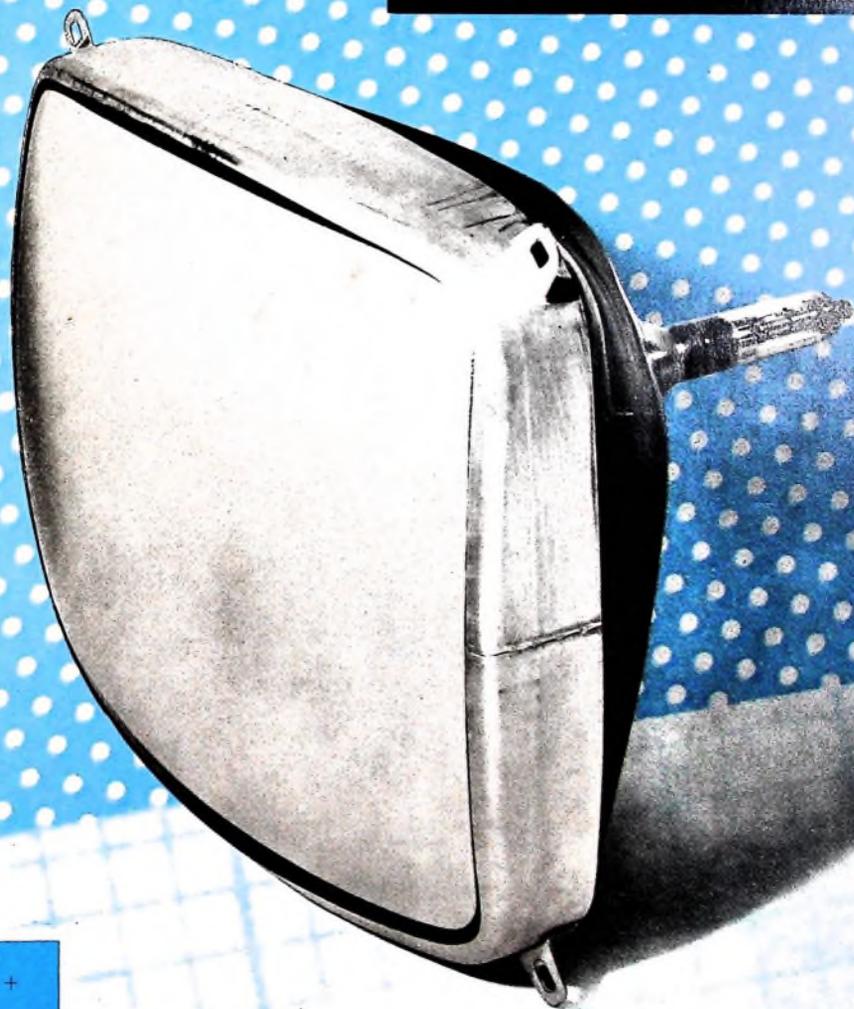


BERLIN

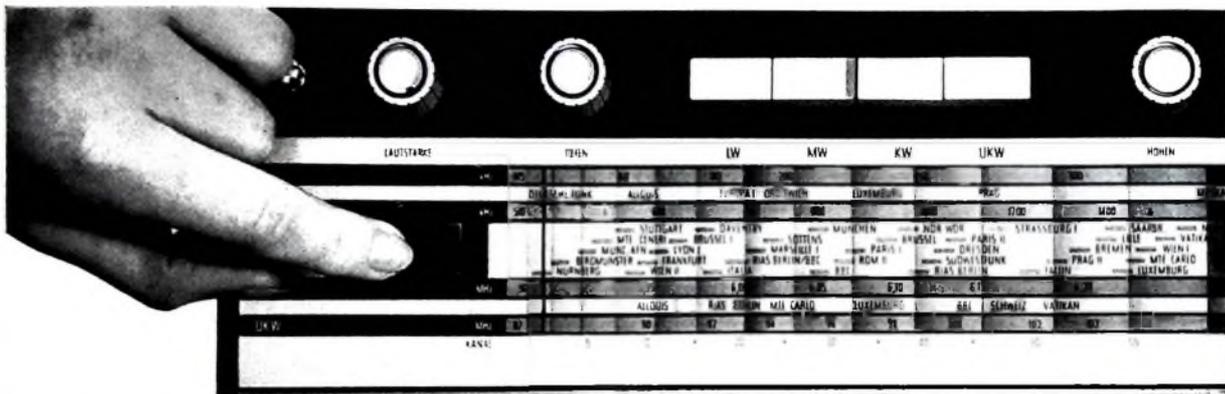
FUNK- TECHNIK

A 3109 D



7 | 1966+

1. APRILHEFT



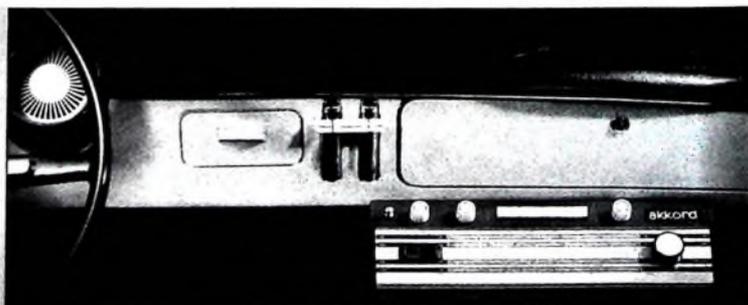
Neu

Transola Royal sucht Sender automatisch

Erstmalig bei einem Koffersuper: Elektronische Sender-Such- und Abstimmautomatik! Ein Tastendruck genügt und der Empfänger übernimmt vollautomatisch auf allen Wellenbereichen die Stationsuche und Sender-Feineinstellung. Ein bisher noch nicht dagewesener Bedienungskomfort!

