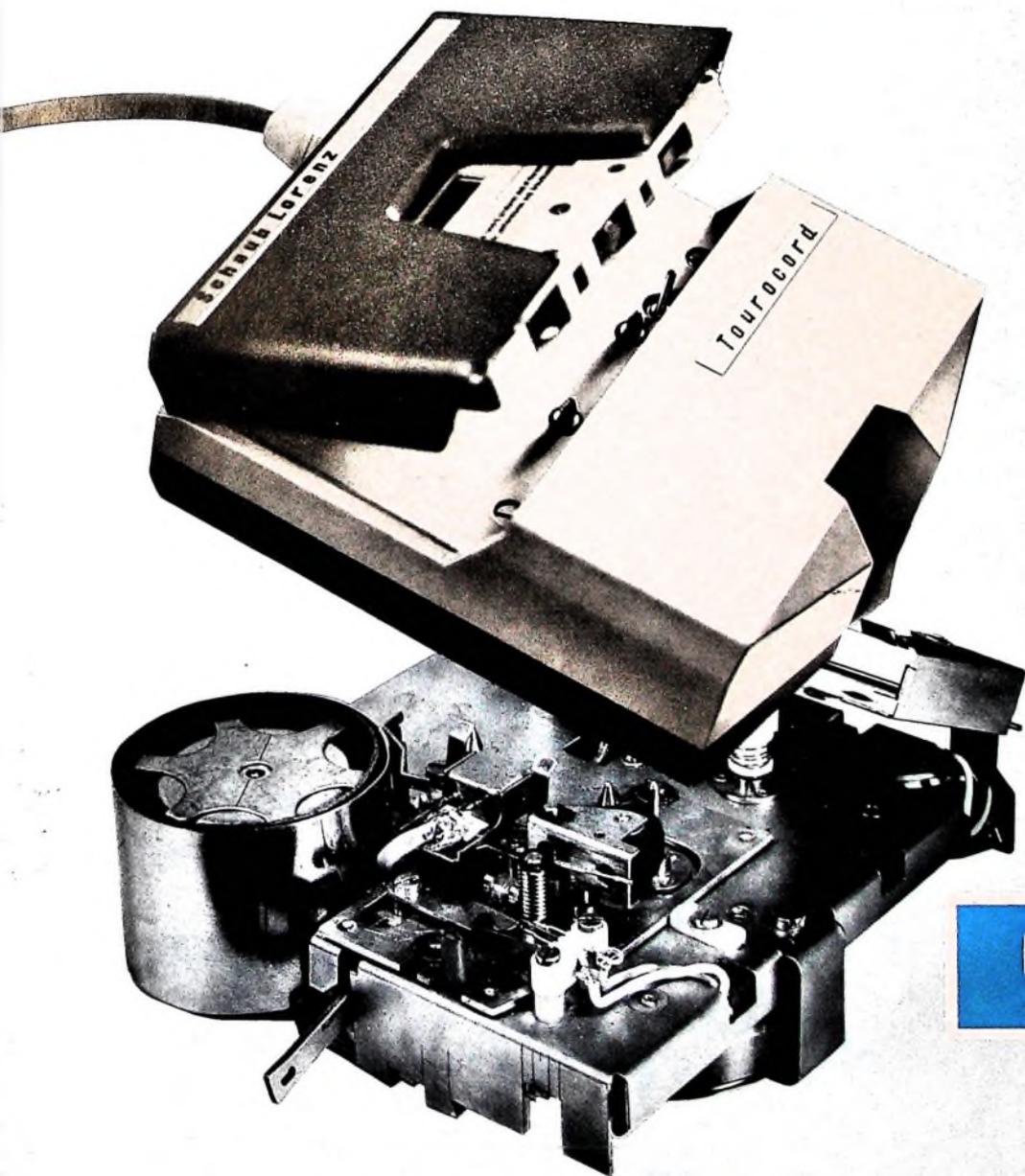


BERLIN

FUNK- TECHNIK

A 3109 D



6 | 1966
2. MÄRZHEFT

ER IST AB...



...DER ALTE ZOPF

Obgleich es ein so schöner, langer, alter Zopf war! Wir haben ihn selbst abgeschnitten; denn wir haben etwas besseres vorzuweisen.

Es genügt vorerst, wenn Sie (wie wir selbst auch) sich an den Gedanken gewöhnen, daß ein Zopf – auch der schönste – nur zur Zierde Heranwachsender dient.

Ausgereiftes, Erwachsenes stellt sich anders dar – berechtigt zu höheren Erwartungen.

In vier Wochen werden Sie es kennenlernen –

Lassen Sie sich überraschen –
Es lohnt sich!

E 3/7/66

ACHTEN SIE AUF 

AUS DEM INHALT

2. MÄRZHEFT 1966

gelesen · gehört · gesehen	184
FT meldet	186
Musik unterwegs	189
Rundfunk	
Konstruktive und schaltungstechnische Einzelheiten von Reiseempfängern	190
Persönliches	195
Magneton	
„Tauracord“ — ein neues Kassettengerät für Wiedergabe	196
Service-Reinigungsband „811/CT“	197
Verstärkertechnik	
Neuartige HF- und NF-Verstärker, mit Halbleiter-Bauele- menten	198
Von Messen und Ausstellungen	
Elektronik auf der Leipziger Frühjahrsmesse	199
Halbleiter	
Aufbau und Eigenschaften von Metall-Oxid-Feldeffekt- transistoren	203
Für den KW-Amateur	
Berechnung von Fillern	206
Von Sendern und Programmen	208
FT-Laborbericht	
Ein Transistor-Antennenverstärker für Bereich III	208
Abstimmanzeige mit „elektronischer Waage“ für UKW-Empfänger	210
Technische Vorbereitungen des WDR für das Farbfernsehen	210
Für den jungen Techniker	
Der Kettenverstärker	211
Durch Messen zum Wissen	214

Unser Titelbild: „Tauracord“, ein neues Tonband-Kassettengerät von Schaub-Lorenz, kann über einen Normstecker an alle Koffereempfänger und Autosuper angeschlossen werden, die eine 7polige Anschlußbuchse haben (s. a. S. 196—197)

Aufnahme: Schaub-Lorenz

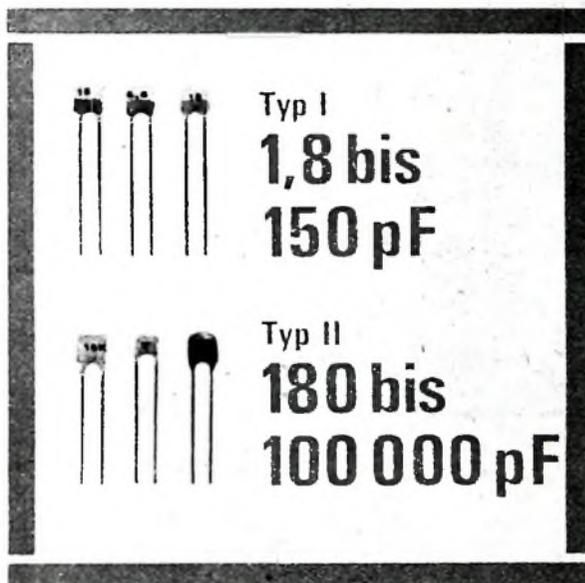
Aufnahmen: Verfassers, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlasser. Seiten 182, 187, 188, 213, 215, 217—220 ohne redaktionellen Teil

VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

Großserienfertigung von Keramik- Kondensatoren in Kleinstbauweise

für rationellen Aufbau transistorbestückter Geräte im gesamten Kapazitätsbereich konventioneller Keramik-Kondensatoren



Nennspannung 30V—, bei Sperrschichtkondensatoren 6V—. Die Kondensatoren Typ I eignen sich für Schwingungskreise und sind mit $\pm 5\%$ bzw. $\pm 2\%$ eng toleriert.

Die Kondensatoren Typ II werden für Kopplung und Entkopplung verwendet. Die Kapazitätstoleranz beträgt im unteren Kapazitätsbereich nur $\pm 10\%$, in höheren Kapazitätsbereichen $+100/-20\%$.

Beide Typen haben ein einheitliches Raster von 2,5 mm über das gesamte Kapazitätsspektrum und sind wahlweise mit Drähten von 0,6 und 0,4 mm \varnothing lieferbar.



VALVO GMBH HAMBURG



Neue Fernsehempfänger

Blaupunkt

Mit sechs weiteren Modellen wird das diesjährige Fernsehempfängerangebot von Blaupunkt abgerundet, das nunmehr 15 verschiedene Ausführungen umfaßt. Über neun Geräte wurde bereits im Heft 2/1966, S. 40, berichtet. Hinzugekommen sind die 59-cm-Tischgeräte „Borneo“ mit dem Chassis „Malaga“ sowie „Caracas“ und „Colombo“ mit dem Chassis „Cortina H“. Das 65-cm-Tischgerät „Costarica“ enthält ebenfalls das Chassis „Cortina H“, während das 65-cm-Tischgerät „Sevilla“ und das 65-cm-Standgerät „Tirol“ mit dem Chassis „Sevilla“ bestückt sind, das für den Anschluß der Fernbedienung „FG 257“ eingerichtet ist.

Schaub-Lorenz

Zusammen mit den weiterhin lieferbaren Modellen „Informat 59“, „Informat 65“, „Weltspiegel 65“, „Illustraphon 65“, „Trilogie 65“, „Antiqua I“, „Antiqua II“ und „Grande 69“ umfaßt das Lieferprogramm 1966 von Schaub-Lorenz 16 Modelle. Die acht neuen Modelle sind mit einem einheitlichen Chassis ausgerüstet, das erstmals einen Allband-Kanalwähler mit fünf oder sechs Senderwahltasten enthält. Vier der neuen Modelle sind 59-cm-Tischgeräte („Weltecho T 2590“, „Weltecho T 2690“, „Weltspiegel T 2190“, „Weltspiegel T 2290“), zwei sind 65-cm-Tischgeräte („Weltecho T 2450“, „Weltspiegel T 2150“), und zwei sind 65-cm-Standgeräte („Weltspiegel S 2151“, „Weltspiegel S 2150“). An alle Geräte ist eine Fernbedienung anschließbar.

Telefunken

Als weiteren Fernsehempfänger liefert Telefunken jetzt das Modell „FE 236 T“, einen 59-cm-Tischempfänger mit Allbereichstuner (6 Senderwahltasten). Für das Gerät (9 Röhre + 11 Trans + 11 Halbleiterdioden) sind Stahlrohrgestell oder Anschraubbeine lieferbar.

Neue Oszillografenröhren von Telefunken

Besonders zur Bestückung batteriebetriebener Oszillografen ist die neue Rechteckröhre D 8-11 geeignet. Der Ablenkoeffizient ist in beiden Richtungen etwa 11 Vicm. Die ausnutzbare Schirmfläche ist 28,5 mm x 70 mm. Die neue 13-cm-Röhre D 13-41 hat eine besondere Elektrode für die Hell-Dunkel-Tastung, die es

ermöglicht, mit einer etwa auf Massepotential liegenden Tastspannung zu arbeiten. Die Ablenkoeffizienten sind 8 beziehungsweise 18 V/cm.

Neue Lautsprecher von Isophon

Als Weiterentwicklung der Kompaktbox „KSB 12-20“ hat Isophon die neue Kleinbox „KSB 12/8“ auf den Markt gebracht. Sie hat einen leistungsfähigeren Tiefton- und einen größeren Mittel-Hochton-Lautsprecher erhalten. Die Anschlußimpedanz ist 8 Ohm, die Nennbelastbarkeit 12 W (Spitzenbelastbarkeit 20 W). Neu ist auch der Tisch-Wand-Lautsprecher „ZL 4/4“ als Ersatz für die nicht mehr lieferbaren Typen „ZL 6“ und „Isonetta“. Die Nennbelastbarkeit des 250 mm x 170 mm x 90 mm großen Lautsprechers ist 4 W, der Frequenzbereich ist 110 - 12 000 Hz. Der Lautsprecher (Impedanz 4,5 Ohm) ist auch mit eingebautem Übertrager zum Anschluß an 100-V-Anlagen lieferbar.

Datenbuch

für SEL-Lautsprecher

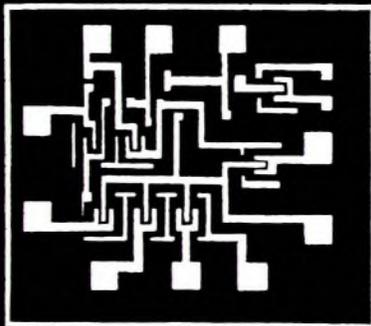
Eine rund 100 Seiten umfassende Druckschrift, die alle wichtigen Lautsprecherchassis und Gehäuselautsprecher mit technischen Daten und Schalldruckkurven enthält, hat SEL herausgebracht. Außerdem sind auch die wichtigsten Definitionen für Lautsprecher nach DIN 45 570, 45 573 und 45 578 aufgenommen worden. Die Druckschrift kann von der SEL, Vertrieb Rundfunk- und Fernsehbauteile, 73 Eßlingen, Fritz-Müller-Str. 112, bezogen werden.

Antennen-Normstecker als Zubehör

Dem Hi-Fi-Stereo-Rundfunk-tuner „RT 40“ von Grundig liegen ab sofort zwei Antennenstecker nach der neuen IEC-Norm bei. Die Stecker haben Schraubanschlüsse, so daß man die üblichen, beim „RT 40“ jedoch nicht mehr verwendbaren Bananenstecker an der Antennenzuleitung ohne Lötarbeit selbst austauschen kann.

Elektronisches Vielfachmeßgerät „PM 2401“

Das Philips-Vertriebsprogramm enthält ein neues Vielfachmeßgerät, das jeweils in acht Bereichen Gleichspannungen von 5 mV ... 700 V und Wechselspannungen von 5 mV



Hannover - Messeplatz der Elektronik

Die stürmische Entwicklung der Elektronik ist ohne Beispiel. Über ihre ursprüngliche Domäne - die Nachrichtentechnik - hinaus hielt die Elektronik Einzug in viele andere Anwendungsgebiete.

Die Hannover-Messe trägt der steigenden Bedeutung der Elektronik als „Industrie der Zukunft“ in zunehmendem Maße Rechnung. So werden 1966 rund 500 Aussteller aus der elektronischen Industrie ein umfassendes und lückenloses Angebot zeigen.



Hannover Messe 1966

Sonnabend, 30. April - Sonntag, 8. Mai



bis 300 V, in 17 Bereichen Gleichströme von 5 nA ... 10 A, in neun Bereichen Wechselströme von 5 μ A ... 10 A sowie in sechs Bereichen Widerstände von 0,5 Ohm ... 50 MOhm zu messen gestattet. Die Stromversorgung des Typs „PM 2401“ (3 V ... 7 V) erfolgt aus vier 1,5-V-Trockenzellen oder Ni-Cd-Akkumulatoren. Eine eingebaute Eichspannungsquelle ermöglicht zu jeder Zeit eine Kontrolle von Verstärker und Anzeigeteil. Die zu messenden Wechselspannungen werden direkt, die Gleichspannungen über einen transistorbestückten Zehrhacker dem wechsellspannungsgekoppelten Verstärker zugeführt. Die Ausgangsspannung des Verstärkers wird über einen Mittelwertgleichrichter von einem Drehspulinstrument angezeigt. Für die Polaritätsanzeige gelangt ein Teil der Ausgangsspannung auf einen Synchrondemodulator, der vom Transistorzerhacker gesteuert wird. Durch die Verwendung eines Feldeffekttransistors in der Eingangsschaltung wird eine hohe Eingangsimpedanz von 10 MOhm || 7 pF erreicht. Es sind Zusatzteile erhältlich, die Gleichspannungsmessungen bis zu 30 kV und UHF-Messungen bis 700 MHz ermöglichen.

trieb der hybriden Systeme innerhalb des eigenen Landes vor. Als erstes Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen den beiden Firmen wird Mitte 1966 eine Anlage am Institut für Datentechnik der Technischen Universität, Berlin, installiert werden.

Tragbarer, netzunabhängiger Elektronenstrahlzillograf „Oscillarzet 05 T“

Für den ortsunabhängigen Wartungsdienst entwickelte Siemens den tragbaren Elektronenstrahlzillographen „Oscillarzet 05 T“. Die Bandbreite des geeichten Y-Verstärkers ist 0 bis 5 MHz bei einem Ablenkkoeffizienten von 100 mV/cm und 100 kOhm Eingangswiderstand.



Mit Hilfe des zusätzlich einschaltbaren Eingangsteilers 1:10 werden der Eingangswiderstand auf 1 MOhm und die Ablenkkoeffizient auf 1 V/cm verändert. Bei vorgeschaltetem Trennkondensator – zum Verstärker der Wechselspannung ohne Gleichspannungsanteil – beträgt die untere Grenzfrequenz 4 Hz beziehungsweise 0,4 Hz. Die eingebaute Batterie reicht für einen ununterbrochenen Betrieb bis zu 8 h und kann über ein Netzgerät aus dem Lichtnetz gepuffert oder nachgeladen werden.

Lichtelektrischer Geber für Verbrennungsmotoren

Bosch liefert jetzt einen lichtelektrischen Geber (schüttelfeste Glühlampe und Photozelle), der die Funktion des Unterbrecherkontakts für die Zündanlage übernimmt. Bei diesem besonders für hochtourige Rennmotoren bestimmten Geber unterbricht eine rotierende Schlitzeblende periodisch den Strahlengang. Ein nachgeschalteter Verstärker liefert den Schaltimpuls für die Transistor-Zündanlage.

Hybride Rechnersysteme in deutsch-französischer Zusammenarbeit

Die Telefunken AG, Berlin, und die Compagnie Européenne d'Automatisme Electronique (CAE), Paris, stehen vor dem Abschluß einer Vereinbarung über den Verkauf und die Wartung von hybriden Rechnersystemen, in denen Analogrechner des Telefunken-Lieferprogramms mit Digitalrechnern aus der CAE-Fertigung über ein Telefunken-Koppelwerk verbunden werden. Die Vereinbarung sieht für jeden der beiden Partner den Ver-

Strahlungsfester Transistor

Mit dem Typ BFX 42 hat SGS-Fairchild einen strahlungssicheren Transistor auf den Markt gebracht, der eine garantierte Nachstrahlungssicherheit nach kurzfristiger Neutronenbestrahlung mit 10^{15} Neutronen/cm² hat. Die sehr dünne Basis und die Passivierung mit Siliziumdioxid bewirken eine gute Strahlungsfestigkeit ohne nennenswerte Strukturveränderung. Als Daten für den in ein TO-46-Gehäuse eingebauten BFX 42 werden genannt: $f_T \geq 1$ GHz, $U_{CB0} \geq 15$ V und $B = 180$.

Planen Sie schon den Einsatz von Drehmagnetindikatoren ?



GOSSEN-Drehmagnetindikatoren als Aussteuerungsmesser, Abstimmanzeiger und Betriebszustandsanzeiger

Die Vorteile unserer Geräte :
 Äußerst preiswert durch Serienfertigung
 Empfindlichkeit 250 μ A, 2 kOhm (125 μ A, 4 kOhm)
 Sehr robust (keine Meßwerkspiralen, rüttel- und stoßfest 20 g.)
 Skalenausführung mit Zeiger oder Scheibe
 Große Betriebssicherheit

Bitte fordern Sie unsere technischen Datenblätter an

P. Gossen GmbH 652 Erlangen



WERNER W. DIFENBACH

Praxis der Rundfunk- Stereofonie

AUS DEM INHALT

Zur Entwicklung des Stereo-Rundfunks

Drahtgebundene Stereo-Übertragungen · Erste AM-Stereofonie-Sendungen · Codierte UKW-FM-Stereo-Sendungen · Rundfunk-Stereofonie in einzelnen Ländern: Übersee, Europa

Grundlagen der Rundfunk-Stereofonie

Die FCC-Stereo-Norm: Stereo-Verfahren von „GEC“ und „Zenith“, Technische Vorschriften der FCC-Norm · Deutsche Modifikation der FCC-Norm: Modulations-Signal, Verbesserte deutsche Normwerte · Methoden der Decodierung: Matrix-Decoder, Zeitmultiplex-Decoder (Abtast-Decoder), Hüllkurvendemodulation

Technik der Rundfunk-Stereofonie vom Sender bis zum Empfänger

Senderseite: Grundsätzliche Arbeitsweise von Stereo-Codern, Technik neuerer Stereo-Coder, Moderne UKW-FM-Senderreihe für Stereo-Rundfunk, Stereo-Studio-Technik in Funkhäusern · Stereo-Empfangsgeräte: Bauformen moderner Stereo-Decoder, Anforderungen an den UKW-FM-Teil, Stereo-Tischempfänger, Stereo-Musikschränke, Steueranlagen, Stereo-Rundfunk-Tuner, Stereo-Verstärker, Stereo-Verstärker-Tuner, Stereo-Studio-Kombinationen, Getrennte Lautsprecher für Stereo-Rundfunkanlagen

Service und Reparatur von Stereo-Rundfunkempfängern

Nachrüsten von Decodern: Stereo-rundfunkvorbereitete Empfänger, Ältere Empfangsgeräte · Aufstellen von Stereo-Rundfunkanlagen: Spezialantennen für UKW-Stereo-Empfang, Lautsprecher im Raum · Maßnahmen für Werkstätten · Reparatur von Stereo-Rundfunkempfängern und Decodern: Fehlersuche in Stereo-Rundfunk-Tunern mit Decodern, Abgleichen von Stereo-Decodern

Selbstbau von Decodern und Stereo-Generatoren

Einfacher Transistor-Decoder: Schaltung, Konstruktionshinweise · Transistor-Decoder mit Stereo-Anzeige und Umschaltautomatik: Schaltungseinzelheiten, Stereo-Anzeige, Konstruktionsvorschläge, Stromversorgung, Spezielle Bauelemente · FM-Stereo-Service-Generator: Schaltung, HF- und ZF-Kontrolle, FM-Stereo-Prüfung

Schrifttum / Sachwörter

145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen · Ganzleinen 19,50 DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

**VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**
Berlin-Borsigwalde · Postanschrift: 1 Berlin 52

F meldet... **F** meldet... **F** meldet... **F**

Lehrgang Regelungstechnik des VDI

Zusammen mit der VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik veranstaltet das VDI-Bildungswerk von 18. bis 22. April 1966 in Stuttgart, Keplerstr. 17, Technische Hochschule, Kolleggebäude II, den Lehrgang „Grundlagen der Regelungstechnik“, der für Diplomingenieure, Ingenieure, Physiker und Chemiker bestimmt ist. Auf dem Gebiet der Regelungstechnik werden keine speziellen Vorkenntnisse vorausgesetzt. Zur Einführung in die praktische Anwendung dienen Gruppenübungen an funktionsfähigen Regelkreisen und ausgewählte Rechenbeispiele. Auskunft erteilt das VDI-Bildungswerk, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250, Telefon: 44 33 51, App. 391.

Fernlehrgang „Radio-Transistor-Praxis“

Ein Fernlehrgang „Radio-Transistor-Praxis“ wird vom Institut für Fernunterricht Rolf Fr. Weber, Bremen, veranstaltet; Anschrift: 28 Bremen 17, Postfach Nr. 7026.

Neuartige Farbcode-Tafeln

Unter dem Gesichtspunkt „auch kleine Hilfen können dazu beitragen, den Service noch schneller und rationaler zu gestalten“ wurden vom Graetz-Kundendienst neuartige Farbcode-Tafeln geschaffen. Die quadratischen Tafeln haben eine Größe von 12 cm x 12 cm und können in der Werkstatt als Reihe neben- oder untereinander angebracht werden. Jede Zahl ist in der entsprechenden Colorfarbe gedruckt, so daß Farbe und Zahl sich als zusammengehörend leicht einprägen. Die Code-Tafeln können

in begrenztem Umfang kostenlos vom Graetz-Kundendienst, Dortmund, Lindenhorster Str. 38-40, bezogen werden.

Autoantennen-Einbauvorschläge

Eine Neuauflage der 32seitigen Druckschrift „Welche Antenne für welchen Wagen?“ von Hirschmann enthält Einbauempfehlungen für Autoantennen für alle deutschen und einige ausländische Wagen. Die Druckschrift ist unter der Bestellnummer „DS 14“ von Hirschmann zu beziehen.

5,22 Millionen Farbfernsehgeräte in den USA

Nach einer Untersuchung der Sendegesellschaft NRC waren am 1. Januar 1966 5,22 Millionen amerikanische Haushalte mit einem Farbfernsehempfänger ausgestattet. Die Anzahl in Betrieb genommener Geräte ist 1965 um 85 %, das heißt 2,41 Millionen Einheiten, angestiegen. Man schätzt, daß bis zum Jahresende die 10-Millionen-Grenze erreicht sein wird.

Amerikanische Auszeichnung für Decca-Radar

Der amerikanische Verband für Schiffsselekttronik hat das britische Radargerät „D 202“ der Decca Radar Company in London als bestes Einzelergebnis der diesjährigen New Yorker Bootschau ausgezeichnet. Bei der Anlage, die seit 1963 auf dem Markt ist, handelt es sich um das erste transistorbestückte Schiffsradargerät. Es ist vor allem für kleinere Fahrzeuge - Fischdampfer, Küstenboote und Jachten - gedacht, hat sich jedoch auch als Zweitradar auf wesentlich größeren Schiffen bewährt.

Überspielung von Schallplatten auf Tonband

Mit dem Inkrafttreten des neuen Urheberrechtsgesetzes am 1. Januar 1966 ist das Mitschneiden von Rundfunksendungen für den persönlichen Gebrauch grundsätzlich erlaubt. Die Höhe der von den Geräteherstellern zu zahlenden Vergütung ist in diesem Zusammenhang ohne juristische Bedeutung. Unklarheit besteht aber offenbar noch bei vielen Lesern hinsichtlich der direkten Überspielung von Schallplatte auf Tonband, insbesondere auch deshalb, weil die Schallplattentaschen von erst in diesem Jahr erschienenen Platten immer noch den Hinweis auf das Verbot der Überspielung enthalten. Dieser Hinweis ist aber durch den Paragraph 53 (Vervielfältigung zum persönlichen Gebrauch) des Urheberrechtsgesetzes überholt. Zur Information unserer Leser geben wir nachstehend die entscheidenden Stellen dieses Paragraphen im Wortlaut wieder:

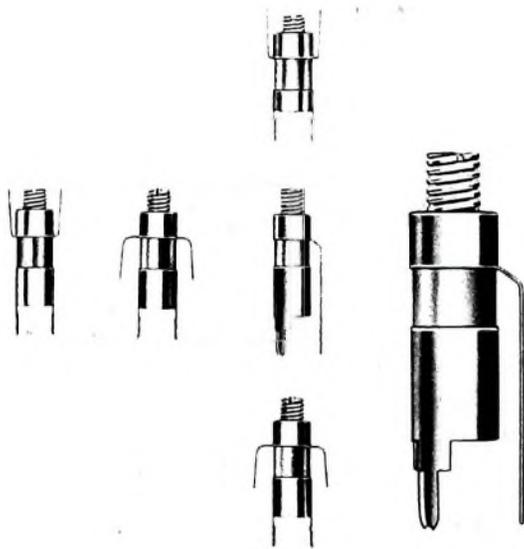
„(1) Zulässig ist, einzelne Vervielfältigungsstücke eines Werkes zum persönlichen Gebrauch herzustellen.

(2) Der zu Vervielfältigung Befugte darf die Vervielfältigungsstücke auch durch einen anderen herstellen lassen; doch gilt dies für die Übertragung von Werken auf Bild- oder Tonträger und die Vervielfältigung von Werken der bildenden Künste nur, wenn es unentgeltlich geschieht.

(3) Die Vervielfältigungsstücke dürfen weder verbreitet noch zu öffentlichen Wiedergaben benutzt werden.

(4)

(5) Ist nach der Art eines Werkes zu erwarten, daß es durch Aufnahme von Funksendungen auf Bild- oder Tonträger oder durch Übertragung von einem Bild- oder Tonträger auf einen anderen zum persönlichen Gebrauch vervielfältigt wird, so hat der Urheber des Werkes gegen den Hersteller von Geräten, die zur Vornahme solcher Vervielfältigungen geeignet sind, einen Anspruch auf Zahlung einer Vergütung für die durch die Veräußerung der Geräte geschaffene Möglichkeit, solche Vervielfältigungen vorzunehmen. ... Der Anspruch kann nur durch eine Verwertungsgesellschaft geltend gemacht werden. Als Vergütung steht jedem Berechtigten ein angemessener Anteil an dem vom Hersteller aus der Veräußerung der Geräte erzielten Erlös zu; die Summe der Vergütungsansprüche aller Berechtigten ... darf 5 vom Hundert dieses Veräußerungserlöses nicht übersteigen.“



TELEFUNKEN



**Wir fertigen
Schraub-Trimmerkondensatoren,
für Rundfunk- und Fernsehgeräte.**

Anfangskapazität 0,4 pF
Endkapazität bis zu 10 pF
Temperaturbereich -25°C bis $+85^{\circ}\text{C}$
Verlustfaktor $\leq 25 \times 10^{-4}$

**TELEFUNKEN-Bauelemente für
Elektronik und Nachrichtentechnik
immer zuverlässig
und von hoher Präzision.**

Wir senden Ihnen gern Unterlagen über unser Fertigungsprogramm.

**TELEFUNKEN Aktiengesellschaft
Fachbereich Bauteile NSF
8500 Nürnberg, Obere Kanalstraße 24-28**



SIEMENS

Den neuen BILDMEISTER FT 86 werden Sie leicht verkaufen

Warum? Weil er den Wünschen
Ihrer Kunden entgegenkommt –
speziell in diesen 3 Punkten:

1

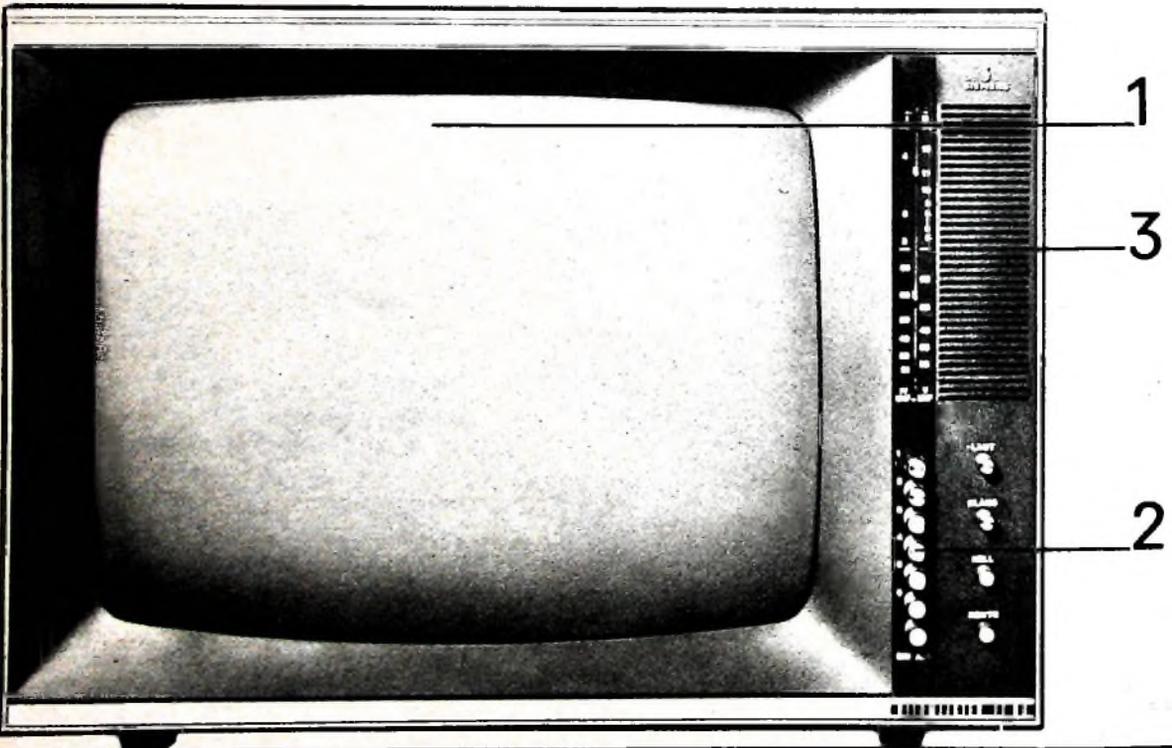
Die 65-cm-Großbildröhre
bietet eine 20% größere Bildfläche
als die 59-cm-Bildröhre.

2

6 Stationstasten
mit optischer Betriebsanzeige
erleichtern die Senderwahl und die
schnelle Umschaltung auf ein
anderes Programm

3

2 Lautsprecher,
davon einer als Frontlautsprecher
nach vorn abstrahlend,
lassen auch den »guten Ton« nicht
zu kurz kommen.





Musik unterwegs

Es ist kein Zufall, wenn in den letzten Jahren schon zum Jahresbeginn Kofferneuheiten vorgestellt wurden. Für Tourismus, Verkehr und Beruf spielt der Rundfunk von Jahr zu Jahr eine immer bedeutendere Rolle. Die Hörer möchten von ihm möglichst oft, vor allem wenn er ein nützlicher Helfer im Tagesablauf sein kann, mit Informationen aller Art, entspannender Musik zur richtigen Zeit und mit ihren Lieblingsprogrammen angesprochen werden. Diese Wünsche kann der Reisesuper in seinen verschiedenen Ausführungsformen in vollem Umfang erfüllen. Die Absatzchancen sind daher unverändert gut, und das Interesse an Neuheiten ist groß. Wie der neue Reiseempfänger-Jahrgang 1966 zeigt, gab sich die Industrie viel Mühe, ihr Angebot durch Neuerungen zu ergänzen und bereits bekannte Typen leistungsfähiger und attraktiver zu gestalten.

Nach wie vor haben die Taschensuper, die nicht viel größer als eine Zigarettenschachtel sind, im Programm der deutschen Hersteller nur geringe Bedeutung. Der deutsche Markt ist durch das billige japanische Angebot weitgehend versorgt. Die deutschen Firmen sehen daher in der Weiterentwicklung der handlichen Drucklasten-Kleingeräte eine lohnendere Aufgabe, denn hier kann erheblich mehr an Klangqualität und an allgemeinem Empfangskomfort geboten werden. Auf diese Eigenschaften legt der deutsche Käufer besonderen Wert. Einer der Bestseller dieser Klasse ist in der neuesten Konzeption 19 cm x 10 cm x 5 cm groß und wiegt etwa 900 Gramm. Mit drei Wellenbereichen (UKM oder UML), 7/10 Kreisen, 9 Transistoren und 5 Dioden, ferner eingebauter Ferritantenne, Spezialteleskopantenne und Klangschalter wird echter Komfort geboten. Anschlüsse für Kleinhörer und Netzteil sowie Autoantennenbuchse für UKW und KW deuten die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten dieses kleinen Gerätes an.

Nach besserer Klangqualität läßt sich mit der gleichen technischen Konzeption erreichen, wenn man ein größeres Gehäuse und einen besseren Lautsprecher verwendet. Bei gewissen Vereinfachungen im technischen Aufbau, beispielsweise Beschränkung auf zwei Wellenbereiche (UM), sind Geräte dieser Klasse außerdem sehr preisgünstig.

