eff} \sqrt{2})^2}{R} = \frac{U_{eff}^2}{R/2}$$

Addiert man beide Leistungen, so erhält man

$$P_{ges} = \frac{U_{eff}^2}{R/3}$$

Aus dieser Leistungsbilanz ergibt sich, daß die Parallelschaltung bei geeignetem RC-Verhältnis den Generator mit einem Drittel des Widerstandswertes der Schaltung belastet. Diese Diodenschaltung ist also gegenüber der Serienschaltung ungünstiger; sie wird aber meistens angewandt, da wegen des Koppelkondensators ein Gleichstromweg im Prüfobjekt nicht erforderlich ist. Bei diesen Überlegungen wurde vorausgesetzt, daß die Diode als ideales elektrisches Ventil wirkt, das den Strom in einer Richtung vollkommen sperrt und in der anderen widerstandsfrei durchläßt. Das ist in der Praxis aber nicht der Fall, besonders wenn man mit niedrigen Spannungen arbeitet.

Als Beispiel zeigt Bild 8 die Diodenkennlinie der OA 78 ( $I_D$  Durchlaßstrom,  $R_D$  Durchlaßwiderstand,  $S$  Steilheit der Kennlinie). Im Bild 9 ist die Abhängigkeit der Gleichspannung am Lastwiderstand R einer Parallelschaltung als Funktion der Eingangsspannung  $U_{\sim}$  dargestellt. Man erkennt, daß bei niedrigen Wechselspannungen (unter 100 mV) die Gleichspannungen

am Widerstand R unverhältnismäßig niedrig sind. Die Gerade a im Bild 9 stellt die ideale Gleichrichtungskennlinie dar, bei der für jeden Wechselspannungseffektivwert ein gleich hoher Gleichspannungswert am Lastwiderstand zur Verfügung steht. Diese ideale Kurve wird von der tatsächlichen Kurve  $U_{\sim} = f(U_{\sim})$  im Punkt A geschnitten. Bei der Eingangsspannung  $U_{\sim} = 455$  mV fällt eine gleich hohe Ausgangsspannung am Lastwiderstand R ab. Wird die Eingangsspannung erhöht, dann überschreitet die Kennlinie die Gerade a und nähert sich bei hohen Eingangsspannungen der Geraden b, die für die ideale Spitzengleichrichtung gilt.

Die Kennlinie  $R_D/R = f(U_{\sim})$  kennzeichnet die Belastung des Generators durch eine derartige Gleichrichteranordnung. Bei sehr niedrigen Eingangsspannungen, bei denen fast keine Gleichrichtung auftritt, liegt nur der Widerstand R parallel zum Generator. Mit steigender Wechselspannung nimmt

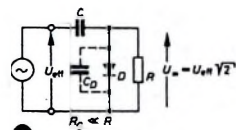


Bild 7. a) Gleichrichteranordnung in Parallelschaltung, b) Ersatzschaltung für die Wechselspannungsleistung, c) Ersatzschaltung für die Gleichspannungsleistung

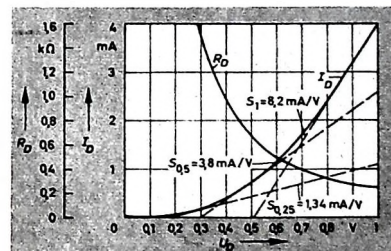


Bild 8. Kennlinie der OA 79

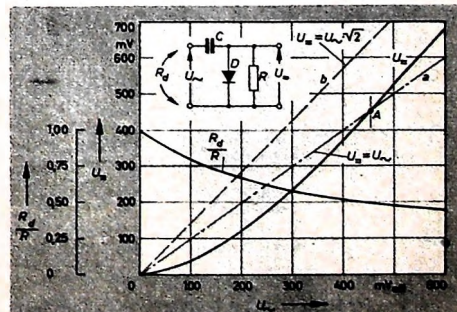


Bild 9. Kennlinien der Parallelschaltung bei niedrigen Wechselspannungen

des Meßpunktes M1 der kleinste Meßfehler. Hierbei muß man aber bedenken, daß der ZF-Kreis durch die Eingangskapazität  $C_E$  des Meßgerätes verstimmt wird. Mißt man am Meßpunkt M2, dann ist beim beschriebenen Röhrenvoltmeter bereits ein Meßfehler von wenigstens 9% vorhanden (Bild 5b), während der Fehler an der Meßstelle M3 auf 23% angewachsen ist (Bild 5c). An diesem Beispiel erkennt man, wie wichtig es ist, bei der Ermittlung von Regelspannungen Röhrenvoltmeter zu verwenden, die einen besonders hohen Eingangswiderstand haben. Allerdings gleichen funktionsfähige Meßobjekte dieser Art derartige Meßfehler durch den Regelvorgang selbst etwas aus. Bei der Betrachtung von Gleichspannungsmessungen kann man zwei nachteilige Wirkungen der Meßverfahren feststellen, und zwar die Belastung, die eine negative Fehlanzeige zur Folge hat, und gegebenenfalls eine Verstimmung, bei der sich eine Fehlanzeige infolge Änderung der Resonanzbedingung ergibt.

#### Die Messung von sinusförmigen Wechselspannungen

Wechselspannungen niedriger Frequenz lassen sich auch mit Drehspulinstrumenten messen, bei denen die Wechselspannung mit geeigneten Gleichrichtern gleichgerichtet wird. Die Belastung des Meßobjekts ist bei derartigen Wechselspannungsmessern etwa dreimal größer als bei der Messung entsprechender Gleichspannungen. Für den Frequenzbereich bis etwa 30 MHz stehen Verstärkervoltmeter zur Verfügung, bei denen die Wechselspannung zunächst verstärkt, dann gleichgerichtet und dem Drehspulinstrument zugeführt wird. Da höhere Frequenzen in einem breiten Frequenzbereich schwieriger zu verstärken sind, richtet man dann die Meßspannung mit einem Tastkopf unmittelbar an der Meßstelle gleich.

Es gibt zwei Gleichrichtergrundschaltungen, und zwar die Serien- und die Parallelschaltung. Außerdem sind Gleichrichteranordnungen nach dem Audion- und dem Anodenverstärkerprinzip möglich. Die zuletzt genannten Gleichrichterschaltungen erfordern aber für jeden Meßbereich eine besondere Skala, so daß sie nur noch selten angewandt werden. Am häufigsten wird die Parallelschaltung mit einer Kristalldiode verwendet.

Im Bild 8 sind die Betriebsbedingungen der Serienschaltung dargestellt. Der Wechselspannungsgenerator, zum Beispiel ein Schwingkreis, liefert über die Diode D an die RC-Kombination R, C eine bestimmte Leistung. Ist die Zeitkonstante  $\tau = R \cdot C$  groß, dann wird der Kondensator annähernd bis auf die Spitzenspannung  $\hat{U} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$  aufgeladen. Die Bilanz



Tab. I. Daten von Röhren- und Transistorvoltmetern

	GM 6000	GM 6001	GM 6012	GM 6014	GM 6020
Gleichspannung (Vollausschlag)	1...1000 V (7 Bereiche)	0,3...1000 V (8 Bereiche)			0,1 mV...1000 V (22 Bereiche)
Eingangswiderstand	10 MOhm	10 MOhm (0,3 V) 30 MOhm (1 V) 100 MOhm (> 1 V)			1 MOhm ( $\leq 10$ V) 100 MOhm (> 10 V)
max. Fehler	$\pm 3\%$	$\pm 2,5\%$			$\pm 5 \mu\text{V}$ (0,1 mV) $< \pm 3\%$
Wechselspannung (Vollausschlag)	1...300 V (6 Bereiche)	1...300 V (6 Bereiche)	1 mV...300 V (12 Bereiche)	1 mV...30 V (10 Bereiche)	
Eingangswiderstand	1,2 MOhm	3 MOhm	4 MOhm ( $\leq 3$ V) 10 MOhm (> 3 V)	3 MOhm (> 50 MOhm)	
Eingangskapazität	8 pF	3,5 pF	20 pF ( $\leq 3$ V) 10 pF (> 3 V)	7 pF (2 pF)	
Frequenzbereich	20 Hz...100 MHz	40 Hz...1000 MHz	2 Hz...1 MHz	1 kHz...30 MHz	
max. Fehler	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$	$< \pm 5\%$	$\pm 2,5\%$ ( $\pm 3\%$ )	
Widerstandsmessung	100 Ohm...5 MOhm (4 Bereiche)	1 Ohm...100 MOhm (8 Bereiche)			
dB-Bereiche			- 80...+ 52 dB (12 Bereiche)	- 80...+ 32 dB (10 Bereiche)	
Bestückung	Röhren	Röhren	Röhren	Röhren	Röhren

die Gleichrichterwirkung der Diode  $D$  zu, und daher vergrößert sich auch die Belastung. Man erkennt, daß die Belastung des Generators durch die Gleichrichteranordnung nicht nur von der Dimensionierung der Bauelemente, sondern auch von der Wechselspannungsamplitude abhängt. Während bei der Gleichspannungsmessung (abgesehen von wenigen Fällen) die den Meßklemmen parallel liegende schädliche Kapazität keine Rolle spielt, muß sie bei Wechselspannungsmessungen – wenigstens im Hochfrequenzbereich – berücksichtigt werden. Um diese Kapazität möglichst klein zu halten, wird die Gleichrichteranordnung in einem Tastkopf untergebracht, den man unmittelbar an die Meßstelle heranbringen kann. Als Beispiel sind im Bild 10 zwei Möglichkeiten angedeutet, einen heißen Schaltungspol anzutasten. Die Tastspitze selbst hat mit den Gleichrichterelementen eine innere Kapazität  $C_I$  von etwa 5...20 pF gegenüber dem Tastkopfgehäuse. Diese Kapazität bleibt immer gleich, während die Kapazität  $C_2$  zwischen der Tastspitze und dem Gehäuse des Prüflings, die bei einer etwa 5 cm langen Tastspitze 0,1...3 pF erreichen kann, schwankt.