Dieser neuartige Universalempfänger – selbstverständlich auch voll autofähig und mit allen technischen Feinheiten versehen – wird Ihr Angebot belegen. Er spricht vor allem die Käuferschicht an, die bereit ist, für ein exklusives Kofferrgerät auch einen angemessenen Preis zu zahlen.

„Transola Royal“ – ein echter Umsatzzschlager für 1966! Sie werden bald feststellen: Es hat sich wirklich gelohnt, auf dieses Akkord-Gerät gewartet zu haben. Für Sie – und für Ihre Kunden! Disponieren Sie bitte rechtzeitig. Attraktive Prospekte stehen Ihnen gern zur Verfügung. Postkarte genügt.



akkord

Akkord-Radio GmbH
6742 Herxheim/Pfalz
Deutschlands erste Spezialfabrik
für Kofferradio

AUS DEM INHALT

1. APRILHEFT 1966

gelesen · gehört · gesehen	224
FT meldet	226
Gedanken zum Farbfernsehservice	229
Farbfernsehen	
Neue Empfängerröhren für Farbfernsehgeräte	230
Die Farbbildröhre A 63-11 X	233
Phono	
Tonabnehmerprüfung mit der Sweepplatte	241
Rundfunk	
UKW-Tuner mit Diodenabstimmung	242
Von Messen und Ausstellungen	
Halbleiter-Bauelemente auf dem Salon International des Composants Electroniques	244
Philips-Expreß auf Deutschlandfahrt	246
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund	247
Für den jungen Techniker	
Der Kettenverstärker	248
Ankopplung einer Außenantenne an Taschen- und Koffereempfänger	250
Durch Messen zum Wissen	252
Neue Bücher	253

Unser Titelbild: Die neue deutsche Farbbildröhre A 63-11 X ist eine Dreistrahl-Lochmaskenröhre; jedem der etwa 400 000 winzigen Löcher (0,3 mm Durchmesser) der Lochmaske ist ein Farbtupel (Blau, Grün, Rot) auf dem Bildschirm zugeordnet. Das Titelbild zeigt als Hintergrund einen Ausschnitt aus der zehnfach vergrößerten Lochmaske und eines gleichfalls mitvergrößerten Streifen Millimeterpapiers (s. a. S. 233—240).

Aufnahme: telefunkenbild

Aufnahmen: Verfassers, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Abitler nach Angaben der Verfassers. Seiten 222, 227, 228, 249, 251, 254—256 ohne redaktionellen Teil

Neuerscheinung



Elektro- technische Experimentier- Praxis

HEINZ
RICHTER

Elementare Radio-Elektronik

AUS DEM INHALT:

Einleitung

Elektrotechnische und elektronische Grundlagen im Experiment

Erscheinungsformen und Wirkungen der Elektrizität: Ohne künstliche Hilfsmittel wahrnehmbare elektrische Erscheinungen · Durch umformende Hilfsmittel wahrnehmbare elektrische Erscheinungen

Erzeugung von Elektrizität: Elektrizität in der Natur · Künstliche Elektrizitätserzeugung

Messungen zu den Grundgesetzen: Elektrostatische Messungen · Messungen zu den Grundlagen der Gleichstromtechnik · Messungen zu den Grundlagen der Wechselstromtechnik

Messungen zu den Grundlagen elektronischer Bauelemente: Messungen zu den Grundlagen der Röhrentechnik · Messungen an Transistoren · Versuche und Messungen zur Photoelektrizität · Versuche und Messungen mit Gasentladungsröhren

Experimentelle Untersuchung rundfunktechnischer und elektronischer Grundschaltungen

Hochfrequenzempfangstechnik: Grundlagen des Rundfunkempfangs · Versuche mit einem einfachen Detektorempfänger · Versuche mit einem einfachen Transistorempfänger · Anodengleichrichter (Richtverstärker) · Gittergleichrichter (Audion) · Überlagerungsprinzip (Transponierungsempfänger) · Hochfrequenzverstärkung

Niederfrequenztechnik und Elektroakustik: Wichtige allgemeine Grundlagen · Tonfrequenzverstärker mit Röhren · Tonfrequenzverstärker mit Transistoren · Tonfrequenzgeber · Tonfrequenzverbraucher

Elektronische Generatoren: Wichtige allgemeine Grundlagen elektronischer Generatoren · Röhrensender für Hochfrequenz · Transistorsender für Hochfrequenz · Tonfrequenzgeneratoren für Sinusschwingungen · Generatoren für verzerrte Schwingungen