Im Angebot 1966 spielt bei allen Herstellern der Universalsuper die Hauptrolle. Dabei mag dahingestellt bleiben, ob alle Käufer eines solchen Gerätes auch gleichzeitig oder später eine Autohalterung erwerben, womit die Verwendung als Autosuper bewiesen wäre. Die hohen qualitativen Eigenschaften und die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sind jedoch entscheidende Verkaufsargumente für den deutschen Markt. Von einem Universalkoffer erwartet man überall guten und klaren Empfang, in der Wohnung mit Netzanschluß, unterwegs im Hotel und im Freien aus eingebauten Batterien oder schließlich im Wagen mit der Autobatterie über die Autohalterung. Manche Hersteller bieten bei Universalsuper grundsätzlich auch beim einfachsten Gerät vier Wellenbereiche (UKML) an. Nach wie vor sind aber auch noch drei Wellenbereiche (UML, UKM) üblich. Die Schaltungstechnik wurde im Laufe der Jahre weitgehend standardisiert. Man findet fast immer die rauscharme HF-Vorstufe für AM/FM mit Mesatransistor, die vor allem für den Autoempfang wichtig ist. In höheren Preisklassen gehört die abschaltbare automatische UKW-Scharfabstimmung zum üblichen Komfort. Auch hier gelangen in letzter Zeit gewisse Verbesserungen, zum Beispiel die Begrenzung des Nachstimmhubes oder eine bessere Nachstimmwirkung auch bei schwachen Sendern durch zusätzliche Verstärkerstufen. Im Hinblick auf den Autoempfang konnten sich ferner Rauschunterdrückung und höhere Ausgangsleistung durchsetzen.

Bei Autobetrieb in der Autohalterung ist der Universalsuper automatisch mit Batterie, Antenne und Einbaulautsprecher des Wagens verbunden. Die eingebaute Ferritantenne wird dabei abgeschaltet und durch getrennte Eingangskreise ersetzt. Wenn kein spezieller Autolautsprecher

vorhanden ist, kann das Gerät auch mit dem eingebauten Lautsprecher betrieben werden. Ferner läßt sich die Halterung auf 6/12 V und den jeweils an Masse liegenden Batteriepol umschalten. Einige Geräte enthalten für 12-V-Betrieb serienmäßig einen Spannungsstabilisator mit Transistor und Zenerdiode. Bei den meisten Autohalterungen ist das Sicherheitschloß im Liederumfang enthalten oder nachträglich einsetzbar.

Großer Beliebtheit erfreuen sich die sogenannten Wellenempfänger. Hierbei handelt es sich um Spitzenempfänger mit großer Empfangsleistung und ausgezeichnetem Klang, die als Allwellensuper — beispielsweise mit 13 Wellenbereichen — ausgelegt sind. Das Angebot ist in dieser Klasse jetzt noch vielseitiger geworden, und die technische Ausstattung erreicht heute einen hohen Stand.

Bei den Neukonstruktionen erkennt man die Bemühungen um elegante Gehäuse und moderne Ausstattung besonders deutlich. Bemerkenswert ist die Tendenz, die vielfach unter dem Armaturenbrett im Wagen einzuschubenden Universalsuper weniger breit und hoch auszuführen. Vor allem bei kleineren Pkw wurden vom Beifahrer gelegentlich die bisherigen Abmessungen der großen Universalsuper als störend empfunden.

Musik unterwegs bietet auch der fest — als Bestandteil des Wagens — eingebaute Autosuper. Er hat nach wie vor gute Absatzchancen, denn seine Empfangs- und Klangleistungen können optimal sein. Nach der Statistik gibt es in der Bundesrepublik fast 10 Millionen Kraftfahrzeuge, und man rechnet mit 17 Millionen in etwa 10 Jahren. Diese Entwicklungstendenzen veranlassen weitere Hersteller, Autoempfänger herauszubringen, die mit neuen technischen Konzeptionen das Gesamtangebot abrunden. Merkmale des modernen Autosupers sind die Einbaufähigkeit in fast alle Wagentypen, die verhältnismäßig große Ausgangsleistung (bis zu 5 W) und der hohe Bedienungskomfort einschließlich UKW-Abstimmautomatik. Die grundsätzliche Technik des Autosupers — sie strebt hohe elektrische und mechanische Stabilität an — blieb unverändert. Guten KW-Empfang erreicht man mit dem bisher üblichen Verfahren mit festabgestimmtem, durch Drucktasten auf die einzelnen Rundfunkbänder umzuschaltendem Konverter. Neue Möglichkeiten für Gerätekonstruktionen der Zukunft bieten integrierte Schaltkreise und weiterentwickelte Halbleiter.

Musik unterwegs ist mit Batterie-Tonbandgeräten zwar schon seit Jahren möglich, aber die Bedienung war für viele zu schwierig. Hier stellt das Kassetten-Tonbandgerät die narrensichere Lösung dar. Man könnte die handlichen Koffermodelle für Batteriebetrieb zwar auch im Wagen betreiben, vorteilhafter ist jedoch der feste Einbau eines Auto-Kassetten-Tonbandgerätes, das in zwei Ausführungen (ohne Verstärker zum Anschluß an den Autosuper oder mit eingebautem S-W-Verstärker als selbständiges Gerät) angeboten wird. Da es nur zwei Bedienungstasten gibt — für Start/Stop und Kassettenauswurf —, ist die Bedienung sehr einfach. Der schnelle Wechsel von Rundfunk- und Tonbandwiedergabe durch Blitzumschaltung ist bei der kombinierten Anlage ein weiterer Vorteil.

Musikwiedergabe im Heim mit Universalgeräten oder normalen Koffersuper ist besonders dann erwünscht, wenn ein Zweitempfänger aufgestellt werden soll. Viele Koffergeräte harmonieren aber wegen ihrer zweckgebundenen technischen Aufmachung nicht immer mit den Möbeln. Die neuzeitliche Lösung dieses Problems ist der Universalsuper im Holzgehäuse mit großer Lautsprecherfront und übersichtlicher Skala. Die Bestrebungen, den Reisesuper „salonfähig“ zu machen, erstrecken sich jetzt auch auf die kleineren Modelle, deren Formen, Farben, Drehknöpfe und sonstigen Attribute sorgfältiger denn je gestaltet sind.

Werner W. Diefenbach



Konstruktive und schaltungstechnische Einzelheiten von Reiseempfängern

Die Meldungen über neue Reiseempfänger laufen in den ersten Monaten eines jeden Jahres immer nur langsam ein. Kurzdaten konnten in den letzten Heften bereits von Fall zu Fall gemeldet werden. Auch heute liegen noch nicht von allen Firmen vollständige Angaben über die Fertigungsprogramme für die neue Saison vor. Immerhin zeichnen sich schon deutlich die Tendenzen ab, wie sie der Leitartikel ausführlich schildert. Man trifft bei allen Herstellern viele bekannte Bestseller, die zum Teil unverändert weitergeführt werden, oder bei denen konstruktive Merkmale in unauffälligen Nuancen geändert wurden. Hier und da sind gewisse schaltungstechnische Feinheiten hinzugekommen und bei einigen Firmen auch in der Konzeption neue Geräte.

Akkord-Radio

Erstmals dringt die Sender-Suchlaufautomatik nun auch in die Gruppe der Reiseempfänger vor. Akkord-Radio bringt in diesen Tagen den Universal-Spitzensuper „Transola Royal“ (Bild 1) für die Wellenbereiche UKML heraus, der eine auf allen

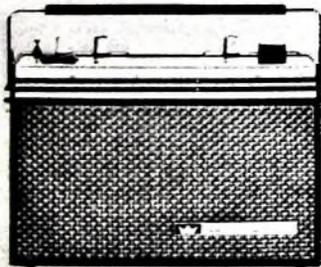


Bild 1. „Transola Royal“ von Akkord-Radio

Wellenbereichen wirksame elektronische Sender-Suchlaufautomatik mit gleichzeitiger Abstimmautomatik enthält. Nach Antippen der Starttaste setzt - von jeder Stelle der Skala aus wahlweise nach rechts oder links - der Suchlauf ein, bis ein empfangswürdiger Sender eingestellt ist. An den Skalenden kehrt der Suchlauf selbsttätig um. Die Suchlaufautomatik kann auf zwei Empfindlichkeitsgrade eingestellt werden. Das Ansprechen auf nur stärkere Sender ist beispielsweise beim Autobetrieb zweckmäßig. Zusätzlich ist eine Fernbedienung lieferbar, so daß man zu Hause bequem vom Sessel oder im Auto von einer griffgünstigen Stelle am Lenkrad oder am Armaturenbrett aus den automatischen Suchlauf einleiten kann; dabei ist die automatische Feineinstellung des jeweiligen Senders sehr vorteilhaft.

Die Schaltung der Sender-Suchlaufautomatik geht aus Bild 2 hervor. Das Signal zur Steuerung der Sender-Suchlaufautomatik wird der AM- beziehungsweise FM-ZF entnommen und dem in Basisschaltung arbeitenden Transistor T 120 zugeführt. Im Collectorkreis von T 120 liegt eine Filteranordnung, der nach Gleichrichtung zwei gegenläufig wirksame Spannungen entnommen werden. So entsteht beim Durchlaufen des Abstimmbereichs und beim Einfallen eines Senders eine Resonanzkurve mit definierter Einsattelung. Die Sattelspannung steuert nach weiterer Verstärkung das Stop-Relais R für den Suchlaufmotor. Die Drehzahl des Motors ist mit Hilfe von T 125 stabilisiert.

Um das trägheitsbedingte Nachlaufen der motorgetriebenen Mechanik zu kompensieren und an den jeweiligen Senderabstand auf der Skala in den verschiedenen Wellenbereichen anzupassen, sind im Basiskreis von T 122 die RC-Glieder C 136, C 137, R 135 angeordnet. Sie werden mit Hilfe der Bereichstasten des Empfängers umgeschaltet.

Der „Transola Royal“ ist ein 7/13-Kreis-Super. Er ist mit 16 Transistoren, 10 Halbleiterdioden und drei Stabilisationszellen bestückt. Das 49-m-Band (Europawelle) ist

gespreizt. Höhen- und Tiefenregelung sind getrennt. Der Empfänger enthält einen 180 mm × 100 mm großen Ovallautsprecher. Die Gegentakt-Endstufe liefert für Kofferbetrieb eine Ausgangsleistung von 2 W und für Autobetrieb von 4 W (automatische Umschaltung beim Betrieb in Autohalterung). Für Mittel- und Langwelle ist eine Ferritantenne eingebaut, für UKW und Kurzwelle eine dreh- und schwenkbare Teleskopantenne. Anschlüsse sind vorhanden für Plattenspieler und Tonbandgerät (Aufnahme und Wiedergabe), für Ohrhörer, für die Suchlaufautomatik-Fernbedienung sowie ferner für ein separates Netzteil „NT 681“. Bei Kofferbetrieb erfolgt die Stromversorgung aus sechs Monozellen je 1,5 V, bei Autobetrieb über die Autohalterung „777“ aus der 6-V- oder 12-V-Autobatterie. Der Empfänger wiegt ohne Batterie etwa 3,3 kg; seine Abmessungen sind 31 cm × 20 cm × 9,5 cm.

Einige weitere neue Geräte sind von Akkord-Radio noch angekündigt.

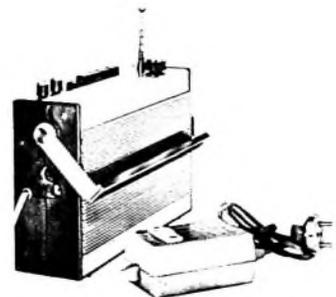


Bild 3. „Diva“ von Blaupunkt mit Netzanschlußgerät

Blaupunkt

Neuzugleich in Technik und Ausstattung ist der 7/11-Kreis-Dreibereich-Reisesuper „Diva“ (Bild 3). Dieses vielseitige Gerät mit 9 Transistoren + 4 Ge-Dioden + 1 Se-Diode hat bei 20 mW Ausgangsleistung einen Stromverbrauch von 40 mA und

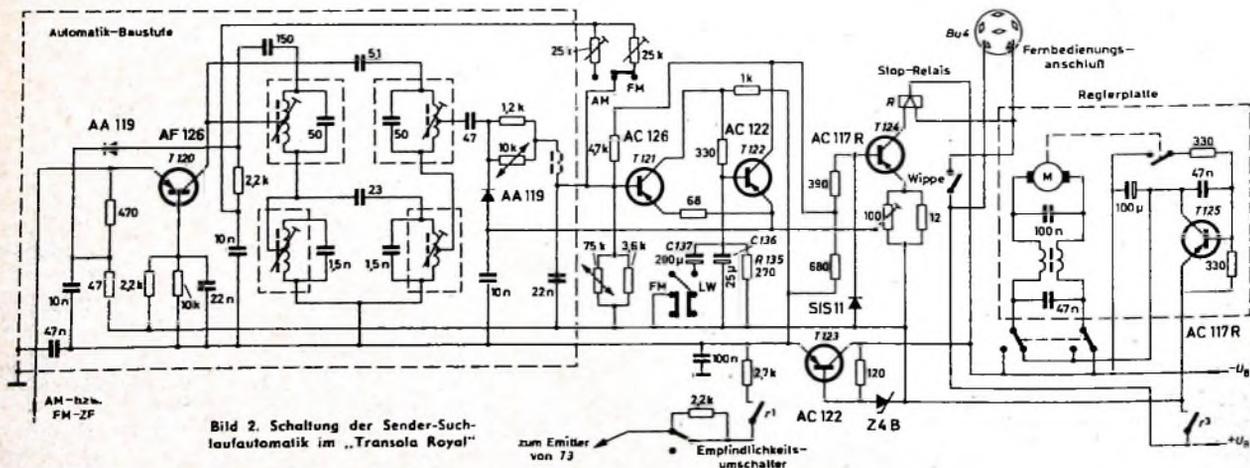


Bild 2. Schaltung der Sender-Suchlaufautomatik im „Transola Royal“

kann aus der eingebauten 9-V-Batterie, aus der Autobatterie 6/12 V oder aus dem zusätzlichen Netzteil betrieben werden. Die Gegentakt-Endstufe liefert bei Kofferbetrieb 1 W und im Kraftfahrzeug 2 W Ausgangsleistung. Von den fünf Drucktasten sind drei für die Bereichswahl (UMI.) bestimmt; die beiden anderen Tasten dienen für Autobetrieb beziehungsweise für Ein/Aus. TA/TB-Anschluß ist durch gleichzeitiges Drücken der U + M-Tasten möglich. Weitere Eigenschaften sind Kleinhöreranschluß mit automatischer Abschaltung des eingebauten Lautsprechers, stufenlose Klangregelung und zweistufige AM-Schwundregelung, ferner FM-Begrenzung. An eingebauten Antennen stehen ML-Ferritantenne und eine Teleskopantenne für UKW zur Verfügung.

Mit vier Wellenbereichen (UKML), 7/11 Kreisen, 11 Transistoren + 4 Ge-Dioden, + 1 Se-Stabilisator + 1 Si-Kapazitätsdiode und 5 Drucktasten (4 Bereichstasten, 1 Automatik-Taste; TA/TB-Anschluß durch U+K-Tasten schaltbar) erinnert der Universalsuper „Derby 600 Automatik“ weitgehend an den Vorjahrestyp. Die Ausgangsleistung der Gegentakt-Endstufe ist bei Batteriebetrieb 2 W und im Kraftfahrzeug 3 W. Der gespeizte KW-Bereich umfaßt 40...51 m. Bemerkenswert sind unter anderem die getrennten Regler für Tiefen und Höhen. Die abschaltbare UKW-Abstimmautomatik ist ein weiterer Vorzug. Dieser Empfänger kommt in einer Sonderausführung mit US-Bereichen auf den Markt.

Bei dem Universalsuper „Riviera Omnimat“ gibt es jetzt auch eine Sonderausführung im Teakholz-Gehäuse. Dieser hochgezüchtete Vierbereichsuper (UKML) hat ebenso wie „Derby“ HF-Vorstufe für AM und FM sowie abschaltbare UKW-Scharf-Abstimmung. Bemerkenswert sind unter anderem 8/14 Kreise und 11 Transistoren sowie 4 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb (2 W als Koffersuper).

Braun

Zum Weltempfänger „T 1000“ stellte Braun eine Peilvorrichtung vor, die beispielsweise als Navigationshilfe auf See sehr nützlich ist. Die Peilvorrichtung (Bild 4) besteht aus einem Peilkompaß mit stabförmigem Griff, einem neuartigen „Kreuzpeiler“ und einem Peiladapter. Kreuzpeiler, Peiladapter und der „T 1000“

Bild 4. Peilvorrichtung von Braun für den „T 1000“: rechts der Peilkompaß, unten auf Peilkompaß aufgesetzter „Kreuzpeiler“ und Peiladapter vor dem Empfänger „T 1000“



werden über fünfpolige Steckbuchsen zusammengeschaltet.

Der Kreuzpeiler enthält zwei um 90° versetzte Ferritstabantennen und ein kleines Relais, mit dem entweder der eine oder der andere Ferritstab auf den Eingang des „T 1000“ geschaltet werden kann. In leichter Weise läßt sich der Kreuzpeiler auf den Peilkompaß aufsetzen.

Der Peiladapter - ein kleines Zusatzkästchen - hat drei Schalter „R/P“ (Rundempfang/Peilen), „P/V“ (Peilen/Vergleichsspannung) und „V/S“ (Vergleichsspannung/Seitenspannung). Mit diesen Schaltern können die Antenne des „T 1000“ und die Ferritstabantennen des Kreuzpeilers schnell auf Rundempfang, Peilminimum, Vergleichsspannung und Seitenspannung umgeschaltet werden.

Soll ein Funkfeuer oder ein beliebiger Sender angepeilt werden, dann wird auf „P“ (Peilen) geschaltet. Am Eingang des Empfängers liegt jetzt die Spannung der einen Ferritstabantenne des Kreuzpeilers. Durch

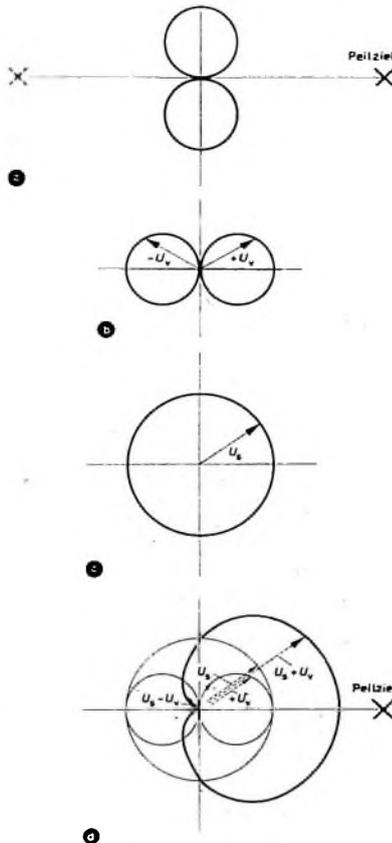


Bild 5. Achtercharakteristik zum Einstellen des Peilminimums (a); aus (b) und (c) entsteht eine nierenförmige Charakteristik nach (d) zur Seitenbestimmung

Drehen des Peilkompasses mit dem aufgesetzten Kreuzpeiler ist die Achtercharakteristik dieses Ferritstabes leicht auf ein Peilminimum einzustellen (Bild 5a). Damit liegt die Standortlinie zum Peilziel fest. Die Minimumanzeige ist aber noch zweideutig, da das Peilziel sich entweder auf der rechten oder auf der linken Seite befinden kann. Die richtige Seite muß also noch eindeutig festgelegt werden. Dazu

wird am Peiladapter auf „V“ (Vergleichsspannung) geschaltet. Mit Hilfe einer aus dem „T 1000“ entnommenen 1,5-V-Spannung schaltet das Relais des Kreuzpeilers jetzt die Spannung des zweiten Ferritstabes, dessen Achtercharakteristik gegenüber dem ersten Ferritstab um 90° gedreht ist, an den Empfängereingang. Das Peilziel liegt nun also im Empfangsmaximum (Bild 5b). Wird jetzt noch mit Hilfe des dritten Schalters auf „S“ (Seitenspannung) umgeschaltet, dann wird zusätzlich der Teleskopantenne des „T 1000“ eine Spannung U_s mit Rundcharakteristik entnommen (Bild 5c), die mit der Vergleichsspannung U_v zusammengeschaltet wird (Bild 5d). In ihrer Größe bringt man diese „Seitenspannung“ mit Hilfe eines Potentiometers im Peiladapter etwa auf den Wert der Vergleichsspannung. Die Spannungen U_s und U_v addieren sich. Da die eine Keule der Achtercharakteristik der Vergleichsspannung U_v im Verhältnis zur Seitenspannung U_s entgegengesetzte Polarität hat, entsteht eine Charakteristik, wie sie Bild 5d zeigt. Wird jetzt beispielsweise auf Empfangsmaximum eingepilt (bei dieser Charakteristik ist die Maximumseite deutlicher erkennbar als die Minimumseite), dann ist auch die richtige Seite der Peilung eindeutig festgelegt.

Mit der neuen Peilvorrichtung sind Zielfahrten und Standortbestimmungen leicht durchzuführen. In Verbindung mit dem „T 1000“ eignet sie sich für alle nicht ausrüstungspflichtigen Wasserfahrzeuge (Motor- und Segeljachten). Sie ist gleichzeitig eine vom FTZ zugelassene Empfangsanlage. Auf 13 Wellenbereichen - von UKW bis Langwelle - kann man alles empfangen, was auf der Welt gesendet wird (Rundfunk, Seewetterdienst, Küstenfunk, Sprechfunk, SSI., Consolfunk usw.). Der lückenlose KW-Bereich (acht bandgespreizte Teilbänder), verschiedene Spezial-einrichtungen wie Telegrafüberlagerer, Tonfrequenzfilter, ein Anzeigegerät zur Feststellung der Peilminima, einsetzbares Meßgerät und dergleichen kennzeichnen diesen vielseitigen Universalempfänger.

Graetz

Im Transistorgeräte-Programm 1966 von Graetz werden insgesamt acht Gerätetypen angeboten. Bei verschiedenen Reisesupern gibt es Verbesserungen.

Die ganz kleinen Taschensuper „Flirt 40 F“ und „Flip 42 F“, ferner das Taschengrät „Grazia“ sind mit den bereits bekannten Eigenschaften auch in dieser Saison vertreten. Die beiden Gerätetypen „Pagino

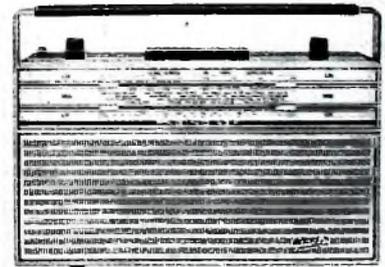


Bild 6. „Pagino K 43 F“ von Graetz

L 43 F“ und „Pagino K 43 F“ (Bild 6) unterscheiden sich lediglich durch die zu empfangenden Wellenbereiche. Außer UKW und MW kommt als dritter Wellen-

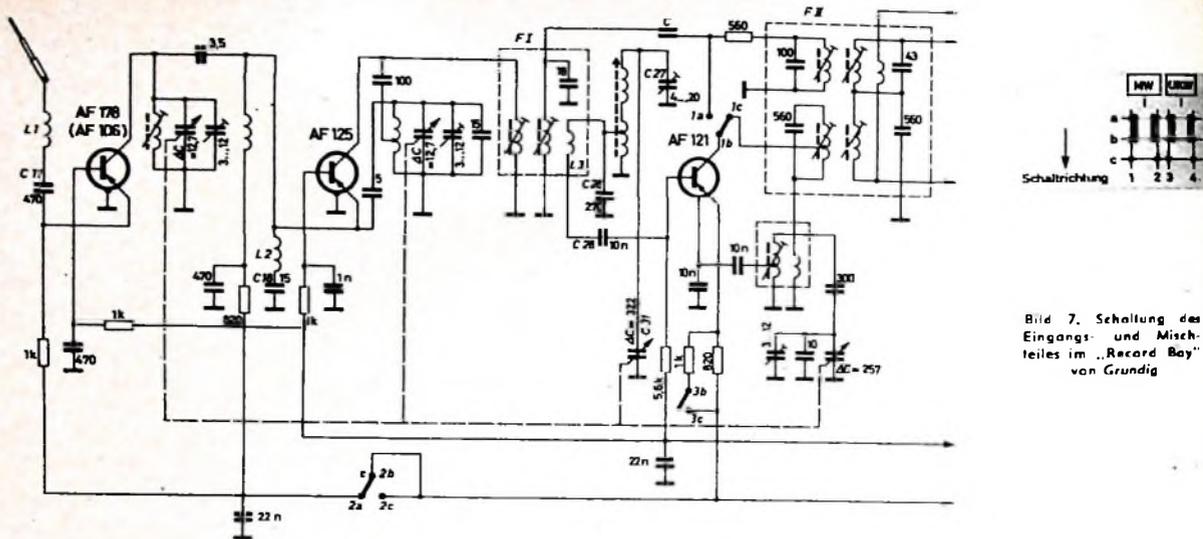


Bild 7. Schaltung des Eingangs- und Mischteiles im „Record Boy“ von Grundig

bereich wahlweise KW oder LW hinzu. In der UKW-Einheit wird als selbstschwingende Mischstufe ein Transistor AF 125 und als Vorverstärker ein Transistor AF 134 verwendet. Durch einen jetzt 20 cm langen Ferritstab ist die AM-Empfindlichkeit erhöht worden.

Im Gegensatz zu den L- und K-Ausführungen des Baujahres 1965 hat nun das Gerät „Page 45 F“ insgesamt vier Wellenbereiche. Besondere Diodenschaltungen vermeiden auch in Sendernähe Übersteuerungserscheinungen. Die Abstrahlung des Ovallautsprechers (15 cm X 9 cm) ist jetzt durch ein neues rückwärtiges Klanggitter noch günstiger geworden.

Als Spitzengerät der Graetz-Reisesuper-Serie stellt sich erneut „Superpage“ vor. Dieser Universalempfänger ist neuerdings auch in einem Edelhölzgehäuse Nußbaum natur lieferbar. Die UKW-Vorstufe arbeitet mit einem rauscharmen Mesa-transistor AF 106. Die FM-Abstimmung erfolgt nach dem Variometerprinzip. Durch die Begrenzung des Fang- und Mitnahmebereiches mit zwei Siliziumdioden kann die Automatik auch bei der Sendersuche eingeschaltet bleiben. Der von früheren Geräten bekannte Mitzleffekt tritt nicht mehr auf.

Sämtliche Empfänger von Graetz sind in verschiedenen Gehäusefarben lieferbar. Für „Page“ und „Superpage“ sind Autohalterungen mit automatischer Umschaltung erhältlich, ferner für die Geräte „Superpage“ ein 12-V-Autoadapter zum Anschluß an eine 12-V-Batterie über die Spezialautohalterung. Beim Gerät „Page“ wird die 12-V-Umschaltung an der Autohalterung vorgenommen. Für Graetz-Transistorsuper steht ferner das Netzanschlüßgerät „408 C“ zur Verfügung. Es ist stabilisiert, hat eingebauten Netzschalter und liefert eine Ausgangsspannung von 7,5 V (maximal 350 mA). Die Leistungsaufnahme ist etwa 2 W.

Grundig

Aus acht Grundmodellen und zusätzlich drei Varianten besteht die Palette der von Grundig jetzt angebotenen Geräte. Die neuen Empfänger „Music-Boy Universal“ und „Elite Boy 206“ lassen sich universell für unterwegs, im Auto und im Helm verwenden. „Music-Boy Universal“ mit 10 Transistoren, 7/10 Kreisen und drei Wellenbereichen (UMI) ist ein Universalgerät in

der 200-DM-Klasse. Besonderheiten sind eingebaute Ferrit- und ausziehbare Teleskopantenne, ferner Autoantenneneingang mit Variometerabstimmung. Die transformatorlose Endleistungsstufe mit Komplementärtransistoren gibt 1,5 W an den 14 cm großen Lautsprecher ab. Eine Schaltbuchse erlaubt den Anschluß eines Kleinhörers oder Zweitlautsprechers. Zur Stromversorgung sind wahlweise zwei 4,5-V-Flachbatterien, eine 9-V-Blockbatterie oder das Grundig-Netzteil „TN 12 Universal“ einsetzbar. An der Buchse für äußere Stromquellen läßt sich die Verbindung zu einer 6-V-Autobatterie herstellen. Im Bedienungsfeld ist die Umschalttaste für Autobetrieb bemerkenswert.

In der neuesten Ausführung, Baujahr 1966, hat „Elite-Boy“ ein etwas größeres, moderner gestaltetes Gehäuse. Er hat vier Wellenbereiche und KW-Bandspreizung für das 41- und 49-m-Band. Die Ausgangsleistung der transformatorlosen Endstufe erhöhte sich auf 1,5 W. Die Drucktasten-Ein/Aus-Schaltung funktioniert unabhängig von der Einstellung der Regler. Auch der neue „Elite-Boy“ hat mehrere Möglichkeiten der Stromversorgung. Interessant ist das Kontrollinstrument für die Betriebsspannung und die abschaltbare Skalenbeleuchtung, die bei Netzbetrieb als Dauerbeleuchtung geschaltet wird. In Verbindung mit der „Universal-Autohalterung“ kann dieser moderne Reisesuper auch im Kraftfahrzeug verwendet werden. Verbessert wurde auch der Bestseller „Prima Boy“ mit UMK-Bereichen. Die Form des Tragegriffes ist modernisiert worden. Ferner kommt jetzt der Paralleltyp „Prima Boy LW“ hinzu, der an Stelle des Kurzwellenempfangs einen L-Bereich hat. Beide Geräte lassen sich über das Netzteil „TN 12“ aus dem Netz speisen.

Moderne Schaltungs- und Aufbautechnik sind ein Kennzeichen des „Record Boy“. Er gehört durch Beschränkung auf zwei Wellenbereiche (UM) zur niedrigen Preisklasse, verfügt jedoch über die Empfangsleistung und Klangqualität der größeren Koffersuper. Die UKW-Vorstufe ist mit dem Transistor AF 178 bestückt (Bild 7). Die Teleskopantenne wird über eine Anpassungsspule L1 und über C11 an den Emitter der Vorstufe geführt. Da man auf Umschaltkontakte verzichten konnte, gelangt die Antennenenergie ohne Verluste und Stoßstellen zur Vorstufe. Ihr Collec-

torkreis ist kapazitiv abgestimmt, desgleichen auch der Oszillatorkreis. Im Collectorkreis des selbstschwingenden Mixers mit einem AF 125 liegt auch der 10,7-MHz-Kreis. Aus konstruktiven Gründen sind die Masseleitungen des Mischteils im „Record Boy“ verhältnismäßig lang. Das begünstigt etwas das Abstrahlen von Oszillatoroberwellen. Um trotzdem die von der Bundespost empfohlenen Störstrahlungswerte von Oszillatoroberwellen einzuhalten, wurde der Phasenkorrekturkondensator C18 (15 pF) in Reihe mit einer kleinen gedruckten Spule L2 geschaltet. Diese Kombination liegt parallel zur Emitter-Basis-Strecke und ist ein niederohmiger Saugkreis mit einer Resonanzfrequenz von etwa 200 MHz. Für die erste Oszillatoroberwelle (195,4 ... 231,4 MHz) entsteht dadurch fast ein Kurzschluß. Da die Oszillatordruckspannungen vom Emitter über den Zwischenkreis und die Emitter-Basis-Kapazität der Vorstufe an die Antenne gelangt, wird die erste Oberwelle um etwa 30 dB geschwächt.

Die FM-ZF ist über eine Koppelwicklung L3 (im Sekundärkreis des Filters F1) ausgekoppelt. Ihr Fußpunkt liegt über C26 an Masse und das andere Ende über C28 an der Basis des Transistors AF 121. Um bei AM-Empfang - AF 121 arbeitet dann als selbstschwingender Mischer - nicht umschalten zu müssen, wendet man einen Schaltungskniff an. Der Fußpunkt der FM-Auskopplungsspule liegt nicht nur über dem relativ kleinen Kondensator C26 (270 pF) an Masse, sondern er liegt auch an einer Anzapfung des MW-Ferritantennen-Vorkreises. Daher gelangen die FM-ZF und die HF-Spannung von der Ferritantenne zur Basis des AF 121. Die Kapazität von C26 transformiert sich in den MW-Vorkreis entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Anzapfung zu der vollen Windungszahl.

Die in den Vorkreis transformierte Kapazität liegt damit parallel zu C27 und C31. C26 darf nur 270 pF groß sein, denn die maximale Kapazitätsbelastung des Vorkreises ist durch die Variation der Drehkondensatorkapazität gegeben. Dieser Wert ist allerdings für die Auskopplungskapazität zu gering. Daher wurde die Wicklung so ausgelegt, daß zur Basis des Transistors AF 121 eine optimale ZF-Spannung gelangt. Im Collectorkreis liegt über dem Schalter 1b-1a das Filter F11. Die innere Transistorrückwirkung wird

mit einer gedruckten Kapazität C kompensiert.

Interessant beim „Record Boy“ ist auch die Gehäusekonstruktion. Das Gehäuse ist eine Stülpausführung. Nach Lösen von zwei Schrauben am Boden kann das Gehäuse vom betriebsfähigen Gerät abgezogen werden. Es besteht aus einem Einplatinenchassis und einem mit der Chassisdrukplatte verschraubten Kunststoffteil, das gleichzeitig Skalenblende und Träger eines Zierrahmens sowie der Skala mit zugehörigen Seilrollen ist.

Zu den neusten Grundig-Konstruktionen gehört auch der „Concert-Boy 206“ (Bild 8), ein komfortables Reisegerät mit

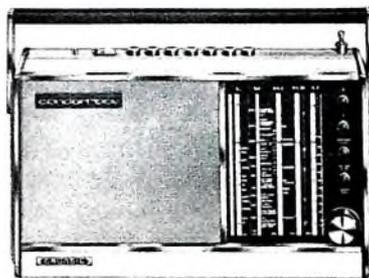


Bild 8 „Concert-Boy 206“ von Grundig

großflächiger Vertikalskala, fünf Wellenbereichen, 7/10 Kreisen, 13 Transistoren, 7 Drucktasten und Kontrollinstrument für die Batteriespannung. Im KW-Band 6,1...16 MHz ist eine zusätzliche Feinabstimmung (KW-Lupe) wirksam. Ein weiterer KW-Bereich empfängt das 49-m-Band. Das eingebaute Netzteil, die 2-W-Endstufe mit dem 18-cm-Lautsprecher und die getrennte Regelung für Höhen und Tiefen sind Eigenschaften hochwertiger Empfänger. Anschlüsse für Tonabnehmer, Kleinhörer/Zweitlautsprecher, Autobatterie, Autoantenne, Außendipol, Außenantenne und Erde zeigen die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten dieses Gerätes.

In der neuen Saison erscheinen unter anderem auch wieder die großen Geräte der Weltspitzenklasse „Ocean-Roy“ und „Satellit“, die sich einen festen Platz im Marktangebot sichern konnten.

Loewe Opta

Die Kofferserie 1966 von Loewe Opta besteht aus vier Grundtypen für die verschiedenen Anwendungszwecke. Der preiswerte UKW-Koffer mit den Bereichen UML „Dolly T 37“ hat 8 Transistoren und 4 Dioden, 6/10 Kreise und 4 Drucklasten. „Autoport T 47“ ist ein Vierbereich-Super in Kompaktform mit Autohalterung für 6 oder 12 V und einem eisenlosen 1,8-W-Gegentakt-Verstärker (8 Transistoren und 4 Dioden, 7/11 Kreise, 5 Drucktasten). An verwöhnte Hörer wendet sich der Fünfbereich-Universal-Super (UZKML) „Autoport TS 52“ für Batterie, Autobetrieb an abschließbarer Autohalterung (6...12 V) und Netzbetrieb. Besonderheiten sind 10 Transistoren, 8 Dioden, 7/13 Kreise, abschaltbare UKW-Abstimmautomatik und Skalenbeleuchtung mit Nachleuchteffekt. Das Spitzengerät ist der Fünfbereich-Super „Autoport TS 57“ mit UZKML, Duplexabstimmung für getrennte AM/FM-Stationenwahl, Abstimm- und Batteriekontrolle durch eingebautes Drehspulinstrument und einer eisenlosen

Endstufe für 3 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb. Neu ist der Empfängertyp „Dolly T 37 K“ mit K-Bereich (an Stelle des L-Bandes beim Koffer „Dolly T 37“). Die Gehäuse aller Geräte sind stabil, stoß- und schlagfest und meistens mit weichem Kunstleder bezogen. Ferner wird „Autoport TS 57“ auch mit echtem Nußbaumfurnier geliefert.