Die Tastspitze hat aber nicht nur gegenüber dem Chassis eine schädliche Kapazität, sondern auch gegenüber anderen

heißen Polen der Schaltung. Wie Bild 10 zeigt, kann es vorkommen, daß zwischen den beiden heißen Polen einer Röhre, die durch den Mittling vollkommen entkoppelt sind, infolge falschen Antastens eine kapazitive Kopplung auftritt ( $C_K$ ).

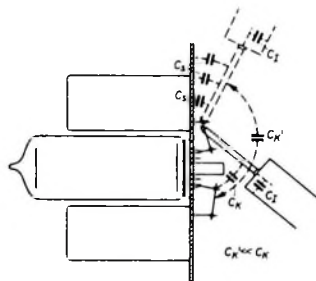


Bild 10. Richtiges Antasten der Meßpunkte

Diese geringe Verkopplung von Anode und Gitter kann bei einer hochverstärkenden Pentode zur Selbsterregung führen, die Fehlmessungen zur Folge hat. Die richtige Antastung ist im Bild 10 gestrichelt dargestellt. Dabei ist die Kopplungskapazität  $C_K$  zwischen den heißen Polen so klein, daß keine Selbsterregung ein-

tritt. Diese Antastart darf als guter Kompromiß zwischen kleinsten Streukapazitäten zwischen Tastspitze und Chassis und kleinster Streukopplung der heißen Pole einer Stufe oder mehrerer Stufen angesehen werden.

Die Eingangskapazität der Tastköpfe von etwa 10 pF kann bei schmalbandigen Resonanzverstärkern erhebliche Fehlmessungen infolge Verstimmung des angetasteten Kreises hervorrufen. Bei kleinen Verstimnungen ( $< 10\%$ ) ist die prozentuale Frequenzänderung etwa halb so groß wie die Änderung eines der Blindwiderstände:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta C}{2C}$$

Zum Beispiel verstimmt die Eingangskapazität eines Tastkopfes von 10 pF einen Schwingkreis mit 100 pF Parallelkapazität um 5%. Bei einer Zwischenfrequenz von 500 kHz bedeutet das eine Frequenzverwerfung von 25 kHz. Derartige Verstimnungen der angetasteten Schwingkreise ergeben verhältnismäßig große Meßfehler. Will man genaue Meßergebnisse erhalten, dann muß man die durch den Antastvorgang hervorgerufene Verstimmung durch Korrektur des Abgleichorgans eliminieren (dazu muß natürlich eine Nachgleichmöglichkeit mit genügend großem Variationsbereich vorhanden sein). Will man also die Wechselspannung genau messen, so muß man den Kreis nach der Antastung auf Maximum nachstimmen und dann das Meßergebnis ablesen (Kreis wieder abgleichen!). Die nicht immer rückwirkungsfreie Auskopplung der Meßspannung ist auch der Grund dafür, daß bei schmalbandigen Resonanzverstärkern nicht die Spannungen an den verschiedenen heißen Punkten angegeben werden, die bei Einspeisung eines bestimmten Eingangssignals auftreten.

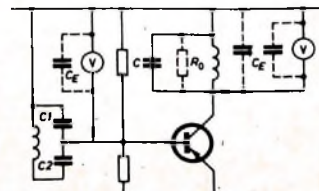


Bild 11. Zweckmäßige Antastung bei Transistorgeräten

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Maiheft unter anderem folgende Beiträge:

**Aufbau und Wirkungsweise von Parabolantennen mit Trislot-Scannern**

**Ein Vierpol als Analogmodell biologischer Rezeptoren**

**Zur Impulshändiskrimination mit der Schalthröhre E 80 T**

**Ein transistorbestückter UHF-Tuner mit 2/4-Kreisen**

**Integrierte mikroelektronische Schaltungen**

**Elektronik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1964**

**Gas-Laser in Miniatúrausführung zur Erzeugung diskreter Frequenzen**

**Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten**

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

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

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

Postanschrift: 1 BERLIN 52



GM 6023	GM 6025	PM 2405	PM 2453
		0,5...500 V (7 Bereiche) 10 MOhm	
		$\pm 2,5\%$	
10 mV...300 V (10 Bereiche) 1,5 MOhm	10 mV...10 V (7 Bereiche) 85 kOhm (35 kOhm)	0,5...500 V (7 Bereiche) 1,3 MOhm	1 mV...3 V (8 Bereiche) (100 mV...300 V) 1 MOhm
25 pF ( $\leq 1$ V) 15 pF ( $> 1$ V)	1 pF (mit „GM 6050 T“)	3,5 pF	3,5 pF (15 pF)
10 Hz...1 MHz	0,1...800 MHz	20 Hz...600 MHz	10 Hz...5 MHz
$\pm 5\%$ ( $\pm 8\%$ )	$< 5\%$ ( $< 15\%$ )	$\pm 2,5\%$ (80 Hz...100 MHz)	$\pm 5\%$ (50 Hz...1 MHz)
-60...+52 dB (10 Bereiche) Röhren	-50...+22 dB (7 Bereiche) Röhren	10 Ohm...100 MOhm (7 Bereiche) Röhren	Transistoren

In der Transistortechnik sind die Verhältnisse jedoch etwas anders. Bild 11 zeigt eine Transistor-ZF-Stufe. Infolge der sehr unterschiedlichen Widerstände des Eingangs und Ausgangs eines Transistors sind auch die Impedanzen der ZF-Kreise sehr verschieden. Um Anpassung zu erreichen, wird der Resonanzwiderstand des Kreises meistens mit einem kapazitiven Spannungsteiler C1, C2 an den Transistoreingang transformiert ( $C1 > C2$ ). Beide Kondensatoren bilden die Schwingkreiskapazität. Der Schwingkreis in der Collectorleitung ist dagegen mit seinem Resonanzwiderstand  $R_0$  wirksam. Um die Stufenverstärkung rückwirkungsfrei und möglichst genau zu messen, muß man die Eingangsspannung an der Basis auskoppeln. Die dabei auftretende Verstimmung und Dämpfung durch den Röhrenvoltmeteringang kann vernachlässigt werden, da der Kondensator C1 sehr viel größer als die Eingangskapazität  $C_E$  des Röhrenvoltmeters ist. Auch der Eingangswiderstand  $R_E$  des Röhrenvoltmeters dämpft an dieser Stelle den Schwingkreis kaum, da er – gemessen an den Schwingkreisdaten – sehr hochohmig ist und mit dem Quadrat des Kapazitätsverhältnisses in den Schwingkreis hineintransformiert wird.

Wesentlich ungünstiger sind die Antastbedingungen auf der Collectorseite, da hier die Ausgangsimpedanz größer ist. Bei großem L/C-Verhältnis ergeben sich nicht mehr zu vernachlässigende Verstimmungen und eine Dämpfung des Kreises. An dieser Stelle entspricht die Transistorschaltung hinsichtlich der Auskopplung der Meßspannung annähernd einer Röhrenschaltung. Daher ist es zweckmäßig, die Wechselspannung nicht am Collector, sondern an der Basis des folgenden Transistors zu messen. Hier gelten wieder die zuerst genannten günstigen Bedingungen, und man erhält die verstärkte Ausgangsspannung an einer etwa gleich großen Ausgangsimpedanz wie am Eingang. Verwendet man bei der Messung ein Breitband-Verstärkervoltmeter, dann ist stets bei der Spannungsmessung am Ausgang der Mischstufe Vorsicht geboten, weil am ersten ZF-Kreis eine Restamplitude der Oszillatorfrequenz vorhanden ist, die größer als das ZF-Signal sein kann. An dieser Stelle sind daher selektive Röhrenvoltmeter einzusetzen.

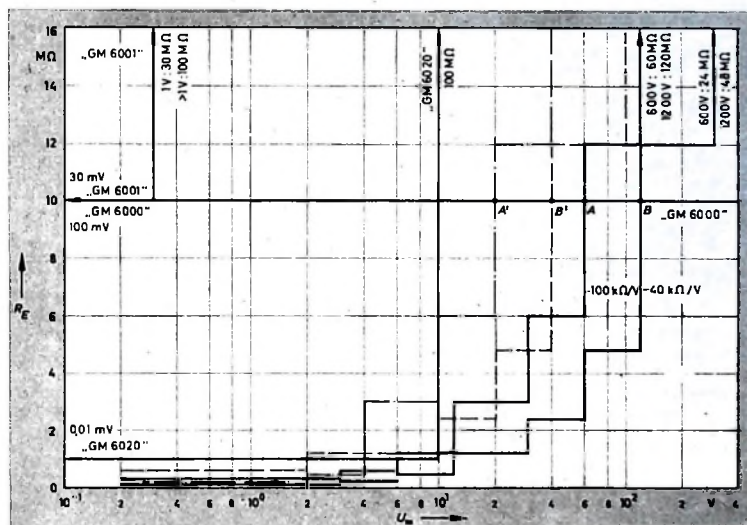


Bild 12. Vergleich des Eingangsverhaltens von Röhrenvoltmtern und Vielfachmeßgeräten

Grundsätzlich lassen sich Breitbandröhrenvoltmeter im Mikro- und Millivoltbereich sehr günstig zur meßtechnischen Signalverfolgung bei Transistorgeräten verwenden. Wegen der definierten rückwirkungsfreien Spannungsauskopplung ist man in der Lage, die an den einzelnen heißen Punkten vorhandenen Wechselspannungen zu ermitteln. Zweckmäßigerweise sollte die Fehlersuche mit dieser Messung beginnen. Die dabei ermittelten fehlerhaften Stufen sind dann durch Gleichspannungsmessungen auf richtige Arbeitsbedingungen zu kontrollieren. In diesem Zusammenhang sei das Transistorvoltmeter „PM 2453“ (Philips) erwähnt, das sich in vielen Fällen auch als erdsymmetrischer Spannungsmesser, zum Beispiel als Indikator für die Kompensationsmethode, verwenden läßt.