Elektronische Schaltungstechnik: Stabilisierungsschaltungen · Frequenzteilung · Photoelektronik · Heißbleitertechnik · Grundlagen des Thyratrons

243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche · Ganzleinen 23,- DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag *Spezialprospekt auf Anforderung*

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

Berlin-Borsigwalde · Postanschrift: 1 Berlin 52



**Neue Fernsehempfänger
Graetz**

Das Fernsehgeräteprogramm von Graetz der Saison 1966/67 umfaßt 17 verschiedene Modelle, und zwar einen 28-cm-Portable, sieben 59-cm- und fünf 65-cm-Tischgeräte, je ein 59-cm-, 65-cm- und 69-cm-Standgerät sowie eine 65-cm-Fernseh-Stereo-Musiktruhe. Neben neun aus dem Vorjahr übernommenen Typen und dem bereits im Heft 5/1966, Seite 148, gemeldeten transistorisierten tragbaren Gerät „Lady 911“ werden noch sieben neue Typen geliefert, die mit einem einheitlichen Chassis ausgerüstet sind. Davon haben „Programat 906“, „Programat G 908“ und „Programat S 913“ die Programmspeicherautomatik „Programat“ mit Drehknopf für sechs Sender und „Kornett 923“, „Kornett G 925“, „Kornett M 924“ sowie „Gouverneur 926“ einen Schnellwahl-Tastensatz. Alle Geräte enthalten einen kontinuierlich durchstimmbaren transistorisierten Allbereich-tuner.

Wega

„Wegavision 747“ und „Wegavision 758“ sind die Typenzeichnungen zweier neuer

Fernsehempfänger von Wega. Während „Wegavision 758“ (59-cm-twin-panel-Bildröhre, acht Programmtasten) in Form, Holzart und Abmessungen so gehalten ist, daß er sich als Baustein für das Wega-System „3000“ verwenden läßt, wobei die Tonwiedergabe auch über die Lautsprecherboxen der Stereo-Anlage erfolgen kann, handelt es sich beim „Wegavision 747“ um ein 65-cm-Gerät in halbsymmetrischer Ausführung mit Programmspeicherautomatik (für VHF und UHF), Programmschnellschaltung und Stationstasten für UHF.

**„Stereo-Super 664“ von
Kuba/Imperial**

Auf dem Sektor Rundfunkgeräte hat die Firmengruppe Kuba/Imperial ihr Verkaufsprogramm erweitert. Sie stellt jetzt wieder einen Stereo-Rundfunksuper als Tischgerät mit eingebauten Lautsprechern vor. Das neue Rundfunkgerät „Stereo-Super 664“ ist mit dem Imperial-Rundfunkchassis „664“ bestückt. Zwei perm-dyn Lautsprecher 26 cm x 13 cm sind über der gesamten Skalenfront angeordnet. Ein Stereo-Deco-

der für Stereo-Rundfunkempfang ist leicht nachrüstbar.

**Hi-Fi-Tonbandchassis
„TM 320 HiFi“
und „TM 340 HiFi“**

Von den neuen Grundig-Hi-Fi-Stereo-Tonbandgeräten sind jetzt auch die angekündigten Einbauausführungen „TM 320 HiFi“ (Halbspur) und „TM 340 HiFi“ (Viertelspur) lieferbar. Diese „TM“-Typen, die keinen Leistungsverstärker und auch keine Lautsprecher enthalten, sind besonders als Ergänzungsgeräte zum Anschluß an Hi-Fi-Anlagen geeignet. Als Besonderheit weisen sie eine Abhörendstufe zur unmittelbaren Wiedergabe über Stereo-Kopfhörer auf Regler für Lautstärke, Tiefen und Höhen ermöglichen eine individuelle Einstellung des Klangbildes. Gerätehöhe und Holzfarbton entsprechen denen der Tuner und Verstärker der Grundig-Hi-Fi-Studio-Serie. Für die freie Aufstellung als Einzelgerät ist zum Schutz gegen Staub eine Klarsichthaube mit Einhängescharnieren und Aufklappstütze erhältlich.

Neue Springantenne

Zu der am häufigsten verwendeten Bosch-Autoantenne

„V 106 N“ wurde jetzt eine Parallelausführung entwickelt, die „V 106 NS“, die sich wegen ihres großen Verstellbereiches von 50° ebenso universell verwenden läßt. Außerdem hat die neue Antenne noch ein Spring-schloß, das heißt, das Teleskop springt beim Aufschließen mit dem passenden Schlüssel etwa 5 cm weit heraus und kann dann bequem von Hand weiter herausgezogen werden. Beim Zusammenschieben schnappt das Teleskop dagegen so in das Schloß ein, daß ein Herausziehen ohne den richtigen Schlüssel unmöglich ist.