Bemerkenswert beim Modell „Dolly T 37 (K)“ ist das 460-kHz-Piezofilter, das hohe Trennschärfe garantiert und den Abgleich vereinfacht. Ein getrennter Oszillator ermöglicht eine wirksamere Regelung, denn ein Teil der Regelaomatik kann in die Mischstufe gelegt werden. Im NF-Teil gelang es, durch besondere Schaltungsmaßnahmen bei kleinem Klirrfaktor den Ruhestrom der Endstufe geringzuhalten. In einem Gegenkopplungsweig wird der Frequenzgang in Abhängigkeit von der Lautstärke beeinflusst. Bei großer Lautstärke ist dadurch eine zusätzliche Anhebung der mittleren und hohen Frequenzen wirksam. Piezofilter enthält auch der Koffersuper „Autoport T 47“ (Bild 9) im AM-ZF-



Bild 9 „Autoport T 47“ von Loewe Opta

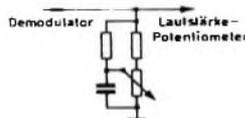


Bild 10. Schaltung des kombinierten Klangreglers im „Autoport T 47“

Teil. Die auf zwei ZF-Stufen wirkende Regelung sorgt für ein gutes Regelverhalten. Der Empfänger ist übersteuerungsfest. Die Sprechleistung von 1 W ohne Zusatzlautsprecher und von 1,8 W mit Autolautsprecher bietet für alle Betriebsarten Lautstärkereserven. Durch einen kombinierten Höhen- und Tiefenregler (Bild 10) ist eine weitgehende Klangbeeinflussung möglich. Beim linken Regleranschlag werden die Höhen gesenkt und am rechten Anschlag die Tiefen beschnitten. In der Mittelstellung wird das maximale Frequenzband wiedergegeben. Beim Universal-Super Autoport „TS 52“ sind durch Verwendung des Transistors AF 108 die Rauschverhältnisse auf UKW besonders gut. Dementsprechend ist eine hohe Empfindlichkeit, ferner auch ein optimales Regelverhalten möglich. Die Untertellung und Dehnung des 49-m-Bandes und der Überseebänder 31 und 41 m in zwei KW-Bereiche sowie die Spreizung über die gesamte Länge der großen Linearskala bietet ideale Abstimmverhältnisse. Die 2-W-Gegentakt-Endstufe sorgt für hohe Klangqualität.

Die technische Auslegung des Gerätes „Autoport TS 57“ (Bild 11) entspricht in

allen Einzelheiten der Spitzenklasse. Durch das Mitabstimmen des UKW-Vorkreises wird eine hohe Spiegelselektion erreicht (1:300). Störungen durch Kreuzmodulation sind dadurch sehr gering. Interessant ist die Übersteuerungsschutzschaltung des

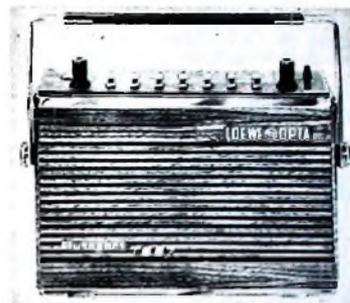


Bild 11 „Autoport TS 57“ von Loewe Opta

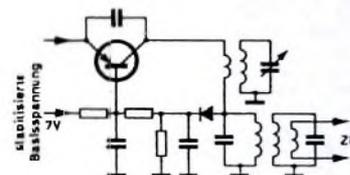
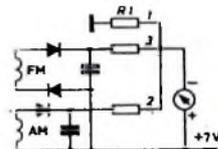


Bild 12. Übersteuerungsschutzschaltung des Mischtransistors im „Autoport TS 57“

Mischtransistors (Bild 12) durch eine Diode am ersten ZF-Kreis. Gleichzeitig verändert der bei hoher ZF-Spannung entstehende Diodenstrom den Basisstrom dieses Transistors; so werden unerwünschte FM-Modulationen des Oszillators verhindert. Eine praktische Einrichtung des „Autoport TS 57“ ist ferner das kombinierte Anzeigeinstrument. Es gestattet eine laufende Kontrolle der Batteriespannung und wirkt als Abstimmindikator. Wie aus Bild 13 hervorgeht, liegt das Instrument

Bild 13. Prinzipielle Anordnung der Stromkreise des Anzeigeinstrumentes im „Autoport TS 57“



mit einem Pol an der stabilisierten Basis-Spannung des Gerätes (+7 V). Der zweite Pol ist an drei Stromkreise angeschlossen. Im Stromkreis 1 liegt ein Widerstand R_1 mit Masseverbindung am anderen Ende. R_1 ist so bemessen, daß der Zeiger des Instrumentes bei voller Batterie (7,5 V Spannung) vor dem rechten Anschlag steht. Stromkreis 2 (AM-Anzeige) umfaßt den Arbeitswiderstand des AM-Demodulators, die Diode und den Sekundärkreis des letzten ZF-Filters. Der dritte Stromkreis besteht aus dem Widerstand am Elektrolytkondensator des FM-Demodulators. Die im AM- oder FM-Demodulator erzeugten Ströme fließen beim Empfang eines Senders gegen den Strom des ersten Stromkreises; der Strom durch das Instrument wird geringer, und der Zeiger nähert sich dem linken Anschlag. Bei dieser Schaltung kann man auf das sonst übliche Umschalten des Instrumentes verzichten.

Mit dem Transistor-Netzanschlußgerät „62 987“ ist ein kostensparender Betrieb

aus dem Lichtnetz für die beschriebenen Geräte möglich. Es hat unter anderem Anschlußmöglichkeit für alle Loewe Opta-Koffer sowie kleines Volumen bei geringem Eigengewicht und ein berührungssicheres Kunststoffgehäuse. Das Netzgerät) gleicht durch eine Stabilisierungsschaltung Spannungsschwankungen des Lichtnetzes aus. Ferner ist die Gleichspannung unabhängig vom Belastungsstrom (kleiner Innenwiderstand) und kann von 6 V auf 7,5 V umgeschaltet werden. Es ist geschützt gegen Überlastungen und Kurzschlüsse und zeichnet sich durch Verträglichkeit von impulsförmigem Laststrom aus, wie er besonders durch transformatorlose Transistor-Gegentakt-Endstufen entsteht. Die Leistungsabgabe von 5 W ist ausreichend, um auch die größten Koffergeräte zu betreiben.

Nordmende

Im wesentlichen werden die aus dem Vorjahr bekannten Empfänger weitergeführt. Der Universalsuper „Transita automatic“ (UKML mit gespreiztem 49-m-Band, 7/13 Kreise, 10 Transistoren und 8 Dioden, abschaltbare automatische Scharfabstimmung, AM-Variometer für Autobetrieb) kam kürzlich als „Transita automatic S“ mit einem mit dem Lautstärkerregler gekuppelten Sparschalter in den Handel. Bei Betrieb in Sparschaltung wird die Lebensdauer der Batterie beträchtlich erhöht. Die Sparschaltung erfolgt dabei - wie aus Bild 14 hervorgeht - durch eine

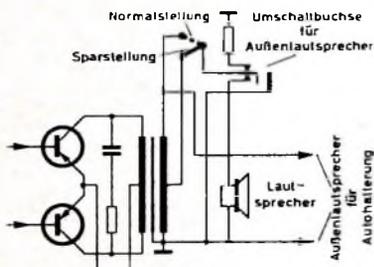


Bild 14. Prinzip der im „Transita automatic S“ von Nordmende benutzten Sparschaltung

Änderung der Anpassung des Lautsprechers. Bei Normalbetrieb liegt der Lautsprecher (oder liegen die Lautsprecher) an der gesamten Wicklung des Ausgangsübertragers, bei Sparbetrieb nur an einem Teil der Wicklung.

Die Skala des Empfängers ist jetzt bei Betrieb des Gerätes über die vorhandene Netzanschlußbuchse ständig normal beleuchtet und bei Betrieb über Autohalterung schwach beleuchtet.

Elf unterschiedliche Modelle (drei davon haben noch je zwei Varianten) enthält das gesamte Nordmende-Transistorkoffer-Programm. Außer dem „Mambino“ (ML) und dem „Rumba E“ (3 KM), die nur für AM-Empfang ausgelegt sind, haben alle anderen Geräte auch UKW.

Der Kurzwellen-Bereich ist mit dem beliebten 49-m-Europaband in sieben Empfängern vertreten. Ausgesprochene Kurzwellenfreunde haben die Wahl zwischen dem „Transita Spezial K“ (UKML; K = 19 bis 49 m), „Rumba E“ (3 KM; K = 13,3 bis 136 m) und dem Weltempfänger „Globe-

trotter“, der außer UML elf gespreizte Kurzwellenbänder enthält.

Für vier Modelle („Transita Royal“, „Transita automatic S“, „Transita TS de luxe“ und „Globetrotter“) ist eine Autohalterung mit Diebstahlsicherung und allen Autoanschlüssen lieferbar. Zwei weitere Modelle („Transita Spezial“ und „Transita Export“) enthalten Anschluß für Autoantenne.

„Mambino“ und „Stradella“ sind nur für Batteriebetrieb vorgesehen; „Mambo“ hat ein eingebautes Netzteil. Alle anderen Empfänger lassen sich mit zusätzlichem Netzgerät „N 061“ auch am Wechselstromnetz betreiben.

Schaub-Lorenz

Erweitert wurde das Schaub-Lorenz-Reisesuper-Programm um vier Typen. Im Jahre 1966 werden daher sieben verschiedene Geräte angeboten. Die Spitzenposition nehmen die beiden „Touring“-Koffer „Touring 70 Luxus“ und „Touring 70 Universal“ ein.

Zahlreiche Neuerungen weist „Touring 70 Luxus“ (Bild 15) auf. Die UKW-Sender werden durch Kapazitätsvariationsdioden abgestimmt. Mit zwei Stationstasten und der normalen Abstimmung können drei FM-Sender fest eingestellt werden. Die

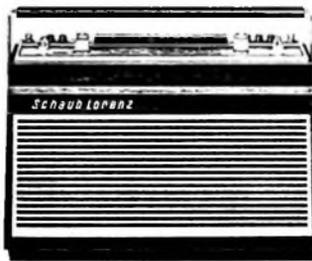


Bild 15. „Touring 70 Luxus“ von Schaub-Lorenz

optimale Sendereinstellung ist mit einem Mikroamperemeter kontrollierbar. Das gleiche Instrument zeigt auch den Betriebszustand der Batterien an. Auf Kurzwellen gibt es jetzt zwei gespreizte Bänder, deren Abstimmung mit der KW-Lupe besonders einfach ist. Ferner läßt sich die AM-Bandbreite umschalten. Dieser Universalsuper wird in verschiedenen Gehäusen auch in Nußbaum natur geliefert.

Bemerkenswert beim „Touring 70 Universal“ - im wesentlichen hat man die bewährte Konstruktion des Vorjahres übernommen - ist die neue Gehäuseform mit besseren akustischen Eigenschaften. Der neue „Touring 70 Universal“ zeichnet sich durch optimal ausgelegte Schaltungstechnik aus. Er verfügt über zwei ausziehbare und schwenkbare Teleskopantennen und eine extrem rauscharme UKW-Eingangsschaltung mit Mesatransistor AF 106 und hat jetzt auch eine Anschlußbuchse für ein Kassetten-Abspielgerät.

Zu den Universalsupern mit möglichem Betrieb in einer Autohalterung zählt auch „Weekend 70 Automatic“ mit 1 W Ausgangsleistung bei Koffer- und 2,5 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb.

„Polo“ ist in den Ausführungen „Polo K“ (UKML) und „Polo L“ (UKML) lieferbar, Reise- und Heimsuper, die auch aus dem Netzanschlußgerät „NC 1000“ betrieben werden können.

Eine andere Neuerung von Schaub-Lorenz ist der UKW-Transistor-Empfänger „Tiny“ für die Bereiche UM mit 5/9 Kreisen und 9 Transistoren und 6 Halbleitenden. Kleine Abmessungen (19 cm X 11,5 cm X 5,5 cm), geringes Gewicht (0,8 kg mit Batterien) sowie Schaibuchsen für Ohrhörer und Netzgerät zeichnen das Gerät aus. Die Ausgangsleistung der temperaturstabilisierten, stromsparenden Endstufe ist etwa 250 mW.

Siemens

Das Reisesuper-Programm 1966 von Siemens lehnt sich eng an das Konzept des Vorjahres Gute Empfangsleistung und Klangfülle bei sparsamem Batterieverbrauch sind Merkmale der handlichen Koffergeräte „Turf RK 83“ (UML) und „Turf RK 84“ (UMK). So hält ein Batteriesatz aus fünf Monozellen, unter DIN-Bedingungen gemessen, 300 Betriebsstunden vor. In der Betriebsart als Zweitempfänger im Heim können sie mit minimalen Kosten aus einem 6-V-Netzgerät betrieben werden. Die klangleine übertragungslose Endstufe, bestückt mit den Komplementärtransistoren AC 152 und AC 127 liefert dabei bis zu 0,8 W Ausgangsleistung an den hochwertigen 10-cm-Lautsprecher. Beide Reisesuper haben 6/10 Kreise, 9 Transistoren und 4 Dioden und lassen sich mit einer Autohalterung auch im Kraftwagen betreiben. Die UKW-Vorstufe ist mit einem Mesatransistor bestückt; im ZF-Teil wird ein keramisches Bandfilter verwendet. Schwenkbare Stab- und eingebaute Ferritantenne sowie Ohrhöreranschluß sind weitere Eigenschaften.

Für gehobene Ansprüche und im Hinblick auf den Autobetrieb ist der 7/11-Kreis-Reisesuper „Club RK 82“ (9 Transistoren, 3 Dioden) entwickelt (Bild 16).

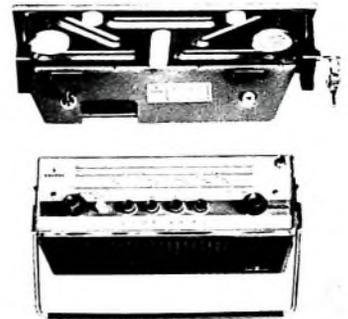


Bild 16. „Club RK 82“ von Siemens und (darüber) Autohalterung „RZ 7772“

Mit vier Wellenbereichen (UKML) bietet er vielseitigen Empfang. Der gesamte NF-Teil arbeitet ohne Übertrager. Eine Klangwaage gestattet individuelle Klangwahl. Die Ausgangsleistung von 1 W (Reisesuper) erhöht sich automatisch auf 1,8 W, wenn bei Autobetrieb ein Zusatzlautsprecher angeschlossen wird. Die Autohalterung „RZ 7772“ stellt beim Einschalten des Gerätes alle Verbindungen zur Autoantenne, zur Wagenbatterie und zum Zusatzlautsprecher her. Die Autoantenne wird im ML-Bereich über spezielle Vorkeise günstig angekoppelt. Im Heim kann das Gerät aus einem 7,5-W-Netzgerät gespeist werden.

Zur Spitzenklasse zählt das Gerät „Turnier RK 81“, denn es verfügt über 7/13 Kreise,

1) Sodtke, W.: Transistor-Netzanschlußgerät „2 967“. Funk-Techn. Bd 20 (1965) Nr. 14, S. 549-550

10 Transistoren und 5 Halbleiterdioden, 5 Wellenbereichen (U2KML), Abstimmanzeige und 3 W Ausgangsleistung. Mit den geringen Abmessungen von etwa 25 cm x 17,5 cm x 8 cm und nur 3 kg Gewicht ist es ein gut transportabler Luxus-Reiseempfänger und ein hochwertiger Autosuper zugleich Duplexabstimmung und automatische UKW-Scharfabstimmung erleichtern die Senderwahl. Das Abstimminstrument zeigt zwischen den Stationen ohne jede Umschaltung die Höhe der Batteriespannung an. Der geringe Stromverbrauch - 185 Stunden mit einem Batteriesatz nach DIN-Bedingungen -, gehörliche Lautstärkeregelung, getrennte Baß- und Höhenstellung und Anschlußbuchsen für Tonbandgerät oder Plattenspieler, Außenlautsprecher oder Ohrhörer, Autoantenne, Netzanschlußgerät und Betrieb aus der Autohalterung machen diesen Reisesuper auch für anspruchsvolle Kunden interessant.

Telefunken

Die „Bajazzo“-Ausführungen werden mit kleinen Änderungen weitergeführt. Der Universalsuper „Bajazzo TS 101“ (UKML) hat jetzt einen leicht zugänglichen Anschluß des Netzteils und einen neuen miniaturisierten ZF-Baustein (jetzt je ein AM- und FM-Kreis mehr).

In der Sonderausführung „Bajazzo TS 105“ ist das Gerät mit zwei KW-Bereichen (19 ... 44 m und 47 ... 136 m) erhältlich.

Auch der kleinere Dreibereich-Empfänger (UML oder UKM) „Bajazzo sport 101“ erhielt gleiche Änderungen.

Der „Bajazzo de luxe 3611“, ein Universaluper mit elektronischer UKW-Wählautomatik und Fernbedienung für UKW-Senderwahl ist praktisch unverändert geblieben.



Bild 17 „Picnic“, ein preisgünstiger neuer Reiseempfänger von Telefunken

Neu kam der Empfänger „Picnic 101“ hinzu. Auch er hat den neuen ZF-Verstärker und ist wahlweise in den Kombinationen UKM oder UML erhältlich. Seine Gegentakt-Endstufe liefert 1 W Ausgangsleistung. Anschlußbuchsen sind vorhanden für Autoantenne, Netzteil und TA/TB.

* W. W. Diefenbach

Nach Redaktionsschluß wurde noch bekannt, daß die Deutsche Philips GmbH in dieser Saison nachstehend genannte Geräte liefert: „Fleurette“ (UML), „Nanette“ (UML), „Nicolette L“ (UKML), „Fanette“ (ML), „Susette“ (ML), „Marianne“ (U, Vorwahl von drei Sendern), „Musette de Luxe“ (U, mit Plattenspieler), „Dorette Automatic“ (UKML, mit UKW-Scharfabstimmung), „Antoinette Transworld de Luxe“ (U4KML), „Colette Automatic de Luxe“ (UKML), „Annette Automatic de Luxe“ (U2KML, elektronischer Sendersuchlauf für alle Bereiche).

Persönliches



A. Waizenegger 40 Jahre bei Telefunken/Decca

Direktor Arthur Waizenegger, Geschäftsführer der Telefunken-„Schallplatten-Decca“ Schallplatten GmbH, Hamburg, kann am 18. März 1966 sein 40jähriges Dienstjubiläum bei Telefunken und Decca begehen. Der Jubilar, den reiches Fachwissen und seine vitale, oft humorvolle Art auszeichnen, zählt zu den maßgebenden Persönlichkeiten der deutschen Schallplatten-Industrie. Direktor Waizenegger stammt aus Berlin. Nach seiner Lehrzeit im Bankfach wechselte er 1925 zu der im Aufbau begriffenen Rundfunkabteilung von Telefunken. Bis Ende 1933 war er in der Zentrale für das Telefunken-Rundfunkgeschäft tätig. 1934 ging er als Verkaufsleiter nach Köln, anschließend nach Hannover und 1939 nach Berlin, der damals größten Telefunken-Geschäftsstelle.

1948 übernahm Arthur Waizenegger nach kurzer Zeit der Selbständigkeit die Verkaufsführung im Hamburger Telefunken-Haus. 1951 wurde er in das verantwortungsvolle Amt der zentralen Lenkung des Gerätegeschäfts im Sitz Hannover berufen. 1957 übertrug ihm die Gesellschafter der Telefunken die Leitung des Inland-Vertriebes. Am 1. April 1961 wurde er Mitglied der Geschäftsführung.

Auszeichnung für Professor Dr. H. B. G. Casimir

Die Universität Löwen hat Professor Dr. H. B. G. Casimir, Mitglied des Vorstandes der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, für seine wissenschaftliche Tätigkeit die Würde eines Dr. h. c. verliehen. Die Insignien wurden ihm unlängst anlässlich der 540-Jahrfeier der Universität überreicht.

H. Weber 60 Jahre

Der Geschäftsführer und stellvertretende Intendant des Hessischen Rundfunks Dipl.-Kfm. Hans Weber, vollendete am 6. März 1966 sein 60. Lebensjahr. Weber ist gebürtiger Berliner und seit 38 Jahren last ununterbrochen mit dem Rundfunk verbunden.

Von 1928 bis 1931 war er bei der Transradio AG tätig, anschließend bis 1945 bei Telefunken. 1947 wurde er zum Verwaltungsdirektor des RIAS berufen. 1953 siedelte er nach Frankfurt am Main über, um dort den Aufbau des Werbelinks zu leiten. Seit 1957 ist er Geschäftsführer des Hessischen Rundfunks und seit 1961 dessen stellvertretender Intendant. Seinen reichen Kenntnissen und Erfahrungen verdankt der Hessische Rundfunk, besonders auch in der Aufbauzeit von Hörfunk und Fernsehen, wesentliche Impulse und Entscheidungen, die die Nachkriegsgeschichte des Hauses mitbestimmen haben.



K. Rodenhuis 25 Jahre bei Philips und Valvo

Am 17. Februar 1966 konnte Dipl.-Ing. Klaus Rodenhuis, Geschäftsführer der Röhren- und Halbleiterwerke der Valvo GmbH auf 25 Dienstjahre in der Philips-Organisation zurückblicken. Dipl.-Ing. Rodenhuis studierte an der Technischen Hochschule in Delft und trat 1941 bei Philips in Eindhoven ein. Er war dort von Anfang an in der Entwicklung von Elektronenröhren tätig. 1954 übernahm er die Entwicklung professioneller Empfängerröhren und Mikrowellenröhren

sowie die entsprechenden Applikationsgruppen. Seit dem 1. Januar 1961 ist der Jubilar Geschäftsführer der Röhren- und Halbleiterwerke der Valvo GmbH in Hamburg.

H.-L. Stein 50 Jahre

Horst-Ludwig Stein, Praxurist und Leiter der Zentralen Werbung der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, vollendete am 1. März 1966 sein 50. Lebensjahr. Nachdem er über 13 Jahre die Werbung und Öffentlichkeitsarbeit der Graetz-Werke betreute, übernahm er 1963 bei der SEI seine jetzigen Aufgaben. Seit vielen Jahren leitete er auch die Werbe-Kommission und den



H.-L. Stein (rechts) im Gespräch mit SFR-Intendant W. Steigner

Ausstellungsausschuß des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI. Darüber hinaus ist er ehrenamtlich in einer ganzen Reihe weiterer Gremien tätig, die sich mit Werbungs- und Ausstellungstragen betreffen, zum Beispiel im Messeausschuß des ZVEI, Ausstellerrat der Hannover-Messe und der Deutschen Industrieausstellung Berlin, ferner in dem AKW und AKP des ZVEI, im Fachunterausschuß für Fernsehwerbung im Markenverband, als Vertreter des BDI im ZAW-Fachausschuß „Werbelernsehen“, H.-L. Stein ist auch Mitbegründer und Ehrenmitglied der „Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electronique“, Paris.

Geo Carlsen 25 Jahre in der Leitung der dänischen Fachhandelsorganisation

Am 1. März 1966 konnte Geo Carlsen auf 25 Jahre erfolgreicher Tätigkeit im Dienste der dänischen Fachhändlerorganisation RATEKSA zurückblicken. Er trat 1941 als Sekretär in den Stab der 1939 gegründeten Organisation ein. Seinem Können und seinem Geschick ist es wesentlich zu verdanken, daß der Verband auch die schwierigen Kriegsjahre überbrücken konnte. Seit dem 23. August 1943 ist er Chefredakteur des offiziellen Verbandsorgans „RATEKSA“. Weit über die Grenzen Dänemarks hinaus wurde er durch den alljährlich von ihm herausgegebenen Katalog „Radiørbøger“ bekannt, der zugleich auch detaillierte Angaben über die Organisation des dänischen Fachhandels und dessen Mitglieder enthält. Als Chef des Verbandes hat er zahlreiche Reisen zu international bedeutenden Fachausstellungen im Ausland organisiert und geleitet. Seinen Bemühungen ist auch zu verdanken, daß es in Dänemark seit 1948 den anerkannten Beruf „Radiomechaniker“ gibt. Seit 1957 ist Geo Carlsen Direktor der Fernseh-Versicherung Telvis A/S des Verbandes und seit dem 25. Februar 1964 Direktor der RATEKSA. Mögen diesem in allen Ländern geschätzten Repräsentanten des dänischen Radio- und Fernseh-Fachhandels noch viele Jahre erfolgreicher Tätigkeit beschieden sein - nicht nur für Dänemark, sondern auch für die internationale Zusammenarbeit.

H. Franke †

Der Leiter der Werbeabteilung des Geschäftsbereiches „Geräte“ der Telefunken AG, Hans Franke, ist im Alter von 46 Jahren plötzlich in Hannover verstorben. Hans Franke ist, bevor er zu Telefunken ging, als langjähriger Werbeleiter der „Berliner Ausstellungen“ tätig gewesen. 1961 trat er in den Geschäftsbereich „Geräte“ der Telefunken AG über. Ideenreichum verband sich bei ihm mit hervorragenden Kenntnissen der praktischen Grundlagen seines Berufes.

Die von dem Verstorbenen mitarbeitete neue Werbelinie für das Geräteprogramm des Unternehmens hat zu dem geschäftlichen Erfolg in diesem Bereich wesentlich beigetragen. Im Kreise seiner Kollegen der Rundfunk- und Fernsehgeräteindustrie war Hans Franke ebenso wie bei Telefunken geschätzt und beliebt.

„Tourocord“ – ein neues Kassettengerät für Wiedergabe

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit:	4,75 cm/s
Frequenzbereich:	60...9000 Hz \pm 3 dB
Gleichlaufabweichung:	\pm 0,35%, bewertet
Fremdspannungsabstand:	40 dB
Ausgangsspannung:	0,5 V an 50 kOhm
Stromversorgung:	5...7,5 V, etwa 80 mA (über 7polige Buchse aus nachgeschaltetem Gerät, Netzgerät oder Autobatterie)
Bestückung:	3 x BFY 39, AC 127, AC 128, 2 x BA 114
Abmessungen:	134 mm x 116 mm x 53 mm
Gewicht:	etwa 0,8 kg
Tonträger:	Compact-Cassette „C 60“
Anzahl der Spuren:	2
Breite des Bandes:	3,8 mm
Spitzzeit:	max. 2 x 30 min

Die Käuferschicht für Tonbandgeräte läßt sich in zwei Gruppen einteilen. Zur ersten Gruppe gehören Tonbandamateure, die relativ komplizierte Geräte bevorzugen, um die Tonbandtechnik als Hobby voll ausschöpfen zu können. Die zweite Gruppe benutzt die Geräte hauptsächlich zur Musikkonservierung beziehungsweise für die Wiedergabe bespielter Bänder. Hierbei kommt es darauf an, die Geräte leicht bedienbar zu machen. Eine wesentliche Vereinfachung bietet das Tonband-Kassetten-system.

Nach anfänglichen Versuchen, insbesondere bei Diktiergeräten, ist nach der Einloch-Endlosbandkassette zunächst die Zweilochkassette mit Bandspulen entstanden. Hierbei konnte wie bisher noch mit feststehendem Kopf und federnder Andruckplatte gearbeitet werden.

Das Prinzip der Zweilochkassette ist weiterentwickelt worden, wobei man darauf bedacht war, innerhalb des Kassettengehäuses auf die eigentlichen Spulen zu verzichten. Dabei können sich die Wickeldurchmesser ergänzen, wodurch der Lochabstand kleiner wird und demnach auch das Gehäuse. Bei diesem Kassettensystem wird das Band fest geführt, und die Andruckplatte muß innerhalb des Gehäuses angebracht werden, wobei der Tonkopf beim Einschalten vorgeschoben wird.

Die wichtigsten Vorteile der Tonbandkassetten sind:

1. Bedienvereinfachung der Geräte,
2. geringe Geräteabmessungen,
3. schnelles Wechseln der Kassetten,
4. kein Einfädeln des Bandes und
5. großer Bandvorrat in Kassette von Taschenformat.

1. Gerätekonzeption

Die Auswahl an bespielten Kassetten ist heute bereits sehr groß. Da bei einem solchen Gerät, das als Nur-Wiedergabegerät sehr preiswert sein soll, Funktionen wie schneller Vor- und Rücklauf sowie Aufnahme entfallen, fiel die Wahl auf eine Rinknopfbedienung mit folgenden Funktionen:

- A. Knopf nach unten drücken – Deckel mit Kassettenaufnahme öffnet sich unter einem bestimmten Winkel
- B. Knopf nach oben drücken – Deckel schließt, Gerät ist betriebsbereit
- C. Knopf eindrücken – Gerät schaltet ein, Band läuft.

Ein in den Abmessungen kleines Gerät hat naturgemäß einen sehr gedrängten Aufbau. Dabei trat zunächst das Problem der Motorlage in bezug auf den Tonkopf in den Vordergrund. Es standen zwei Lösungen zur Debatte: einmal den Motor entfernt vom Kopf hinter der Kassette zu montieren, wobei man eine Vergrößerung des Gehäuses in Kauf nehmen müßte, und zum anderen den Motor in unmittelbarer Nähe des Tonkopfs unterzubringen, wobei das Gerät kleinere Abmessungen erreicht. Die zweite Lösung wurde in der Konstruktion realisiert. Mit einer geschlossenen Abschirmung aus Mumetal für den Motor konnte ein guter Wert für den Fremdspannungsabstand erreicht werden. Der noch verbleibende freie Teil des Chassis, der von der mechanischen Bestückung unberührt bleibt, wurde für den Aufbau des Entzerrerverstärkers verwendet.

2. Mechanischer Aufbau

Die Druckplatte des Verstärkers und die der Motorregelung sowie das gesamte Laufwerk sind auf einer stabilen Chassisplatte aufgebaut (Bild 1). Der in einem Abschirmbecher aus Mumetal untergebrachte Motor mit dem elektronischen Regler ist mit der Antriebsseite nach unten montiert. Er treibt über einen Antriebsriemen mit Rechteckprofil die Schwungmasse mit der Tonwelle an. Über die Schwungmasse läuft auch der Riemen, der den Antrieb der Rutschkupplung besorgt, die wiederum in der Schalterstel-

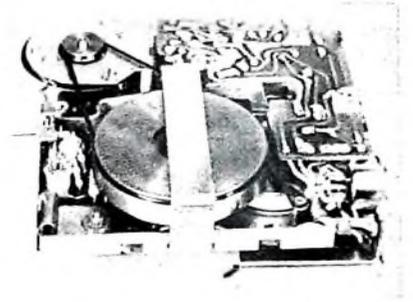


Bild 1. Chassisunterseite des Kassettengeräts „Tourocord“

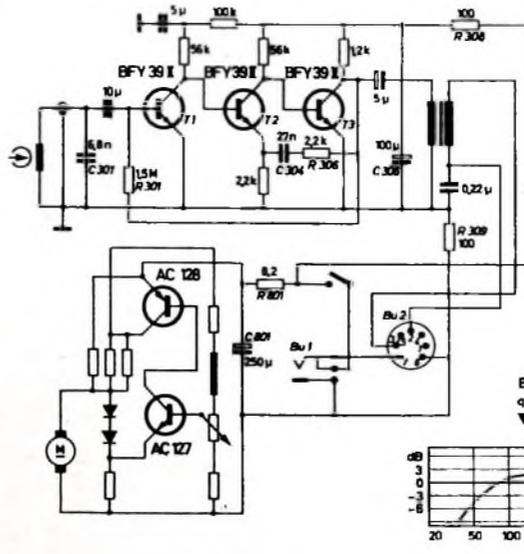
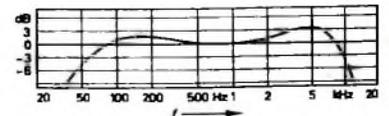


Bild 2. Gesamtschaltung des „Tourocord“

Bild 3. Über Band gemessener Frequenzgang des Kassettengeräts „Tourocord“



Der Entzerrerverstärker mit relativ wenig Bauelementen konnte zusammen mit den erforderlichen Siebgliedern auf einer gemeinsamen Druckplatte untergebracht werden. Die Ausgangsspannung des Entzerrerverstärkers ist so groß, daß alle handelsüblichen Rundfunkgeräte, Verstärker, Tonbandgeräte usw. mit dem Signal angesteuert werden können. Die Betriebsspannung des Gerätes liegt bei 7,5 V. Die Stromversorgung erfolgt entweder über das anzuschaltende Koffergerät oder aus einem separaten Netzteil. Ebenso ist das Gerät an die neuen Transistor-Heimgeräte von Schaub-Lorenz anschließbar, die hierfür ebenfalls eine 7polige Buchse haben.

lung „Bandlauf“ für den Antrieb des Aufwickeldorns sorgt.

Auf der Oberseite des Chassis bewirken eine geschlossene Kassettenehalterung, zwei Aufnahmedorne sowie eine U-förmige Blattfeder am Kopf, daß die Kassette bei Betrieb exakt fixiert ist. Beim Einschalten des Gerätes wird eine (fast über die ganze Gerätebreite reichende) exakt geführte Kopfträgerplatte nach vorn gezogen, so daß der Tonkopf durch die Aussparungen in der Kassette an das Band gedrückt wird. Eine Bandführung unmittelbar am Tonkopf sorgt für einen einwandfreien Bandlauf. Die Gummiandruck-

rolle ist ebenfalls an der Kopfträgerplatte angebracht und wird dadurch ohne eine besondere Hebelanordnung federnd gegen die Tonrolle gedrückt. In Stellung „Bandlauf“ wird durch den Finschalthebel der Deckel, der die Kassettenthalterung trägt, verriegelt.

Das Einstellen der Rutschkupplung ist mit einer Stellschraube am unteren Chassisteil möglich, ebenso ist der Andruck der Tonrolle in weiten Grenzen einstellbar. An dem hinteren Chassisteil befinden sich die Anschlußbuchse für das NF-Signal und die Stromversorgung sowie eine Schaltbuchse für den Anschluß eines Netzgerätes. Das Gesamtlaufwerk ist in einem zweifarbigen Polystyrolgehäuse untergebracht.

3. Schaltung

Der Entzerrerverstärker mit den zusätzlichen Sieb- und Störgliedern ist auf einer Druckplatte aufgebaut. Trotz Verwendung normaler Bauteile hat der eigentliche Verstärker nur die Abmessungen einer Streichholzschachtel. Die Schaltung für die Motorregelung ist auf einer getrennten Druckplatte aufgebaut. Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung des „Tourecord“.

Der Verstärker besteht aus drei galvanisch gekoppelten Stufen. Das in der Kopfwicklung entstehende Signal gelangt zur Basis des Transistors T1 und wird nach Verstärkung in T1, T2 und T3 über einen Ausgangsübertrager an die 7polige Anschlußbuchse geführt. Die notwendige Tiefenanhebung erfolgt durch die frequenzabhängige Gegenkopplung C304 und R306 zwischen dem Collector von T3 und dem Emittor von T2. Die erforderliche Höhenanhebung wird mit dem Kondensator C301 erreicht, der parallel zum Kopf geschaltet ist und mit diesem einen Resonanzkreis bildet. Die Resonanzfrequenz liegt bei etwa 10 kHz. Die Stabilität des Verstärkers ist mit der Gegenkopplung über R301 vom Collector von T3 zur Basis von T1 gewährleistet. Der Frequenzgang des Gerätes über Band ist im Bild 3 dargestellt. Am Ausgang des Verstärkers ist ein NF-Übertrager angeordnet, der den Entzerrerverstärker galvanisch und brummfrei vom anzuschließenden Verstärker trennt. Damit kann das Gerät universell an jeden Verstärker angeschlossen werden.