Bild 12 erlaubt einen Vergleich der Eingangsbedingungen einiger Röhrenvoltmeter und zweier Gleichspannungs-Vielfachmesser. Da eine Universalinstrument hat 40 kOhm/V Innenwiderstand und die

Spannungsmessbereiche 3, 6, 12, 30, 60, 120, 300, 600 und 1200 V; mit diesem Instrument lassen sich alle Gleichspannungen ab etwa 0,2 V messen. Da sich der Eingangswiderstand eines solchen Meßgerätes mit der Meßbereichumschaltung ändert, ist er im 6-V-Bereich 240 kOhm und im 120-V-Bereich 4,8 MOhm. Vergleicht man diese Werte mit dem Eingangswiderstand eines Röhrenvoltmeters (zum Beispiel Philips „GM 6000“,  $R_E = 10$  MOhm), so kann man feststellen, daß sich die Kurven der betreffenden Geräte im Punkt B schneiden, der im Bild 12 auf der Senkrechten für 120 V liegt. Von dieser Spannung an ist also die Verwendung des Universalinstruments günstiger als die des Röhrenvoltmeters. Man kann außerdem beim Vielfachmesser den Meßbereich bereits früher umschalten und sich mit einem Drittel des Vollausschlags begnügen. Dann verschiebt sich der Punkt B weiter nach links (B') und liegt auf der 40-V-Linie. Noch günstiger fällt der Vergleich mit einem 100-kOhm/V-Spannungsmesser aus. Der Schnittpunkt A der Kurve für dieses In-

strument mit der des Röhrenvoltmeters liegt bei 60 V, während der B' entsprechende Punkt A' schon bei 20 V erreicht wird. Von dieser Gleichspannung an sind Vielfachinstrumente durchaus in der Lage, mit Röhrenvoltmtern in Wettbewerb zu treten. Unterhalb 20 V sind Röhrenvoltmeter dagegen wesentlich günstiger.

Im Bild 12 sind außerdem die Kurven weiterer Philips-Röhrenvoltmeter eingetragen. Zum Beispiel hat das Gerät „GM 6020“ 1 MOhm Eingangswiderstand für den Spannungsbereich 0,01 mV...10 V. Bei höheren Spannungen ist der Eingangswiderstand 100 MOhm. Ab 10 V mißt das „GM 6020“ also fast belastungsfrei, denn 100 MOhm stellen für die meisten Spannungsquellen keine Last mehr dar.

Ein weiteres interessantes Röhrenvoltmeter ist das „GM 6001“, dessen Eingangswiderstand im Bereich 30 mV...0,3 V 10 MOhm, von 0,3...1 V 30 MOhm und bei Spannungswerten  $> 1$  V sogar 100 MOhm ist. In Tab. I sind einige Daten der Philips-Röhrenvoltmeter zusammengestellt.



## 2-m-Konverter mit Transistoren

## Technische Daten

Frequenzbereich:	144 ... 146 MHz
Frequenzstabilität:	$1 \cdot 10^{-6}$
Oszillatorfrequenz:	116 MHz
Spiegelfrequenzsicherheit:	$\approx 60$ dB
ZF-Durchschlagfestigkeit:	$\approx 70$ dB
Maximale Eingangsspannung:	1 V
Kreuzmodulationsfestigkeit: (für einen Störsender außerhalb des Bandes, Abstand 1 MHz, 1 V)	40 dB
Ausgangsfrequenz:	28 ... 30 MHz
Betriebsspannung:	6 V
Stromaufnahme:	6 mA

### 1. Schaltung

Der unter Verwendung neuzeitlicher Transistortypen in gedrähter Form aufgebaute 2-m-Konverter nach Bild 1 hat neben einer extrem geringen Rauschzahl ( $2\text{ kT}_0$ ) und einer großen Durchgangsverstärkung (27 dB) eine hohe Kreuzmodulationsfestigkeit und beste Weiteabselektion. Erfahrungen beim Bau von UKW-Amateurlinkkonvertern haben eine Schaltung mit folgenden Stufen als günstig erwiesen:

- a) Vorstufe mit hoher Verstärkung und geringem Rauschen;
- b) Mischstufe mit Bandfilterselektion am Ein- und Ausgang;
- c) Quarzoszillator, je nach Schaltung ein- oder mehrstufig.

Je nach den Wünschen des Anwenders sind an die einzelnen Stufen bestimmte Anforderungen zu stellen. Für Geräte, die in ihren Eigenschaften sehr hochgezüchtet werden sollen, muß eine sehr genaue Planung der Konstruktion vorausgehen. Auch die Qualität der Bauelemente bestimmt das Ergebnis in hohem Maße.

### 1.1. Vorstufe

Bei dem beschriebenen Konverter wird in der Vorstufe die Zwischenbasisschaltung verwendet; sie vereinigt Rausch- und Leistungsanpassung.

In Emitterschaltung erhält man bei Verwendung von Transistoren hoher Grenzfrequenz und hoher Stromverstärkung eine bessere Stufenverstärkung als in Basisschaltung. Werden die Transistoren in Basisschaltung betrieben, dann kann fast immer die sonst notwendige Neutralisation entfallen.

Die Zwischenbasisschaltung bietet demgegenüber die Möglichkeit, Schwingsicherheit und Stufenverstärkung in geeigneter Weise einzustellen. Besonders bei der Serienherstellung zeigt es sich als vorteilhaft, daß der Wert des Koppelverhältnisses von den Exemplarstreuungen weit weniger beeinflußt wird, als das bei einer in Emitterschaltung betriebenen Stufe der Fall wäre.

In der Vorstufe ist eine möglichst hohe Leerlaufverstärkung anzustreben, da dann das Rauschen der Mischstufe nur noch gering in die Gesamttrauschzahl eingeht. In diesem Fall ist es aber notwendig, am

Collectorausgangskreis eine spannungsabhängige Dämpfungsdiode anzuordnen, die eine Möglichkeit der Übersteuerung der Mischstufe bei zu hohen Eingangssignalen verhindert. Da die Dämpfungsdiode im Betrieb in Sperrrichtung leicht vorgespannt ist, verstimmt sie den Kreis nur wenig. Bei stärkeren Signalen wird sie leitend und schwächt das Signal durch die ohmsche Belastung des Kreises. Damit verändert sie auch die Kopplung des UKW-Bandfilters und verstimmt den Primärkreis zu tieferen Frequenzen. Beim Verkehr mit Ortsstationen ist diese automatische Regelung sehr nützlich, da das HF-Signal dann unverzerrt zur ZF herabgemischt werden kann.

## 1.2. UKW - Bandfilter

Das UKW-Bandfilter zwischen Vorstufe und Mischstufe ist eine sichere Gewähr, daß die Spiegelselektion sehr hoch ist. Obwohl das in Frage kommende Band nicht sehr stark mit kommerziellen Diensten belegt ist, kann es in einigen Fällen sonst zu Störungen kommen. Um vor allem zu vermeiden, daß die UKW-Rundfunkstationen durchschlagen können, wird eine Oszillatorfrequenz unterhalb der Empfangsfrequenz gewählt. Das Filter ist leicht überkritisch gekoppelt (Einsattlung unter 3 dB) und hat eine 3-dB-Bandbreite von 2 MHz. Bei der gewählten kapazitiven Kopplung ist darauf zu achten, daß die beiden Spulen gleichsinnig gewickelt werden. Es tritt sonst der Fall ein, daß sich induktive Streukopplung und kapazitive Spannungskopplung bei ungünstiger Phasenlage teilweise aufheben.

### 1.3. Mischstufe

Die Mischstufe wurde in Emitterschaltung aufgebaut. Dadurch ist eine relativ hohe Verstärkung möglich. Die Gefahr, daß wegen der Rückwirkungen über die Collectorsperschichtkapazität eine Schwingneigung besteht, ist nicht gegeben, da der UKW-Kreis einen Kurzschluß für die ZF darstellt. Aus Gründen der Übersteuerungssicherheit wurde ein relativ hoher Emittorstrom von 3 mA gewählt. Am Ausgang liegt ein kapazitiv gekoppeltes Bandfilter, bei dem die Betriebsgüte durch eine kleine Schwingkreiskapazität und den niedrigen Innenwiderstand des Transistors kleingehalten wird.

#### 1.4. Oszillator

Der Oszillator enthält einen Oberwellenquarz (Quarzkeramik, Stockdorf b. München), der auf der fünften Oberwelle an-

geregelt wird. Die bei solchen Schaltungen oft geäußerten Bedenken, daß ein Quarz hier nicht richtig einrastet und die Betriebsfrequenz weitgehend von den äußeren Schaltelementen bestimmt wird, hat sich nicht bestätigt. Messungen haben ergeben, daß sich die Oszillatorfrequenz bei einem Verstimmen des Collectorkreises um weniger als 10 Hz verschiebt; in der Hauptsache wird nur die Schwingamplitude verändert. Um den Einfluß der Halterungskapazität aufzuheben, wurde parallel zum Quarz eine einstellbare Induktivität gelegt, die zusammen mit der Halterungskapazität einen Parallelschwingkreis bildet.

Die mit dem Quarz in Serie liegende Kapazität muß groß gewählt werden, da sie sonst die Resonanzfrequenz des Quarzes von der Serienfrequenz zur Parallelfrequenz verschiebt.

Quarze verschiedener Hersteller wurden untersucht, und es zeigte sich, daß die Schwingfreudigkeit der Quarze sehr unterschiedlich ist; das liegt am Schnitt und der Verarbeitung der Quarze. Auch der Temperaturkoeffizient ist sehr verschieden. Diese Tatsache wird bei der Verwendung von preisgünstigen Quarzen oft vergessen.

Aus elektrischen Gründen ist der Quarz in die Schaltung einzulöten, sein Gehäuse aber möglichst nicht zu erden. Miniaturquarze ohne Halterung haben sich für den Konverter nicht bewährt, sondern es sollte der Halter „HC-6/U“ verwendet werden.

Wird die benötigte Oszillatorfrequenz durch Verdopplung abgeleitet, dann besteht die Gefahr der Oberwellenmischung. Mittels Bandfilterkopplung kann dieser Effekt zwar verringert werden, sie erfordert jedoch einen höheren Aufwand und viele Meßgeräte für den Abgleich.