**Neue UHF-Antennenserie
„XC“ von tuba**

In kurzer Zeit beginnt tuba mit der Serienfabrikation einer neuen UHF-Antennenserie „XC“. Bei diesen Antennen werden als wellenführende Struktur nicht wie bisher 1/2 lange Elemente benutzt, sondern die Elemente sind als Viererpaar von 1/2 langen Elementen jeweils in Form eines liegenden „X“ vor dem Erregersystem (einem 1/2 langen Strahler mit abgewinkelter, aperiodischer Reflektorwand) angebracht. Im Verhältnis zu in bezug auf den Gewinn etwa

Solo oder chorus

D 14 A

ein neues, leistungsfähiges Musikermikrofon zu einem ungewöhnlichen Preis. Dynamisches Cardioid-Mikrofon, robuste Konstruktion, voll wirksamer, eingebauter Windschutz, Baßabschwächer (-10 db bei 100 Hz), Ein-Aus-Schalter, elegantes Etui, Übertragungsbereich: 50 ... 15000 Hz



AKG-Marksteine in der Entwicklung der Mikrofon-Technik.

AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH · 8 MÜNCHEN 15 · SONNENSTRASSE 16





vergleichbaren bisherigen UHF-Antennen in normaler Yagi-Bauweise sind diese neuen, preisgünstigen Antennen etwa nur halb so lang; ihre weiteren technischen Kenndaten (steigernder Gewinn mit zunehmender Frequenz, Nebenzüpfreiheit, Anpassung, Vor-Rückverhältnis, Strahlungscharakteristiken) sind dabei noch besser als bei vielen bisherigen vergleichbaren Antennen. Sie genügen auch den Anforderungen für beliebige Farbfernsehsysteme (daher der Buchstabe „C“ - das heißt „Color“ - in der Typenbezeichnung)

Radarbild-Übertragung für Eurocontrol

Von der europäischen Flugsicherungsbehörde Eurocontrol erhielt die Telefunken AG den Auftrag zur Lieferung einer Radarbild-Übertragungsanlage. Sie soll die Signale der Mittelbereichs-Radaranlage Neunkirchner Höhe (Odenwald), die von der Bundesanstalt für Flugsicherung betrieben wird, zur etwa 120 km entfernt liegenden Flugsicherungszentrale auf dem Erbeskopf (Hunsrück) übermitteln. Hierbei werden über nur einen Richtfunkkanal

im Frequenz- beziehungsweise Zeitmultiplex-Verfahren ein Sekundärradar-Videosignal, zwei Primärradar-Videosignale, ein Antennen-Drehwinkelsignal (digital) und zwölf Fernanzeige-Signale übertragen. Die Anlage wird außerdem mit einem kompletten Reservekanal ausgerüstet, der sich automatisch einschaltet, wenn eine Störung auftreten sollte.

Neuer Gleichspannungsoszillograf von Heathkit

Einen 13-cm-Labor-Gleichspannungsoszillografen mit der Typenbezeichnung „IO-14“ hat



Gleichspannungsoszillograf „IO-14“

die Heathkit-Geräte GmbH auf den Markt gebracht (Band-

breite 0...8 MHz, vertikaler Ablenkkoeffizient 50 mV/cm, neunstufiger, geeilter Grobabschwächer mit einer Fehlergrenze von $\pm 3\%$, Anstiegszeit 40 ns.) Der Oszillograf hat eine eingebaute 0,25- μ s-Verzögerungsleitung und ein triggerbares Zeitablenkenteil mit 18 geeichten Stufen von 0,5 s/cm bis 1 μ s/cm. Das Schirmbild ist in horizontaler Richtung außerdem fünfmal dehnbar. Der Frequenzbereich des Horizontalverstärkers ist 0...200 kHz.

Entscheidung Großbritanniens für Farbfernsehnorm

Großbritannien hat sich, wie der britische Generalpostmeister Anthony Wedgwood-Benn am 3. März im Unterhaus bekanntgab, grundsätzlich entschlossen, vorbehaltlich der endgültigen Entschlüsse der Osloer Konferenz im kommenden Sommer das PAL-Farbfernsehsystem zu übernehmen. Wedgwood-Benn erklärte, daß das Farbfernsehen im kommenden Jahr in Großbritannien beginnen werde und daß zunächst wöchentlich vier Stunden im zweiten Fernsehprogramm der BBC den Farbfernsehsendungen vorbe-

halten werden. Im Laufe eines Jahres solle dann die Sendezeit auf zehn Stunden je Woche erweitert werden. Der Farbfernsehempfang werde in Großbritannien über die jetzige Jahresgebühr von 5 £ hinaus zusätzlich gebührenpflichtig sein.

Farbfernseh-Versuchssendungen in Kanada

Ab 1. Juli 1966 sollen in Kanada Farbfernseh-Versuchssendungen beginnen, und am 1. Januar 1967 sollen alle technischen Voraussetzungen für die Ausstrahlung regulärer Farbfernsehprogramme geschaffen sein. Die Sendungen erfolgen nach der NTSC-Norm.

Computer bei britischen Kommunalverwaltungen

Bei britischen Stadtbehörden arbeiten derzeit 130 elektronische Rechenanlagen. Abgesehen von üblichen finanztechnischen Anwendungen wie beispielsweise Gehaltsberechnungen, werden die Computer bei der Lösung von Problemen im Zusammenhang mit Verkehr, Gesundheitswesen, Bibliotheken, Veranstaltungen und Polizei eingesetzt.

Wir stellen aus:
Hannover-Messe 1966
Halle 10 — Stand 654
Bitte besuchen Sie uns.