Die Störstützglieder C801 und R801 sowie die eingebauten Siebglieder für den Verstärker (R308, C306, R309) gewährleisten, daß die elektrischen Störungen vom Motor nicht auf den Verstärker zurückwirken und dadurch den Fremdspannungsabstand herabsetzen. Bei einer Eingangsspannung von 600 µV und 1 kHz beträgt die Ausgangsspannung des Entzerrerverstärkers 500 mV ± 4 dB; der Quellwiderstand ist ≤ 50 kOhm.

Sämtliche Anschlüsse sind auf der 7poligen Anschlußbuchse Bu2 vereinigt. Für den Anschluß eines getrennten Netztesiles ist zusätzlich noch die Schaltbuchse Bu1 in das Gerät eingebaut worden. Beim Betrieb mit einem solchen Netzteil wird die Stromversorgung über Bu2 abgeschaltet. Das Gerät arbeitet im Spannungsbereich 5...7,5 V einwandfrei. Unterhalb einer Versorgungsspannung von 5 V ist allerdings mit Gleichlaufschwankungen zu rechnen. Der Schalter zum Ein- und Ausschalten des „Tourecord“ wird zusammen mit dem Vorschieben der Kopfträgerplatte betätigt.

4. Bandkassette

Für das Gerät wird die Compact-Cassette „C 60“ verwendet, deren Beschreibung bereits früher in der Funk-Technik erfolgt ist¹⁾. Die Kassette hat einen Vorratswickel und einen Aufwickelkern, die in zwei Schalenhälften leicht drehbar angeordnet sind. Das Band wird über zwei Rollen exakt an der geöffneten Stirnseite vorbeigeführt, und zwar entgegen der üblichen Gepflogenheit mit der Schicht nach außen. Am Ausschnitt für den Wiedergabekopf ist eine Mumetallplatte angebracht, die eine Blattfeder mit einem Andruckfilz trägt. Bei dem 3,8 mm breiten Tonband handelt es sich um Tripleband, auf dem zwei 1,5 mm breite Spuren aufgezeichnet sind.

5. Anschlußmöglichkeiten

Mit Hilfe des mitgelieferten Verbindungskabels mit 7poligem Normstecker kann das Gerät an alle Koffereempfänger und Autosuper angeschlossen werden, die eine

7polige Anschlußbuchse haben. Die Kontakte 3 und 5 von Bu2 sind miteinander verbunden, um bei Stereo-Geräten die Wiedergabe über beide Kanäle sicherzustellen. Das Gerät kann auch mit Hilfe eines normalen Diodenkabels oder eines Spoligen Stereo-Kabels an die entsprechenden Wiedergabegeräte angeschlossen werden. Bei diesen Kabeln ist jedoch die Stromzufuhr für „Tourecord“, die normalerweise über die Kontakte 6 und 7 erfolgt, nicht möglich. Über eine gesonderte Buchse kann die Stromversorgung in diesem Fall über ein Netzanschlußgerät erfolgen. Ebenso besteht die Möglichkeit der Stromversorgung aus der Autobatterie. Ein Spezialkabel erlaubt den Anschluß an 6- oder 12-V-Bordnetze. Das 12-V-Kabel enthält eine Vorschaltleinrichtung zur Reduzierung der größeren Spannung, wobei die herabgesetzte Spannung zugleich stabilisiert ist.

¹⁾ G e l s t h a r d t, K.-H.: „Taschen-recorder 3300“, Funk-Techn. Bd 15 (1964) Nr. 5, S. 143 bis 145

Für den Tonband-Service

Service-Reinigungsband „811/CT“

Bei häufigem Gebrauch eines Tonbandgerätes sammeln sich winzige Teilchen Eisenoxyd (vom Tonband) und Staub auf den Tonköpfen. Dadurch wird der direkte Kontakt zwischen Tonband und den Polschuhen der Tonköpfe unterbrochen. Das führt zu einer Toneinbuße im oberen Frequenzbereich und einer Verminderung der Empfindlichkeit. Um die Teilchen von den Tonköpfen zu entfernen, sind schon verschiedene sogenannte „Reinigungsbänder“

Ausführliche Versuche wurden an vier Tonbandgeräten des Typs „EL 3552“ durchgeführt. Die Geräte wurden einer Gebrauchsprüfung von 500 Stunden in einem Raum mit einer Temperatur von 45 °C unterzogen (Tropenbedingungen). Die Bandgeschwindigkeit betrug 9,5 cm/s. Die Bandaufnahmen erfolgten bei einem Eingangspegel von -20 dB. Die Wiedergabe wurde mit einem Pegelschreiber aufgezeichnet.

Bild 1. Relativer Pegel der Wiedergabe eines Tonbandes in Abhängigkeit von der aufgezeichneten Frequenz; Kurve a: aufgenommen und wiedergegeben mit verschmutztem Kopf; Kurve b: nach einmaliger Reinigung mit dem Reinigungsband „811/CT“

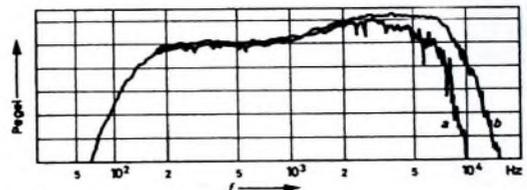
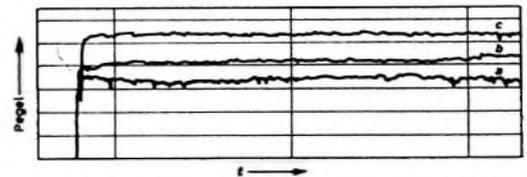


Bild 2. Relativer Pegel der Wiedergabe eines auf Tonband aufgenommenen 10000-Hz-Dauertones in Abhängigkeit von der Zeit; aufgenommen und wiedergegeben mit verschmutztem Kopf (Kurve a) und nach einmaliger Reinigung (Kurve b) sowie nach zweimaliger Reinigung (Kurve c)



auf den Markt gebracht worden. Ihre Verwendung war jedoch in keinem Falle empfehlenswert, da sie Karborundum enthalten und beim Reinigen zu sehr die Tonköpfe abschleifen (hoher Abnutzungsgrad an den Polschuhen der Tonköpfe des Tonbandgerätes).

Das Reinigungsband „811/CT“ von Philips enthält dagegen kein Karborundum. Die gründliche Aktivschicht des Bandes besteht aus einer Chromoxyd-Verbindung, deren Struktur trotz der offensichtlich glatten Oberfläche genügend wirksam ist. Die Eisenoxyd- und Staubeilchen werden vom Reinigungsband „811/CT“ zur Seite geräumt beziehungsweise vom Reinigungsband mitgenommen.

Das günstige Ergebnis der Versuche zeigt, welche Gründe für die Anwendung des Reinigungsbandes sprechen.

1. Die Geräte gewannen nach Reinigung der Aufnahme-/Wiedergabeköpfe ihre Empfindlichkeit im oberen Frequenzbereich zurück (Bild 1).
2. Auch die Anzahl der vorgenommenen Reinigungen ist von Bedeutung. Die Empfindlichkeit der Geräte wurde nach einem zweiten Durchlauf des Reinigungsbandes erneut wesentlich verbessert (Bild 2).
3. Die Abnutzungserscheinungen in allen Teilen der Bandführung durch Gebrauch des Reinigungsbandes sind absolut unbedeutend.

Neuartige HF- und NF-Verstärker mit Halbleiter-Bauelementen

In Gesprächen mit ausländischen und insbesondere amerikanischen Entwicklern war in den letzten Jahren oft die Rede von völlig andersartigen Methoden zum Aufbau von Verstärkern mit Halbleiter-Bauelementen. Kernpunkt all dieser Überlegungen war, die bisher übliche Analog-Technik weitgehend durch die Digital-Technik zu ersetzen, um dadurch bisher nicht für möglich gehaltene Wirkungsgrade zu erreichen. Der nachstehende Bericht informiert unsere Leser über diese neue Technik. Er behandelt einige grundsätzliche Beispiele, die einer Arbeit von D. E. Lancaster¹⁾ entnommen sind. Darüber hinausgehende Informationen, insbesondere schaltungstechnische Details und dimensionierte Schaltbilder, stehen der Redaktion leider nicht zur Verfügung.

Das Prinzip dieser neuartigen Verstärkertechnik beruht darauf, daß alle Verstärkerstufen im Schalterbetrieb arbeiten, das heißt, jedes aktive Halbleiter-Bauelement ist entweder voll durchgeschaltet (Sättigung) oder ganz gesperrt. Die Schalterverstärkertechnik²⁾ kann man in zwei Gruppen einteilen, und zwar in Systeme für Festfrequenzen bei konstanter Ausgangsamplitude (zum Beispiel HF-Leistungsver-

welle in einem nachgeschalteten Tiefpaßfilter herausgesiebt wird. Die nächstliegende Oberwelle ist die dritte Harmonische, so daß man bei fest abgestimmtem Filter innerhalb eines Bandes auch verschiedene Festfrequenzen (oder ein frequenzmoduliertes Signal) verstärken kann, solange die Grundwelle unterhalb und die dritte Harmonische oberhalb der Filtergrenzfrequenz liegen.

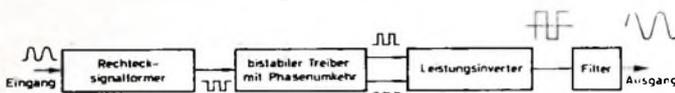


Bild 1. Blockschaltung eines Leistungsverstärkers nach dem Schalterverfahren

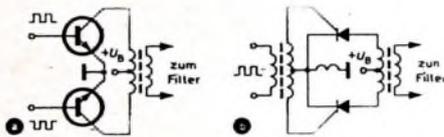


Bild 2 (oben). Prinzipschaltungen von Leistungs-Invertern; a) mit Transistoren, b) mit gesteuerten Gleichrichtern

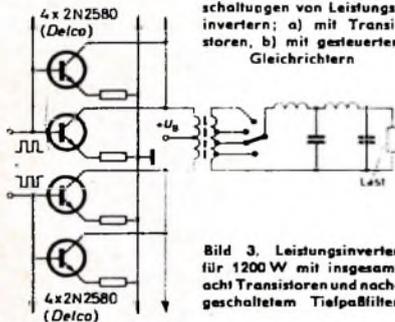


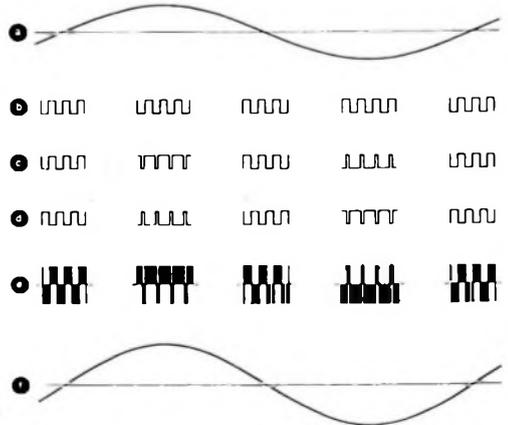
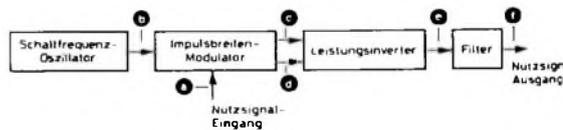
Bild 3. Leistungs-Inverter für 1200 W mit insgesamt acht Transistoren und nachgeschaltetem Tiefpaßfilter

stärker) und in Systeme für variable Amplitude und Frequenz (beispielsweise NF-Verstärker für Musik und Sprache).

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild für Systeme der ersten Art. Das zum Beispiel einem Quarzoszillator entnommene Sinus-signal wird in der ersten Stufe, etwa einem Schmitt-Trigger, in ein Rechteck-signal umgewandelt, das dann zu einer bistabilen Treiberstufe gelangt. An ihrem Ausgang stehen zwei gegenphasige Signale zur Ansteuerung des Gegentakt-Leistungs-Inverters, für den zwei Beispiele im Bild 2 dargestellt sind. An seinem Ausgang steht ein Rechtecksignal hoher Leistung zur Verfügung, dessen sinusförmige Grund-

Im Bild 3 ist die Schaltung eines Leistungs-Inverters mit Tiefpaßfilter dargestellt, der für den Bereich 10...500 kHz ausgelegt werden kann und mit vier Leistungstransistoren in jedem Zweig 1200 W abgibt. Der Wirkungsgrad ist dabei 85%, und die Oberwellenunterdrückung im Filter beträgt 50 dB.

Bild 4 (rechts) Blockschaltung eines Verstärkers nach dem Impulsbreiten-Modulationsverfahren; Buchstaben im Kreis sind Meßpunkte für die im Bild 5 dargestellten Signalförmigen gleicher Bezeichnung



Zur linearen Verstärkung von Signalen mit sich stetig ändernder Frequenz und Amplitude eignen sich Schalterverstärker, denen neben dem Nutzsignal noch ein rechteckförmiges Hilfssignal zugeführt wird. Dabei bewirkt das Nutzsignal eine Impulsbreitenmodulation des Hilfssignals, das seinerseits die Verstärkerstufen schaltet. Bild 4 zeigt das Blockschaltbild, Bild 5 die für das Verfahren charakteristischen Impulsdiagramme. Man erkennt, daß das

Tastverhältnis der Rechteckspannung in Abhängigkeit vom steuernden Nutzsignal verändert wird. Auf den Leistungsinverter folgt wieder ein Tiefpaßfilter, an dessen Ausgang infolge Mittelwertbildung (Integration) wieder die ursprüngliche Signalform erscheint. Der nutzbare Frequenzbereich für das zu verstärkende Signal reicht vom Gleichstrom bis etwa zur halben Frequenz des rechteckförmigen Hilfssignals. Nach dem Abtasttheorem müssen nämlich mindestens zwei Abtastzyklen durchlaufen werden, um eine Signalform vollständig zu beschreiben.

Der Anwendung von Schalterverstärkern sind verschiedene Grenzen gesetzt. Vor allem die noch relativ niedrigen Schaltgeschwindigkeiten von Leistungshalbleitern begrenzen den nutzbaren Frequenzbereich. Die Schaltzeiten müssen im Vergleich zur Periodendauer der Rechtecke sehr kurz sein, wenn die während des Schaltvorgangs entstehenden Verluste nicht stark ansteigen sollen. Mit steuerbaren Siliziumgleichrichtern erreicht man im allgemeinen etwa 20 kHz, während Halbleitertore und Vierschichtdioden bis etwa 200 kHz brauchbar sind. Transistoren eignen sich zwar für Frequenzen bis etwa 600 MHz, sind aber dann nur für recht kleine Leistungen und mit niedrigerer Verstärkung erhältlich. Denkbar wäre auch die Anwendung von integrierten Schaltkreisen, die sich für Schalteranwendungen (Logik-Bausteine) bisher leichter als für lineare Verstärkung herstellen lassen. Diese Überlegung erscheint besonders interessant, wenn man bedenkt, daß mit einem Bauelement im TO-5-Gehäuse ohne zusätzliche Kühlmaßnahmen bei der be-

schriebenen Technik mehrere hundert Watt direkt gesteuert werden können. Ein anderes Problem sind die auftretenden Verzerrungen. Teils sind sie eine Folge der endlichen Schaltzeiten, teils rühren sie von Intermodulationen zwischen Nutzsignal und Hilfsfrequenz her. Für Hi-Fi-Anwendungen müßte man die Schaltfrequenz beispielsweise mit 150...200 kHz wählen, um genügend Sicherheit gegen Abtastverzerrungen zu haben. Gu.

1) Lancaster, D. E.: Amplification using switching techniques. Electronics World Bd. 75 (1966) Nr. 2, S. 30-32, 81

2) Im angloamerikanischen Schrifttum findet sich für diese Verstärker oft die Bezeichnung „class-D amplifier“. Es sei aber darauf hingewiesen, daß damit nicht der D-Betrieb von Endverstärkern mit fester Gittervorspannung gemeint ist.

Elektronik auf der Leipziger Frühjahrsmesse



Den Schwerpunkt auf der alljährlichen Leipziger Frühjahrsmesse (sie fand diesmal in der Zeit vom 6 bis 15 März 1966 statt) bildet die Technische Messe vor den Toren der Stadt. Von insgesamt 345 000 m² Ausstellungsfläche nahm sie über zwei Drittel ein. Nachrichtentechnik, elektronische Bauelemente, Elektronik - Automation und Meßelektronik traf man mit recht internationaler Beteiligung in der Halle 15. Bedingt durch Kollektivausstellungen verschiedener Länder und durch Querschnittsausstellungen einiger großer Elektrofirmen, war man aber gezwungen, praktisch alle Hallen zu durchstreifen, um einigermaßen einen Überblick zu gewinnen. Rundfunk, Fernsehen und Phono waren als Konsumgüter wohl im Stadttinnern in ihrem traditionellen Messehaus, dem „Städtischen Kaufhaus“, zusammengefaßt, die vorstehenden Einschränkungen gelten jedoch auch für diese Gebiete; manches mußte deshalb auch hier noch auf der Technischen Messe gesucht werden.

Rundfunk, Fernsehen, Phono, Magnetton

Auch die Unterhaltungselektronik war diesmal sehr direkt dem Ziel des weltweiten Exports zugewandt. Die einheimischen RFT-Betriebe verzichteten auf eine weitgespannte Publikumsschau. In straffer Gliederung richteten sie vielmehr ein RFT-Exportzentrum ein, in dem nicht der einzelne Hersteller, sondern nur das in Gruppen zusammengefaßte Ausstellungsgut (Reisesuper, Kleinsuper, Mittelsuper, Großsuper, Musiktruhen, Fernsehempfänger, Phonoeräte, Antennen) im Vordergrund stand. Hand in Hand mit dieser Neugliederung ging der Entschluß, Neuheiten auf diesen Gebieten jetzt nur noch zu den Herbstmessen herauszubringen. Das Angebot stützte sich daher durchweg auf die schon von der Herbstmesse 1965 bekannten Geräte. Man fand einen günstig gegliederten Gerätesalon vor, wobei in reichlich vorhandenen wohnzimmermäßig möblierten Nebenräumen dem Interessenten Gelegenheit zur Vorführung der Geräte und zur technischen sowie kaufmännischen Rücksprache geboten wurde. Fachleute waren in genügender Anzahl und gut informiert zur Stelle. Für eine Exportmesse scheint das ein recht ansprechender Versuch zu sein.

Zum in den Heften 6, 7 und 19 des Vorjahres geschilderten Geräteprogramm der RFT-Betriebe ist daher kaum etwas nach-

zutragen. Erwähnt sei bei den Reiseempfängern (das Angebot erstreckte sich vom kleinen Einbereichsuper bis zum Koffersuper mit den Bereichen UKML), daß jetzt alle Geräte mit Transistoren aus der eigenen Produktion bestückt sind, und zwar auch in den Eingangsteilen, den Misch- und ZF-Stufen mit diffusionslegierten Germaniumtransistoren (Eingang: GF 132; Mischstufe: GF 131; ZF-Stufen: GF 130).

Bei den Rundfunkempfängern ist ein Anziehen der Nachfrage besonders bei Großsupern zu verzeichnen, wobei insbesondere auch Stereo-Ausführungen begehrt sind. Während der Messezeit sendete der UKW-Sender Leipzig übrigens täglich 2 Stunden in Stereo nach dem Piloton-Verfahren. Nach Beendigung der Messe sollen dann

Fernsehen im Zeitraum 1965/66 gegenüber 1964/65 um 11,6% (der Export um 48,3%), und man will sie im laufenden Jahr noch um etwa 28% gegenüber dem Vorjahr steigern.

Über die Pläne in bezug auf das Farbfernsehen konnte nicht viel erfragt und gesagt werden. Jedenfalls beeilt man sich kaum, bevor die Entscheidung, ob eine SECAM-Variante oder das PAL-Verfahren gewählt wird, gefallen ist.

Die Compagnie Française de Télévision propagierte auf einem gut gegliederten Stand wieder ihr SECAM-Verfahren. Sowohl von Magnetband-Aufzeichnungen als auch von einem vollständig aufgebauten Kleinstudio wurden Farbfernseh-Sendungen auf mehrere Empfänger „RS 16“ mit 59-cm-Farbbildröhre übertragen. Die Ent-

Stereo-Wiedergabeanlage mit der „Heli-Bausteinserie 66“ (Gerätebau Hempel KG)



an 2 bis 3 Tagen in der Woche Stereo-Sendungen ausgestrahlt werden, die dem Stereo-Programm der Berliner Welle entsprechen.

Der Stereo-UKW-Empfang stützt sich auf das mit Stereo-Decoder bestückte Steuergerät „Antonio“ (VEB Goldpfeil, Hartmannsdorf), den nachträglich mit Stereo-Decoder leicht ausrüstbaren Großsuper „Capri“ desselben Herstellers und auf die ebenfalls schon bekannte „Heli-Baustein-Serie 66“ der Gerätebau Hempel KG, Limbach-Oberfrohna.

Fernsehempfänger werden in den schon früher vorgestellten fast 20 Modellen mit 47-, 53- und 59-cm-Bildröhren nach wie vor von den beiden Werken VEB Fernsehgerätekwerk Staßfurt und VEB Rafena Werke Radeberg hergestellt. (Als Produktionszahl für das Jahr 1965 wurden etwa 590 000 Geräte genannt.) Empfänger mit 59-cm-Bildröhren haben jetzt etwa einen Anteil von 50% an der Gesamtproduktion. Außer den Exportbemühungen stehen weiterhin Vertriebs- und Service-Fragen im Vordergrund. Die industriezweigeigene Absatzorganisation hat etwa 30 eigene Filialen aufgebaut; 1966 sollen noch 30 ... 40 folgen, und 1967 sollen es insgesamt etwa 120 sein. Wertmäßig erhöhte sich die Produktion des Industriezweiges Rundfunk und

stehung des Farbbildes stellte man an Hand von Auszügen für Grün, Rot und Blau dar und demonstrierte die Einstellung von Chrominanz und Luminanz. Einige Spezialmeßgeräte rundeten diese separate Ausstellung ab (UHF-Prüfsender „HU 20“, Decoder „DT 20“ für die drei Primär-Farbsignale und die S-Impulse, Frequenzhubmesser „OC 10“).

Im Städtischen Kaufhaus präsentierte auch die tschechoslowakische Vertriebsorganisation KOVO Ausschnitte aus ihrem Geräteprogramm der Tesla-Werke. Zwei neue Taschenempfänger „Dana 2711 B“ und „2712 B“ mit Mittelwellenbereich sowie der neue handliche UML-Reisesuper „Monika



UML-Reisesuper „Monika 2815 B“ von Tesla

2015 B (9 Transistoren + 3 Halbleiterdioden, Ferritantenne und schwenkbare Teleskopantenne, Abmessungen 18,5 cm X 10 cm X 3,5 cm, Gewicht etwa 450 g) rundeten hier das Reiseempfängerprogramm ab. Zu den Heimempfängern ist beispielsweise der mit Transistoren bestückte Tischempfänger „Havana 431 B“ hinzugekommen (UKML, 9 Transistoren + 4 Dioden, Ferritantenne und schwenkbare Teleskopantenne, Anschlüsse für Außenlautsprecher, Außenantenne und TA/TB, 9 V Betriebsspannung, Sparbetriebsschaltung).

Das tschechoslowakische Angebot an Fernsehempfängern reicht vom tragbaren, mit Transistoren ausgerüsteten Gerät „4052 AB“ bis zu recht formschönen 59-cm-Empfängern, von denen jedoch in Leipzig nur wenige ausgestellt waren. Als Neuentwicklung fand man unter anderem die Tischgeräte „Miriam“ (47 cm) und „Blankyt“ (59 cm) sowie „Dajana“ (implosionssichere 59-cm-Bildröhre). Alle drei Empfänger enthalten das gleiche Chassis mit 13 Röhren (ausschließlich Bildröhre), 10 Halbleiterdioden und 2 Transistoren (in der Ton-ZF), vollautomatischer Zeilensynchronisation und in beiden Richtungen stabilisierter Bildgröße; für UHF sind sie vorbereitet.

Tonbandgeräte werden jetzt verabredungsgemäß vor allem in der CSSR und in Ungarn hergestellt. Im Tesla-Bauprogramm befinden sich jetzt die volltransistorisierten Mono-Geräte „B 4“ (Viertelspur, 2,38/4,76/9,53 cm/s, 40 ... 16 000 Hz bei 9,53 cm/s), „B 41“ (Halbspur, 9,53 cm/s, 50 ... 16 000 Hz) und „B 42“ (Viertelspur, 9,53 cm/s, 50 ... 16 000 Hz), die am Wechselstromnetz betrieben werden können. Für den Betrieb aus Batterien, dem Netz oder einer 12-V-Autobatterie gibt es das Gerät „Uran“ (Halbspur, 4,76/9,53 cm/s).

Die Vereinigung der französischen Hersteller von Rundfunk- und Fernsehempfängern (*Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radio-Recepteurs*) war mit einer Ausstellung von Geräten der fünf Firmen Continental Edison, Pygmy Radio, Telesier S. A., Schneider Radio Television und Oceanic Radio im Städtischen Kaufhaus vertreten. Es wurden vor allem asymmetrisch aufgebaute Fernsehempfänger (nach der CCIR-Norm) mit VHF- und UHF-Tunern sowie Reiseempfänger und einige Magnetbandgeräte gezeigt.

Bei Continental Edison sah man die 59-cm-Tischempfänger „krt 3361“, „krt 3363“ und „krt 3366“ sowie den 65-cm-Tischempfänger „krt 4367“ und den 69-cm-Tischempfänger „krt 4357“. Alle diese Empfänger enthalten ein Einheitschassis mit 15 Röhren, 2 Transistoren und 2 Halbleiterdioden; sie unterscheiden sich außer in ihrer Bildröhre noch in der Ausstattung mit Lautsprechern und durch technische Eigenschaften wie beispielsweise automatische Kontrastregelung in Abhängigkeit von der Umfeldbeleuchtung und dergleichen. Hinzu kamen hier die Reiseempfänger „tr 425“ (ML) und „tr 450“ (ML) sowie „tr 451“ (KML).

Pygmy Radio führte eine Auswahl an Reiseempfängern aus ihrem Bauprogramm vor, darunter die Empfänger „605“ (ML), „1105“ (ML oder UM), „1501“ (UML oder U2KM) und den Spezial-Weltempfänger „2001“ (U7KML) sowie das kombinierte Rundfunk-Phono-Gerät „R. P. 550“ (Rundfunk: 2KML oder 3KM).

Bei der Telesier S. A. fand man den tragbaren Fernsehempfänger „Weekend“

(41-cm-Bildröhre, nur für Netzbetrieb), das 59-cm-Tischgerät „Olympic“ und das 65-cm-Tischgerät „Cosmos“, ferner noch die Fernseh-Rundfunk-Truhe „Rosella de Luxe Stereo“ mit 59-cm-Bildröhre und Rundfunkempfänger mit eingebautem UKW-Stereo-Decoder.

Schneider hatte ausgestellt die 59-cm-Fernseh-Tischempfänger „Stella 59“, „Monyl 59“ und „Beryl 59“ sowie das 65-cm-Tischgerät „Coryl 65“. Ferner fand man hier noch die Magnettongeräte „A 54“ (Viertelspur, 4,75/9,5/19 cm/s, 60 ... 16 000 Hz bei 19 cm/s) und „A 52“ (Halbspur, 9,5 cm/s, 60 ... 12 000 Hz) sowie den Stereo-Phonoverstärker-Koffer „Pelza“ und eine Anzahl von Reiseempfängern.

Oceanic führte aus ihrem Angebot das Fernseh-Tischgerät „Ocean“ (65-cm-Bildröhre) und den Tischempfänger „Strasbourg“, ein Viernormengerät mit 59-cm-Bildröhre, vor. Weiterhin sah man gefällige AM-Reiseempfänger („T 110“; ML; „T 111“; KML; „T 130“; ML; „T 140“; ML; „T 150“; ML). Der neue „T 150“ überraschte dabei durch seine besondere Servicefreundlichkeit; nach schnellem Abnehmen der Drehknöpfe und der als Skalenblende ausgebildeten oberen Schmalseite lassen sich alle vier Seiten des Gehäuses abklappen (im Service-Slang „Bananen“-Gehäuse). Das betriebsfähige Senkrechtchassis ist dann gut zugänglich. Auch zwei weitere Empfänger mit UKW-Teil („T 100“, UKML; „T 113“, UML) fanden gute Beachtung.

Einen ebenfalls regen Zuspruch hatte der verhältnismäßig kleine Stand der Vertretung der japanischen Firma Aiwa. Hier wurde eine ganze Reihe von kleinen, mittleren und großen Transistor-Taschen- und Kofferempfängern mit unterschiedlichen Wellenbereichen gezeigt. Aufmerksam wurden auch die verschiedenen Tonbandgeräte studiert, darunter zwei Kassettengeräte mit Philips-„C 60“-Kassetten. Als kleinstes Stereo-Tonbandgerät der Welt (mit zwei kleinen abnehmbaren Lautsprechern) bot man das sehr preisgünstige Gerät „TP-1003“ an. Kombinierte Rundfunk-Phono-Koffergeräte ergänzten die Typenübersicht.

Zur Abrundung dieser Kurzübersicht aus dem Städtischen Kaufhaus sei noch darauf hingewiesen, daß hier und da auch Teilfabrikate mitangeboten wurden. Glaskloben – vor allem für Bildröhren – fand man bei der westdeutschen Firma Kupferberg & Co. GmbH. Implosions-Schutzfolien (PVC-Folien) für Bildröhren zeigte der englische Hersteller Fenbridge in einer Normalausführung und einer Sonderausführung für durchgesteckte Bildröhren.

Auf dem Gelände der Technischen Messe war eine Anzahl von Neuheiten beispielsweise in der Kollektivausstellung der Volksrepublik Polen zu finden. Unter den Exponaten der Exportgesellschaft Universal fielen einige Rundfunkempfänger in langgestreckten niedrigen Gehäusen auf. Der neue Empfänger „Beta K 100“ ist in den Bereichsvarianten UML, UM, KML oder 2KM erhältlich. Die Grundausführung (UML) hat 6/9 Kreise, 5 Rö + 2 Halbleiterdioden + Se-Gleichrichter, Bereichsumschaltung durch Drehschalter, Ferritantenne und eingebauten UKW-Dipol, 2-W-Ovallautsprecher. Die Ausgangsleistung ist 1,3 W bei 5 1/4 Klirrfaktor. Der ebenfalls neue „Coplana Lux K 101“ ist ähnlich bestückt, hat jedoch 7/8 Kreise und 8 Drucktasten. In der Grundausführung

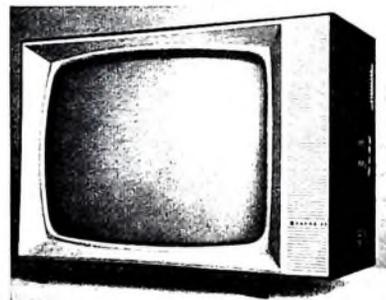
ist er für die Bereiche UKML bestimmt; Varianten sind erhältlich mit den Bereichen U2KM und 3KM. Die Ausgangsleistung des Empfängers ist 1,7 W bei 5 1/4



„Coplana Lux K 101“, ein neuer UKML-Rundfunkempfänger aus der polnischen Produktion

Klirrfaktor. Als dritter neuer Empfänger wurde hier der mit 9 Transistoren bestückte Empfänger „Romans“ ausgestellt. Seine Stromversorgung erfolgt aus 9-V-Batterien. Das Grundmodell hat die Bereiche KML (Variante mit 2 KM). Die Ausgangsleistung ist 1 W.

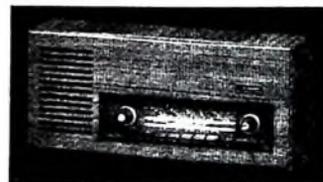
Ein in der Schaltung weitgehend mit Automaten (Kontrast in Abhängigkeit von der Raumbelichtung, horizontale und vertikale Synchronisation, stabilisierte Bildhöhe und Bildbreite) arbeitender neuer Fernseh-Tischempfänger „Topaz 23“



Fernsehempfänger „Topaz 23“ mit 59-cm-Bildröhre (Polen)

von Universal enthält eine 53-cm-Bildröhre und hat ein asymmetrisch aufgebautes Gehäuse.

Auch die Ungarn konnten einige Neuentwicklungen aus dem Fabrikationsbereich von Orion vorweisen. In der äußeren



KML-Rundfunkempfänger „R 4330“ (Orion)

Formgebung ähneln sich die beiden neuen Rundfunkempfänger „R 4330“ und „R 4400“. Der „R 4330“ (6 Kreise, 4 Rö + Se-Gleichrichter) hat jedoch die Bereiche KML (oder 2KM), während der „R 4400“ (6/9 Kreise, 5 Rö + Se-Gleichrichter) für UML ausgelegt ist.

Zwei neue Fernsehempfänger von Orion sind die 59-cm-Tischempfänger „AT 650 S“ (VHF, UHF, 18 R6 + 9 Halbleiterdioden, automatische Scharfabstimmung, Automaten für Zeilen- und Bild-Synchronisierung sowie für Kontrast und Helligkeit, Bildgröße stabilisiert) und „AT 550“ (VHF, UHF, 13 R6 + 5 Halbleiterdioden, automatische Feinabstimmung, VHF-Speicherautomatik, Automaten für Zeilenfang, Störaustattung, Bildgröße, Leuchtfleckunterdrückung)

Über ein neues Magnetongerät „Qualiton M 9“ (Halbspur, 2,38/4,76/9,53 cm/s) waren weitere Unterlagen noch nicht erhältlich. Ferner wurden für Studiozwecke in Ungarn weitere Tonbandgeräte entwickelt, zum Beispiel das mit Transistoren bestückte „STM-6“ für 19 und 38 cm/s und das ebenfalls transistorisierte Reporter-Tonbandgerät „Reporter 5“ für 9,5 cm/s.

Die jugoslawische Kollektivausstellung enthielt einige Mustergeräte (zwei Fernsehempfänger, mehrere Rundfunk-Reise- und -Heimempfänger, Phonokoffer und dergleichen)

Innerhalb der bulgarischen Schau sah man eine große Anzahl von Rundfunkempfängern (vorwiegend mit AM-Bereichen) in verhältnismäßig großen trapezförmigen Gehäusen in heller Holzaustrichtung. In sehr moderner Gehäuseform ist dagegen ein Steuergerät „Symphonic-11-Stereo“ aufgebaut; die Tonabstrahlung erfolgt über Lautsprecherboxen. Einige Mono-Musiktruhen haben ebenfalls eine sehr gefällige flache und langgestreckte Form, während eine Stereo-Musiktruhe „Harmonia-10-Stereo“ noch recht kompakt aufgebaut ist. Fünf verschiedene Fernsehempfänger der Bulgaren für VHF enthielten 43-, 47- und 53-cm-Bildröhren.

Die chinesische Volksrepublik zeigte vom Kleinstsuper bis zum Großsuper etwa ein Dutzend Rundfunk-Heimempfänger für AM, wobei insbesondere die KW-Bereiche stark bevorzugt werden. Taschen- und Reise-Empfänger waren ebenfalls vom kleinsten Taschengröße bis zur mittleren Kofferausführung vorhanden. Auf dem Gebiet der Fernsehempfänger wurden dagegen lediglich Geräte für das industrielle Fernsehen ausgestellt.