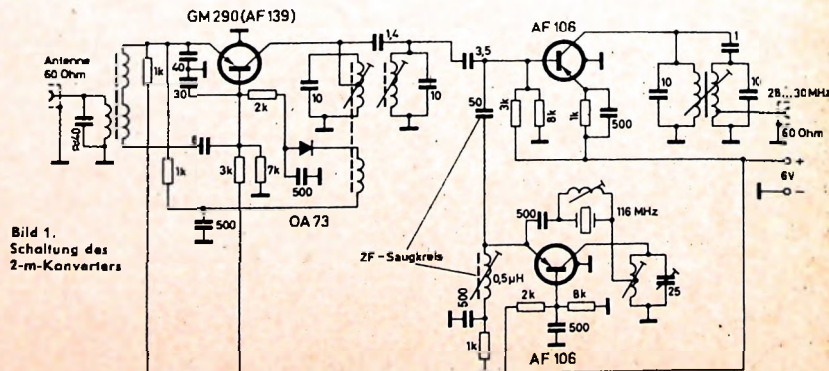
In der Emittierleitung des Oszillatortransistors liegt eine Phasenkorrekturspule. Sie soll mit ihrer Induktivität (etwa  $0,5 \mu\text{H}$ ) zusammen mit dem Einkoppelkondensator ( $50 \text{ pF}$ ) zur Mischstufe einen Serienresonanzkreis (Saugkreis) für die ZF bilden, so daß dadurch die Mischverstärkung optimal wird.

## 2. Wahl der Transistoren

## 2.1. Vorstufe

Neben den bekannten UHF-Transistoren AF 102 und AF 106 stehen für eine Bestückung der Vorstufe auch die UHF-Transistoren AF 139 (Siemens) und GM 290 (Texas Instruments) zur Auswahl, die beispielsweise für die Anwendung in Fernsehempfängern in sehr großen Stückzahlen gebaut werden.

Sowohl der AF 139 als auch der GM 290 haben bei 144 MHz so gute Verstärkungs- und Rauscheigenschaften, daß sie selbst teuren Spezialröhren in manchen Fällen

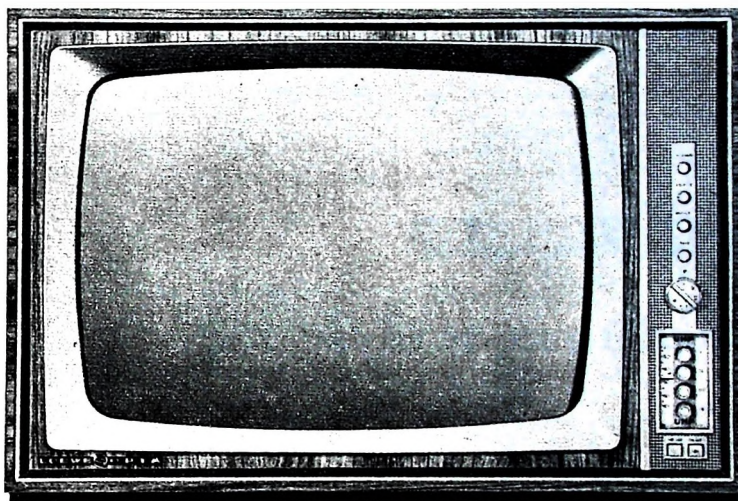


**Bild 1.**  
**Schaltung des**  
**2-m-Konverters**



# Besser als der beste Kundendienst -

ein Gerät, das keinen Kundendienst beansprucht. Was nicht gebraucht wird, kostet nichts. Und was nichts kostet, belastet auch nicht Ihre Kalkulation. Der Hauptnutzen: ein günstiger Preis; der Zusatznutzen: das Vertrauen Ihrer Kunden; die Folgerung: auf LOEWE OPTA setzen. Weshalb? Weil die Reparaturstatistiken des Handels immer wieder bestätigen: Betriebssicherheit - bei LOEWE OPTA ganz groß! Betriebssicherheit ganz groß - das gilt natürlich auch für das neue Fernsehgeräte-Programm 1964/65. Noch etwas: Auch der wachsenden Programmmzahl hat LOEWE OPTA Rechnung getragen - mit erhöhtem Bedienungskomfort, mit VHF/UHF-Blitzwahltaste und VHF-Speicherautomatik schon ab der preisgünstigsten Klasse, mit Mehrfachstevensatz schon ab der Mittelklasse. Deshalb also: Ihr bester Dienst am Kunden - LOEWE OPTA empfehlen!



Atlanta

Hier die einzelnen Typen des Fernsehgeräte-Programms 1964/65:

## **Tischempfänger**

Iris  
Admira  
Atlanta  
Aviso  
Atos  
Ariadne

## **Standgeräte**

Magier  
Arosa  
Stadion  
Ratsherr

## **Fernseh/Rundfunk/Phono-Kombinationen**

Trianon  
Patrizier

## **Tragbare Fernseh/Rundfunk-Kombination für Batterie und Netz**

Optaport 305

# LOEWE OPTA

Berlin/West · Kronach/Bayern · Düsseldorf



Tab. 1. Daten des Transistors GM 290

Maximalwerte	Vierpolparameter
$U_{CB} = -20 \text{ V}$	(bei $U_{CB} = -12 \text{ V}$ , $I_C = -3 \text{ mA}$ , $f = 200 \text{ MHz}$ )
$U_{CE} = -15 \text{ V}$	$Y_{ab} = (0,2 + j2) \text{ mS}$
$I_C = -50 \text{ mA}$	$h_{fb} = (-0,95 + j0,3) \text{ mS}$
$P_{tot} = 40 \text{ mW}$	$Y_{tb} = (55 - j40) \text{ mS}$
$T_{max} = 100^\circ \text{C}$	$Y_{fb} = (-35 + j55) \text{ mS}$

überlegen sind. Beide Transistoren unterscheiden sich etwas in ihrem Aufbau. So ist der GM 290 mit einer epitaxialen Zwischenschicht versehen und in seinen statischen Eigenschaften definierter. Das bedeutet, daß die Temperaturabhängigkeit und das Gleichstromverhalten günstiger sind, als bei einem nichtepitaxialen Transistor. Vor allem in den Exemplarstreuungen macht sich das sehr bemerkbar. In ihren Vierpolparametern sind beide Transistoren ähnlich; der AF 139 ist wahrscheinlich etwas hochohmiger aber dafür etwas mehr rauschend. Bei optimaler Anpassung zeigte der GM 290 (Tab. 1) etwas bessere elektrische Eigenschaften. Er ist zur Zeit jedoch noch etwas teurer.

Bei einer zusätzlichen Rauschzahl  $F_z$  von  $1 \text{ kT}_0$  ergab sich eine tatsächliche Rauschzahl von etwa  $2 \text{ kT}_0$ . Diese Rauschzahl läßt sich dann noch etwas verbessern, wenn man durch eine geringe Überneutral-

isierung der Zwischenbasisschaltung eine zusätzliche Rauschkorrelation einstellen kann.

**2.2. Oszillator und Mischstufe**  
Für den Oszillator und die Mischstufe sind Transistoren AF106 völlig ausreichend. Sie haben eine so hohe Verstärkung, daß sich Streuungen der Transistoren im Konverter kaum bemerkbar machen.

Ein Versuch wurde unternommen, diese Transistoren durch Silizium-Epitaxial-Planar-Ausführungen zu ersetzen. Von SEL wird zum Beispiel als UHF-Universaltransistor der BFY 19 angeboten (Grenzfrequenz 400 MHz). Eine Bestückung des Oszillators und der Mischstufe mit dem BFY 19 ist sicherlich reizvoll, da dann Temperatureinflüsse und Alterungserscheinungen fast ausgeschlossen sind. Sollte der BFY 19 geeignet sein, würde das den Vorteil bringen, daß der Konverter von  $-30^\circ \text{C}$  ...  $+90^\circ \text{C}$  völlig temperaturunabhängig ist. Ebenfalls ist es auch nicht ausgeschlossen, daß sich Exemplare mit besonders guten Rauscheigenschaften aussondern lassen und alle Stufen mit dem BFY 19 bestückt werden können.

### 3. Mechanischer Aufbau

Der 2-m-Konverter (fertig beziehbar von K. H. Lausen, Hildesheim), ist leicht auf einer gedruckten Platine von etwa  $5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$  unterzubringen (Bild 2). Als



Bild 2. Der 2-m-Konverter auf einer gedruckten Platine

Plattenmaterial ist Epoxydharz mit Glasfasereinlage besonders zweckmäßig. Es hat sehr gute elektrische Eigenschaften und ist auch mechanisch äußerst stabil und weitgehend hitzebeständig. Die Leitungsführung bedarf einer sorgfältigen Planung, damit die Leitungsinduktivitäten und -kapazitäten nicht zu groß werden.

### Schrifttum

- [1] Meinke, H. u. Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Berlin/Göttingen/Heldelberg 1962, Springer
- [2] Rohde, U. L.: Ersatzschaltbild und Eigenschaften moderner HF-Diffusions-transistoren. Internat. Elektron. Rdsh. Bd. 17 (1963) Nr. 10, S. 515-520
- [3] Renner, H. u. Liebscher, G.: Technologie und Eigenschaften von Si-Planar und Si-Epitaxial-Planartransistoren. SEL-Nachr. Bd. 11 (1963) Nr. 1, S. 36 bis 40
- [4] Rohde, U. L.: Ein moderner Konverter für das 2-m-Band. UKW-Berichte Bd. 4 (1964) Nr. 1, S. 1-3

## BASTEL-ECKE

### Alarmgerät mit akustischer Anzeige

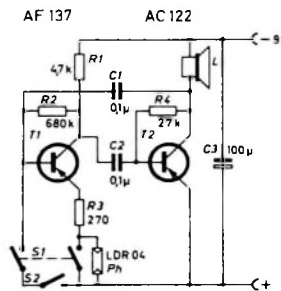
Das Gerät ist auf zwei Funktionsarten umschaltbar: Die Auslösung des Alarms erfolgt entweder mit Hilfe eines Photowiderstands oder beim Betätigen eines Kontakts, der an einer Tür oder einem Fenster angebracht werden kann. Werden die Tür oder das Fenster geöffnet, dann ertönt im Lautsprecher ein kräftiger Pfeifton (Alarmsignal). Dies ist auch der Fall, wenn Licht auf den Photowiderstand fällt. Er kann deshalb in einem Raum montiert werden, der normalerweise dunkel ist. Schaltet man im Raum Licht ein, dann ertönt das Alarmsignal.