„Selbst in ungünstigen Empfangslagen bewährt sich die MULTIPLEX.“

„Seit einiger Zeit bieten wir unseren Kunden ausgesprochen gerne die STOLLE-MULTIPLEX an. Denn der Einsatz der MULTIPLEX in den ungünstigen Empfangslagen des bayerischen Donauraumes hat uns gezeigt, daß sie geradezu ideal ist.“

Unsere Versuche mit der STOLLE-MULTIPLEX Type LAG 27/45 haben ergeben, daß sie sowohl im Bereich IV — Kanal 23 — als auch im Bereich V — Kanal 44 — fast gleichbleibenden Spannungsgewinn für beide Kanäle bringt.

Aber nicht nur in ihrer Empfangsleistung besticht die STOLLE-MULTIPLEX. Sie ist leicht an handelsübliche Masten zu montieren, und ihre Qualität und Verarbeitung entsprechen den anderen bekannt guten Stolle-Erzeugnissen.

Um uns und unseren Kunden Ärger zu ersparen, empfehlen und verbauen wir STOLLE-MULTIPLEX-ANTENNEN.“

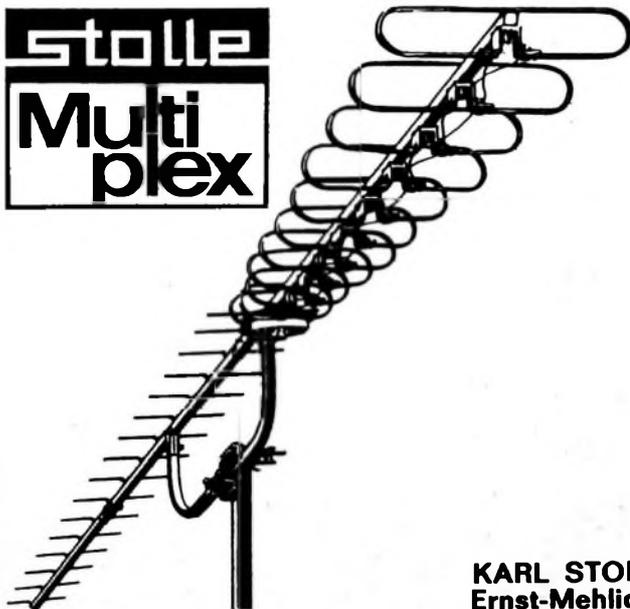
Die MULTIPLEX-ANTENNEN Typen LAG 13/45, LAG 19/45 und LAG 27/45 sind über den Fachgroßhandel zu beziehen.



Georg Engelhardt
Radio- und
Fernsehtechnik-Meister
in Firma Hans Dolpp,
Fachgroßhandlung Augsburg,
Straubing, Ingolstadt

KARL STOLLE · ANTENNENFABRIK · 46 DORTMUND
Ernst-Mehlich-Str. 1 · Telefon 0231/523032 und 525432

Stolle
Multi
plex



Für Labors und Werkstätten



Stereo-FM-Signal-Generator „LSG-230“

Zum Testen und für den Service an Stereo-FM-Rundfunkempfängern bestimmt. Es erzeugt den HF-Träger, Zwischenfrequenz- und HF-Marken, 1-kHz-Tonfrequenz und zusammengesetzte Signale.
 HF-Bereich: 75...110 MHz (mehr als 100 mV) · Frequenzhub: 0...75 kHz · Modulationsfrequenz: 0...600 kHz
 ZF-Signal: 5,35 MHz · Zusammengesetztes Signal: L, R, L + R (9 V_{eff}) · Modulation: 1 kHz intern, 50 bis 15 000 Hz extern · 67 kHz; 3 V_{eff}; 18 kHz; 150 mV
 Maße: 265 x 180 x 280 mm; Gewicht: 6,2 kg, netto DM 499,—

Tonfrequenz-Millivoltmeter „LMV85“



DM 235,—

Es wurde für die Messung von HF-Spannungen zwischen 10 mV und 300 V konstruiert und umfältigenmäßig den Bereich von den niedrigsten Tonfrequenzen (10 Hz) bis 800 kHz. Der kleinste Ablesewert ist 0,2 mV (200 µV) im 10-mV-Bereich.
 Volllicht-Drehgabelinstrument mit Nullpunkt-Korrektur und 115 mm Skalenlänge.
 Meßbereiche: 0...10/30/100/300 mV_{eff}; 1/3/10/30/100/300 V_{eff} / Frequenzbereich: 10 Hz...800 kHz ± 1 db · Eingangsimpedanz: 3 MΩ · Eingangskapazität: mit 18-mm-Adapter 15 pF, mit Eingangskabel 40 pF · Genauigkeit: ± 5 % vom Skalendevort · db-Bereiche: —40...+50 db (0 db = 1 V) in 10 Bereichen
 Maße: 8 150 x H 225 x T 105 mm; Gewicht: 2,5 kg.
 Zubehör: Eingangs-Koaxialkabel, Adapter für 19-mm-Steckeranschluß, deutsche Bedienungsanleitung