Auch in den Kollektivausstellungen einiger Nichtindustrieländer waren Rundfunk- und Fernsehempfänger in den bunten Kranz der hauptsächlich landwirtschaftlichen und kunstgewerblichen Güter eingestreut, so bei den Kubanern die Rundfunkempfänger „Latino“ (U2KM) und „Mondiale“ (U2KM) sowie ein Kleinstsuper für den Mittelwellenbereich. Die tunesische Schau enthielt einen Fernsehempfänger und Koffereempfänger, deren Herstellerfirmen jedoch anscheinend französischen Ursprungs sind. Zwei Fernseh-Standempfänger mit 59-cm-Bildröhre und einige Rundfunk-Kleinempfänger in der Ausstellung des Iraks enthielten als Firmenmarke das bekannte Pje-Zeichen.

Sehr sachlich boten dagegen noch auf dem Gelände der Technischen Messe in den Hallen 15 und 18 einige japanische Firmen ihre Geräte an (Hitachi Ltd.: Taschen- und Koffereempfänger, Magnetongeräte und ein kleines Fernsehgerät mit 22-cm-Bildröhre; Iwai & Co.: Taschen- und Koffereempfänger, Autosuper, Tonbandgeräte und Phonokoffer).

Von den westdeutschen Firmen SEL, Siemens und Telefunken, die mit großen Ständen in der Halle 18 vertreten waren,



Blick in das Fernsehstudio auf dem großen Stand von VVB Nachrichten- und Meßtechnik



Modell des geplanten 360 m hohen Fernsehturnmes auf dem Alexanderplatz in Berlin

fürte nur die SEL eine repräsentative Auswahl von Rundfunkempfängern (vor allem Reiseempfänger) ihrer Vertriebsgesellschaften Graetz und Schau-Lorenz vor, wobei vor allem auch das bekannte Tonband-Speichergerät „music-center“ mit integriertem Rundfunkempfänger sehr interessierte Betrachter und Zuhörer fand. Auf manches, was zum Rundfunk und zum Fernsehen gehört, stieß man noch an vielen Stellen. So hatte die zum RFT-Verband gehörende VVB Nachrichten- und Meßtechnik in der Halle 15 außer einzelnen Studiogeräten ein komplettes Fernsehstudio aufgebaut, das unter anderem mit zwei volltransistorisierten Kamerazügen ausgerüstet und während der Messezeit fast ununterbrochen in Betrieb war. Und einen Blick in die Zukunft vermittelte beispielsweise in einem Pavillon ein kleines Modell des geplanten neuen Fernsehturnmes, der am Alexanderplatz errichtet werden soll. Seine Gesamthöhe wird etwa 360 m betragen; in 210 m Höhe wird sich eine große Kugel mit einem Restaurant und Aussichtsräumen befinden, die sich stündlich einmal um die eigene Achse dreht. Mit den Bauarbeiten hat man begonnen.

Einiges über Bauelemente

Aber kehren wir von den großen Dimensionen noch einmal zu kleinen und kleinsten Dingen zurück. Ein in den letzten Jahren immer sehr beachtetes Gebiet vieler Messen und Ausstellungen sind die elektronischen Bauelemente und hierbei insbesondere die Halbleiter-Bauelemente. Jeder Fachmann weiß, daß einige große Industrieländer in der Halbleitertechnologie und auf dem Wege zur Mikrominiaturisierung - bedingt oft durch besonders begünstigte Forschungs- und Fabrikationsmöglichkeiten - den anderen einige Schritte voraus sind. In aller Welt ist man aber dabei, durch eigene intensive Arbeiten allmählich einen gleichen Stand und - wenn möglich - auf Teilgebieten etwas Besonderes zu erreichen. Manches „Spezielle“ ist jedoch ebenso gut beim Nachbarn zu kaufen, sofern sich Ex- und Import einigermaßen ausgleichen. Mehr und mehr kommt man ferner - diese Erkenntnisse drangen in vielen Gesprächen in Leipzig durch - zu einer Aufgabenaufteilung

Unter diesem Aspekt nimmt es nicht wunder, daß zum Beispiel die osteuropäischen Interessenten das Bauelemente-Programm etwa bei den japanischen Firmen, bei anderen Ausländern oder bei SEL, Siemens, Telefunken und Valvo sowie anderen Firmen sondierten (Sofern manche Firmen nicht direkt vertreten waren, stellten viele zumindest über Exportvertreter aus.) Umgekehrt schenkten auch die westlichen Besucher den von den RFT-Betrieben und von den osteuropäischen Exportgesellschaften angebotenen Bauelementen rege Aufmerksamkeit.

Nicht alle zeigten, was sie herstellen; die UdSSR demonstrierte auf dem Gebiet der Halbleiter nur, auf welche Weise man sie herstellt. Die Technopromimport, Moskau, stellte ein „Photolithographisches Aggregat“ zur Durchführung der für die Planartechnik auf Halbleiterplatten notwendigen Prozesse vor. Die Gesamtanlage besteht aus durch Schleusen untereinander verbundenen einzelnen Anlagen in luftdichten Schutzgaskästen (Entfettungsanlage für Fotoschicht, Trocknungsanlage, Abdeck- und Belichtungsanlage, Entwicklungs- und Ätzanlage, Entfernen der Fotoschicht, Prüfanlagen). Alle Einzelanlagen können jede für sich auch selbständig eingesetzt werden; sie enthalten jeweils eine automatische Steuerung der Zeit- und Temperaturverhältnisse für ihre Arbeitsgänge. Ebenfalls bei der UdSSR sah man eine Laser-Anlage für das Bearbeiten (Durchlöchern) von Halbleiterplatten für Mikroschaltungen (Rubin-Laser, $\lambda_0 = 6943 \text{ \AA}$, maximale Ausgangsenergie 2 J, Impulsdauer 2 ns, maximale Arbeitsfrequenz 4 Hz, Durchmesser der Bearbeitungszone 30 ... 150 μm , Abmessungen der zu bearbeitenden Platte 30 mm x 40 mm).

Schaute man sich bei den anderen um, dann war zum Beispiel aus Ungarn zu erfahren, daß das Halbleiter-Fertigungsprogramm von Tesla jetzt auch Silizium-Mesa-Transistoren bis zu 800 MHz Grenzfrequenz enthält, ferner auch Siliziumtransistoren KF 506 ... KF 508 für Bild-

ablenkstufen und KU 601 (10 W) sowie KU 605 (50 W) für Zeilenablenkstufen von Fernsehempfängern.

Einige jetzt listenmäßige Transistoren vom VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder konnten schon im Vorjahr angeklündigt werden, so die rauscharmen Germanium-Mesa-Transistoren GF 140... GF 143 und die Schalltransistoren GSY 9... GSY 12. Hinzugekommen sind auch die Silizium-Schalttransistoren SF 121... SF 123 (npn-Planartransistoren); sie sind bei mittleren Leistungen (Collectorverlustleistung zum Beispiel 520 mW bei 45 °C Umgebungstemperatur) für Hochfrequenzverstärker und für Schaltzwecke vorgesehen. Ihre Übergangsfrequenz ist ≥ 60 MHz; die Einschaltzeitkonstante bei $-U_{CE} = 6$ V und $-I_C = 50$ mA ist 0,2 μ s; die maximalen Collector-Emitter-Spannungen liegen je nach Typ zwischen 20 und 66 V.

Hingewiesen sei auch noch auf die Germanium-Schalttransistoren GSY 21... GSY 23 desselben Herstellers. Es handelt sich um mittelschnelle Schalttransistoren hoher Basis-Emitter-Spannungsfestigkeit für Verwendung vornehmlich in Regel- und Steuerungssystemen (maximale Emitter-Basis-Spannung 10 V, maximale Collector-Emitter-Spannung 20... 60 V je nach Typ).

Als weiteres Beispiel aus der jetzigen Lieferliste sei noch der diffusionslegierte Silizium-Hochstrom-Gleichrichter VSF 203 für Gleichstrombelastungen bis 200 A genannt (Spannungen je nach Typ zwischen 50 und 800 V; Spannungsabfall in Flußrichtung bei Nennstrom zwischen 0,52 und 0,62 V).

Auch auf dem Röhrengelände sind verschiedene Neuentwicklungen zu verzeichnen. VEB Funkwerk Erfurt machte auf die PFL 200 (eine Allglasröhre mit zwei getrennten Pentodenystemen) für die Verwendung im Fernsehempfänger aufmerksam. Das erste System wird im ZF-Verstärker für getastete Schwundregelung und als Impulsabtrennstufe verwendet, das zweite System dient als Video-Endpentode. Die große Steilheit der Endpentode (etwa 21 mA/V) ermöglicht einen rationalen Aufbau von Fernsehempfängern. Auch für Farbfernsehempfänger ist die PFL 200 vorgesehen.

Spezial-Empfängerröhren mit langer Lebensdauer vom VEB Werk für Fernseh-elektronik Berlin sind EF 860, IF 860 und EF 861. Neu sind beim selben Werk im stattlichen Katalog der Höchstfrequenzröhren für Sendezwecke die Wanderfeldröhre HWL 1111 (Leistungsverstärker für 10,7... 11,7 GHz, maximale HF-Ausgangsleistung 5 W), die Doppeltetrode SRS 4453 (strahlungsgekühlte Senderöhre für Impulsbetrieb; beide Systeme parallel geschaltet: Anodenverluststrom maximal 6,5 A, Impulsdauer maximal 1 μ s, Impulsfrequenz maximal 1600 Hz) und zum Beispiel noch das Reflexklystron HKR 903 für Präzisions-Entfernungsmeßgeräte (9,0... 9,275 GHz, minimale Ausgangsleistung 50 mW). Auch auf dem Gebiet der binquinären Ziffernanzeigeröhren mit kalten Kathoden wurden Neuentwicklungen angezeigt (Z 870 M und Z 8700 M mit 15 mm hohen Ziffern).

Diese Beispiele ließen sich noch durch manche andere ergänzen. Das gilt auch für einige neue Oszillografenröhren vom VEB Funkwerk Erfurt; hervorgehoben sei hiervon nur noch die 13-cm-Sichtspeicher-

röhre B 13 S 11 mit einem Schreib- und einem Lesestrahlsystem (Speicherzeit mehrere Tage, Lesezeit 3... 20 min, Löszeit 0,5... 2 s).

Einige Hinweise auf Fortschritte auf dem Gebiet der Bauelemente aus Sinterwerkstoffen mögen an dieser Stelle wenigstens etwas die vielfältigen passiven Bauelemente berücksichtigen. VEB Keramische Werke Hermsdorf entwickelte U-Kerne aus „Manifer 194“, die für Zeilentransformatoren von Fernsehempfängern eingesetzt werden. Ihre hohe Sättigungsinduktion (> 5000 G) und ihre geringen Verluste (< 100 mW/cm²) ermöglichen eine Verkleinerung des Zeilentransformators, was insbesondere für transistorisierte tragbare Geräte sehr wichtig ist. Neue Schalenkerne aus „Manifer 143“ und „Manifer 183“ haben sich besonders für Filter, abgleichbare Spulen und Übertrager in der Trägerfrequenztechnik als sehr geeignet erwiesen. Die Massen für keramische Kondensatoren wurden durch weitere Werkstoffe ergänzt. Der neue Werkstoff „NP 0“ hat einen entgolterten Nullwert des Temperaturkoeffizienten der Kapazität und bietet hinsichtlich der Frequenzstabilität bei Temperaturänderungen Vorteile. Zu den Sinterwerkstoffen mit hoher Dielektrizitätskonstante kam „Epsilon 2000“ mit geringer Temperatur- und Feldstärkeabhängigkeit hinzu.

Für Handfunksprechgeräte wurde in Hermsdorf das piezomechanische Filter „SPF 06“ entwickelt (Betriebsfrequenz 455 kHz, TK etwa 0,2% bei 20... 50 °C, Bandbreite 14 kHz, Grunddämpfung 0 dB); es hat ein Volumen von nur 2 cm³.

Auch VEB Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik „Carl von Ossietzky“, Teltow, brachte ein neues Filter heraus, und zwar das magnetomechanische Zweiseitenbandfilter „MF 200-0050“ (3-dB-Bandbreite 500 Hz bei 200 kHz Mittenfrequenz); der sehr gute Temperaturkoeffizient von $5 \cdot 10^{-6}$ °C erspart den Einsatz von Thermostaten.

Etwas aus der Meßelektronik

Die elektrische Meßtechnik ist heute weitgehend mit der Regelungs- und Steuerungstechnik und mit der Datenverarbeitung verknüpft. Hier ist es besonders die elektrische Messung nichtelektrischer Größen, die die Brücke zwischen den einzelnen Gliedern schlägt. Das sehr internationale Angebot auf diesen Gebieten trat in Leipzig besonders in den Hallen 15 und 18 hervor. Auch die RFT-Betriebe hatten neben dem Angebot zahlreicher Service-Meßgeräte und Meßplätze für die elektrische Nachrichtentechnik - ihren Messeschwerpunkt ersichtlich auf die Messung nichtelektrischer Größen gelegt. Besonders herausgestellt wurden dabei auch einige neue Geräte und Anlagen des VEB Vaktronik Dresden für den industriellen Einsatz. Das neue transportable Füllstands-Kontrollgerät „VA-T-65“ eignet sich zum Beispiel für die schnelle und berührungslose Messung des Füllstandes in Behältern kleinen Durchmessers. Ausgenutzt wird dabei die unterschiedliche Absorption von radioaktiver Strahlung im Flüssigkeitsraum und darüber befindlichem Gasraum. Zwei Schenkel eines 1,5 kg schweren Meßbügels, die den Strahler und das Zählrohr enthalten, umfassen das Meßobjekt teilweise (Einstellweite des Meßbügels zwischen 100 und 300 mm) und werden im gleichen Abstand an diesem entlangge-

führt. Die Anzeige erfolgt durch ein regelbares akustisches Signal. Die Ansprechzeit ist kleiner als 1 s, der Meßfehler liegt unter ± 1 cm. Das transistorisierte Gerät (Gewicht etwa 3 kg) läßt sich aus Batterien oder dem Netz speisen.

Anderer neue Anwendungsbeispiele aus dem Arbeitsbereich dieses Werkes für die Betriebselektronik erstrecken sich auf Feuchtigkeitsmessungen von Schüttgütern, auf Dickenmessungen verschiedener Art und dergleichen.

Die digitalen Zähler mit Ziffernanzeigeröhren wurden bei VEB Vaktronik Dresden um den fünfstelligen, universell einsetzbaren Zähler „VA-G-108“ erweitert.

Aber auch VEB Funkwerk Erfurt zeigte Ergänzungen seiner digitalen Meßgeräte. So ist der Sortierzusatz „3519“ ein Gerät, mit dem sich Meßergebnisse, die in Impulszahlverschlüsselungen vorliegen, sortieren lassen. Bei Über- oder Unterschreitung voreingestellter Grenzen (einstellbare Toleranzgrenzen, maximal 10^3-1) wird ein Rotdruckimpuls für einen an die digitalen Meßgeräte angeschlossenen Drucker gegeben. Es erfolgt ferner eine optische Anzeige, und es stehen je zwei Relaiskontakte für die Schaltung externer Einrichtungen zur Verfügung.

Einige abschließende Beispiele seien noch aus dem Gebiet der Navigation erwähnt. Ein neuer volltransistorisierter Allwellenempfänger „1340.35“ vom VEB Funkwerk Köpenick für ausrüstungspflichtige Seeschiffe und Küstenfunkstellen bestreicht (in 12 Bereichen) die Frequenzbereiche 14... 21 kHz und 85... 30 000 kHz, wobei besonders im Bereich 1,6... 30 MHz mit Hilfe einer Frequenzlupe eine hohe Treffsicherheit erreicht wird. Ein ebenfalls neuer Peilvorsatz „PV 01“ macht den Allwellenempfänger zu einer vollständigen Peilanlage. Der Peilvorsatz (Frequenzbereiche 285... 535 kHz und 1600... 2850 kHz) arbeitet nach dem Prinzip der Minimumanzeige und erlaubt die direkte Ablesung des rechtweisenden Kurses an einer von Hand oder vom Kreisellkompaß einstellbaren Skala. Die Stromversorgung des ebenfalls transistorisierten Peilvorsatzes kann wie beim Allwellenempfänger aus Batterien oder vom Netz erfolgen.

Als weiteres Peilgerät stellte VEB Funkwerk Köpenick noch die Goniometer-Peilanlage mit Sichtanzeige „FGS 331“ vor. Es sind Hörpeilung, Rundempfang und das Peilen mit Sichtanzeige möglich (Frequenzbereiche: 285... 535 kHz und 1600... 2800 kHz).

VEB Entwicklungswerk Funkmechanik Leipzig zeigte die mit Transistoren bestückten neuen Schiffsradaranlagen „TSR 222“ und „TSR 333“. Die „TSR 222“ ist eine Klein-Radaranlage mit PPI-Darstellung auf einer 230-mm-Bildröhre; ihre HF-Impulsleistung ist größer als 7 kW, und ihr Meßbereich erstreckt sich (unterteilt in 6 Bereiche) bis auf 24 sm. Die größere Anlage „TSR 333“ (430-mm-Bildröhre) hat eine HF-Impulsleistung von mehr als 45 kW; ihr Entfernungsbereich geht (in 7 Bereichen) bis zu 60 sm. Die Betriebsarten sind: Relativ (vorausbezogen und nordstabilisiert), Absolut (true motion), Auswertung durch feste Entfernungsringe und Peilstrahl (interscan).

Die Auflösung beider Geräte liegt bei etwa 25 m; sie enthalten Dezentrierung, variable Seegangentrübung, variable Regenenttrübung, elektronische Peilmarke und Vorausmarke. Jä.

Aufbau und Eigenschaften von Metall-Oxid-Feldeffekttransistoren

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 5, S. 164

DK 621 382 323

A. Zusammenhang zwischen Drain-Strom und Drain-Spannung

Die Abhängigkeit des Drain-Stroms von der Drain-Spannung für einen in Source-Basischaltung betriebenen Entleerungstransistor mit n-Kanal oder p-Kanal ist im Bild 5 grafisch dargestellt. Ist die Drain-Source-Spannung niedrig und die Gate-Elektrode auf Source-Potential, gilt also $U_{G1} = 0$, dann zeigt der Kanal im wesentlichen ohmsches Verhalten, und der Strom fließt in beiden Richtungen gleich gut. Dieser lineare Bereich, der durch den Koordinatenursprung a verläuft, wird nach oben hin durch den Punkt b begrenzt. Steigt der Drain-Strom jedoch über den Punkt b hinaus an, dann wird die Strom-

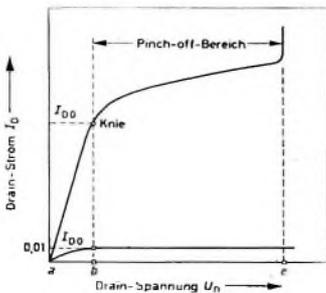


Bild 5. Zusammenhang zwischen Drain-Strom und Drain-Spannung für einen Entleerungstyp-MOS-Feldeffekttransistor mit n-Kanal oder p-Kanal in Source-Basischaltung (Ausgangskennlinie)

zunahme im Kanal geringer. Dies hat folgende Ursache: Einerseits erzeugt der Drain-Strom im Kanal einen ohmschen Spannungsabfall. Andererseits hat die Gate-Elektrode Source-Potential. Mit wachsendem Drain-Strom steigt der ohmsche Spannungsabfall im Kanal an. Dadurch nehmen auch die Spannungsdifferenzen zwischen der Gate-Elektrode und solchen Punkten des Kanals zu, die in der Nachbarschaft der Drain-Elektrode liegen. Wenn diese Spannungsdifferenzen jedoch ansteigen, entleeren sich die Ladungsträger aus dem Kanal. Auf diese Weise wird der Kanal immer mehr verriegelt, und die Zunahme des Drain-Stroms wird mit wachsender Drain-Spannung geringer. Man nennt den Arbeitsbereich bc im Bild 5 den Pinch-off-Bereich. An den Pinch-off-Bereich schließt sich der Durchbruchbereich an, in dem der Strom plötzlich sprunghaft ansteigen kann.

Der Kanal kann den Pinch-off-Zustand auf Grund des inneren ohmschen Spannungsabfalls, wie beschrieben, von selbst erreichen oder auch unter Mitwirkung einer an der Gate-Elektrode angelegten Spannung. Ist das der Fall, dann ist die Summe aus der angelegten Gate-Spannung und der durch den inneren Spannungsabfall im Kanal hervorgerufenen Potentialdifferenz wirksam. Damit sich hier der gleiche Pinch-off-Effekt ergibt wie im Fall gleichen Source- und Gate-Potentials,

muß die Summenspannung den gleichen Wert haben wie die im Fall des selbsttätigen Pinch-off-Effekts erforderliche Potentialdifferenz. Ein vollständiger Pinch-off-Effekt könnte theoretisch also auch allein durch Anlegen einer Gate-Spannung erreicht werden, wenn diese Gate-Spannung die gleiche Höhe hat wie die für den selbsttätigen Pinch-off-Effekt notwendige Potentialdifferenz.

Die Drain-Spannung im Punkt b im Bild 5 heißt Kniespannung. Als Pinch-off-Spannung U_D wird gewöhnlich die Gate-Spannung definiert, bei welcher der Knie-Drain-Strom I_{D0} auf ein Hundertstel seines Wertes abgesunken ist. Von dieser Definition wird Gebrauch gemacht, weil sie Vergleiche unabhängig von im Kanal vorhandenen Leckströmen zuläßt. Entleerungstransistoren mit n-Kanal haben eine negative Pinch-off-Spannung, während n-Kanal-Steigerungstransistoren eine positive Pinch-off-Spannung aufweisen.

Im Pinch-off-Bereich (s. Bild 5) werden Entleerungstransistoren betrieben, wenn sie als Spannungsverstärker mit hohem Eingangswiderstand dienen sollen. In ihrem linearen Arbeitsbereich werden sie vorzugsweise als spannungsgeregelte Widerstände betrieben. Als solche können sie beispielsweise im Chopperteil von Gleichspannungsverstärkern Verwendung finden.

9. Ersatzschaltbild

Bild 6 zeigt das aus insgesamt vierzehn Elementen bestehende, für den Pinch-off-Bereich gültige Ersatzschaltbild eines MOS-Feldeffekttransistors in Source-Basischaltung [7]. Diese Ersatzschaltung gilt für alle Versionen des Transistors, die sich durch unterschiedliche Wahl der Kanalgröße, der Kanalbreite und der Dicke der Siliziumdioxidschicht herstellen lassen. Das Ersatzschaltbild beschreibt exakt das

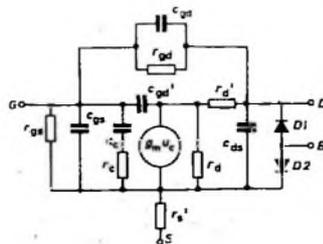


Bild 6. Ersatzschaltbild für einen MOS-Feldeffekttransistor in Source-Basischaltung, der im Pinch-off-Bereich arbeitet

elektrische Verhalten des MOS-Feldeffekttransistors im Pinch-off-Bereich sowohl für Gleichstrom als auch für alle Frequenzen bis etwa 100 MHz. Bei höheren Frequenzen macht sich die induktive Wirkung der Anschlußdrähte und der Kapsel des Transistors bemerkbar, so daß das Ersatzschaltbild hier um Induktivitäten erweitert werden müßte.

Die Wege der Leckströme im MOS-Feldeffekttransistor werden in der Ersatzschaltung durch die ohmschen Widerstände r_{gs} und r_{gd} nachgebildet. Der Widerstand r_{gs} beschreibt die Leckstromwege, die zwischen der Gate-Elektrode und der Source-Zone quer zur Siliziumdioxid-Isolierschicht verlaufen, während der Widerstand r_{gd} stellvertretend für die Leckstromwege ist, die zwischen der Gate-Elektrode und der Drain-Elektrode bestehen. Beim MOS-Feldeffekttransistor sind diese Leckwiderstände sehr hoch und werden mehr durch die Länge der Kriechstromwege auf der Oberfläche als von der Dicke der Siliziumdioxid-Isolierschicht bestimmt. Für einen typischen Entleerungstransistor mit n-Kanal ergeben sich beispielsweise für den Gesamtwiderstand der Parallelschaltung der beiden Leckwiderstände Werte in der Größenordnung von 10^{15} Ohm. Einen solchen Widerstand kann man in der Praxis meist als unendlich hoch betrachten.

Die zu den beiden Leckwiderständen parallel angeordneten Kapazitäten c_{gd} und c_{gs} umfassen die Kapazitäten der Anschlußdrähte, der Transistorkapsel und die nicht spannungsabhängigen Kapazitäten, die durch die wirksame Überlappung der isolierten Gate-Elektrode über die Source-Zone oder über die Drain-Zone entstehen. Die Reihenschaltung aus der Kapazität c_c und dem Widerstand r_c ist die Ersatzschaltung für das räumlich verteilte Netzwerk, das aus dem aktiven Kanal, der Siliziumdioxid-Isolierschicht und der Gate-Elektrode gebildet wird. Gewöhnlich ist die Isolierschicht bedeutend dicker als der Kanal. Die Kapazität c_c , die die Summe aller längs der aktiven Kanalfläche verteilten Kapazitäten ist, muß sich über den Kanalwiderstand r_c auf- und entladen. Dieser Kanalwiderstand r_c setzt sich in Wirklichkeit aus einer großen Anzahl von Parallel- und Reihenwiderständen zusammen, die zwischen der aktiven Kanalfläche sowie Gate-, Source- und Drain-Elektrode wirksam sind. Die Spannung an der Kapazität c_c bewirkt die effektive Ladungssteuerung des Transistors. Die Spannung am Widerstand r_c dagegen verursacht lediglich eine innere Erwärmung und ist daher unerwünscht.

Außerdem sind die beiden Komponenten r_c und c_c ausschlaggebend für die Zeitkonstante des Transistors und damit für sein Hochfrequenzverhalten. Typisch für einen Entleerungstransistor sind beispielsweise eine Kanalkapazität von $c_c \approx 4$ pF und ein Kanalwiderstand von $r_c \approx 100$ Ohm, entsprechend einer Zeitkonstante $\tau \approx 1/(T_c \cdot c_c) = 2,5$ ns.

Der Konstantstromgenerator $\beta_m U_G$ in der Ersatzschaltung trägt der Tatsache Rechnung, daß der Drain-Strom im Pinch-off-Bereich trotz Veränderungen der Drain-Source-Spannung weitgehend konstant bleibt. Bei niedrigen Frequenzen sind der innere Leitwert β_m des Konstantstromgenerators und der Vorwärtsübertragungsleitwert β_{fs} der gesamten Ersatzschaltung

praktisch gleich und können aus der Steigung der Kennlinie $I_D = f(U_G)$ des MOS-Feldeffekttransistors ermittelt werden.

Der im Ersatzschaltbild parallel zum Konstantstromgenerator angeordnete Widerstand r_d beschreibt zusammen mit den Reihenverlustwiderständen r_s' und r_d' den dynamischen Ausgangswiderstand r_{ab} des MOS-Feldeffekttransistors. Der Widerstand r_d ist im Pinch-off-Bereich bedeutend größer als die parasitären Widerstände r_s' und r_d' . Man kann daher den Widerstand r_d in jedem Arbeitspunkt durch Feststellen der Kurvensteigungen im $I_D(U_D)$ -Diagramm mit hinreichender Genauigkeit bestimmen. Der Widerstand r_d erhöht sich um so mehr, je weiter der Kanal durch die Gate-Vorspannung entleert wird. Durch Umpolung der Gate-Vorspannung kann die Kanalladung eines Entleerungstransistors jedoch auch gesteigert werden. Für den Widerstand r_d ergibt sich dann ein viel kleinerer Wert, als er für den entsprechenden Widerstand eines Feldeffekttransistors mit verbundener Gate-Elektrode erreicht werden kann.

Weiterhin enthält das Ersatzschaltbild zwei Dioden. Mit der Diode D 1 wird die Verbindung zwischen der schwach dotierten Drain-Zone und dem Halbleiterblock (Plattform) nachgebildet. Die Diode D 2 ersetzt den Übergang zwischen der schwach dotierten Source-Zone und dem Halbleiterblock. Die beiden gegeneinandergepolten, in Reihe liegenden Dioden sind parallel zum Kanal angeordnet.

Zwischen den Dioden D 1 und D 2, also am Halbleiterblock, befindet sich in der Ersatzschaltung ein vierter Anschlußpol, die mit B gekennzeichnete Block-Gate-Elektrode. Vielfach wird die Block-Gate-Elektrode, die man auch als Substrat-Elektrode bezeichnet, aus dem Transistorgehäuse mit herausgeführt, um eine größere Flexibilität in der Anwendung des MOS-Feldeffekttransistors zu ermöglichen.

In gewöhnlichen Verstärkerschaltungen ist die Block-Elektrode mit der Source-Elektrode verbunden. Die Diode D 1 ist dann in Sperrichtung gepolt, während die Diode D 2 kurzgeschlossen ist. Der Kurzschluß von D 2 ist jedoch nicht vollständig wirksam, weil mit den Dioden ein verteilter, vom Halbleiterblock verursachter Widerstand verbunden ist. Bei Anwendungen im Niederfrequenzbereich spielt dieser Widerstand keine Rolle. Im Hochfrequenzbereich ist jedoch als Reihenelement noch die Diodenkapazität wirksam. Diese Reihenschaltung beeinflußt dann die Ausgangswertmännigkeit des MOS-Feldeffekttransistors, so daß sie im Hochfrequenzbereich berücksichtigt werden muß.

Die in der Ersatzschaltung enthaltenen Widerstände r_d' und r_s' beschreiben die Teile des Kanals, die nicht über die Gate-Elektrode moduliert werden. Der Widerstand r_d' kann hauptsächlich aus dem Anteil bestehen, der durch die absichtliche Versetzung der isolierten Gate-Elektrode gegenüber der Drain-Zone verursacht wird. Diese Versetzung hat eine starke Verminderung der inneren Rückwirkungskapazität c_{gd}' und eine Erhöhung der Source-Drain-Durchbruchspannung zur Folge. Der Ersatzwiderstand r_s' enthält gewöhnlich Anteile des Halbleitermaterials der Source-Zone sowie den Kontaktwiderstand der Source-Elektrode. Der Widerstand r_s' kann unter Umständen jedoch auch Anteile haben, die durch eine falsche Ausrichtung der Gate-Elektrode und daraus resultierende unmodulierte

Kanalbezirke in der Nähe der Source-Zone hervorgerufen werden. In der Source-Basiserschaltung wirkt der Widerstand r_s' als Verlustwiderstand und zugleich als Rauschquelle. Außerdem liefert dieser Widerstand eine gegenkoppelnde Spannung an die Gate-Elektrode, die die Verstärkung herabsetzt. Mit der Ausnahme, daß er keine Gegenkopplung bewirkt, kann der in Reihe zum Belastungswiderstand liegende Widerstand r_d' eine ähnliche Wirkung haben wie r_s' .

Die Kapazität c_{da} des Ersatzschaltbildes umfaßt die Kapazität, die zwischen den beiden zur Drain-Elektrode und zur Source-Elektrode führenden Anschlußdrähten besteht, sowie die beiden Ersatzkapazitäten, die zu den Entleerungszonen der Dioden D 1 und D 2 gehören.

Durch die Ersatzkapazität c_{gd}' wird die innere Gate-Drain-Rückwirkungskapazität des MOS-Feldeffekttransistors beschrieben. Diese Kapazität sinkt um so mehr, je näher sich der Arbeitspunkt des Transistors dem Pinch-off-Bereich nähert. Für einen typischen n-Kanal-Entleerungstransistor beträgt die Kapazität c_{gd}' bei einer Drain-Spannung von 3 V und einem Drain-Strom von 2 mA etwa 0,5 pF; bei einer Drain-Spannung von 24 V und dem gleichen Drain-Strom hat sie jedoch nur noch einen Wert von rund 0,04 pF. Diese Kapazitätsabnahme im Pinch-off-Bereich, die besonders bei Entleerungstransistoren mit versetzter Gate-Elektrode zu beobachten ist, wird angestrebt.

Obwohl dies in der Ersatzschaltung nach Bild 6 nicht angedeutet wurde, verhält sich der Siliziumblock (Substrat), an dem die

Wird zwischen Block-Elektrode und Source-Elektrode eine negative Vorspannung angelegt, dann vermindert sich der Drain-Strom. Die Block-Kanal-Verbindung hat die gleichen Eigenschaften wie ein Silizium-pn-Übergang: Sie zeigt einen temperaturabhängigen Sättigungssperrstrom und einen kleinen Eingangswiderstand, wenn sie in Durchlafrichtung gepolt ist. Ein typischer Wert für die Vorwärtsübertragungseigenschaft der Block-Elektrode unter normalen Arbeitsbedingungen ist 1000 μ S. Vielfach ist es ratsam, die Block-Elektrode wechselstrommäßig kurzzuschließen und mittels einer Gleichspannung auf ein Potential zu heben, das die geringste Potentialdifferenz gegenüber der isolierten Gate-Elektrode gewährleistet. Ein typisches $I_D(U_D)$ -Kennlinienfeld eines n-Kanal-Entleerungstransistors ist im Bild 8 dargestellt. Wie aus den Kurvensteigungen im Kennlinienfeld zu entnehmen ist, kann man den Ausgangswiderstand r_{ab} des MOS-Feldeffekttransistors bei niedrigen Drain-Spannungen allein durch Änderung der Gate-Vorspannung zwischen niedrigen und sehr hohen Werten variieren.

10. Grundsicherungen

Wie für Elektronenröhren und bipolare Transistoren, gibt es auch für Feldeffekttransistoren drei Verstärker-Grundsicherungen. Diese sind im Bild 9 dargestellt. Am häufigsten findet die Source-Basiserschaltung Verwendung, die Bild 9a zeigt. Sie hat einen hohen Eingangswiderstand und einen mittleren bis hohen Ausgangswiderstand. Ihre Spannungsverstärkung ist größer als Eins.

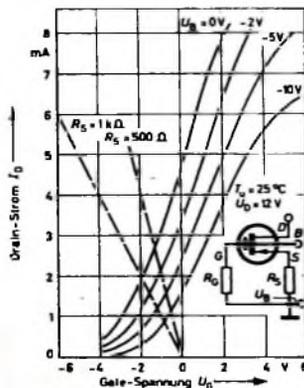


Bild 7. Typische Vorwärtsübertragungskennlinien für einen n-Kanal-Entleerungstransistor in Source-Basiserschaltung

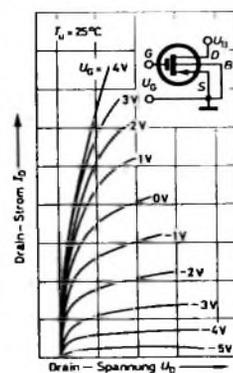


Bild 8. Typisches $I_D(U_D)$ -Kennlinienfeld für einen n-Kanal-Entleerungstransistor

Block-Elektrode angeschlossen ist, nicht vollkommen neutral. Da der Halbleiterblock zusammen mit dem aktiven Kanal bis zu einem gewissen Grad ebenfalls einen Übergang bildet, kann er als zweite Steuerelektrode benutzt werden. Wie weit dies möglich ist, hängt hauptsächlich von der Kanallänge und vom Dotierungspegel im Halbleiterblock ab.