### Schaltung

Die beiden Transistoren des Alarmgeräts (Bild 1) arbeiten in Emitterschaltung. Fällt Licht auf den Photowiderstand Ph, so ist sein Widerstand sehr niedrig. Der Transistor T1 ist dann geöffnet, so daß er jede Basisstromänderung verstärkt. Der verstärkte Strom am Collectorarbeitswiderstand R1 wird über C2 der Basis von T2 zugeführt. Der Collectorstrom von T2 fließt über den Lautsprecher L und versetzt dessen Membrane in Schwingungen. Ein Teil der am Collector von T2 liegenden Spannung wird über C1 ausgekoppelt und an die Basis von T1 zurückgeführt. Die Schaltung arbeitet als astabiler Multivibrator und liefert Rechteckschwingungen mit auf einer Seite schräg abfallenden Flanken.

Fällt kein Licht mehr auf den Photowiderstand, dann ist dessen Widerstand

Bild 1. Schaltung der Alarmanlage



hoch. Daher kann kein Strom mehr durch den Transistor T1 fließen, und der Multivibrator schwingt dann nicht mehr. Mit dem Umschalter S1 läßt sich der Photowiderstand kurzschließen. Der Schwingvorgang wird jedoch verhindert, weil man mit dem zweiten Kontakt von S1 die negative Basisvorspannung gleichzeitig an Masse schaltet. Dadurch ist der Transistor T1 gesperrt. Erst wenn der Alarmkontakt S2 (im Mustergerät ist es ein Kippschalter) geöffnet wird, ist die Basis von T1 wieder negativ und die Schaltung schwingt dann, bis S2 wieder geschlossen ist. Im Leerlauf ist die Stromaufnahme des Geräts 29 mA, im Anzeigezustand sind es 24 mA.

### Liste der Einzelteile

Widerstände, 0,5 W	(Dralowid)
Kondensatoren, 12/15 V	(Wima)
Photowiderstand LDR 04	(Valvo)
Kippschalter	(Marquardt)
Doppelbuchse	(Dr. Mozar)
Lautsprecher	(Philips)
Transistoren AF 137 und AC 122	(Telefunken)
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel	

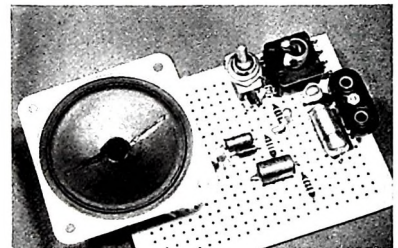


Bild 2. Aufbauberspiel auf einer Lochplatte

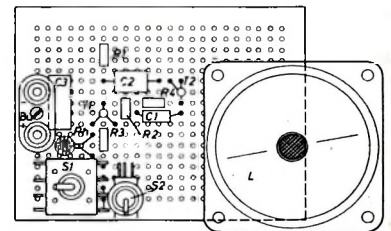


Bild 3. Einzelteileanordnung

### Mechanischer Aufbau

Das Gerät kann auf einem Resopalbrettchen  $100 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$  aufgebaut werden (Bilder 2 und 3). Alle Kondensatoren und Widerstände, einschließlich des Photowiderstands, sind liegend montiert. Auch der Lautsprecher ist flach auf dem Chassis angeordnet. Die Anschlüsse der Bauelemente werden durch die Bohrungen im Experimentierchassis geführt und auf der Unterseite verdrahtet.

Den Transistor T 2 kann man mit einer Kühlschelle versehen, was aber nur bei höheren Umgebungstemperaturen notwendig ist.



## WIMA-MKS



Metallisierte Kunstfolien-Kondensatoren.

Spezialausführung für Leiterplatten in rechteckigen Bauformen mit radialen Drahtanschlüssen.

Vorteile:

- Geringer Platzbedarf auf der Leiterplatte.
- Exakte geometrische Abmessungen.
- Genaue Einhaltung des Rastermaßes.
- Kein Vorbiegen der Drähte vor dem Einsetzen in Leiterplatten.
- Unempfindlich gegen kurzzeitige Überlastungen durch Selbstheilungseffekt.
- HF-kontaktsicher und induktionsarm.
- Verbesserte Feuchtesicherheit.

Betriebsspannungen:

250 V— und 400 V—;

$U_N=100$  V— in Vorbereitung.



**Moderne  
Bau-  
elemente  
für  
die  
Elektronik**



## WIMA-MKB



Metallisierte Kunstfolien-Kondensatoren in Becherausführung.

Mit hohem konstantem Isolationswiderstand und bisher unerreicht kleinen Bauformen bei größeren Kapazitätswerten.

Zwei Ausführungen:

**MKB 1:** Im rechteckigen Alu-Becher mit Lötösen und Schraubbolzenbefestigung. Gießharzverschluß.

**MKB 2:** Mit axialen Anschlußdrähten im ovalen Alu-Becher. Betriebsspannungen: 250 V— (bis 16 µF) und 400 V— (bis 6 µF).

Prospekte über unser gesamtes Fabrikationsprogramm auf Anfrage.

**WIMA WILH. WESTERMANN**  
SPEZIALFABRIK F. KONDENSATOREN  
68 MANNHEIM POSTFACH 2345

Kritische Hörer kaufen

# Grommes

für brillanten Empfang in

## STEREO



Nicht nur in den USA, sondern überall in der Welt, wo Rundfunkhörer hohe Ansprüche stellen, spricht man von der fortschrittlichen Entwicklungsarbeit und der reinen Tonwiedergabe bei GROMMES. Brillanz, Klangfülle und das unbedingte Gefühl des „Dabeiseins“ sind bei GROMMES-Geräten in der Tat unübertroffen. Mit den „Custom“ Modellen oder den preisgünstigeren Ausführungen der „Allegra“-Serie bietet GROMMES ein volles Verkaufsprogramm. Wo immer höchste Ansprüche an Stereo-Hifi-Geräte gestellt werden, ist GROMMES das richtige Angebot.



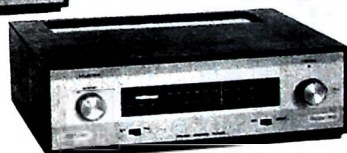
**CUSTOM-Modell  
70 PG**



**CUSTOM-Modell  
101 M FM**



**ALLEGRA 40**



**ALLEGRA 106**

**CUSTOM-Modelle —**  
Freude für das Auge,  
Wohlklang für das Ohr.

**ALLEGRA-Modelle —**  
Harmonisch in der Form,  
überzeugend in der Leistung.

**Stereo-Verstärker**

Modell „Custom“ 70 PG

Hervorragende Klangqualität  $\pm 0,5$  db 20 bis 20000 Hz bei 1 Watt, Leistungs-Bandbreite 30 bis 20000 Hz bei  $1/2$  Leistg. an den Bereichsenden, Harmonische Verzerrungen (Klirrfaktor) 0,6 % bei 1000 Hz, Intermodulationsfaktor 1 % bei Nennleistung. Eingänge — je 2 für: Magnetisches Tonabnehmer-System, Magnetband-Kopt, Kristall Tonabnehmer-System, Rundfunk-Empfangsteil, Reservekanal.

**UKW-Stereo Rundfunk**

Empfangsteil (Steuergerät)

Modell „Custom“ 101 M FM

Außergewöhnliche Empfindlichkeit: 1 Microvolt für 20 db Störabstand ( $2 \mu$  V nach IHFM), Übertragungsbereich:  $\pm 0,5$  db 20 bis 20000 Hz (Breitband-Zwischenfrequenzverstärker). Trennschärfe: 30 db oder größer. Magischer Strich und bei MPX-Ausführungen Stereo-Wächter zur automatischen Anzeige von Stereo-Sendungen.

**Stereo-Verstärker**

Modell „Allegra“ 40

Klangqualität:  $\pm 0,5$  db 20 bis 20000 Hz bei 1 Watt, Leistungs-Bandbreite 30 bis 20000 Hz bei halber Leistung an den Bereichsenden, Harmonische Verzerrungen (Klirrfaktor) 0,6 % bei 1000 Hz, Intermodulationsfaktor 2 % bei 18 Watt. Eingänge — je 2 für: Magnetisches Tonabnehmer-System, Magnetband-Kopt, Rundfunk-Empfangsteil, Reservekanal 1 und 2.

**FM-AM Stereo Rundfunk**

Empfangsteil (Steuergerät)

Modell „Allegra“ 106

Magische Strich-Einstellung und Stereo-Wächter zur automatischen Anzeige von Stereo-Sendungen. Empfindlichkeit — FM: 2 Microvolt für 20 db Störabstand (4 Microvolt nach IHFM); AM: 10 Microvolt. Übertragungsbereich — FM:  $\pm 0,5$  db 20 bis 20000 Hz, Trennschärfe 30 db oder größer; AM:  $\pm 3$  db 20 bis 6000 Hz.

**MAGNUS — DER GROSSE NAME IN DER ELEKTRONIK**

E.D. MAGNUS & ASSOCIATES, INC., 5715 Lincoln Avenue, Chicago, Illinois 60645 · ALLEIN-EXPORT-VERTRETUNG  
Anfragen von Fachhändlern und Vertriebsfirmen jederzeit willkommen.