Gelegenheit — Solange Vorrat — Isophon-Kompakt-Stereo-Kleinbox „KSB 12-20“



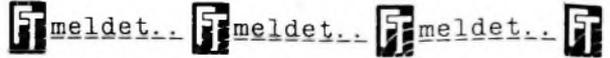
Bestückung: 1 Kolben-Tiefen- und 1 Hochtonsystem
 Maße: 250 x 270 x 180 mm
 Nennbelastbarkeit: 12 W, Spitzenbelastbarkeit: 20 W
 Frequenzbereich: 60-20 000 Hz
 Anpassung bei 200 Hz: 5 Ohm; Gewicht: 3,35 kg
 DM 75,—

RIM-Bastelbuch '66

— 320 Seiten —, in 2. Auflage erschienen, Lieferpreis DM 3,10
 Nachnahme (inkl. DM 4,30) Vorbest. Versand DM 4,50,
 (Postschickheft München 12753)

RADIO-RIM

8 München 15, Abt. F. 2,
 Bayerstr. 25 am Hbf., Tel. (08 11) 55 72 21



Stereo-Preis der deutschen Rundfunkindustrie
 Der Fachverband Rundfunk und Fernsehen im ZVEI stiftete im Einvernehmen mit der ARD den „Stereo-Preis der deutschen Rundfunkindustrie“ in Höhe von je 15 000 DM für das beste Musikwerk und das beste literarische Werk (Hörspiel) in stereophonscher Gestaltung. Einsendeberechtigt sind Autoren, Komponisten sowie die Rundfunkanstalten der ARD und sonstige Produzenten. Die Bewerber reichen ihr Werk auf einem zweispurigen Tonband (38 cm/s) bis zum 1. September 1966 an die geschäftsführende Anstalt der ARD, zur Zeit den Hessischen Rundfunk (Abteilung Archivwesen), Frankfurt a. M., Bertramstraße 8, ein. Die Verleihung des Stereo-Preises ist für Herbst 1966 vorgesehen. Die näheren Einzelheiten sind den Statuten des Stereo-Preises zu entnehmen, die bei den Rundfunkanstalten der ARD angefordert werden können.

20 Jahre Südwestfunk

Am 31. März 1946, morgens um 6:45 Uhr, erklingt zum erstenmal das Pausenzeichen des damals neugegründeten Südwestfunks. Aus dem „Hotel-Sender“, wie man die neue Rundfunkanstalt scherzhaft nannte, weil sie sich zunächst in drei Baden-Badener Hotels etabliert hatte, ist inzwischen die viertgrößte deutsche Rundfunk- und Fernsehanstalt geworden, die weit über ihr Sendegebiet hinaus Geltung hat.

Professorenkonferenz in Ulm

Zwanzig Hochschulprofessoren, mit denen Telefunken auf den Gebieten der Elektronik und Nachrichtentechnik wissenschaftlich zusammenarbeitet, führte wieder die traditionelle, alljährlich in Ulm stattfindende dreitägige Professorenenferenz zusammen. Sie wurde am 7. März von Dr.-Ing. Felix Herrlinger, dem Vorsitz der Vorstandes der Telefunken AG, eröffnet und zum zehnten Male von Prof. Dr. Werner Nestel, dem für Forschung und Entwicklung zuständigen Vorstandsmitglied des Unternehmens, geleitet. Neben verschiedenen Fachthemen, die dem Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit den Forschern und Ingenieuren von Telefunken dienten, wurden auch aktuelle Fragen des Farbfernsehens behandelt.

Westinghouse erweitert Farbfernsehfertigung

Westinghouse hat jetzt die wichtigsten Arbeiten zur Erweiterung der Farbfernseh-Fertigungskapazität auf das Vierfache abgeschlossen. In Zukunft werden neben Farbfernsehgeräten (etwa 500 000 Stück je Jahr) auch Farb-Bildröhren gefertigt, wobei aber nur ein Teil des Eigenbedarfs gedeckt werden soll, so daß auch weiterhin Fremdfabrikate herangezogen werden.

Empfehlungen für Fernmelde-Installationen in Gebäuden

Das Posttechnische Zentralamt, Darmstadt, hat eine neue Broschüre „Empfehlungen für Fern-

meldeinstallationen in Gebäuden“ herausgegeben. Sie soll Architekten, Baumeister, beratende Ingenieure und Elektroinstallateure über zweckmäßige Unterputzanlagen für Fernmeldeleitungen unterrichten und wird kostenlos von den Beratungsstellen der Fernmeldeämter abgegeben.

VDI-Information zum deutschen Patenterteilungsverfahren

Die Geschäftslage des Deutschen Patentamtes und die Änderung des Patentgesetzes durch die „Aufgehobene Prüfung“ behandelt die VDI-Information Nr. 12, die jetzt vom Verein Deutscher Ingenieure veröffentlicht wurde. Sie gibt einen Überblick über die Meinungen innerhalb des Beirats der VDI-Hauptgruppe „Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht“ zu dem sogenannten Vorschaltgesetz und enthält Vorschläge zur Erhaltung des bewährten deutschen Patenterteilungsverfahrens.