Bild 7 zeigt typische Vorwärtsübertragungskennlinien für einen n-Kanal-Entleerungstransistor, bei dem die Block-Elektrode herausgeführt ist. Die Kennlinien gelten für die Source-Basiserschaltung. Ist die Block-Elektrode, was gewöhnlich der Fall ist, mit der Source-Elektrode verbunden, dann gilt die Kennlinie mit dem Parameter $U_B = 0$.

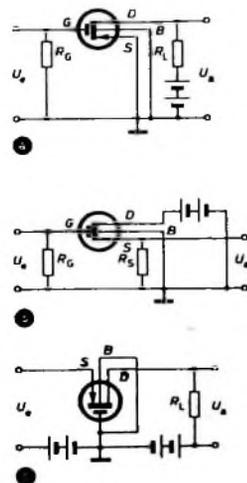


Bild 9. Grundsicherungen für MOS-Feldeffekttransistoren a) Source-Basiserschaltung, b) Sourceleitererschaltung, c) Gate-Basiserschaltung

Ist keine Gegenkopplung vorhanden, dann errechnet sich die Spannungsverstärkung der Source-Basiserschaltung zu

$$A_B = \frac{g_{12} r_m R_L}{r_{in} + R_L}$$

Hierin bedeutet g_{12} den Vorwärtsübertragungseigenschaftswert zwischen Gate-Elektrode und Drain-Elektrode in Source-Basiserschaltung, r_{in} den Ausgangswiderstand in Source-Basiserschaltung und R_L den wirklichen Belastungswiderstand.

Mit Hilfe eines in der Source-Leitung eingefügten Widerstandes R_S kann in Source-

Basisschaltung eine Stromgegenkopplung erreicht werden (s. Bild 7). In diesem Fall ergibt sich für die Spannungsverstärkung

$$A_{S'} = \frac{g_m r_{oa} R_L}{r_{oa} + (g_m r_{oa} + 1) R_S + R_L}$$

und der wirksame Ausgangswiderstand wird

$$Z_o = r_{oa} + (g_m r_{oa} + 1) R_S$$

Bild 9b zeigt die Sourcefolger-Schaltung, die auch Drain-Basisschaltung genannt wird. Sie hat einen höheren Eingangswiderstand als die Source-Basisschaltung und einen niedrigen Ausgangswiderstand. Bei der Sourcefolger-Schaltung ist die Phasenlage zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung gleich. Die Spannungsverstärkung ist kleiner als Eins. Die Verzerrungen sind sehr gering.

Von der Sourcefolger-Schaltung, die der Katodenfolger-Schaltung bei Röhren entspricht, wird Gebrauch gemacht, wenn Verstärker mit kapazitätsarmem Eingangskreis aufgebaut werden sollen. Weiter benutzt man sie als Impedanzwandler; sie wird wegen ihrer großen Aussteuerfähigkeit auch herangezogen, um für einen Verstärker eine möglichst hohe Eingangsspannung zu gewinnen.

Die Spannungsverstärkung der Sourcefolger-Schaltung nach Bild 9b ist

$$A_F = \frac{g_m R_G}{1 + g_m R_S}$$

Liegt das eine Ende des Widerstandes R_G , wie es die Sourcefolger-Schaltung nach Bild 9b zeigt, an Masse, dann gilt für den Eingangswiderstand R_e dieser Schaltung die Beziehung

$$R_e = R_G$$

Liegt das Ende des Widerstandes R_G jedoch an der Source-Elektrode, dann erhält man als wirksamen Eingangswiderstand

$$R_e' = \frac{R_G}{1 - A_F}$$

Ist der Belastungswiderstand der Sourcefolger-Schaltung reell, dann errechnet sich ihre wirksame Eingangskapazität zu

$$C_e = c_{gd} + (1 - A_F) c_{gs}$$

Die in dieser Gleichung zum Ausdruck kommende Verminderung der Eingangskapazität ist eine Folge der inneren Gegenkopplung der Sourcefolger-Schaltung. Für den Ausgangswiderstand R_a gilt

$$R_a = \frac{r_{oa} R_S}{r_{oa} + (1 + g_m r_{oa}) R_S}$$

und für die Ausgangskapazität

$$C_a = c_{ds} + \frac{1 - A_F}{A_F} c_{gd}$$

Bild 9c zeigt die Gate-Basisschaltung eines MOS-Feldeffekttransistors. Die Gate-Basisschaltung entspricht der Gitterbasisschaltung bei Röhren und hat einen niedrigen Eingangswiderstand, der in der Größenordnung des Ausgangswiderstandes der Sourcefolger-Schaltung nach Bild 9b liegt. Der Ausgangswiderstand der Gate-Basisschaltung ist hoch, ihre Spannungsverstärkung verhältnismäßig niedrig.

Von der Gate-Basisschaltung kann man Gebrauch machen, wenn ein niedriger Widerstand auf einen hohen Wert transformiert werden soll. Die Schaltung eignet sich besonders für Anwendungen im Hochfrequenzbereich, da wegen ihrer relativ

geringen Spannungsverstärkung und Rückwirkung in den meisten Fällen keine Neutralisation erforderlich ist.

Für die Spannungsverstärkung der Gate-Basisschaltung erhält man den Ausdruck

$$A_G = \frac{(1 + g_m r_{oa}) R_L}{r_{oa} + R_L + (1 + g_m r_{oa}) R_G}$$

Typisch für die Gate-Basisschaltung sind Spannungsverstärkungen A_G im Bereich 1 bis 2.

11. Rauschen

Das Rauschen bipolarer Transistoren wird hauptsächlich durch das Schrotrauschen des Minoritätsträger-Stroms verursacht. Da in Feldeffekttransistoren keine Minoritätsträger injiziert werden, fällt diese Rauschquelle hier fort. In MOS-Feldeffekttransistoren sind jedoch verschiedene andere Rauschquellen wirksam, die je nach Frequenzbereich mehr oder weniger dominieren.

Im Hochfrequenzbereich ist das thermische Rauschen des Kanals vorherrschend. Hier machen sich auch die Konzentrationsschwankungen der freien Ladungsträger des Kanals bemerkbar. Hinzu kommt das thermische Rauschen des parasitären Source-Widerstandes r_a (s. Bild 6), das auf den Transistoreingang zurückgekoppelt und mitverstärkt wird. Weitere Rauschkomponenten sind das Rauschen des Gate-Leckstroms, das Generations-Rekombinations-Rauschen der freien Ladungsträger im Kanal, das Rauschen des induzierten Gate-Stroms und das Rauschen des Drain-Source-Leckstroms. Bei Frequenzen um etwa 50 MHz kann das Rauschen der MOS-Feldeffekttransistoren in der Größenordnung des Rauschens rauscharmer Elektronenröhren liegen.

Im Niederfrequenzbereich ist das f^{-n} -Rauschen maßgebend. Bei den heutigen MOS-Feldeffekttransistoren hat das f^{-n} -Rauschen meist noch bei Frequenzen bis in die Gegend von einigen Megahertz Bedeutung. Das f^{-n} -Rauschen entsteht durch zufällige Schwankungen der Anzahl der Elektronen, die vorhandene Oberflächenangestellen besetzt halten. Es hat ein Frequenzspektrum, das von der Frequenz f nach der Funktion f^{-n} abhängt. Gewöhnlich ist n eine Konstante mit einem Wert im Bereich 1...2. Als Entstehungsherd des f^{-n} -Rauschens wird in erster Linie die Grenzschicht zwischen dem Kanal und der Siliziumdioxid-Isolierschicht angesehen.

Während bei MOS-Feldeffekttransistoren das f^{-n} -Rauschen das thermische Rauschen bei Frequenzen bis zu 10 MHz überlegen kann, überwiegt bei Feldeffekttransistoren mit verbundener Gate-Elektrode das thermische Rauschen bereits ab Frequenzen von ungefähr 100 Hz. Bezüglich des Rauschens sind die MOS-Feldeffekttransistoren den Feldeffekttransistoren mit verbundener Gate-Elektrode daher zur Zeit noch unterlegen. Da man gegenwärtig jedoch die Erforschung der Oberflächeneffekte an Halbleitern mit großen Anstrengungen vorantreibt, dürfte auch eine Verbesserung des Rauschverhaltens von MOS-Feldeffekttransistoren erfolgen. Die Rauschzahl von Feldeffekttransistoren ist von der Höhe des am Eingang liegenden Widerstandes abhängig. Um eine von diesem Widerstand unabhängige Angabe über das Rauschen machen zu können, benutzt man wie bei Elektronenröhren als Hilfsgröße meist den äquivalenten Rauschwiderstand.

12. Strahlungsfestigkeit

Für Feldeffekttransistoren gibt es viele Anwendungen in der Raumfahrttechnik. Wegen ihres hohen Eingangswiderstandes werden sie beispielsweise in Elektrometerschaltungen für Forschungsraketen oder -satelliten eingesetzt. Neben den allgemeinen Eigenschaften interessiert in der Raumfahrttechnik besonders die Empfindlichkeit der elektrischen Bauelemente gegenüber ionisierender Strahlung. Hier schneiden Feldeffekttransistoren besonders günstig ab.

Bipolare Transistoren haben den Nachteil, daß sich ihre elektrischen Eigenschaften unter dem Einfluß einer Neutronenstrahlung allmählich verschlechtern. Der Grund hierfür ist, daß die Neutronenstrahlung die Lebensdauer der Minoritätsträger verkürzt. Da die elektrische Funktion der Feldeffekttransistoren auf Majoritätsträgern basiert, kann man Feldeffekttransistoren einer bedeutend höheren Strahlendosis aussetzen [8]. Es sind MOS-Feldeffekttransistoren erhältlich, die je Quadratzentimeter $3 \cdot 10^{14}$ Neutronen vertragen können, bis ihre Übertragungsleitfähigkeit um den Faktor 0,7 vermindert wird.

Scheitftum

- [7] Griswold, D. M.: Understanding and using the MOS-FET. Electronics Bd. 37 (1964) Nr. 31, S. 66-70
- [8] Hughes, E. L., und Giroux, R.: Space radiation affects MOS FET's. Electronics Bd. 37 (1964) Nr. 32, S. 58-60

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Februarheft 1966 unter anderem folgende Beiträge

Entwurf und Berechnung transistorisierter NF-Verstärker für industrielle Anwendungen

Technik der kohärenten Lichtauszeichnung

Über die Dimensionierung der White-Katodenfolgererschaltung

Bauelemente mit Metall-Halbleiterkontakt

Einführung in redundante Systeme für die Mikroelektronik

Einfache Methoden der Programmierung von Analogrechnern I — Prinzip der analogen Nachbildung, analoge Rechenelemente und Notwendigkeit der Programmierung

Temperaturkompensation eines indirekt geheizten Heißleiters

Elektronik in aller Welt · Anwendungs-Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industrieproduktion · 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

Postfach 101 · 1 BERLIN 52

Berechnung von Filtern

Grundlagen

Entwickler in einem Hochfrequenzlabor und technisch interessierte Kurzwellenamateure werden immer wieder vor die Aufgabe gestellt, Frequenzpässe und -weichen zu berechnen. Das ist zwar keine sehr schwierige, doch meistens etwas langwierige Angelegenheit. Wie durch Einführung normierter Werte der Rechen-

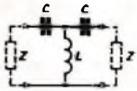


Bild 1. Einfaches Hochpaß-T-Filter

gang stark vereinfacht werden kann, zeigt der folgende Beitrag

Zum besseren Verständnis des Ausdrucks „Normierte Werte“ betrachte man als Beispiel zunächst das einfache Hochpaß-T-Filter nach Bild 1. Ein derartiger Hochpaß wird nach den Formeln

und

$$L = \frac{Z}{4\pi f_g} \quad (1)$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_g Z} \quad (2)$$

berechnet. Dabei ist f_g die Grenzfrequenz und Z der Abschlusswiderstand am Ein- und Ausgang des Filters (Wellenwiderstand).

Die Umstellung dieser Formeln ergibt

$$2\pi \frac{f_g}{Z} L = 2\pi / b_{\lambda} L = \frac{1}{2} \quad (3)$$

und

$$\frac{1}{2\pi f_g Z C} = \frac{1}{2\pi / b_{\lambda} C} = 1 \quad (4)$$

Gl. (3) und Gl (4) geben das Verhältnis des induktiven beziehungsweise kapazitiven Blindwiderstands bei der Grenzfrequenz f_g zum Wellenwiderstand Z an

Um eine übersichtliche Darstellung des Rechengangs zu erhalten, bezeichnet man die Ausdrücke f_g/Z und $f_g \cdot Z$ oft als „Hilfsfrequenz“ f_h . Dementsprechend fällt man die Rechenergebnisse nach Gl (3) und Gl (4) als Blindwiderstände mit der Dimension Ohm auf. Es sei aber ausdrücklich betont, daß diese Annahmen bezüglich der Zuordnung der Maßeinheiten physikalisch nicht exakt sind. Bei Anwendung dieser Vereinfachungen besagt Gl (3) also, daß L diejenige Induktivität ist, die bei der „Hilfsfrequenz“ $f_{h2} = f_g/Z$ den Blindwiderstand 0,5 Ohm hat, und nach Gl (4) ist C diejenige Kapazität, die bei der „Hilfsfrequenz“ $f_{h1} = f_g \cdot Z$ den Blindwiderstand 1 Ohm hat.

Mit Hilfe dieser Methode können alle Glieder zusammengesetzter Frequenzpässe (Filter) recht übersichtlich errechnet werden. Für den Rechenschreiber benötigt man dazu jeweils nur zwei Grundeinstellungen für die „Hilfsfrequenzen“ f_g/Z und $f_g \cdot Z$.

Tab. I. Blindwiderstände R für Bandpaßglieder in T-Schaltung in Abhängigkeit von der relativen Bandbreite B_{rel}

Filterglied	Endhalbglied, $m = 0,6$						Vollglied, $m = 0,8$						Vollglied, $m = 1$			
	R bei f_{h2}			R bei f_{h1}			R bei f_{h2}			R bei f_{h1}			R bei f_{h2}		R bei f_{h1}	
	$L1$	$L2$	$L3$	$C1$	$C2$	$C3$	$L1$	$L2$	$L3$	$C1$	$C2$	$C3$	$L1$	$L2$	$C1$	$C2$
1,05	6,12	20,4	22,1	6,12	22,1	20,4	8,15	4,23	4,98	8,15	4,98	4,23	10,2	0,049	10,2	0,049
1,1	3,16	9,87	12,7	3,16	12,7	9,87	4,21	2,04	2,78	4,21	2,78	2,04	5,26	0,095	5,26	0,095
1,15	2,14	6,49	9,2	2,14	9,2	6,49	2,86	1,31	2,04	2,86	2,04	1,31	3,57	0,140	3,57	0,140
1,2	1,63	4,72	7,4	1,63	7,4	4,72	2,17	0,935	1,73	2,17	1,73	0,935	2,72	0,183	2,72	0,183
1,25	1,33	3,7	6,48	1,3	6,48	3,7	1,78	0,736	1,53	1,78	1,53	0,736	2,22	0,225	2,22	0,225
1,3	1,11	3,03	5,8	1,11	5,8	3,03	1,48	0,588	1,41	1,48	1,41	0,588	1,88	0,265	1,88	0,265
1,35	0,984	2,66	5,42	0,984	5,42	2,66	1,31	0,506	1,34	1,31	1,34	0,506	1,64	0,304	1,64	0,304
1,4	0,878	2,22	5,12	0,878	5,12	2,22	1,17	0,438	1,3	1,17	1,3	0,438	1,46	0,342	1,46	0,342
1,45	0,792	1,96	4,95	0,792	4,95	1,96	1,06	0,385	1,27	1,06	1,27	0,385	1,32	0,380	1,32	0,380
1,5	0,72	1,75	4,71	0,72	4,71	1,75	0,98	0,34	1,25	0,98	1,25	0,34	1,2	0,417	1,2	0,417

Tab. II. Blindwiderstände R für Bandpaßglieder in II-Schaltung in Abhängigkeit von der relativen Bandbreite B_{rel}

Filterglied	Endhalbglied, $m = 0,6$						Vollglied, $m = 0,8$						Vollglied, $m = 1$			
	R bei f_{h2}			R bei f_{h1}			R bei f_{h2}			R bei f_{h1}			R bei f_{h2}		R bei f_{h1}	
	$L1$	$L2$	$L3$	$C1$	$C2$	$C3$	$L1$	$L2$	$L3$	$C1$	$C2$	$C3$	$L1$	$L2$	$C1$	$C2$
1,05	0,045	0,049	0,163	0,049	0,045	0,163	0,236	0,201	0,123	0,201	0,236	0,123	20,4	0,098	20,4	0,098
1,1	0,079	0,101	0,316	0,101	0,079	0,316	0,490	0,380	0,238	0,380	0,490	0,238	10,5	0,190	10,5	0,190
1,15	0,109	0,154	0,487	0,154	0,109	0,487	0,783	0,490	0,350	0,490	0,783	0,350	7,14	0,280	7,14	0,280
1,2	0,135	0,212	0,813	0,212	0,135	0,813	1,07	0,578	0,481	0,578	1,07	0,481	5,44	0,367	5,44	0,367
1,25	0,154	0,270	0,705	0,270	0,154	0,705	1,36	0,653	0,582	0,653	1,36	0,582	4,44	0,450	4,44	0,450
1,3	0,172	0,330	0,900	0,330	0,172	0,900	1,70	0,709	0,676	0,709	1,70	0,676	3,78	0,531	3,78	0,531
1,35	0,184	0,391	1,02	0,391	0,184	1,02	1,98	0,746	0,783	0,746	1,98	0,783	3,28	0,609	3,28	0,609
1,4	0,195	0,450	1,14	0,450	0,195	1,14	2,28	0,789	0,855	0,789	2,28	0,855	2,92	0,685	2,92	0,685
1,45	0,202	0,510	1,28	0,510	0,202	1,28	2,60	0,787	0,943	0,787	2,60	0,943	2,64	0,760	2,64	0,760
1,5	0,212	0,572	1,39	0,572	0,212	1,39	2,94	0,800	1,04	0,800	2,94	1,04	2,4	0,834	2,4	0,834

Ein Filter setzt sich im allgemeinen aus einem oder mehreren Vollgliedern sowie Endhalbgliedern zusammen. Die schärfste Abgrenzung zwischen Sperr- und Durchlaßbereich sowie die günstigste Anpassung im Durchlaßbereich erhält man, wenn die Blindwiderstände bei den einzelnen Filtergliedern noch mit einem bestimmten Faktor m oder einer Funktion von m multipliziert werden. Auf die Ermittlung dieser Faktoren soll hier nicht näher eingegangen werden. Für viele praktische Fälle optimal dimensionierte Filter erreicht man bei Verwendung eines oder mehrerer Vollglieder mit $m = 1$, denen ein Vollglied mit $m = 0,8$ und an den Ein- und Ausgängen je ein Endhalbglied mit $m = 0,6$ zugeschaltet werden.

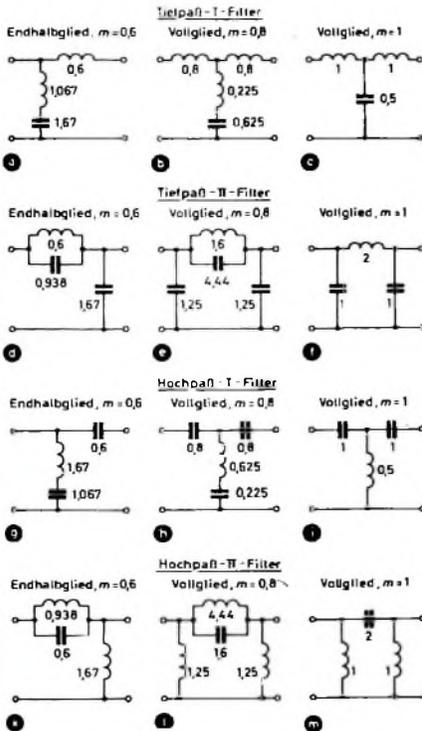


Bild 2. Blindwiderstände der Bauelemente von Gliedern für Hoch- und Tiefpaß in T- und Π-Schaltung

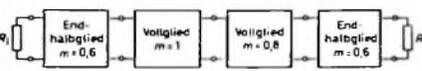


Bild 3. Prinzipieller Aufbau eines TVI-Filters; R_1 ist der Senderausgangswiderstand, R_2 der Antennenfußpunktswiderstand (zugleich Wellenwiderstand der Speiseleitung)

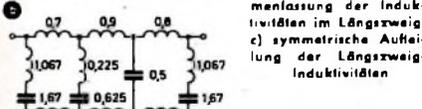
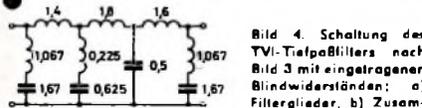
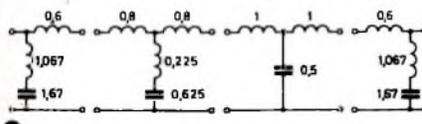


Bild 4. Schaltung des TVI-Tiefpaßfilters nach Bild 3 mit eingetragenen Blindwiderständen: a) Filterglieder, b) Zusammenfassung der Induktivitäten im Längsweig, c) symmetrische Aufteilung der Längsweig-Induktivitäten

Die verschiedenen Filterglieder für Hoch- und Tiefpaße sind im Bild 2 dargestellt. Dabei sind die jeweils erforderlichen Blindwiderstände der Bauelemente bei der „Hilfsfrequenz“ f_h angegeben. Bei Bandpässen sind die zu wählenden Blindwiderstände auch von der gewünschten Durchlaßbandbreite abhängig. In Tab. I sind die Filterglieder für Bandpässe in T-Schaltung zusammengestellt. Tab. II enthält Angaben zur Bemessung von Filtergliedern für Bandpässe in Π-Schaltung. Die Blindwiderstände der Bauelemente sind dort in Abhängigkeit von der erforderlichen relativen Bandbreite B_{rel} eingetragen. Sie ist als Verhältnis der oberen Grenzfrequenz zur Mittenfrequenz f_m des Durchlaßbereichs definiert. Die Mittenfrequenz f_m ist das geometrische Mittel aus der oberen und unteren Grenzfrequenz des Durchlaßbereichs, also

$$f_m = \sqrt{f_u \cdot f_o} \quad (5)$$

und

$$B_{rel} = \frac{f_o}{f_m} = \frac{f_o}{\sqrt{f_u \cdot f_o}} = \sqrt{\frac{f_o}{f_u}} \quad (6)$$

Die praktische Anwendung der Filterberechnung wird im folgenden an Hand von drei Beispielen veranschaulicht.

TVI-Filter

Um Störungen des Fernsehempfangs durch Oberwellen von Amateursendern zu vermeiden, kann man zwischen Senderausgang und Antennenspeiseleitung ein Tiefpaßfilter (TVI-Filter) schalten.

Wie schon erwähnt, erhält man einen steilen Übergang zwischen Durchlaß- und Sperrbereich und gute Anpassung im Durchlaßbereich, wenn die Filterglieder nach Bild 3 zusammengeschaltet sind. Grundsätzlich kann der TVI-Tiefpaß in T- oder Π-Schaltung aufgebaut werden. Wenn eine symmetrische Speiseleitung Verwendung findet, ist die T-Schaltung zweckmäßiger, weil man sie leichter symmetrisch aufbauen kann, wie noch gezeigt wird.

Für die Berechnung der einzelnen Filterglieder geht man vom Wellenwiderstand an der Einfügungsstelle des Filters und der Grenzfrequenz f_g aus. Es seien $R_1 = R_2 = Z = 300 \text{ Ohm}$ und $f_g = 30 \text{ MHz}$ gegeben. Nun ermittelt man die „Hilfsfrequenz“ f_h . Für die Kapazitäten erhält man

$$f_{h1} = f_g \cdot Z = 30 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^3 = 9 \cdot 10^9,$$

und für die Berechnung der Induktivitäten gilt

$$f_{h2} = \frac{f_g}{Z} = \frac{30 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^3} = 1 \cdot 10^4.$$

Mit Hilfe der in den Bildern 2a bis 2c angegebenen Blindwiderstände R der einzelnen Bauelemente kann man nun die verschiedenen Kapazitäten nach der Beziehung

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_{h1} \cdot R} \quad (7)$$

und die Induktivitäten nach der Formel

$$L = \frac{R}{2\pi \cdot f_{h2}} \quad (8)$$

Berechnen. Bevor man damit beginnt, empfiehlt es sich aber, die Schaltung so weit als möglich zu vereinfachen. Ein Teil der Bauelemente läßt sich nämlich meist noch zusammenfassen. Aus der Grundschaltung des TVI-Filters (Bild 4a) erhält

man durch Zusammenfassung der Induktivitäten im Längsweig die Schaltung nach Bild 4b. Da das Filter an eine symmetrische Speiseleitung anzuschließen ist, müssen die Induktivitäten des Längsweiges in diesem Fall noch aufgeteilt werden (Bild 4c). Danach sind also insgesamt vier

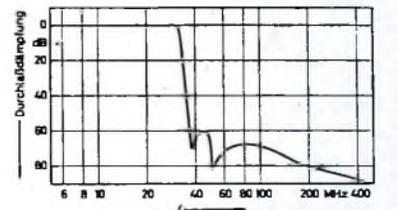
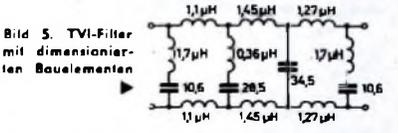


Bild 6. Dämpfungsfrequenzgang des TVI-Filters nach Bild 5

verschiedene Induktivitätswerte und drei Kapazitätswerte mit Hilfe von Gl. (7) und Gl. (8) zu errechnen. Das dimensionierte TVI-Filter ist im Bild 5, die zugehörige Durchlaßkurve im Bild 6 dargestellt.

Tonfrequenzbandpaß

Um einen größeren Störabstand beim Empfang zu erreichen, verwenden KW-Amateure oft zusätzliche Selektionsmittel im NF-Teil des Empfängers. Es soll ein Tonfrequenzbandpaß als CW-Filter für den Bereich 800 .. 1000 Hz entworfen werden. Ein- und Ausgangswiderstand sind 1 kOhm. Um den Aufwand in tragbaren Grenzen zu halten, werden ein Vollglied mit $m = 1$ und zwei Endhalbglieder mit $m = 0,6$ verwendet. Zweckmäßigerweise wählt man die Ausführung als T-Filter, weil dann kein Gleichstromweg im Längsweig und in den Querweigen vorhanden ist, so daß das Filter direkt (ohne Sperrkondensatoren) zwischen zwei Verstärkerstufen eingefügt werden kann. Um die Bauelemente zu berechnen, bestimmt man zunächst die „Hilfsfrequenzen“ f_{h1} und f_{h2} . Als Grenzfrequenz ist in diesem Fall die Mittenfrequenz nach Gl. (5) einzusetzen, also

$$f_m = \sqrt{f_o \cdot f_u} = \sqrt{10^3 \cdot 8 \cdot 10^3} = 895 \text{ Hz.}$$

Für die „Hilfsfrequenzen“ erhält man dann mit $Z = 1 \text{ kOhm}$

$$f_{h1} = f_m \cdot Z = 8,95 \cdot 10^2 \cdot 10^3 = 8,95 \cdot 10^5$$

und

$$f_{h2} = \frac{f_m}{Z} = \frac{8,95 \cdot 10^2}{10^3} = 8,95 \cdot 10^{-1}.$$

Weiterhin benötigt man die relative Bandbreite B_{rel} , um die Blindwiderstände der Bauelemente nach Tab. I zu bestimmen. Mit Gl. (6) erhält man

$$B_{rel} = \frac{f_o}{f_m} = \frac{10^3}{8,95 \cdot 10^2} \approx 1,1.$$

Mit Hilfe der Tab. I zu entnehmenden Blindwiderstände R kann man nun die verschiedenen Induktivitäten und Kapazitäten nach Gl. (7) und Gl. (8) berechnen. Bild 7 zeigt die dimensionierte Schaltung des Bandpasses. Auch in diesem Fall sind Bauelemente im Längsweig zusammen-

Ein Transistor-

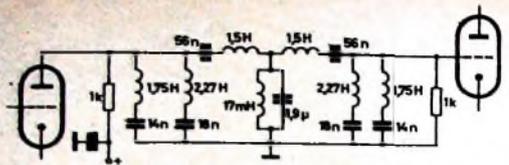


Bild 7. Schaltung des CW-Filters für 800...1000 Hz

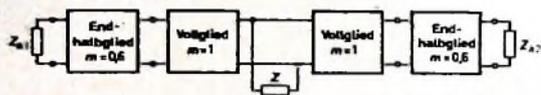


Bild 8. Prinzipschaltung der Frequenzweiche (Z₁, Z₂ Fußpunkt-widerstände der Antennen, Z Wellenwiderstand der Niederführung; es ist Z₁ = Z₂ = Z)

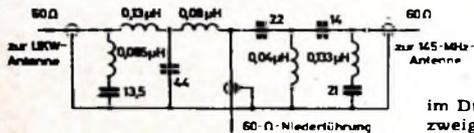


Bild 9. Schaltung und Dimensionierung der Frequenzweiche

gefaßt, und zwar vier Induktivitäten und vier Kapazitäten zu je zwei Bauelementen.

Antennenweiche

Über die als drittes Beispiel zu berechnende Frequenzweiche sollen eine UKW-Rundfunk- und eine 2-m-Amateurantenne an die gemeinsame Niederführung aus 60-Ohm-Koaxialkabel angeschlossen werden. Am unteren Ende des Kabels erfolgt dann die Auftrennung der Signale mit einer gleichen Weiche. Im Prinzip besteht die Frequenzweiche aus der Zusammenschaltung eines Hoch- und eines Tiefpasses. Es ist aber zu beachten, daß am Verbindungspunkt der beiden Pässe, der zugleich Anschlußstelle für die Niederführung ist, keine Halbglieder verwendet werden dürfen, sondern nur Vollglieder mit $m = 1$ (Bild 8). Halbglieder würden den Wellenwiderstand der jeweils entgegengesetzten Weichenhälfte frequenzabhängig verändern. Bei T-Gliedern lägen beispielsweise die Resonanzstellen der Saugkreise gerade

im Durchlaßbereich des anderen Weichenzweiges.

Als Grenzfrequenz f_R wählt man zum Beispiel 120 MHz, weil der UKW-Bereich bei 100 MHz endet, und das Amateurband den Bereich 144...146 MHz umfaßt. Nun bestimmt man wieder die „Hilfsfrequenzen“ für $Z = 60 \text{ Ohm}$ zu

$$f_{b1} = f_R \cdot Z = 1,2 \cdot 10^8 \cdot 60 = 7,2 \cdot 10^9$$

und

$$f_{b2} = \frac{f_R}{Z} = \frac{1,2 \cdot 10^8}{60} = 2 \cdot 10^6$$

Mit den Blindwiderständen R für die Bauelemente der Hoch- und Tiefpaßglieder in T-Schaltung nach den Bildern 2a, 2c, 2g und 2i sowie nach dem Zusammenfassen von je zwei Induktivitäten (im Längszweig der linken Weichenhälfte) und zwei Kapazitäten (im Längszweig der rechten Weichenhälfte) können schließlich die Bauelemente nach Gl. (7) und Gl. (8) berechnet werden. Bild 9 zeigt die dimensionierte Frequenzweiche, die man durch Aufteilen der Blindwiderstände auch für symmetrischen Betrieb einrichten kann (s. a. Bild 4c).

Technische Daten

Frequenzbereich:	170...230 MHz (Kanäle 5...12)
Leistungsverstärkung:	20 ± 3 dB
Betriebsspannung:	14 V
Stromaufnahme:	etwa 8 mA
Eingangs- und Ausgangsimpedanz:	60 Ohm, koaxial

Die Rauschigenschaften einer Empfangsanlage, bestehend aus Antenne, Verbindungsleitung und Empfänger, werden durch längere Verbindungskabel stark beeinträchtigt. An den Empfängerangabe gelangt der Kabeldämpfung entsprechend weniger Antennenenergie, die Rauschzahl des Empfängers bleibt aber konstant. Das Signal-Rausch-Verhältnis wird als Folge davon schlechter. Das läßt sich ausgleichen, wenn man zwischen Antenne und Verbindungskabel einen Verstärker setzt, dessen Verstärkung mindestens gleich der Kabeldämpfung ist.

Der nachstehend beschriebene Antennenverstärker geht in seiner Grundschaltung auf einen in einer Arbeit über Reaktanzdioden-Abstimmung von VHF- und UHF-Antennenverstärkern veröffentlichten Vorschlag von Telefunken zurück. Er ist mit zwei rauscharmen Mesatransistoren AF 106 bestückt, die je nach Kanal im Bereich III eine Rauschzahl F von etwa 4...7 ergeben.

1. Schaltung

Der Transistor-Antennenverstärker (Bild 1) ist mit Ausnahme des ersten Kreises breitbandig ausgelegt. Transistor T_1 arbeitet in Emitterschaltung, da dann Leistungs- und Rauschverhältnisse günstiger sind. Zwischen T_1 und T_2 liegt ein Π -Kreis, der aus der Collectorkapazität von T_1 , der Spule L_2 und der Eingangskapazität von T_2 besteht. Mit L_2 kann der Frequenzbereich des Verstärkers festgelegt werden. Die Wickelraten der Spulen sind in Tab. I zusammengestellt. T_2 wird in nichtneutralisierter Basisschaltung betrieben, um eine höhere Leistungsverstärkung zu erreichen. Der Ausgangskreis mit der Collectorkapazität von T_2 und der Spule L_3 ist auf Bereich III abgestimmt. Der Kreis wird durch R_8 gedämpft, um die erforderliche Bandbreite zu erhalten.

Es ist im allgemeinen unvorteilhaft, einen Breitbandverstärker für größere Bereiche zu verwenden, da der Verstärker unter Umständen von starken Sendern übersteuert werden könnte. Dabei entstehen vielfach unangenehme Kreuzmodulationserscheinungen. Deshalb wurde am Eingang des Verstärkers ein Schwingkreis angeordnet, der auf den jeweiligen Sender abgestimmt werden kann. Die Eingangs- und Ausgangsimpedanzen des Verstärkers sind für den Anschluß von 60-Ohm-Koaxialkabel ausgelegt.

1) Bomhard, K., Neuhauser, J., U. Hartrumpf, R.: Reaktanzdioden-Abstimmung von VHF- und UHF-Antennenverstärkern. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 18 (1964) Nr. 12, S. 694, 696, 698, 700 u. 702

Von Sendern und Programmen

Studiensubau für Sendestelle Heidelberg-Mannheim

Oberhalb des Heidelberger Schlosses hat der Süddeutsche Rundfunk ein etwa 6000 m² großes Grundstück für einen beabsichtigten Studiensubau der Sendestelle Heidelberg-Mannheim erworben. Der Subau wird erforderlich, weil das bisher benutzte Gebäude in der Heidelberger Marktstraße, das ehemalige Hotel „Prinz Max“, den geplanten Erweiterungsbauten für die Heidelberger Universität weichen muß. Hier war die Sendestelle Heidelberg-Mannheim am 14. September 1966 eröffnet worden. Sie wurde im Jahre 1953 technisch und räumlich weiter ausgebaut.

Neue Fernsehsender im Bereich des Bayerischen Rundfunks

Als letzter Großsender wurde Ende 1965 der Sender Mühlerberg bei Harburg (nordwestlich von Dannewitz) mit 400 kW Strahlungsleistung in Versuchsbetrieb genommen. Er strahlt das 1. Fernsehprogramm im UHF-Bereich (Kanal 40) aus.

An neuen Fernseh-Umsatzern nahmen den Betrieb oder Versuchsbetrieb auf: die Umsatzer Oberammergau (1. Programm, Kanal 9, 3 W und 2,3 W), Schlehdorf am Kochelsee (1. Programm, Kanal 11), Ringberg im Tegernseer Tal (1. Programm, Kanal 11, 13 W und 5 W).