# AUSVERKAUFT?

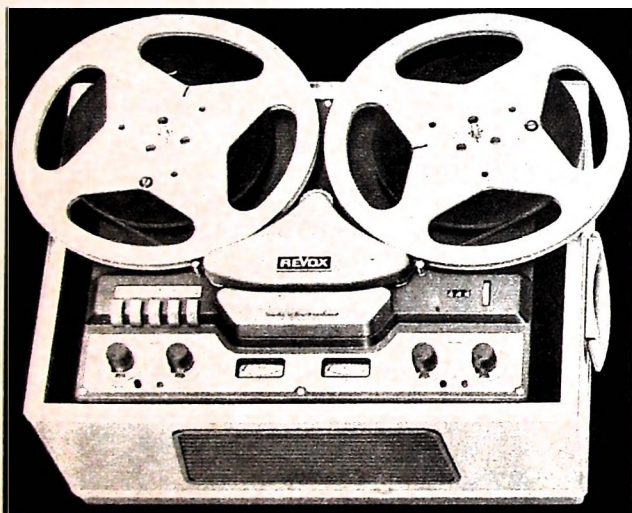
... nicht ganz –

aber es geht nicht mehr ohne Liefertermin.

Durch die Nachfrage nach unseren Geräten wurde unsere Planung weit übertroffen.

Die Präzision unserer Arbeit werden wir aber durch diese Terminnot nicht beeinträchtigen lassen.

Die Kapazität unseres neuen Werkes wird den derzeitigen Engpaß aufheben.



# REVOX

## TECHNISCHER STECKBRIEF:

Dreimotorenlaufwerk mit polumschaltbarem Synchron - Capstanmotor für 19,05 und 9,5 cm/sec. Maximaler Spulendurchmesser 26,5 cm. 3 Ringkernköpfe in 2- oder 4-Spur-Technik. Je 2 getrennte Aufnahme- und Wiedergabeverstärker. Kathodenfolgerausgänge. 6 Watt Kontrollverstärker mit Vor-Hinter-Band Schalter. Aussteuerungskontrolle mit 2 VU Metern. Trickaufnahmen, wie Duoplay, Multiplay und Echo, ohne Zusatzgeräte. Das Gerät kann horizontal und vertikal betrieben werden. Empfohlener Verkaufspreis: DM 1660.—

Ausführliches Informationsmaterial erhalten Sie über REVOX G.m.b.H., Abt. G, 7800 Freiburg/Br., Langemarckstraße 112.

Gema-Einwilligung vom Erwerber einzuholen



P. ALTMANN

## Grundsaltungen der Rundfunktechnik und Elektronik

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 19 (1964) Nr. 10, S. 382

### 2.4. Tonfrequenzzeuger

Hierher gehören, wie schon im Abschnitt 2.1.2. kurz angedeutet, vor allem Mikrofone, Schallplattenabtaster, Magnettonköpfe und der Demodulatorausgang von Rundfunkempfängern.

#### 2.4.1. Mikrofone

Mikrofone haben die Aufgabe, Schall in elektrische Spannungen umzusetzen. Das einfachste Mikrofon, das Kohlemikrofon, besteht aus einem Hohlraum mit zwei Elektroden, der mit feinen Kohlekörnern (Kohlegries) gefüllt ist. Den Abschluß des Hohlraums bildet eine Membrane. In Reihe mit dem Mikrofon liegen eine Stromquelle und ein Übertrager. Spricht man gegen die Membrane, so werden die Kohlekörner im Rhythmus der Schallwellen mehr oder weniger stark zusammengedrückt. Dadurch ändert sich der Widerstand zwischen den Elektroden, und im Stromkreis entsteht ein in Amplitude und Frequenz schwankender Strom, der ein annäherndes Abbild der Schallwellen ist. Die Spannung kann man an der Sekundärseite des Übertragers abnehmen. Derartige Mikrofone sind in der Rundfunktechnik aber nicht mehr gebräuchlich.

Das niederohmige dynamische Mikrofon besteht aus einer Spule mit wenigen Windungen, die sich in einem starken Dauermagnetfeld befindet. Spricht man gegen die Spule, die meistens mit einer kleinen Membrane verbunden ist, so entstehen infolge Induktion an den Anschlüssen der Spule niedrige Wechselspannungen, die man herauftransformieren und verstärken kann. Diese Mikrofone haben eine sehr hohe Qualität.

Weit verbreitet ist das piezoelektrische Mikrofon, auch Kristallmikrofon genannt. Man verwendet dabei einen Kristall aus einem piezoelektrischen Material (zum Beispiel Seignettesalz), an dem zwei Elektroden angebracht sind. Das Grundprinzip besteht darin, daß bei einem Druck auf diesen Kristall, wie er zum Beispiel durch den Schall verursacht wird, zwischen den Elektroden Wechselspannungen auftreten, deren Frequenz und Amplitude denen des Schalls entsprechen.

Die beste Übertragungsqualität erreicht man mit Kondensatormikrofonen. Hier stehen sich eine feste und eine hauchdünne, bewegliche metallische Elektrode in sehr kleinem Abstand, aber gut isoliert gegenüber. An die Platten wird eine hohe Gleichspannung gelegt; im Stromkreis liegt außerdem ein hochohmiger Widerstand. Spricht man gegen die bewegliche Metallmembrane, so ändert sich der Abstand der beiden Platten. Das hat eine entsprechende Änderung der Kapazität zur Folge. Der dadurch schwankende Ladungsstrom ruft an dem hochohmigen Widerstand zwischen der Gleichspannungsquelle und dem Kondensator einen den Schallschwingungen proportionalen Spannungsabfall hervor. Dieser muß erheblich verstärkt werden, da er nur sehr niedrig ist. Kondensatormikrofone findet man in verschiedenen Ausführungen besonders in Rundfunk-, Fernseh- und Schallplattenstudios.

#### 2.4.2. Schallplattenabtaster

Hier können wir uns kurz fassen, weil (mit Ausnahme des Kondensator- und Kohlemikrofon-Prinzips) grundsätzlich die gleichen Verfahren wie bei den Mikrofonen zur Anwendung kommen. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß die verschiedenen Teile, die dort durch den Luftschall unmittelbar beeinflußt werden, nunmehr eine mechanische Anregung durch die Abtastnadel oder den Abtastsaphir des Schallplattenabtasters erfahren. Demgemäß unterscheidet man Abtaster nach dem piezoelektrischen, dem elektrodynamischen und dem elektromagnetischen Prinzip. Die Konstruktionen sind oft recht kompliziert und heute außerordentlich weit entwickelt.

#### 2.4.3. Magnettonköpfe

Magnettonköpfe bestehen im Prinzip aus einem magnetisch hochwertigen Kern aus Weich Eisen, auf dem eine Wicklung angebracht ist. Der Kern enthält einen haarfeinen Luftspalt von wenigen tausendstel Millimeter Breite. Läuft vor diesem Luftspalt ein besprochenes Tonband ab, so erzeugt der wechselnde Magnetfluß in der Spule eine Wechselspannung, die der Aufzeichnung auf dem Tonband entspricht. (Tonbänder sind mittels eines mit Tonfrequenz gespeisten Magnettonkopfes im Takte von Sprache oder Musik magnetisiert, und der auf dem Band verbleibende Restmagnetismus ermöglicht die hier erwähnte Wiedergabe der Aufzeichnung.) Diese Wechselspannung hat eine bestimmte, hier nicht näher erläuterte Frequenzabhängigkeit und wird in geeignet bemessenen Verstärkern heraufgesetzt.



#### 2.4.4. Der Rundfunk-Ausgang

Auch hier können wir uns sehr kurz fassen, weil wir das Nähere bereits kennen. Jeder Demodulator-Ausgang eines Rundfunkempfängers wirkt nämlich als Tonfrequenzzeuger.

#### 2.5. Tonfrequenzverbraucher

Als Tonfrequenzverbraucher sind hauptsächlich Kopfhörer und die verschiedenen Arten von Lautsprechern anzusehen.

##### 2.5.1. Kopfhörer

Wir brauchen nur einmal den für unsere Versuche benutzten Kopfhörer zu öffnen. Dann ist die Konstruktion leicht zu erkennen. Es handelt sich um einen Dauermagneten, auf dem sich eine oder auch zwei Spulen mit hoher Windungszahl befinden. Vor den Polen dieses Magneten ist eine kreisrunde Metallmembrane aus Weichblei in sehr geringem Abstand angeordnet. Sobald die Spulen von einem Tonfrequenzstrom durchflossen werden, entsteht ein schwankendes Magnetfeld, das sich dem Dauermagnetfeld des Kopfhörers überlagert und die Membrane zu Schwingungen anregt. Diese Schwingungen teilen sich der Luft mit und werden vom Ohr als Schall empfunden.

Kopfhörer haben eine außerordentlich hohe Empfindlichkeit; Leistungen von wenigen millionstel Watt können noch akustisch wahrgenommen werden. Neben der soeben beschriebenen, sehr oft angewendeten Ausführung gibt es noch Kopfhörer, die nach dem dynamischen oder piezoelektrischen Prinzip arbeiten. Es handelt sich dann um die Umkehrung der Wirkungsweise der entsprechenden Mikrofone. Beim piezoelektrischen Kopfhörer führt man dem Kristall tonfrequente Spannungen zu, die zu einem Schwingen des Kristalles führen, und beim elektrodynamischen Kopfhörer wird der mit einer Membrane verbundenen Schwingspule eine Wechselspannung zugeführt.