Lehrgänge für Rundfunkfachhändler und -techniker in Fürth

Der Grundig-Kundendienst führt in den Monaten April bis Juli 1966 in Fürth folgende Lehrgänge mit den Themen „Transistor-technik in Rundfunk- und Fernsehgeräten“ (A) und „Transistor-technik in Hi-Fi- und Tonbandgeräten“ (B) durch: 19. 4. bis 22. 4. 1966 (B), 26. 4. bis 29. 4. 1966 (A), 3. 5. bis 6. 5. 1966 (A), 10. 5. bis 13. 5. 1966 (B), 7. 6. bis 10. 6. 1966 (A), 13. 6. bis 16. 6. 1966 (A), 21. 6. bis 24. 6. 1966 (B), 28. 6. bis 1. 7. 1966 (A), 5. 7. bis 8. 7. 1966 (B). Die A-Lehrgänge enthalten auch eine kurze Einführung in die Farbfernsehtechnik. Anmeldungen zu diesen Lehrgängen sind nur über die Grundig-Niederlassungen und Werksvertretungen möglich.

R. Kaiser 50 Jahre

Am 25. März 1966 vollendete Rudolf Kaiser, Technischer Direktor des Zweiten Deutschen Fernsehens, sein 50. Lebensjahr. Nach dem Besuch des Realgymnasiums begann er 1935 in München das Ingenieurstudium, das er 1938 beendete. Während des Krieges war er als Rundfunkingenieur und Technischer Offizier eingesetzt. Nach Kriegsende arbeitete Kaiser zunächst im väterlichen Unternehmen. Von 1948 bis 1949 unterhielt er ein eigenes Ingenieurbüro und war dann als Filmmonteur bei einer Münchener Filmproduktionsgesellschaft und außerdem bis zum Jahre 1959 noch bei anderen Firmen der Filmbranche beschäftigt. Danach war er als Oberingenieur bei der Technischen Direktion (Fernsehen) des WDR in Köln tätig.

Am 1. Mai 1962 wurde er zum Technischen Direktor des Zweiten Deutschen Fernsehens verpflichtet. Unter seiner Leitung wurden die technischen Voraussetzungen für das ZDF-Programm zunächst in der Barackenstadt Eschborn bei Frankfurt und dann in Wiesbaden geschaffen. Mit dem Projekt Mainz-Lerchenberg, wo die Sendezentrale des ZDF ihren endgültigen Sitz erhält, stellen sich Rudolf Kaiser neue umfangreiche technische Aufgaben.

m&w POLYCONTROLE

zur Messung von:
Strom · Spannung
Widerstand

Skalenbogenlänge 120 mm



verlangen
Sie bitte
unsere
Sonder-
Prospekt

MÜLLER & WEIGERT OHG NÜRNBERG

Dual 1019

Maßstab einer neuen Klasse von Hi-Fi-Plattenspielern



Im Zeichen des Welterfolges des Dual 1009 setzt Dual-Präzision mit dem Dual 1019 wiederum den Maßstab für eine neue Spitzenklasse automatischer Abspielgeräte. In den USA, dem anspruchsvollsten

Hi-Fi-Markt der Welt, hat nun auch der Dual 1019 seine Bewährungsprobe bestanden und in kurzer Zeit die Spitzenposition errungen. Der Dual 1019 besitzt die bekannten Vorzüge des Dual 1009 und

darüber hinaus exklusive Merkmale, wie sie bisher noch kein Plattenspieler in sich vereinigen konnte. Folgende technische Details bedeuten Perfektion in der Tonrillen-Abtastung und damit originalgetreue Wiedergabe:

1

Antiskating – das heißt exakte und kontinuierlich regelbare Kompensation der Skating-Kraft.



2

Tonarmlift – nicht nur manuell, sondern erstmalig auch über Automatik steuerbar.



3

Mitlaufachse – für Einzelspiel, erstmalig bei einem automatischen Hi-Fi-Plattenspieler.



Dual

Weitere Information:
Dual Gebrüder Steidinger
7742 St. Georgen im Schwarzwald
Abt. S 21