Für die Ausstrahlung des 3. Fernsehprogramms (Studiensubau) steht jetzt auch der Bundespost-Sender Würzburg (Kanal 45) zur Verfügung.

Radio Bremen sendet stereophonisches Hörspiel

Radio Bremen sendet am 31. März um 19.05 Uhr im 2. Programm sein erstes stereophonisches Hörspiel. Es ist eine Arbeit von Kay Hoff mit dem Titel „Konzert an vier Telefonen“, die Horst Loebe inszeniert hat. Um

den Hörern Gelegenheit zu geben, die verschiedenen Aufnahmetechniken miteinander zu vergleichen, wird Radio Bremen die monoaurale Fassung des Spiels bereits am 25. März um 20.30 Uhr im 1. Programm bringen. Beide Fassungen werden in Zusammenarbeit mit dem Saarländischen Rundfunk produziert.

Weitere zwei Stunden in Stereo im SWF-Hörfunk

Bereits ab 7. Januar 1966 sendet der Südwestfunk an jedem Freitag von 10.00 bis 11.45 Uhr über UKW I nun auch den Werbelunk unter dem Titel „Bunt gemischt“ in Stereo.

UKW-Sender Siegen III

Mit der am 27. Januar 1966 erfolgten Inbetriebnahme des Senders wird das 3. Hörfunkprogramm des Westdeutschen Rundfunks einschließlich der stereophonischen Sendungen von insgesamt sechs UKW-Sendern ausgestrahlt. Die übrigen Sender sind: Bonn III, Langenberg III, Münster III, Nordhelle III und Teutoburger Wald III. Bis Anfang April sollen vier weitere Sender in Betrieb genommen werden, und zwar in Kleve, Köln, Monschau und Wittgenstein.

Der Sender Siegen III ist auf Kanal 4 (Frequenz 88,2 MHz) zu empfangen. Das Programm beginnt täglich um 16.55 Uhr; außerdem werden werktäglich von 9.00-9.30 Uhr stereophonische Testsendungen ausgestrahlt.

300-kW-Sender in Moorleet

Am 5.2.1965 wurde vom Norddeutschen Rundfunk in der Sendestation Hamburg-Billwerder-Moorleet ein von der Telefunken AG gelieferter neuer 300-kW-Mittelwellen-Rundfunksender in Betrieb genommen. Bisher lief das 1. Hörfunkprogramm des NDR und WDR über den seit 1940 in Moorleet stehenden anodenmodulierten 100-kW-Sender.

Antennenverstärker für Bereich III

2. Mechanischer Aufbau

Der Antennenverstärker wurde in einem Dreikammergehäuse aus 1 mm dickem Kupferblech untergebracht (Bild 2). Die genauen Abmessungen gehen aus der Konstruktions-skizze (Bild 3) hervor. Die Blechteile werden ausgeschnitten, zugefeilt und gebohrt und anschließend zu einem Abschirmgehäuse zusammengelötet. Der Dekel wird an sechs Muttern angeschraubt. Vier davon sind an den Außenecken befestigt, die beiden anderen an der Abschirmwand zwischen erster und zweiter Kammer.

Die Klemmen für das Koaxialkabel am Eingang und Ausgang können alten Empfängerweichen entnommen werden. Die Spule L 1 wird direkt über den Konden-

Liste der Bauteile

Widerstände, 0,5 W	(Dyalowid)
Rollkondensatoren, 150 V	(Roederstein)
Durchführungskondensatoren, 500 V	(Roederstein)
Trimmerkondensator, Typ „23“	(Telefunken-NSP)
keramischer Kondensator C 3	(Roederstein)
Trimmerwiderstände, Typ „1 - 4863“	(Preh)
Spulenkörper „B 4/20 - 548“	(Vogt)
Spulenkern, „Gw 4/13 X 0,5“, Material „FR 1 (rot)“	(Vogt)
Transistoren AF 106	(Telefunken)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

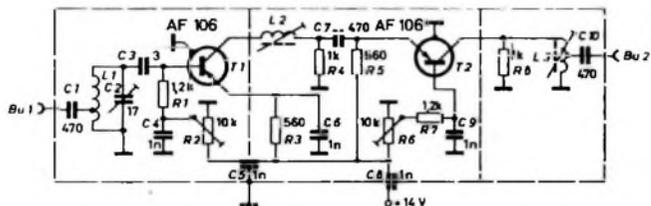


Bild 1. Schaltung des Transistor-Antennenverstärkers für Bereich III

Tab. I. Wickel-daten der Spulen

Spule	Windungszahl	Draht	Anzapfung	Spulen-ø	Windungsbetand
L 1	3	1 mm CuAg	0,5 Wdg	5 mm	etwa 0,4 mm
L 2	8	1 mm CuAg		5 mm	etwa 0,4 mm
L 3	10	1 mm CuAg	2 Wdg	6 mm	etwa 0,4 mm

L 1 freitragend, L 2 und L 3 auf Spulenkörper „B 4/20-548“, Kern „Gw 4/13 x 0,5 FR 1 rot“ (Vogt)

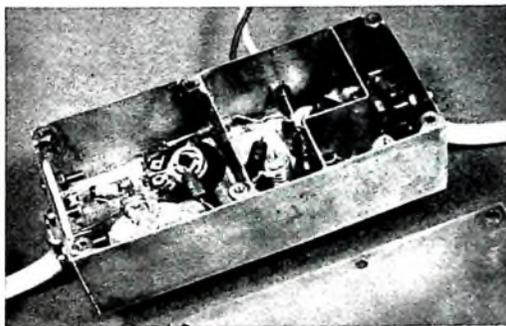


Bild 2. Der im Gehäuse fertig aufgebaute Antennenverstärker, Deckel abgenommen

sator C 2 gelötet, damit die Verluste gering bleiben. Der Transistor T 1 wird in den dafür vorhandenen Ausschnitt der Abschirmwand gesetzt. In die erste Kammer führt nur der Basisanschluß von T 1. Die anderen drei Anschlüsse werden in der zweiten Kammer verdrahtet. Die Spule L 2 ist stehend in dieser Kammer zu befestigen. Der Transistor T 2 liegt in einem Ausschnitt der zweiten Abschirmwand. Der Emittier- und der Basisanschluß von T 2 sind in Kammer 2 zu verdrahten, der Collector- und der Masseanschluß von T 2 dagegen in Kammer 3. Die Spule L 3 wird ebenfalls stehend in Kammer 3 montiert.

Die Auskopplung erfolgt über C 10. Es ist auch hier auf kurze Verbindungsleitungen zu achten.

3. Inbetriebnahme und Abgleich

Bevor man das Gerät zum ersten Male einschaltet, ist die Verdrahtung auf eventuelle Fehler zu kontrollieren. Die an den Fußpunkten von R 4 beziehungsweise L 3 zu messenden Collectorströme der Transistoren sind mit R 2 beziehungsweise R 6 auf je 3... 4 mA einzustellen.

Um den Antennenverstärker optimal abzugleichen, benötigt man einen Wobbel-

sender und einen Oszillograf. Das Meßkabel vom Sender ist entsprechend seinem Wellenwiderstand (meist 60 Ohm) abzuschließen und über einen Trennkondensator (etwa 500 pF) an die Basis von T 1 zu führen. Der Ausgang des Antennenverstärkers ist mit einem induktivitätsarmen 60-Ohm-Widerstand abzuschließen, an dem dann der Demodulatorastkopf des Oszillografen liegt.

Nun stellt man mit L 2 die Durchlaßkurve des Verstärkers so ein, daß der Bereich III (175... 223 MHz) überdeckt wird. L 3 ist etwa auf Bereichmitte abzugleichen, damit die Durchlaßkurve möglichst flach verläuft. Danach klemmt man das Wobbelkabel (ohne Abschlußwiderstand) an den Eingang des Antennenverstärkers und prüft, ob sich mit C 2 die Resonanzspitze des ersten Kreises über den ganzen Bereich III verschieben läßt. Anderenfalls

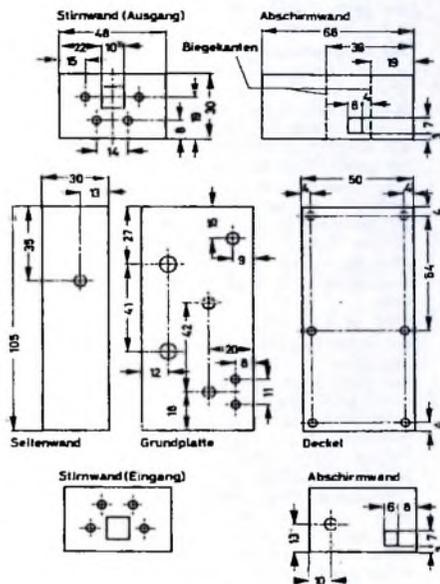


Bild 3. Maßskizze der Einzelteile des Gehäuses des Antennenverstärkers; die nicht mitgezeichnete vordere Seitenwand enthält kein Durchführungsloch (s. Bild 2)

müssen die Windungen von L 1 etwas zusammengedrückt oder auseinandergezogen werden.

Stehen Wobbel-sender und Oszillograf nicht zur Verfügung, dann kann man auch einen behelfsmäßigen Abgleich vornehmen, indem man den Antennenverstärker an einen Fernsehempfänger anschließt und die Kreise auf bestmögliche Bildqualität vom empfangenen Sender abgleicht. Statt der subjektiven Bildqualitätsbeurteilung kann auch die Regelspannung im Fernsehempfänger gemessen werden, wobei auf deren Maximum abzugleichen ist. Natürlich wird der Antennenverstärker bei diesem Verfahren nur auf den jeweils empfangenen Kanal richtig abgeglichen. Wenn der Abgleich an einem Ort mit hoher Empfangsfeldstärke erfolgt, ist zwischen Verstärker und Fernsehempfänger noch ein Dämpfungsglied von etwa 20 dB zu schalten, damit die Übersteuerung des Fernsehempfängers sicher vermieden wird. Beim Einsatz des Antennenverstärkers am endgültigen Empfangsort entfällt dieses Dämpfungsglied selbstverständlich.

Werner W. Dieffenbach

Abstimmanzeige mit „elektronischer Waage“ für UKW-Empfänger

Für den verzerrungsarmen Empfang frequenzmodulierter UKW-Sender ist die richtige Abstimmung des Empfängers Voraussetzung. Besonders beim Stereo-Empfang können sich Verstimmungen unangenehm auswirken, weil neben dem Klirrfaktor auch das Übersprechen ansteigt. Das gilt besonders für Empfänger mit relativ knapp bemessener Bandbreite im ZF-Teil. Die bei vielen Geräten zu findende automatische Scharfabstimmung macht bei höheren Ansprüchen das sorgfältige Abstimmen des Empfängers nicht überflüssig, sondern verhindert vor allem das „Weglaufen“ der Abstimmung infolge Oszillatordrift. Die Einstellung auf den gewünschten Sender sollte stets bei abgeschalteter Scharfabstimmung erfolgen, damit man in der Mitte des Fangbereichs der Abstimmautomatik liegt.

Die herkömmliche Abstimmanzeige mit einer Anzeigeröhre (Magisches Auge), die nur von der Summenrichtspannung des Ratiodektors gesteuert wird, liefert nicht immer optimale Ergebnisse. Häufig ist das Anzeigemaximum sehr breit, oder die Röhre ist bei stark einfallenden Sendern schon übersteuert und erlaubt kein eindeutiges Ablesen. Die im folgenden beschriebene, im Prinzip schon länger bekannte Schaltung ermöglicht das genaue Abstimmen des Empfängers auf den Nulldurchgang der S-Kurve des Ratiodektors.

Wie Bild 1 zeigt, werden die beiden Systeme der EMM 801 von verschiedenen Spannungen gesteuert. Am Punkt A des (in diesem Fall symmetrisch aufgebauten) Ratiodektors liegt die halbe Summenrichtspannung mit gegenüber Masse negativem Potential. Über den Spannungsteiler R3, P1, R4 erhält das rechte Anzeigegitter der EMM 801 einen Teil dieser Spannung. Das rechte System arbeitet also wie bei konventionellen Schaltungen. Für die Ansteuerung des linken Systems wird zwar ebenfalls die negative Summenrichtspannung herangezogen, jedoch ist der Fußpunkt des Spannungsteilers R1, R2 nicht an Masse, sondern (vor dem Trennkondensator C1, Punkt B) an den NF-Ausgang geführt. An dieser Stelle wird die Differenzrichtspannung abgegriffen, die nur dann Null ist, wenn der in der Mischstufe auf die ZF umgesetzte Träger des Senders genau in den Nulldurchgang der Diskriminator-S-Kurve fällt, der Empfänger also richtig abgestimmt ist. Jede Abweichung hat je nach ihrer Richtung eine positive oder negative Spannung am Punkt B zur Folge, die das Fußpunktpotential des Spannungsteilers R1, R2 verschiebt. Dadurch ändert sich auch die dem linken Anzeigegitter zugeführte Steuerspannung. C3 bewirkt den Kurzschluß des überlagerten NF-Signals, das sonst zu verwachsenen Leuchtbalkenkonturen führt.

Ist die Differenzrichtspannung Null, dann steht – übereinstimmende Spannungsteilerverhältnisse vorausgesetzt – an beiden Anzeigegittern die gleiche Spannung. Die Leuchtbalkenlänge beider Systeme ist dann ebenfalls gleich. Bei einer Verstimmung wird dagegen je nach Richtung die Balkenlänge des linken Systems kürzer oder länger. Die richtige Abstimmung kann also ähnlich wie bei einer Waage abgelesen werden.

Um die unvermeidbaren Unterschiede zwischen beiden Röhrensystemen auszugleichen, enthält der eine Spannungsteiler den Einstellregler P1. Zum Justieren schließt man zwischen Punkt B und Masse¹⁾ ein hochohmiges Meßinstrument (Meßbereich 1... 3 V, Nullpunkt möglichst in Skalenmitte) an. Der Empfänger wird nun auf einen gut einfallenden Sender so abgestimmt, daß der Instrumentenzeiger im Nullpunkt steht. Dann stellt man mit P1 auf genau gleiche Leuchtbalkenlängen beider Systeme ein.

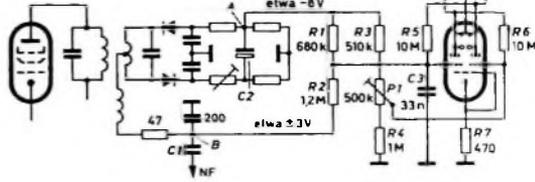


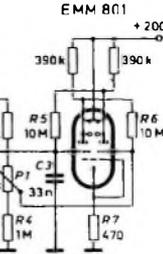
Bild 1. Schaltung der Abstimmanzeige mit einer EMM 801 in Verbindung mit dem Ratiodektor

Die Anzeigempfindlichkeit gegenüber unterschiedlichen Spannungen an den Steuergittern der EMM 801 kann erheblich erhöht werden, wenn man die Wider-

¹⁾ Bei unsymmetrischen Ratiodektorschaltungen ist statt der Masseverbindung ein künstlicher Symmetriepunkt aus zwei in Reihe geschalteten engtolerierten Widerständen von etwa 50 kOhm parallel zu C2 zu bilden.

stände R5, R6 und R7 einfügt. R5 und R6 bewirken eine Rückkopplung zwischen beiden Röhrensystemen. Sie darf aber nicht zu fest gemacht werden, damit die Schaltung nicht zum Multivibrator wird. Bei der angegebenen Dimensionierung ist ein genügender Sicherheitsabstand gewährleistet, solange der resultierende Widerstand am jeweiligen Abgriffpunkt der Spannungsteiler 500 kOhm nicht übersteigt.

Bei anderen als den im Schaltbild angegebenen Summenrichtspannungen muß man die Spannungsteiler so dimensionie-



ren, daß an den Abgriffpunkten für die Steuergitterspannungen etwa -5 V liegen. Auf jeden Fall sollte der Empfänger auf eine einwandfreie Durchlaukurve abgeglichen sein, was man zweckmäßigerweise mit Wobbelsender und Oszilloskop kontrolliert. Für die Summenrichtspannung darf sich in Abhängigkeit von der Verstimmung nur ein Maximum ergeben.

F. Gutschmidt

Technische Vorbereitungen des WDR für das Farbfernsehen

Bereits seit Mai 1963 bereitet sich der WDR im Bereich der Technik auf die zukünftigen Aufgaben des Farbfernsehens vor. Mit einem Kostenaufwand von mehr als 1,5 Mill. DM wurde ein Farbfernseh-Versuchslabor eingerichtet, das mit elektronischen Farbstudiergeräten und speziellen Meßapparaturen ausgerüstet, intensiv die betriebstechnischen Probleme des Farbfernsehens untersucht (Leiter: Dr. F. J. In der Smitten). Die Arbeiten erstrecken sich zunächst auf Funktionsuntersuchungen und Messungen an elektronischen Farbkameras, Film- und Dia-Abtastanlagen zur Ermittlung ihrer technischen Daten und betrieblichen Einsatzmöglichkeiten.

Auch auf dem Gebiet der elektronischen Farbaufnahmen sind umfangreiche Vorarbeiten erledigt worden. Im einzelnen wurden die Farbübertragungseigenschaften von elektronischen Farbkameras zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Fehlern bei der Farbsignalerzeugung und der dadurch bedingten Verfälschung der Farbwiedergabe ermittelt. Außerdem wurden die Probleme der Ausleuchtung von Farbszenen, die Beeinflussung der Szenenbeleuchtung auf die elektronische Farbbildwiedergabe sowie die Einsatzmöglichkeiten elektronischer Farbkameras bei Außenübertragungen eingehend untersucht. Nicht zuletzt erstrecken sich die Arbeiten auch auf ausgedehnte Spektraluntersuchungen zur Feststellung der Verwendbarkeit von Farben in Dekorationen und Kostümen.

Auf dem Gebiet der Farbfilmherstellung sind erste erfolgversprechende Arbeiten

abgeschlossen worden. Größere 35-mm-Farbfernseh-Filmproduktionen sind bereits in enger Zusammenarbeit mit Filmherstellern und Kopierwerken und in Anlehnung an die von der ARD (Arbeitskommission für Fernsehfilme) herausgegebenen Empfehlungen hergestellt worden. Die Probleme der Aufnahme und Wiedergabe von 16-mm-Farbfilmen werden zur Zeit intensiv bearbeitet.

Seit dem 6. Januar 1964 ist das Farblabor des WDR mit der regelmäßigen Ausstrahlung von Testsendungen zur Überprüfung von Richtfunkstrecken, Umsetzern und Empfangsanlagen, mit Ausbreitungsmessungen sowie zur Farbsignalversorgung von Industrielaboratorien beauftragt. Die dabei gewonnenen betriebstechnischen Erfahrungen führten zu einer Grundkonzeption für die Zusammenschaltung von Farbgeräten zu funktionsfähigen Studiokomplexen und konnten bei der Konzipierung eines Vierkamera-Übertragungswagens, der vom WDR bereits in Auftrag gegeben wurde, nutzbringend angewendet werden.

Für die Umstellung der Fernsehbetriebszentrale, insbesondere der beiden Sendestraßen im Fernsehstudiogebäude „An der Rechtschule“ auf die Relänge des Farbfernsehens sind Planungs- und Vorbereitungsarbeiten in vollem Gange. Die Fernsehsender des WDR sind zum Teil schon auf Farbe umgestellt. Sie gehören zu den Sendern der ARD, die das tägliche zweistündige Farbversuchsprogramm übernehmen und ausstrahlen. Die Umstellung der übrigen Anlagen ist geplant; sie soll bis Herbst 1967 abgeschlossen sein.

Der Kettenverstärker

Mit modernen Röhren kann man zwar heute auch in konventionellen Verstärkerschaltungen schon große Bandbreiten bei genügender Verstärkung erreichen. Der Kettenverstärker, dessen Wirkungsweise und Aufbau im folgenden beschrieben werden, läßt aber noch größere Bandbreiten zu. Daher muß der Radio- und Fernsehingenieur ebenso wie der Elektronikfachmann über diese Verstärkerschaltung Bescheid wissen.

1. Breitbandverstärkung mit herkömmlichen Mitteln

Die Bandbreite eines Verstärkers kann man nicht beliebig vergrößern. Vor allem wird seine obere Grenzfrequenz durch die schädlichen Kapazitäten herabgesetzt. Diese schädlichen Kapazitäten C_s setzen sich bei einem Röhrenverstärker aus der Ausgangskapazität der vorhergehenden und der Eingangskapazität der nachfolgenden Röhre, aus deren Rückwirkungskapazität sowie den unvermeidbaren Schaltkapazitäten zusammen. Da die schädliche Kapazität wechselstrommäßig parallel zum Arbeitswiderstand R_a der Röhre liegt, verringert sie dessen Wert bei hohen Frequenzen und setzt somit die Verstärkung herab. Um diesem Verstärkungsabfall entgegenzuwirken, wählt man in der Breitbandverstärkertechnik den Arbeitswiderstand grundsätzlich verhältnismäßig klein; die Verstärkung fällt dann bei hohen Frequenzen nicht so rasch ab. Zum Heraufsetzen der oberen Grenzfrequenz eines Verstärkers wendet man außerdem einen Kunstgriff an (Bild 1):

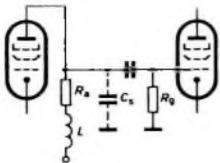


Bild 1. Anhebung der oberen Grenzfrequenz durch Kompensation von C_s durch L

Mit dem Arbeitswiderstand R_a wird eine Induktivität L in Reihe geschaltet. Zusammen mit der schädlichen Kapazität C_s wirkt diese Anordnung als gedämpfter Parallelschwingkreis, dessen Resonanzfrequenz etwa der gewünschten oberen Grenzfrequenz entsprechen sollte. Allerdings muß die Spule L genügend gedämpft werden, da sonst ein Überspringen besonders beim Verstärken von Impulsen auftritt.

2. Warum Kettenverstärker?

Mit der Kompensationsschaltung nach Bild 1 ergibt sich eine Bereichserweiterung in Richtung hoher Frequenzen etwa um den Faktor 1,6. Verwendet man moderne Röhren mit geringen Eigenkapazitäten und großer Steilheit, so erreicht man im günstigsten Fall eine Bandbreite von rund 60 MHz. Allerdings sind dann keine großen Verstärkungen mehr zu erwarten. Der Verstärkungsfaktor fällt nämlich mit größer werdender Bandbreite immer mehr ab. Dies geht auch aus Gl. (1) hervor, mit

der sich die Bandbreite B eines Verstärkers berechnen läßt

$$B = \frac{S}{2\pi \cdot V \cdot C_s} \quad (1)$$

Darin ist V der Verstärkungsfaktor, C_s die schädliche Kapazität und S die Röhrensteilheit. Die Bandbreite hängt demnach außer von der Verstärkung nur von dem Verhältnis S/C_s ab. Sie wird um so größer, je größer dieses Verhältnis ist.

Um größere Bandbreiten als 60 MHz zu erreichen, mußte man neue Möglichkeiten suchen. Wie sich die schädlichen Kapazitäten C_s kompensieren lassen, wurde bereits im Bild 1 gezeigt. Um ein möglichst großes S/C_s -Verhältnis zu erhalten, kann man die Röhren parallel schalten, wobei sich die Steilheiten der einzelnen Röhren addieren. Allerdings addieren sich dann auch die Röhrenkapazitäten. Um dies zu verhindern, schaltet man zwischen die Verstärkerrohren sogenannte Laufzeitketten, in die die schädlichen Kapazitäten mit einbezogen und dadurch unwirksam gemacht werden. Das führt zu der Schaltung eines Kettenverstärkers.

3. Wirkungsweise der Laufzeitkettenglieder

3.1. Die Laufzeit

Man kann sich ein Kabel aus unendlich vielen kleinen Induktivitäten und Kapazitäten zusammengesetzt denken (Bild 2a). Die Induktivitäten verteilen sich längs des Kabels und die Kapazitäten zwischen den beiden Adern. Wird nun an den Eingang eines solchen Kabels eine Spannung, zum Beispiel ein Rechteckimpuls, gelegt, so dauert es eine gewisse Zeit, bis die Spannung am Ausgang des Kabels erscheint. Man sagt, das Kabel hat eine Laufzeit. Diese Laufzeit τ , die um so größer ist, je größer die vorhandenen Induktivitäten und Kapazitäten des Kabels sind, kann nach Gl. (2) berechnet werden.

$$\tau = \sqrt{L \cdot C} \quad (2)$$

Bei einem normalen Kabel ist die Laufzeit sehr klein. Es gibt aber spezielle Laufzeit-

an den einzelnen Kettengliedern (Bild 2b). Die Spannung u_0 hinter dem zweiten Kettenglied eilt der Spannung u_1 am ersten Glied um beispielsweise 35° nach. Nach dem dritten Kettenglied beträgt die Phasenverschiebung 70° usw. Wird die Laufzeitkette in einem Kettenverstärker verwendet, dann muß die Phasendrehung aller Kettenglieder gleich groß sein.

3.2. Der Wellenwiderstand

Stände eine unendlich lange Laufzeitkette (oder ein unendlich langes Kabel) zur Verfügung, so würde man feststellen, daß in sie dauernd Strom hineinfließt, solange an ihren Eingangsklemmen eine Spannung liegt. Dies gilt für Gleichstrom ebenso wie für Wechselstrom. Die unendlich lange Laufzeitkette (oder das Kabel) wirkt also wie ein ohmscher Widerstand. Man spricht dabei vom Wellenwiderstand Z der Laufzeitkette oder des Kabels. Der Wellenwiderstand ist um so größer, je größer die Längsinduktivitäten und je kleiner die Querkapazitäten sind. Für Z gilt Gl. (3).

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

Schließt man eine endlich lange Laufzeitkette an ihrem Ende mit einem ohmschen Widerstand Z ab, dessen Wert dem Wellenwiderstand Z der Kette entspricht, so wirkt sie wie die unendlich lange Laufzeitkette. Beim Anlegen einer Spannung fließt also dauernd Strom in die Kette hinein, den der Abschlußwiderstand Z verbraucht. Am Ketteneingang mißt man dann wie bei der unendlich langen Laufzeitkette den Wellenwiderstand Z . Wird die Laufzeitkette dagegen mit einem Widerstand abgeschlossen, dessen Wert nicht dem Wellenwiderstand entspricht, dann wird ein Teil der hineingeschickten Energie reflektiert. Bei kurzgeschlossener oder offener Laufzeitkette kehrt die gesamte Energie wieder zum Eingang zurück. Laufzeitketten in Kettenverstärkern müssen exakt mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen sein, das heißt, es dürfen

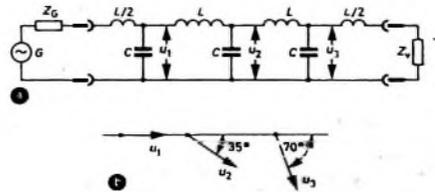


Bild 2. a) Aufbau einer Laufzeitkette, b) Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Spannungen u_1, \dots, u_3

kabel, die Laufzeiten von mehreren Mikrosekunden je Meter Kabellänge haben. Außerdem lassen sich aus konzentrierten Bauelementen (Spulen und Kondensatoren) Laufzeitketten aufbauen. Derartige Laufzeitketten werden beim Kettenverstärker verwendet. Die Laufzeit der Kette muß dabei für alle zu übertragenden Frequenzen gleich groß sein.

Infolge der Laufzeit ergeben sich Phasenverschiebungen zwischen den Spannungen

keine Reflexionen auftreten. Voraussetzung hierfür ist, daß auch der Innenwiderstand Z_G des Generators wenigstens annähernd gleich dem Wellenwiderstand Z der Laufzeitkette ist.

4. Wirkungsweise des Kettenverstärkers

Bei einem Kettenverstärker sind die Röhren parallel geschaltet, weil sich dadurch die Röhrensteilheiten addieren. Die Röhren werden aber durch Laufzeitketten-

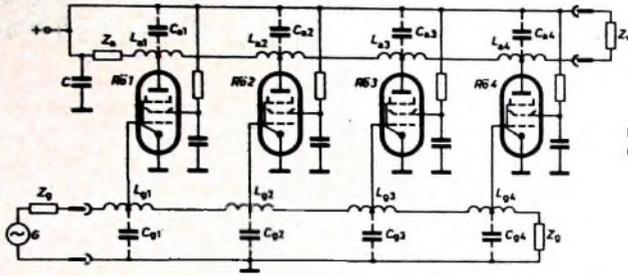


Bild 3. Schaltung eines Kettenverstärkers

glieder voneinander getrennt (Bild 3). Als Kapazitäten für die Laufzeitketten verwendet man die schädlichen Eigenkapazitäten der Röhren.

Im Bild 3 liegt im Anoden- und Gitterkreis der Röhren je eine solche Laufzeitkette. Die Gitterkette besteht aus den Induktivitäten $L_{g1} \dots L_{g4}$ und den Kapazitäten $C_{g1} \dots C_{g4}$. An die Gitterkette wird der Generator G angeschlossen, dessen Innenwiderstand Z_G etwa dem Wellenwiderstand der Gitter-Laufzeitkette entsprechen sollte. Die Gitterkette ist an ihrem Ende mit dem Abschlußwiderstand Z_R abgeschlossen. Dieser Widerstand muß dem Wellenwiderstand der Gitter-Laufzeitkette entsprechen, um unerwünschte Reflexionen zu vermeiden.

Die Generatorspannung durchläuft die Gitterkette und wird im Abschlußwiderstand Z_R verbraucht. Dabei entstehen an den Verzweigungspunkten der Gitterspulen $L_{g1} \dots L_{g4}$ Wechselspannungen, die die Gitter der einzelnen Röhren steuern. Wegen der Laufzeiten der Kettenglieder bestehen zwischen diesen Spannungen Phasenunterschiede, die von Kettenglied zu Kettenglied gleich groß sein müssen. Die Gitterspannung von R6 2 möge also gegenüber der von R6 1 um beispielsweise 35° nacheilen und die Gitterspannung von R6 3 um weitere 35° , also um insgesamt 70° und so weiter.

Die Eingangsspannung steuert also nacheinander die einzelnen Röhren. In derselben Reihenfolge treten die verstärkten Wechselspannungen an den Verzweigungspunkten der Anodenspulen $L_{a1} \dots L_{a4}$ auf (diese Spannungen sind jedoch um 180° gegenüber den Gitterspannungen phasenverschoben). Die Anodenwechselspannungen teilen sich in zwei Komponenten auf, von denen die eine zum Ausgang läuft, während die andere im Abschlußwiderstand Z_R verbraucht wird. Damit das gleiche Signal infolge von Reflexionen nicht mehrmals am Ausgang erscheint, muß der Abschlußwiderstand Z_R genau dem Wellenwiderstand der Anodenkette entsprechen.

Zwischen den verstärkten Wechselspannungen an den einzelnen Verzweigungspunkten der Anodenkette bestehen wieder Phasenunterschiede, die genauso groß sein müssen wie die Phasenunterschiede der Gitterspannungen. Das bedeutet, daß die Anodenkette die gleiche Laufzeit haben muß wie die Gitterkette, daß also $L_a \cdot C_a = L_g \cdot C_g$ sein muß. Die Anodenwechselspannung von R6 2 eilt deshalb der Anodenwechselspannung von R6 1 ebenfalls um 35° nach und die von R6 3 um weitere 35° , wenn die Phasenverschiebungen zwischen den Gitterspannungen ebenfalls jeweils 35° betragen. Bis nun die am ersten Verzweigungspunkt der Kette (an L_{a1}) verstärkt auftretende Wechselspannung am Verzweigungspunkt von L_{a2} angelangt ist, hat sich ihre Phase so weit gedreht, daß sie mit der dort auftretenden

Spannung phasengleich ist. Da sich gleichphasige Spannungen addieren, erhöht sich die Spannung von Glied zu Glied der Anodenkette, denn an jedem Verzweigungspunkt addiert sich die von der jeweiligen Röhrenanode neu hinzukommende, verstärkte Spannung zu der an diesem Punkt schon vorhandenen Spannung.

Am Verbraucherwiderstand Z_V tritt die verstärkte Gesamtspannung auf. Der Wert des Verbraucherwiderstandes darf vom Wellenwiderstand der Anodenkette abweichen. Das ist wichtig, wenn mehrere Verstärkereinheiten hintereinander geschaltet werden sollen, bei denen der Wellenwiderstand der Gitterkette von dem der Anodenkette verschieden ist.

5. Die Verstärkung beim Kettenverstärker
Bei einem herkömmlichen Verstärker sind die einzelnen Röhrenstufen wechsellspannungsmäßig in Reihe geschaltet, und die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Stufen multiplizieren sich miteinander zur Gesamtverstärkung. Man erhält dann also die Gesamtverstärkung V_{ges} bei gleichen Stufenverstärkungen $V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n = V$, wenn man diese mit der Anzahl n der Verstärkerstufen potenziert:

$$V_{ges} = V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot \dots \cdot V_n = V^n. \quad (4)$$

Bei einem Kettenverstärker sind dagegen alle Röhren parallel geschaltet. Daher addieren sich die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Röhrenstufen zur Gesamtverstärkung. Man erhält also die Gesamtverstärkung V_{ges} eines Kettenverstärkers, wenn man bei gleichen Verstärkungsfaktoren die Verstärkung V einer einzelnen Röhrenstufe mit der Anzahl n der Stufen multipliziert:

$$V_{ges} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = V \cdot n. \quad (5)$$

Für die Verstärkung einer Röhre gilt $V = S \cdot R_a$ (Verstärkungsfaktor bei Pentoden). Der wirksame Arbeitswiderstand an jeder Röhrenanode ist beim Kettenverstärker gleich dem halben Wellenwiderstand der Anodenkette, also $Z_a/2$ (vorausgesetzt, daß die Kette an beiden Enden mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen ist). Die Verstärkung einer einzelnen Röhre ist daher beim Kettenverstärker

$$V = S \cdot \frac{Z_a}{2}. \quad (6)$$

Mit Gl. (5) ergibt sich daraus für die Gesamtverstärkung

$$V_{ges} = n \cdot S \cdot \frac{Z_a}{2}. \quad (7)$$

Auch wenn die Verstärkung einer einzelnen Stufe beim Kettenverstärker < 1 ist, erhält man noch eine brauchbare Gesamtverstärkung. Zum Beispiel ergibt sich mit $V = 0,7$ der Gesamtverstärkungsfaktor bei einem Kettenverstärker mit vier Röhren

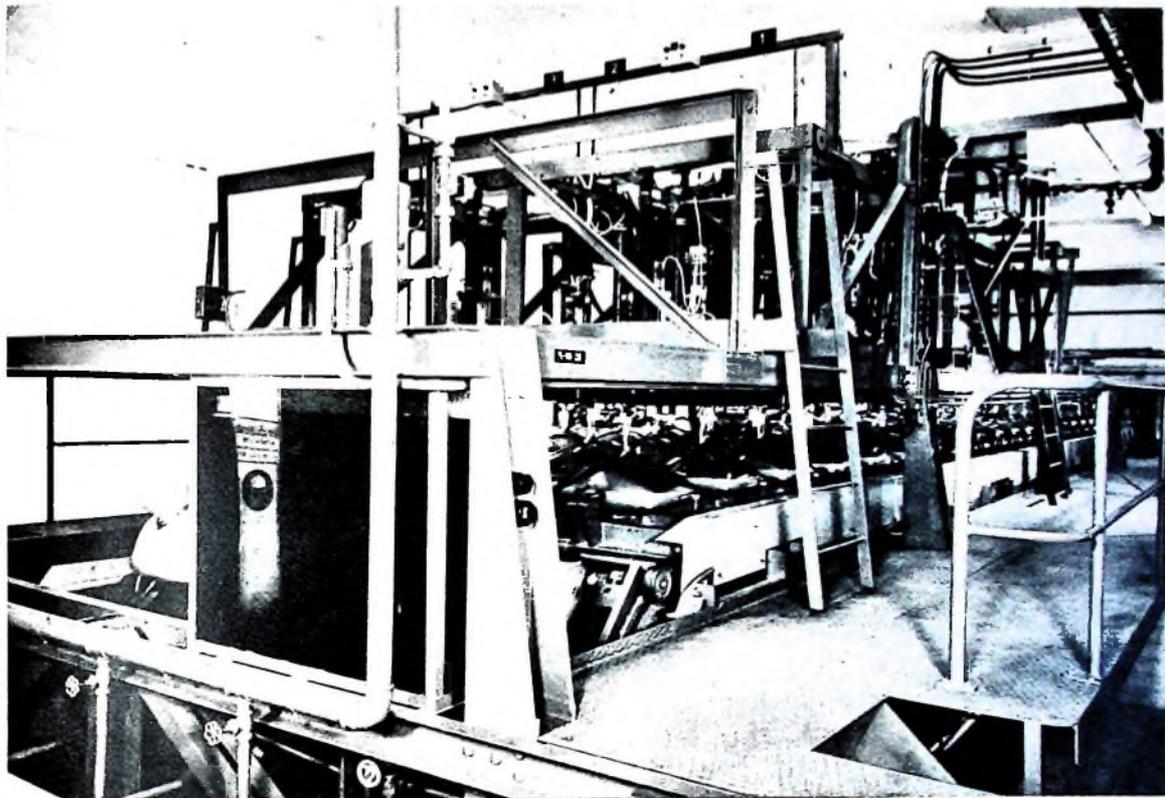
immerhin noch zu $V_{ges} = 4 \cdot 0,7 = 2,8$. Bei einem konventionellen Verstärker, bei dem die Röhren wechsellspannungsmäßig hintereinander geschaltet sind, wäre die Gesamtverstärkung bei gleicher Stufenverstärkung nur noch $V_{ges} = 0,7^4 \approx 0,24$.