##### 2.5.2. Lautsprecher


Auch bei den Lautsprechern gibt es piezoelektrische, elektrostatische, dynamische und magnetische Ausführungen. Die magnetischen Lautsprecher, die ähnlich arbeiten wie die elektromagnetischen Kopfhörer, haben heute keine Bedeutung mehr. Sie unterscheiden sich vom Kopfhörer nur dadurch, daß nicht eine großflächige Metallmembrane, sondern eine kleine Zunge elektromagnetisch erregt wird, die ihrerseits auf eine Faserstoffmembrane arbeitet. Der piezoelektrische Lautsprecher hat meist nur noch bei der Übertragung hoher Frequenzen Bedeutung, was auch für den elektrostatischen Lautsprecher gilt. Heute wird fast nur noch der permanentdynamische Lautsprecher angewendet, der aus einem relativ großen Dauermagneten hoher Feldstärke besteht, in dessen engem Luftspalt sich eine frei bewegliche Spule, die Schwingspule, befindet. Diese Schwingspule ist ihrerseits mit einer großflächigen Membrane aus Papier oder Spezialstoffen verbunden, die den Schall abstrahlt. Wie schon erwähnt, ist die Wicklung dieser dynamischen Lautsprecher meist niederohmig und liegt zwischen 3 und 15 Ohm. Um nennenswerte Leistungen (etwa 0,5 ... 25 W) abgeben zu können, muß der Strom in der Schwingspule sehr hoch sein. Man braucht daher einen Anpassungsübertrager für die Endröhre, von dem schon im Abschnitt 2.3.2. die Rede war. Auf die Konstruktion der dynamischen Lautsprecher hat man sehr viel Sorgfalt verwendet, und es stehen heute Ausführungen mit sehr guter Wiedergabequalität zur Verfügung. Sollen auch die tiefen Töne einwandfrei wiedergegeben werden, so darf die Membrane einen bestimmten Mindestdurchmesser nicht unterschreiten. Außerdem muß der Lautsprecher zur Vermeidung des Schalldruckausgleiches bei tiefen Tonfrequenzen auf einer möglichst großen Schallwand montiert sein.

Die Lautsprecher sind im Handel nach der höchstzulässigen Sprechleistung abgestuft zu haben. Die kleinsten Sprechleistungen liegen bei einigen hundert Milliwatt, die größten bei etwa hundert Watt.

#### 7. Elektronische Generatoren

Die in diesem Hauptabschnitt zu besprechenden Schaltungen sind sowohl in der Radiotechnik als auch in der Elektronik von großer Bedeutung. Elektronische Generatoren erzeugen Wechselspannungen von den tiefsten Tonfrequenzen bis zu den höchsten Hochfrequenzen. Dabei unterscheidet man zwei große Gruppen, nämlich die Generatoren für sinusförmige und die für verzerrte Schwingungen. Generatoren für sinusförmige Schwingungen sollen immer nur eine bestimmte Frequenz mit einem möglichst kleinen Anteil an Oberwellen erzeugen. Bei den Generatoren für verzerrte Schwingungen sind die Oberwellen aber gerade besonders wichtig. Die sich dann ergebende Spannungskurve des Generators hat mit der Sinusform meist gar keine Ähnlichkeit, sondern sie stellt eine Rechteckform, eine Dreieckform, eine kurze Impulsform usw. dar.

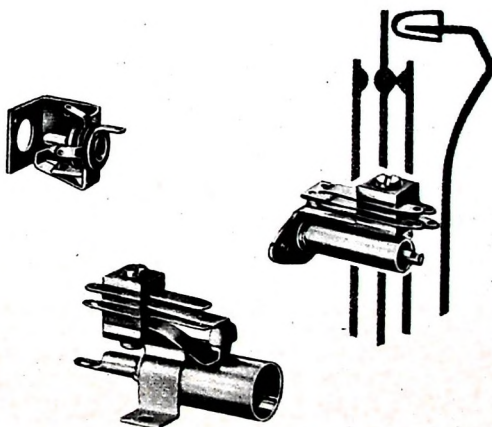
Beide Arten von Generatoren werden wir auch in Versuchen kennenlernen, und zwar bei unterschiedlichen Frequenzen. In diesem Zusammenhang sei schon jetzt bemerkt, daß die Ausstrahlung von Frequenzen ab 10 kHz grundsätzlich verboten und strafbar ist. Im Kurzwellenbereich darf man eine Ausstrahlung nur dann vornehmen, wenn man über eine Sendelizenz verfügt und wenn man innerhalb der zugelassenen Amateurbänder bleibt. Dabei sind die einschlägigen Bestimmungen der Bundespost einzuhalten. Ferner besteht noch die Mög-



**ISOPHON**  
lautsprecher

Ausführliches Prospektmaterial erhalten Sie durch unsere Vertretungen oder direkt von unserer Kundendienst-Abteilung

ISOPHON WERKE · GMBH · BERLIN · TEMPELHOF



**ROKA** SCHALTBUCHSEN

Für die Radio-, Fernseh- u. Fernmeldetechnik

Kleine Einbaumaße  
Solide Konstruktion  
Verschiedenartige Befestigung

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**  
GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 69 56 36 · TELEX 018 3057



lichkeit, auf einer der Fernsteuerfrequenzen Fernsteueranlagen zu betreiben, wofür ebenfalls eine besondere Genehmigung nötig ist. Soweit Schaltungen angegeben werden, die Hochfrequenzschwingungen erzeugen, dürfen wir grundsätzlich niemals eine Antenne anschließen. Der Nachweis der Schwingungen kann beispielsweise mit Hilfe eines unmittelbar angeschlossenen Rundfunkempfängers erfolgen. Die in den Versuchsschaltungen vorkommenden Leistungen sind so gering, daß unter diesen Umständen Störungen von Rundfunkteilnehmern mit Sicherheit vermieden werden.

Bevor wir mit dem Aufbau von Versuchsschaltungen beginnen, müssen wir noch in den folgenden Abschnitten die wichtigsten Grundlagen der Hochfrequenzgeneratoren kennenlernen. (Fortsetzung folgt)

## Neue Bücher

**Schaltungen und Elemente der digitalen Technik; Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch.** Von K. Bartels u. B. Oklobdzija. Berlin-Borsigwalde 1964. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH. 156 S. m. 103 B. DIN A 5. Preis 21,- DM. Die Anwendung digitaler Bauelemente erstreckt sich heute auf sehr viele Gebiete; in der Fernmelde- und Fernwirktechnik, für Regels- und Steuerungsaufgaben sowie in der Technik des digitalen Rechnens gibt es beispielsweise unzählige Anwendungsvarianten. Für den Entwurf entsprechender Schaltungen greift der Entwickler auf bestimmte Grundsicherungen zurück, die sich mit elektromechanischen und/oder elektronischen Bauteilen realisieren lassen. In dem vorliegenden Buch wurden nun die wesentlichen Schaltungen und Elemente der Digitaltechnik in konzentrierte Form gefaßt und nach Gesichtspunkten der direkten praktischen Anwendung erläutert. Im Vordergrund steht dabei die Verwendung von Relais sowie von

Drehwählern und anderen elektromechanischen Speicher- und Zählelementen. Analog dazu sind den elektronischen Grundsicherungen und den mit diesen aufgebauten, am häufigsten vorkommenden Schaltungskombinationen besondere Abschnitte gewidmet.

Alle Kombinationen der „Grundsicherungen“, die in ihrer Gesamtheit entwickelt scheinen mögen, lassen sich nur über den „einfachen Stromkreis“ auf das Bauelement zurückführen. Diese Stromkreise sind einleitend beschrieben. Es folgt die Behandlung von Auswerteschaltungen (Schaltungen, die in einfacher Weise addieren, multiplizieren oder dekadisch einordnen können) und von Analog/Digital-Wandlern. Im zweiten Teil „Regeln und Richtlinien für die Anwendung der Bauelemente“ sind insbesondere für übliche elektromechanische Relais und Speicher- und Zählelemente eine Unmenge von Angaben und Berechnungshinweisen enthalten, die für die praktische Auslegung der Schaltung, für die Spulendimensionierung und für die Kontaktzuordnung äußerst wichtig sind.

**Telefunken Laborbuch · Für Entwicklung, Werkstatt und Service, Bd. 3.** Herausgegeben von der Telefunken AG. München 1964. Franzis-Verlag. 388 S. m. 430 B. u. zahlr. Tab. 11 cm x 15,5 cm. Preis in Plastik-einband 8,90 DM.

Seitdem der erste Band des Telefunken Laborbuches erschien, ist es für Techniker, Ingenieure und Amateure zu einem Begriff geworden. In dem jetzt vorliegenden dritten Band sind die „Technischen Anhänge“ der Ausgaben 1961, 1962 und 1963 der Telefunken-Röhrentaschenbücher zusammengefaßt. Unter anderem werden die vollständige Leitwert-Matrix eines Dreipols, Fehlerrechnung, Stichproben, das Anschreiben von Gleichungen, die Zählrichtungen von Spannungen und Strömen sowie die Schaltalgebra behandelt. Weitere Abschnitte befassen sich mit Rauschproblemen, photoelektrischen Bauelementen und Schaltungsfragen. Den Abschluß des Buches bilden ein ausführliches alphabetisches Stichwortverzeichnis und ein nach Sachgebieten unterteiltes Inhaltsverzeichnis der Bände 1 bis 3. Ra.

## BLAUPUNKT

Unsere Vertretung in London sucht für ihre dortige Reparaturabteilung einen tüchtigen Rundfunk- und Fernsehtechniker als

## Vertreter des Werkstattleiters

Neben guten Fachkenntnissen sind ausreichende Kenntnisse in der englischen Sprache erforderlich.

Um auch den Service für Uher-Tonbandgeräte durchführen zu können, erfolgt neben einer Einarbeitung in unserem Werk eine Ausbildung bei der Firma Uher.

Bewerbungen erbitten wir an unsere Personalabteilung oder an die Bosch-Limited, The Hyde, Hendon, London N.W.9, z. Hd. von Herrn Thum.



**Blaupunkt-Werke GmbH**  
32 Hildesheim · Postfach

Wir suchen für unseren geophysikalischen Meßtrupp einen

## Radio- bzw. Hochfrequenztechniker

Der Einsatz erfolgt in ständigem Außendienst innerhalb der Bundesrepublik bei Zahlung von Auslösung. Bewerber bis zu 30 Jahren werden um Einreichung von Unterlagen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsforderung gebeten.

**Gewerkschaft  
Brigitta**  
Erdöl und Erdgas  
3 Hannover,  
Kolbergstraße 14

## RADARLEIT

sucht für den  
weiteren Ausbau

## RADIO- u. FERNSEHTECHNIKER

sowie  
**ELEKTROMECHANIKER**  
mit elektronischen  
Kenntnissen



für ihren Außendienst.

Geboten wird eine abwechslungsreiche Dauerstellung mit weitgehend selbständiger Tätigkeit und erheblichen Entwicklungsmöglichkeiten. Die Tätigkeit umfaßt im allgemeinen das Inbetriebsetzen und Erproben von gelieferten Radargeräten und Rechenanlagen sowie die Wartung und Instandsetzung dieser Geräte.

Mit einer Einarbeitungsperiode – evtl. im Ausland – ist zu rechnen, um sich mit dem umfangreichen Programm vertraut zu machen. Erwünscht ist jedoch, daß die Bewerber bereits aufgrund ihrer Ausbildung gute elektronische Kenntnisse besitzen.

Einsatzorte sind Kiel, Hamburg oder Wilhelmshaven



Bewerbungen mit den entsprechenden Unterlagen werden erbeten an

**RADARLEIT GMBH**  
2 HAMBURG 1 · MONCKEBERGSTRASSE 7 (Philips-Haus)

## Versuchsmechaniker sucht neuen Wirkungskreis

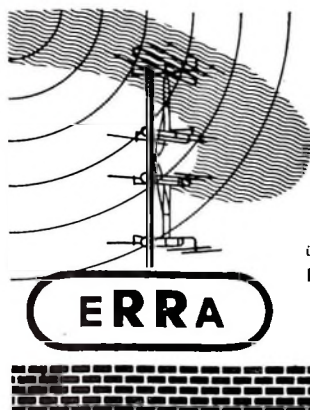
Raum Berlin  
Angebote erbeten unter F.W. 8439

Zettellwirtschaft Bankrott bedingt  
Mogler-Kasse Ordnung bringt



ABT 188 MOGLER KASSENFABRIK HEILBRONN





**ERRA**  
**FS-Antennen,**  
**UKW-Antennen**  
**und -Zubehör**

- stets zuverlässig
- elektrisch einwandfrei
- mechanisch stabil
- wassergeschützt
- korrosionsgeschützt
- leicht zu montieren
- niedrig im Preis

überzeugen Sie sich selbst  
**ERRA-Betriebe**  
 Erich Raucamp  
 Inh.: Ing. G. Bösch  
**MARBURG/Lahn**  
 Postfach 381

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschluszeugnis. 800 Seiten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

## Schaltungen

Fernsehen, Rundfunk, Tonband

Eilversand

Ingenieur Heinz Lange

1 Berlin 10, Otto-Suhr-Allee 59

## Kaufgesuche

Radioröhren, Spezialröhren, Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden und Relais, kleine und große Posten gegen Kasse zu kaufen gesucht. Neumüller & Co. GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/T

Röhren und Transistoren aller Art, kleine und große Posten gegen Kasse. Röhren-Müller, Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

**Elkoflex**

Isolierschlauchfabrik

Gewebehaltige, gewebelose und Glasfaserisole

**Isolierschläuche**

für die Elektro-, Radio- und Motorenindustrie

Werk Berlin NW 21, Huttenstr. 41-44

Zweigwerk  
 Gartenberg/Obb., Rübzahlstr. 663

## Fernseh-

### UHF-Antennen

7 Elemente ... DM 10,-  
 11 Elemente ... DM 15,50  
 15 Elemente ... DM 17,50  
 17 Elemente ... DM 20,-  
 22 Elemente ... DM 27,50

### VHF-Antennen

4 Elemente ... DM 10,-  
 6 Elemente ... DM 15,-  
 7 Elemente ... DM 17,50  
 10 Elemente ... DM 21,50  
 15 Elemente ... DM 27,50  
 Schlauchkabel ... m - 28  
 Bandkabel ... m - 16  
 Koaxkabel ... m - 60  
 Zimmerantenne, i. u. 2.  
 Programm ... DM 12,50

Antennenwelchen  
 FA 240 Ohm ... DM 8,-  
 FA 60 Ohm ... DM 8,50  
 FE 240 Ohm ... DM 4,50  
 FE 60 Ohm ... DM 5,75

K. Dürr - Antennenversand  
 437 Marl-Hüls, Postfach 1

## KÖPFCHEN hat die Wellerspitze



... Sie regelt magnetisch ihre eigene Temperatur genau und nach Bedarf, für große oder feinste Lötstellen.

... Sie schont Halbleiter, weil nie zu heiß und macht sichere Lötstellen, weil nie zu kalt.

... Sie hält und hält - longlife - ist immer lötbereit, verzundert nicht. Temperaturen von 210-400° C.

... Sie krönt den neuen erstaunlich leistungsfähigen Magnastat - LötKolben (TCP 24 V). Unser Prospekt beschreibt ihn ausführlich.

**Weller® ELEKTRO-WERKZEUGE GMBH**  
 7122 BESIGHEIM/NECKAR

## RÖHREN-Blitzversand

Fernseh - Radio - Tonband - Elektro - Geräte - Teile

DY 86	2,00	EF 86	2,65	EY 86	3,10	PCF 82	3,50	PL 36	4,90
FAA 91	2,70	EF 86	2,85	PC 86	4,95	PCF 86	3,50	PL 81	4,20
FA 80	2,35	EF 89	2,50	PC 88	4,95	PCF 81	3,55	PL 500	5,95
ECC 85	2,70	EL 34	6,90	PCC 88	4,95	PCF 82	3,90	PL 81	2,90
ECH 81	2,50	EL 41	2,95	PCC 89	4,95	PCF 85	4,95	PL 83	2,70
ECH 84	3,50	EL 84	2,60	PCF 80	3,50	PCF 86	4,95	PL 88	3,85

F. Heinze, 863 Coburg, Großhdlg., Fach 507 / Nachnahmeversand

## Schallplatten von Ihren Tonbandaufnahmen

Durchmesser	Umdrehung	Laufzeit max.	1-9 Stück	10-100 Stück
17,5 cm NP	45 per Min.	2 x 3 Min.	DM 8,-	DM 6,-
17,5 cm EP	45 per Min.	2 x 6 Min.	DM 10,-	DM 8,-
25 cm LP	33 per Min.	2 x 16 Min.	DM 20,-	DM 16,-
30 cm LP	33 per Min.	2 x 24 Min.	DM 30,-	DM 24,-

**REUTERTON-STUDIO** 535 Euskirchen, Wilhelmstr. 46 - Tel.: 28 01

VERLAG FOR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167, Telefon: Sammel-Nummer (03 11) 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 01 81 632 fahverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Technischer Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempen/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, beide Berlin. Chefgraphiker: Bernhard W. Beerwirth, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK PschA Berlin West Nr. 2493. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesatzirkel aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. - Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Elsnerdruck, Berlin

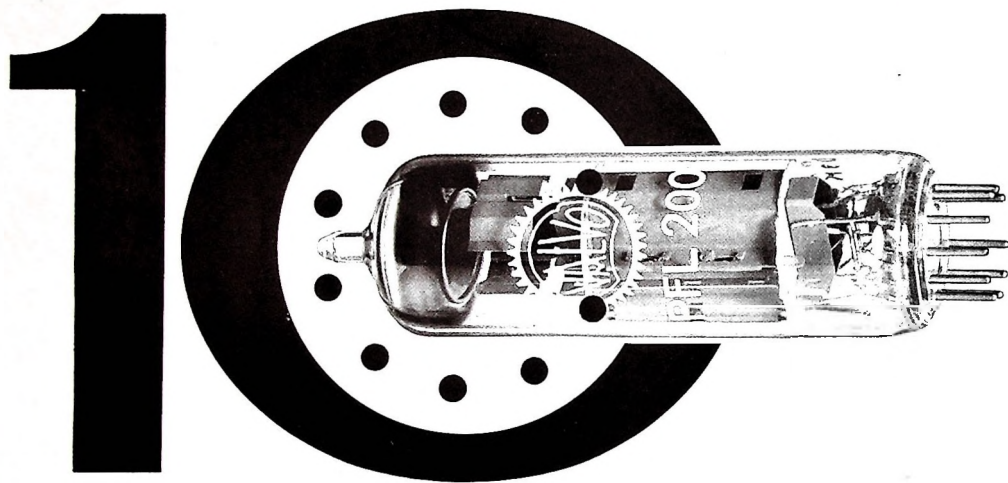




# VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

## Dekal-Röhren



Mit dem neuen Dekal-Sockel bauen wir unsere Empfängerrohren

**PCH 200 PCF 200 PFL 200**

Jede dieser Röhren ist mit zwei vollständig getrennten und gegeneinander abgeschirmten Systemen ausgerüstet. Die 10 Stifte des Dekal-Sockels sind auf dem gleichen Teilkreisdurchmesser wie bei dem bekannten Noval-Sockel angeordnet. Man konnte so die gleichen äußeren Kolbenabmessungen beibehalten. Der Teilkreiswinkel der Stifte wurde auf  $34^\circ$  verringert, um den 10. Stift unterzubringen. Bei dieser Teilung bleibt zwischen Stift 1 und 10 genügend Abstand für das Durchführen einer Leiterbahn bei gedruckten Schaltungen. Mit der Einführung des Dekal-Sockels ist nicht beabsichtigt, mehr Systeme als üblich in einem Kolben zusammenzufassen, sondern es sollen mit Hilfe des 10. Anschlusses Verbesserungen bisher bekannter Röhren- und Schaltungskonzepte erreicht werden. Mit den neuen Röhren wird es möglich, einen besonders günstigen Röhrensatz für preiswerte Empfänger zusammenzustellen, sie führen aber auch zu verbesserten Schaltungen bei reduziertem Gesamtaufwand in der größeren Empfängerklasse.

**PFL 200** Endpentode für Video-Endstufen, Pentode zur Verwendung in Schaltungen für getastete Schwundregelung, Impulsabtrennung und als Ton-ZF-Verstärker

**PCF 200** Pentodenteil für ZF-Verstärker, Triodenteil als Begrenzer, Störsdetektor, für getastete Schwundregelung und zur Impulsverarbeitung

**PCH 200** Für Impulsabtrennstufen mit Störaustastung