Da auch eine Gesamtverstärkung von 2,8 für einen Verstärker nicht sehr groß ist, schaltet man mehrere Kettenverstärkereinheiten hintereinander. Die Ausgangsspannung der ersten Einheit wird dabei dem Eingang der zweiten Einheit zugeführt usw. Dadurch multiplizieren sich die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Einheiten. Bei drei Verstärkereinheiten erhält man dann bei einer Verstärkung von 2,8 je Einheit eine Gesamtverstärkung von $2,8^3 \approx 22$. Um diese Verstärkung zu erreichen, sind zwar immerhin 12 Röhren erforderlich, die Verstärkung ist aber trotzdem beträchtlich, wenn man bedenkt, daß die „Gesamtverstärkung“ bei drei hintereinander geschalteten konventionellen Verstärkereinheiten (mit der gleichen Gesamt-Röhrenzahl) nur $0,24^3 \approx 0,014$ (!) ist.

Nun taucht vielleicht die Frage auf, ob es zweckmäßiger ist, nur eine Verstärkereinheit vorzusehen, die viele Röhren enthält, oder aber mehrere Einheiten mit entsprechend weniger Röhren zu verwenden. Würde man beispielsweise eine Verstärkereinheit mit 12 Röhren bauen, von denen jede eine Verstärkung von 0,7 liefert - um bei dem angegebenen Beispiel zu bleiben -, so bekäme man eine Gesamtverstärkung von $0,7 \cdot 12 = 8,4$. Würde man diesen Verstärker in drei Einheiten mit je 4 Röhren unterteilen, so ergäbe sich eine Gesamtverstärkung von $2,8^3 \approx 22$.

Beim Hintereinanderschalten mehrerer Verstärkereinheiten verringert sich aber die Bandbreite des gesamten Verstärkers. Man hat dann zwar eine größere Verstärkung, jedoch eine kleinere Bandbreite als mit nur einer Einheit von 12 Röhren. Wie sich mathematisch nachweisen läßt, ergibt sich ein Optimum an Bandbreite bei gleichzeitig optimaler Verstärkung, wenn mehrere Verstärkereinheiten verwendet werden, von denen jede eine Verstärkung von 2,718 (= e) hat. Bei einer bestimmten geforderten Verstärkung ist dann die Anzahl der benötigten Verstärkereinheiten gleich dem natürlichen Logarithmus der geforderten Gesamtverstärkung.

Da man bei einem Kettenverstärker in jedem Fall eine „echte“ Verstärkung erhält, kann man als Anodenwiderstände der Röhren Kettenleiter mit niedrigem Wellenwiderstand verwenden, so daß sich dadurch eine große Bandbreite ergibt. Die Bandbreite einer Verstärkerstufe wächst ja mit kleiner werdender Verstärkung, das heißt mit kleiner werdenden Arbeitswiderständen. Man erreicht mit Kettenverstärkern Bandbreiten bis 500 MHz und darüber. Diese Kettenverstärker benötigen allerdings eine große Anzahl von Röhren, wenn sie auch eine ausreichende Gesamtverstärkung liefern sollen, weil man dann mehr Röhren je Verstärkereinheit einsetzen muß, um bei dieser Bandbreite noch eine Verstärkung von etwa 2,718 je Einheit zu erhalten. Zum Beispiel gibt es Kettenverstärker, die 50 Röhren und mehr enthalten. Solche Anordnungen sind natürlich sehr kostspielig und werden darum nur in Sonderfällen verwendet. Schließlich sei noch erwähnt, daß beim Kettenverstärker auch die Gleichspannungskomponente eines Signals mitverstärkt werden kann. (Fortsetzung folgt!)



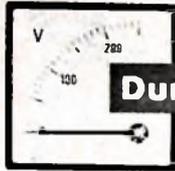
Ein Automat garantiert die Güte des Leuchtschirms

Das Auftragen der Leuchtschicht im Glaskolben ist ein diffiziler Vorgang. Höchste Gleichmäßigkeit dieser Schicht ist Voraussetzung für eine gute Bildqualität. Das überlassen wir nicht dem Zufall. Ein moderner, elektronisch gesteuerter Vollautomat besorgt diese

Arbeit stetig und zuverlässig. Deshalb können wir eine gleichmäßige Qualität und günstige Bildhelligkeit erzielen, deshalb die Zuverlässigkeit garantieren. Unsere neue 65 cm-Großbildröhre ist der Beweis.

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren
73 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112
Fernsprecher (0711) 3 51 41, Fernschreiber 7-235 94





Durch Messen zum Wissen

P. ALTMANN

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 6, S. 177

70

Wer den Aufwand für Frequenzmeßversuche im Niederfrequenzbereich nicht scheut, kann beispielsweise die Schaltung nach Bild 32 nachbauen. Sie besteht im Prinzip aus einem unselbständigen Multivibrator mit der Röhre ECC 82, der für eine absolut

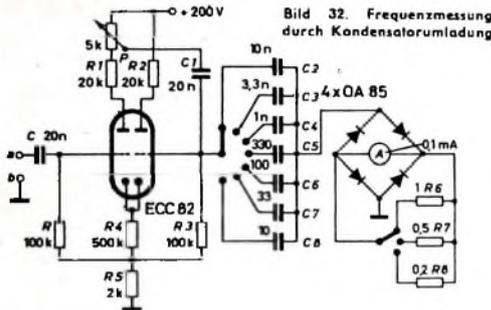


Bild 32. Frequenzmessung durch Kondensatorumladung

konstante Meßspannung unabhängig von dem angelegten Wert sorgt, den Meßkondensatoren C 2 ... C 8 und einer Gleichrichteranordnung, die zur Anzeige dient. Mit dem unselbständigen Multivibrator wird, wenn eine Meßspannung nahezu beliebiger Größe an die Anschlüsse a, b gelegt wird, eine Rechteckspannung absolut konstanter Amplitude erzeugt, was nach den früheren Ausführungen eine wichtige Voraussetzung ist.

Der Multivibrator arbeitet folgendermaßen: Zunächst ist das erste System der Röhre gesperrt. Trifft nun auf das Steuergitter über C eine positive Meßspannung, so erhöht sich der Anodenstrom des ersten Systems; das Potential am Abgriff des Potentiometers P sinkt. Dieser Potentialsprung überträgt sich über C 1 auf das Gitter des zweiten Systems, dessen Anodenstrom zurückgeht. Infolgedessen wird der untere Anschluß von R 4 etwas positiver gegenüber der Katode, die Vorspannung des ersten Systems wird wegen R etwas kleiner, und der Anodenstrom dieses Systems nimmt nochmals zu, wobei er sich infolge des Rückkopplungsvorgangs schnell auf einen hohen Wert aufschaukelt. Wird nun die Meßspannung kleiner, so nimmt auch der Anodenstrom des ersten Systems ab; der an P auftretende Spannungssprung überträgt sich wieder über C 1 auf das Steuergitter des zweiten Systems, dessen Anodenstrom sich vergrößert und dadurch über R 4 das Gitter des ersten Systems negativ macht. Auch hier sorgt der Rückkopplungsvorgang dafür, daß der Anodenstrom des ersten Systems sehr schnell auf nahezu Null gesteuert wird. Auf diese Weise kommt die Rechteckspannung zustande, deren Dächer einerseits durch den Höchstwert der Betriebsspannung, andererseits durch die Restspannung der Röhre bestimmt werden.

Die Höhe der an a - b angelegten Meßspannung hat auf die Amplitude dieser Rechteckspannung überhaupt keinen Einfluß. Diese Spannung dient nun zur Frequenzmessung nach dem in Bild 31 erörterten Grundprinzip; sie speist die Meßkondensatoren C 2 ... C 8, und mit der Diodenbrücke erfolgt eine Gleichrichtung, so daß man an dem zwischen den Diagonalepunkten liegenden Meßinstrument einen Zeigerausschlag ablesen kann, dessen Größe sich nach der Höhe der Frequenz richtet. Die Widerstände R 6 ... R 8 liegen parallel zum Instrument und begrenzen dessen Höchstauschlag, so daß man jeden Meßbereich genau einregulieren kann. Zum Betrieb genügt eine Spannung

von 200 V, die wir wieder unserem Netzgerät entnehmen. Mit dem in Bild 32 eingetragenen Werten lassen sich Frequenzbereiche zwischen 100 Hz und 100 kHz erfassen. Da man für einige Meßbereiche mit derselben Skala auskommt, braucht man nicht sechs, sondern nur drei Widerstände parallel zum Instrument, die in den kritischen Bereichen, wie angegeben, zur Korrektur dienen. Bei der praktischen Ausführung eines solchen Gerätes ist es wichtig, daß die Kondensatoren möglichst verlustfrei sind und daß ihre Kapazitätswerte auch über längere Zeit hinweg konstant bleiben; sie dürfen auch von der Temperatur nicht abhängen. Man verlangt zweckmäßigerweise Kondensatoren für Meßzwecke, die allerdings etwas teurer als normale Ausführungen sind. Die Messung höherer Frequenzen ist nach dieser Methode nicht gut möglich, weil dann nämlich schädliche Kapazitäten eine Rolle zu spielen beginnen, die einerseits die Form der Rechteckspannung verschleifen und andererseits den Gleichrichter mehr oder weniger stark kurzschließen, so daß sich Meßfehler ergeben.

Es gibt auch Geräte, bei denen der Meßkondensator periodisch umgeladen wird. Dabei erhält der Kondensator einen impulsförmigen Ladestrom; anschließend erfolgt eine schnelle Entladung. Gemessen wird der Mittelwert des so zustandekommenden Stroms in dem Kondensator. Das Verfahren hat an sich Ähnlichkeit mit der soeben beschriebenen Methode, verfügt aber über einige Vorteile. Indessen ist der richtige Aufbau nicht ganz einfach und setzt einen nicht unerheblichen Aufwand voraus, so daß wir es bei diesem Hinweis bewenden lassen wollen.

Selbstverständlich kann man alle beschriebenen Frequenzmesser nicht nur mit Röhren, sondern auch mit Transistoren aufbauen. Es sind heute Schaltungen entwickelt worden, die weitgehend temperaturunabhängig arbeiten und recht gute Ergebnisse liefern. In dem den Hochfrequenzmessungen gewidmeten Abschnitt werden wir noch einige weitere Methoden zur Frequenzmessung kennenlernen, die sich bei Niederfrequenz schlecht anwenden lassen.

3.13 Klirrfaktormessungen

Der Klirrfaktor ist eine besonders in der Niederfrequenztechnik sehr wichtige Größe, da er ein eindeutiges Maß für die nicht-linearen Verzerrungen einer Spannung oder eines Stroms darstellt. Definitionsgemäß gilt für den Klirrfaktor

$$k = \sqrt{\frac{A_2^2 + A_3^2 + \dots}{A_0^2}}$$

Darin bedeutet A_0 die Amplitude der Gesamtschwingung und A_2, A_3, \dots die Amplituden der Oberwellen. Es kommt also auf das Verhältnis zwischen der geometrischen Summe der Amplitude aller Oberwellen und der Amplitude der Gesamtschwingung an. Aus dieser an sich einfachen und zweckmäßigen Definition ergibt sich eigentlich schon das Grundprinzip einer Klirrfaktormessung: Man muß versuchen, die in der Spannung enthaltenen Oberwellenamplituden allein, also getrennt von der Grundwelle, zu messen, und zusätzlich die Amplitude der Gesamtschwingung bestimmen. Wenn man demnach ein Voltmeter hat, das nur auf die Summe der Oberwellenamplituden anspricht, und wenn man gleichzeitig die Amplitude der Gesamtschwingung konstanthält, so läßt sich dieses Voltmeter unmittelbar in Klirrfaktorwerten eichen. Auf diesem Grundgedanken beruhen die meisten Klirrfaktor-Meßgeräte.

Man kann noch weitergehen und jeweils den Klirrfaktor ermitteln, für den eine Oberwelle bestimmter Ordnungszahl maßgebend ist. Will man zum Beispiel wissen, welchen Klirrfaktor die zweite oder die dritte Harmonische allein hervorruft, so muß man dafür sorgen, daß das betreffende Voltmeter nur die Amplitude der betreffenden Harmonischen anzeigt. Dann kann man den sogenannten quadratischen oder den kubischen Klirrfaktor (k_2 oder k_3) messen. Solche Spezialmessungen wollen wir im Rahmen dieser Aufsatzreihe jedoch außer Betracht lassen, aber einige grundsätzliche Möglichkeiten und Schaltungen zur Messung des Gesamt-Klirrfaktors kennenlernen.

auch
für
ganz
Stolze

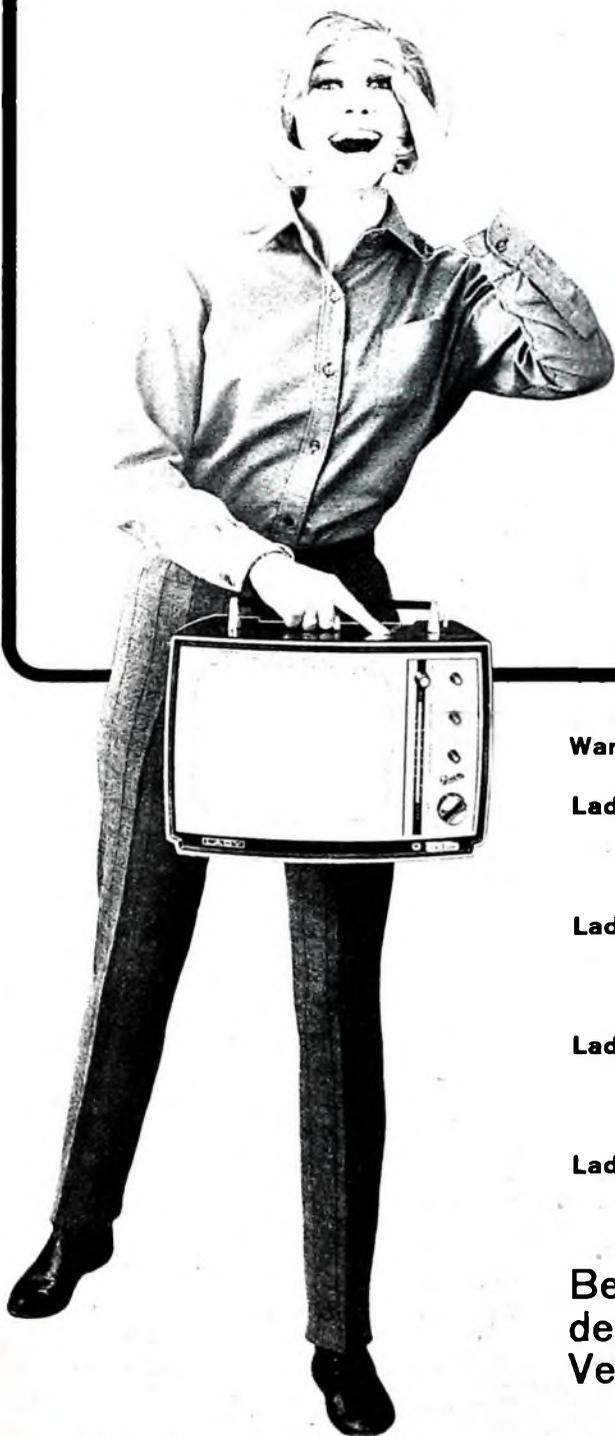


Das Heninger-Sortiment
kommt jedem entgegen:
900 Fernseh-Ersatzteile,
alle von namhaften
Herstellern.
Qualität im Original
— greifbar ohne
Lieferfristen, zum
Industriepreis und
zu den günstigen
Heninger-Konditionen.

Lieferung nur an
Fernsehwerkstätten
(Privat-Besteller
bleiben unbefehlet)

Ersatzteile
durch Heninger

Dieses kleine Graetz-Fernsehgerät ist die größte Graetz-Überraschung 1966!



Denn Lady von Graetz ist nicht irgendein transportables Fernsehgerät, sondern ein Fernseher, der alle Forderungen erfüllt, die an ein tragbares Fernsehgerät gestellt werden (deshalb hat es so lange gedauert, bis wir die „Lady“ auf den Markt brachten)! Haben Sie bitte Verständnis dafür, wenn es zu Lieferengpässen kommen sollte. Wir werden alles tun, um die Nachfrage nach Graetz Lady zu befriedigen. Trotzdem unser Rat: rechtzeitig bestellen!
Wer zuerst kommt, mahlt zuerst!

Warum ist Graetz Lady etwas Besonderes?

- Lady ist transistorisiert:** dadurch **sekundenschnell betriebsbereit** (Ton sofort da, Bild schon nach 15 Sek.), funktionssicher und stoßunempfindlich.
- Lady bringt überdurchschnittliche Leistungen:** auch in wenig idealer Empfangslage ohne großen Antennenaufwand kontrastreiche Bilder.
- Lady ist leicht zu bedienen:** durch Programmspeicher-Automatik und Bereichs-(Programm-)Taste. Keine Antennenumschaltung bei Bereichswechsel.
- Lady ist vielseitig:** Betrieb an Stromnetz und durch den „denkenden“ Autoadapter an der Autobatterie (6 und 12 Volt).

Begriff
des
Vertrauens

Wie läßt sich nun der beschriebene meßtechnische Grundgedanke verwirklichen? Wenn es gelingt, aus der Meßspannung die Amplitude der Grundwelle, die ja stets bei weitem überwiegt, zu entfernen, die Amplituden der Oberwellen dagegen nicht zu schwächen, so ist man bereits nahezu am Ziel. Zur Ausübung der Grundwelle verwendet man Frequenzbandsperrern¹⁾, die es in verschiedenartigen Ausführungen gibt, zum Beispiel in T- und II-(Pi-)Schaltung, die allerdings Induktivitäten enthalten, deren Abgleich schwierig und nur mit genauen Meßmitteln durchzuführen ist. Außerdem sperren sie zwar die Grundwelle sehr wirksam, beeinträchtigen jedoch auch die benachbarten Oberwellen, so daß ein zu kleiner Klirrfaktor angezeigt werden würde.

71 Eine sehr brauchbare und vor allem billig herzustellende Sperre ist dagegen das sogenannte RC-Doppel-T-Glied, dessen Grundschaltung Bild 33 zeigt. Es besteht aus den Widerständen R und R₁ sowie den Kondensatoren C und C₁, wobei R und C zweimal, R₁ und C₁ jedoch nur einmal vorkommen. Legt man an die linken Anschlüsse die Meßspannung U_e, so wird deren Grundwelle bei einer bestimmten Frequenz so stark ausgesiebt, daß wir rechts nur noch die Summenspannung U_s der Oberwellen abnehmen. Die Frequenz, für die das gilt, läßt sich aus der Beziehung

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{R \cdot C \cdot R_1 \cdot C_1}}$$

ausrechnen. Je größer also das Produkt der beiden Zeitkonstanten ist, um so niedriger ist die von der Sperre nicht durchgelassene Frequenz. An sich könnte man mit allen vier Bauteilen R, C, R₁ und C₁ die unterdrückte Frequenz verändern. Praktisch kommt dafür aber nur R₁ in Betracht, da dieser Widerstand nur einmal in dem Glied vorhanden ist.

Die sich bei dieser Schaltung ergebende Frequenzkurve muß möglichst spitz verlaufen, denn es soll ja nur die Grundwelle, keineswegs aber eine der Oberwellen unterdrückt werden. Die Bandbreite der Sperre hängt vom Verhältnis R · C / R₁ · C₁ ab und ist für R · C = R₁ · C₁ am kleinsten. Um dieses günstigste Verhältnis einzuhalten, müßten eigentlich R und R₁ gleichzeitig geregelt

¹⁾ Tertin, H.: Frequenzbandsperrern in der NF-Technik. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 1, S. 15-18

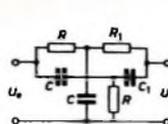


Bild 33. Grundschaltung des Doppel-T-Gliedes

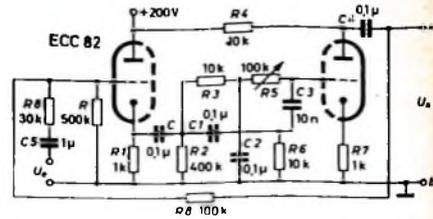


Bild 34. Das Doppel-T-Glied zwischen zwei Röhren

werden, was aber in der Praxis auf Schwierigkeiten stößt. Macht man daher nur R₁ regelbar, dann muß man eine bestimmte Mindestbandbreite beim Regeln der zu sperrenden Frequenz in Kauf nehmen.

Leider ist bei dieser einfachen Schaltung die Dämpfung der ersten Oberwelle schon zu groß. Man erhält jedoch eine sehr brauchbare Schaltung, wenn das Doppel-T-Glied zwischen zwei Röhren arbeitet, die stark gegengekoppelt sind. Eine solche Schaltung zeigt Bild 34¹⁾. Das Doppel-T-Glied besteht hier aus R₃, C₁, C₃, R₅, R₆ und C₂. R₆ arbeitet als Katodenfolger. Die Meßspannung U_e gelangt über C₅ und den Entkopplungswiderstand R₈ zum Steuergitter; R ist lediglich ein möglichst großer Gitterableitwiderstand. Am Katodenwiderstand R₁ wird die Spannung abgenommen und über C dem Doppel-T-Glied zugeführt. Sein Ausgang liegt am Gitter von R₆, die zunächst zur Gegenkopplung einen großen Widerstand R₇ in der Katodenleitung enthält. Der entscheidende Gegenkopplungszweig verläuft über R₈ und C₄ von der Anode von R₆ zum Steuergitter von R₃. R₄ ist der Außenwiderstand von R₆. Die Ausgangsspannung U_s tritt auf. Sie kann über C₄ abgenommen werden und steht dann an den Klemmen a-b zur Verfügung. Mit R₅ läßt sich die zu sperrende Frequenz einstellen.

Man erhält mit dieser Schaltung eine Frequenzkurve, bei der die Grundwelle exakt gesperrt, die erste Oberwelle jedoch bereits praktisch ungeschwächt übertragen wird. Damit lassen sich also sehr gut Klirrfaktormessungen durchführen. Es ist nur wichtig, daß man die Eingangsspannung U_e konstanthält, was bei Klirrfaktormessungen dadurch erreicht werden kann, daß man die Eingangsspannung mit einem Voltmeter überwacht und gegebenenfalls durch einen von Hand bedienten Regler konstanthält. (Fortsetzung folgt)

72

Rundfunk-Transformatoren

für Empfänger, Verstärker, Meßgeräte und Kleinsender

Ing. Erich u. Fred Engel GmbH
Elektrotechnische Fabrik
42 Wiesbaden-Schierstein

Transistortechnik für Freizeit und Beruf

Wollen Sie Transistor-Fachmann werden oder in Ihrer Freizeit mit Transistoren basteln? Möchten Sie Ihre Transistorgeräte (Empfänger, Verstärker, Meßsender, Prüfgeräte, Superhet und viel andere) selbst bauen? Wollen Sie solche Dinge reparieren lernen, zu gutem Nebenverdienst kommen oder zum hochbezahlten Fachmann aufsteigen?

Durch den hochinteressanten Fernlehrgang „Radio-Transistor-Praxis“ bilden wir Sie deheim in Ihrer Freizeit gründlich aus. Sie lernen auf neuartige und außer-gewöhnliche Weise nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch. Viele hundert Bauteile erhalten Sie neben dem schriftlichen Lehrmaterial. Sie bauen daraus unter Anleitung erfahrener Fachlehrer hochwertige Transistor-geräte auf.

Vorkenntnisse brauchen Sie nicht. Wenn Sie solche besitzen oder sogar Radio-Fachmann sind, können Sie durch diesen Lehrgang Ihre Kenntnisse vervoll-kommen und zu einem gewissen Abschluß bringen. Weitere Einzelheiten erfahren Sie durch unsere Broschüre, die wir Ihnen gern kostenlos und unverbindlich zuschicken.

INSTITUT FÜR FERNUNTERRICHT, Abt. T 7 C, Bremen 17, Postfach 7026

GUTSCHEIN

Diese interessante Broschüre erhalten Sie kostenlos! „Radio-Transistor-Praxis“

Name: _____

Anschrift: _____

Ich bitte um kostenlose und unverbindliche Zusendung der vorgenannten Broschüre.

KARLGUTH

BERLIN SO 36

Reichenberger Str. 23

STANDARD-LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm

Lösen 3 K 2

Lochmitte: Lochmitte 8 mm

Meterware: - selbst trennbar!

TECHNIK Katalog neu!

Amateurfunk - Radiotechnik - Elektronik - Transistortechnik - Bauelemente und fertige Geräte - Meßinstrumente für Bastler und Service - Bauteile - Röhren - Transistoren - Funksprachgeräte - Fachbücher - Bastelbücher - Werkzeuge u. v. a.

130 S. Großformat, viele Abbild. Schutzgeb. 1,50 in Briefm. oder Nachn. (+ Kosten)

Technik-Versand, 28 Bremen 17, Abt. K. 13, Postfach

INSTITUT FÜR FERNUNTERRICHT, Abt. T 7 C, Bremen 17, Postfach 7026

GUTSCHEIN

Diese interessante Broschüre erhalten Sie kostenlos! „Radio-Transistor-Praxis“

Name: _____

Anschrift: _____

Ich bitte um kostenlose und unverbindliche Zusendung der vorgenannten Broschüre.

METALLGEHÄUSE

ORIGINAL LEISTNER FABRIKAT

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

HIRSCHMANN, ein bedeutendes Unternehmen der radiotechnischen Branche mit 2800 Mitarbeitern in 4 Werken bietet qualifizierten Fachleuten interessante und lohnende Möglichkeiten bei der Mitwirkung an den vielfältigsten Entwicklungsaufgaben. Unser Programm umfaßt die Herstellung von RUNDFUNK- und FERNSEH-EMPFANGSANLAGEN, von der einfachen Zimmerantenne bis zu Großanlagen mit 1000 Anschlüssen; AUTOANTENNEN für alle erreichbaren Wagentypen, Koffergeräteantennen und sonstige Teleskopantennen für alle Anwendungsgebiete sowie STECKVERBINDUNGEN für Rundfunk, Fernsehen, elektronische Geräte, Werkzeugmaschinen und Laborbedarf.

In neu eingerichteten, wesentlich vergrößerten Entwicklungsabteilungen wollen wir weitere Arbeitsgruppen einsetzen, um dem dynamischen Voranschreiten der Technik auf unserem Fertigungsgebiet gerecht zu werden. Hier liegt die Chance für neue aktive, ideenreiche Mitarbeiter als

Konstrukteure

Labor-Ingenieure (TH und HTL)

Labor-Techniker

Für Mitarbeiter, welche bereit sind, für einige Zeit in Entwicklungsabteilungen unserer ausländischen Tochterunternehmen in Österreich und Frankreich tätig zu sein, zeichnet sich ein aussichtsreiches Betätigungsfeld ab.

WAS BIETEN WIR?

Ausbaufähige Dauerstellung, die ihrer Bedeutung entsprechend dotiert wird; Unterstützung bei der Wohnraumbeschaffung; verbilligten Mittagstisch; gesundes Betriebsklima.

KÖNNTE DAS IHRE STELLUNG SEIN?

Dann reichen Sie bitte Ihre Offerte mit den üblichen Bewerbungsunterlagen unserer Personalabteilung ein. Wir sichern Ihnen absolute Diskretion zu.



RICHARD HIRSCHMANN, Radiotechnisches Werk
73 Eßlingen a. N., Ottilienstraße 19
Postfach 110 - Tel. 35 83 43



Wir suchen für verschiedene Verkaufsbezirke in der Bundesrepublik, insbesondere für unsere Verkaufsbüros in Berlin, Frankfurt, Hamburg, Hannover und Stuttgart als Mitarbeiter im Angestellten-Verhältnis

Reisevertreter

für den Vertrieb unserer Sprechfunkgeräte

Erfahrungen im Außendienst und Kenntnisse auf dem Gebiet der Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik sind erforderlich.

Außerdem suchen wir

Reisevertreter

f. d. Verkauf unserer Fernseh-Antennen
Vorausgesetzt werden Erfahrungen im Außendienst und entsprechende Fachkenntnisse.

Für unser Verkaufsbüro Hannover suchen wir

Reisevertreter

für den Vertrieb unserer Gemeinschaftsantennen im Raum Hannover/Braunschweig.

Für diesen Arbeitsplatz sind Erfahrungen im Außendienst und Kenntnisse auf dem Gebiet der Antennentechnik sowie der Planung und Installation von Gemeinschaftsantennen erforderlich.

Wir bieten Festgehalt, Provision und Tagegelder.

Schriftliche Bewerbungen erbitten wir an unsere Personalabteilung.

ROBERT BOSCH ELEKTRONIK U. PHOTOKINO GMBH
1 Berlin 33 (Wilmerdorf), Forckenbeckstraße 9-13

WIR SUCHEN

RADIO-ELEKTRIKER

(für Radio-Plattenspieler- und Hi-Fi-Geräte Reparaturen)

Wir sind das älteste Fachgeschäft des Kantons Graubünden mit Hauptgeschäft in Chur (Kantons-hauptstadt) Sind Sie Sportler und Naturfreund, ist Chur der ideale Ort (Nähe Arosa, Davos, Films, Engadin). — Bewerbung mit Lebenslauf, Zeugnissen und Gehaltsanspruch sind zu richten an:

RADIO-FERNSEH BERNHARD, CHUR
Kt. Graubünden/Schweiz

Ingenieuren, Radio- u. TV-Technikern

bieten wir in Abt. Entwicklung, Konstruktion oder Prüffeld bei überörtlicher Bezahlung interessante Aufgabengebiete in der Fachrichtung Medizin-Elektronik

MELA K. G., 1 München 25, Implerstraße 23



SIEMENS Wir suchen

Radio- und Fernstechniker

zum Prüfen von medizin. Geräten.

Technische Zeichner und Techniker

zum Ausarbeiten von technischen Unterlagen für medizinische Meßplätze.

Bewerber mit soliden Fachkenntnissen finden ein interessantes Arbeitsgebiet mit guten beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen (Lichtbild, Lebenslauf und Zeugnisabschriften) unt. Angabe der Gehaltswünsche an

SIEMENS-REINIGER-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT
Personalabteilung / Angestellte
8520 Erlangen, Henkestraße 127

Wir suchen zur Erweiterung des Mitarbeiterstabes
der Entwicklung Tonbandgeräte

Entwicklungsingenieur/ qualifizierten Techniker und Konstrukteur

Wir wünschen uns Bewerber mit einschlägigen
Erfahrungen und Kenntnissen.

Bitte Kurzbewerbung, eine Seite DIN A 4, handgeschrieben,
mit den wichtigsten Angaben aus dem Lebenslauf, möglichst
Lichtbild, Gehaltswunsch und frühestem Eintrittstermin an

BRAUN

Braun Aktiengesellschaft E-L, 6 Frankfurt (Main), Postfach 6165

Wir suchen

RADARTECHNIKER

für Kiel / für Hamburg

Kenntnisse als Rundfunk-
mechaniker sind erforderlich,
Sonderausbildung evtl. im
Ausland ist möglich.

Führerschein Kl. III erwünscht.

ELNA G. m. b. H.

2 Hamburg 1
Hammerbrookstraße 80

Wir suchen für sofort oder später für unsere Elektronik-
abteilung

- 1 Ingenieur
1 Meister + 2 Gesellen**

der Fachrichtung Schwachstromtechnik (Hochfrequenz- oder
Fernmeldelechnik).

Ausführliche schriftliche Bewerbung mit Lebenslauf, Zeug-
nisabschrift und Lichtbild sind zu richten an:

Max-Planck-Institut, Abt. Strahlenchemie
433 Mülheim (Ruhr), Stiftstraße 34-36

Kaufgesuche

HANS HERMANN FROMM bittet um An-
gebot kleiner und großer Sonderposten
in Empfangs-, Send- und Spezialröhren
aller Art, Berlin 31, Pehrbelliner Pl. 3.
Telefon: 87 33 95 / 96. Telex: 1-84 509

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

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio-
und Fernsehtechnik durch Christiani-Fern-
kurse Radiotechnik und Automation. Je
25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur
und Abschlußzeugnis. 800 Seiten DIN A4.
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

BESTE GELEGENHEIT

für strebsamen und selbständigen

Radio- und Fernsehentechniker

Spezialwerkstatt, kompl. ausgerüstet
u. besetzt mit großem Stammkunden-
kreis, in unterfränk. Kreisstadt zu
verpachten. (Keine Meisterprüfung
erforderlich.)

Anfragen mit Lebenslauf und Licht-
bild erbeten unter F. P. 8481.



VOLLMER

- 2 VU-Meter
mit Umschalter
„Band direkt“
- stufenloser Umspulregler
- Bandgeschwindigkeiten
9,5 und 19,05 cm/sec.

Magnetbandgerät Typ 200 Stereo-Mono,
dreimotorig, gedacht für Hi-Fi-Anlagen, also ohne
Mikrofonverstärker und Leistungsendstufe.



GEMA-Einwilligung vom Erwerber einzuholen.

EBERHARD VOLLMER • 731 PLOCHINGEN a. N. • POSTFACH 88

**Wer schreibt
der bleibt**

Mogler-Kassen halten schnell + = fest,
erleutern, gliedern auf, sichern autom.,
und alles ist noch sparsam getrennt zur
schnellen Abrechnung zur Verfügung. Fordern
Sie bitte unverbindlich Prospekt 188
Mogler-Kassenfabrik - 71 Hellbronn

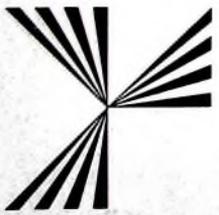


E.-Thälmann-Str.56



**TOURING-Klangform
bietet mehr!**

Der meistgekaufte Universalsuper
überrascht Sie mit neuer Form
und noch besseren
Klangeigenschaften!



SCHAUB-LORENZ