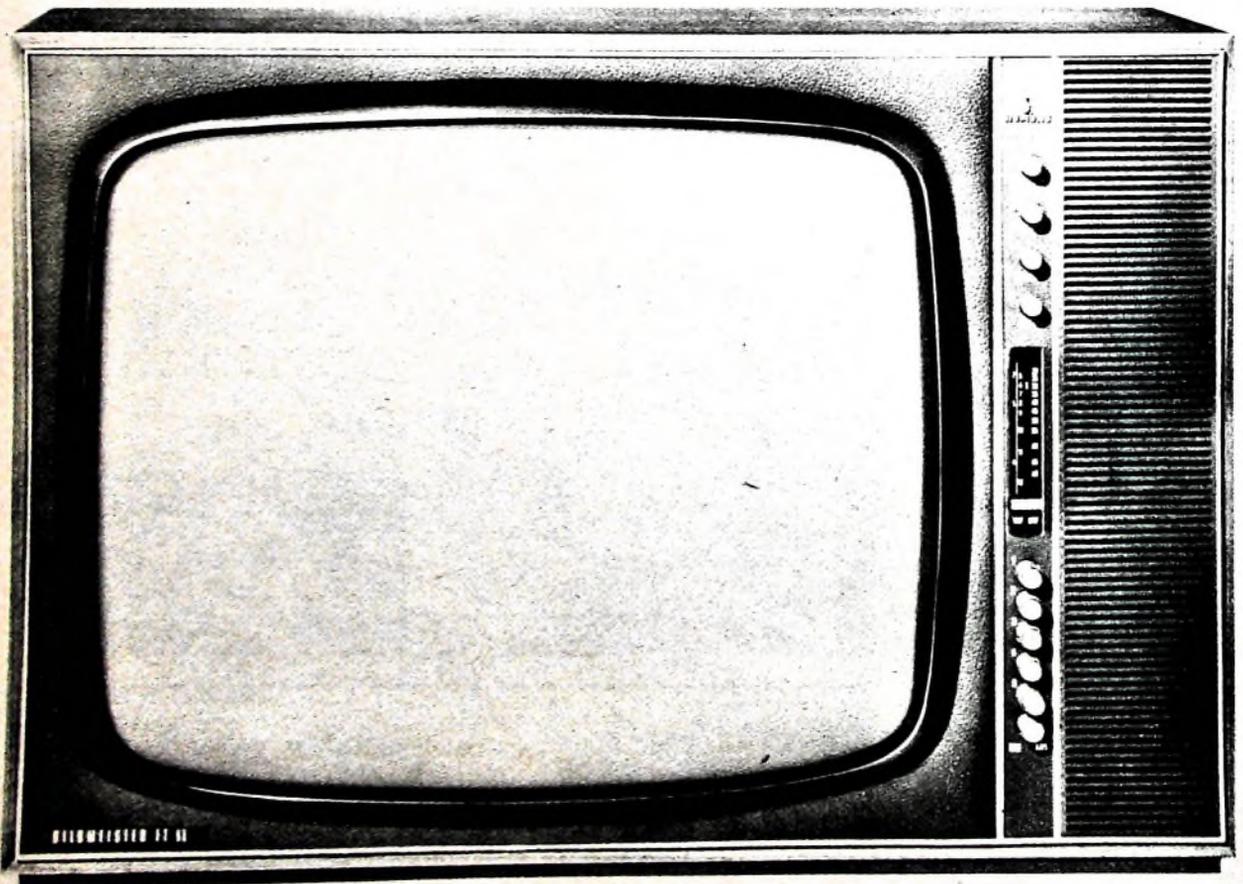


SIEMENS

**Ein gutes Bild
auch bei
Sendepause!**

Auch für ein Fernsehgerät hat der Tag 24 Stunden. Nur wenige Stunden davon ist es jedoch in Betrieb. Deshalb wurde bei Siemens-Fernsehgeräten so großer Wert auf die wohliche Form gelegt. Deshalb bieten Siemens-Fernsehgeräte stets ein gutes Bild – auch bei Sendepause. Zum Beispiel der neue **BILDMEISTER FT 88**. Seine Blende aus gepolsterter Weichplastic zeigt einen neuen Weg, diesen Eindruck noch zu vertiefen. Die Technik wurde deshalb nicht benachteiligt: Die durchgesteckte 65-cm-Großbildröhre bietet mehr Bild, 5 Stationstasten in Verbindung mit dem Allbandwähler erleichtern die Senderwahl, der nach vorn abstrahlende Konzertlautsprecher verbindet Bild und Ton noch enger. Das sind nur einige der Vorzüge des neuen **BILDMEISTER FT 88**

476007





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Gedanken zum Farbfernsehservice

Ab Herbst 1967 werden in der Bundesrepublik Farbfernsehsendungen ausgestrahlt. Neben den Studios, den Sendern und den Empfängerfabriken muß daher auch der Fachhandel für den Start des Farbfernsehens gerüstet sein.

Welches Wissen muß sich der Fernsehtechniker neu aneignen, um den Service an den Farbfernsehgeräten ausführen zu können; welche Servicearbeiten kommen auf den Techniker zu und welche Meßgeräte müssen neu für die Werkstatt angeschafft werden?

Die schwierigste und umfangreichste Aufgabe ist zweifellos die Schulung der zahlreichen Fernsehtechniker. Die Farbfernsehtechnik ist schwierig und kompliziert, daran gibt es keinen Zweifel. Voraussetzung für das Verständnis dieser Technik sind gute Kenntnisse im Schwarz-Weiß-Fernsehen. Darüber hinaus sind Grundkenntnisse der Rechnung mit komplexen Zahlen, Verständnis der Zeigerdarstellung sich zeitlich ändernder Größen und der Farbmetrik erforderlich.

Teilnahme an Fernlehrgängen, Studium der Veröffentlichungen in den Fachzeitschriften und den Hauszeitschriften der Fernsehgerätefirmen sowie den einschlägigen Fachbüchern und schließlich Teilnahme an Vorträgen, Konsultationen oder Farbfernseh-Servicelehrgängen müssen sich hier ergänzen.

Der Service an den Farbfernsehgeräten wird mehr Zeitaufwand erfordern als der Schwarz-Weiß-Service. Bereits das Aufstellen eines Farbfernsehempfängers beansprucht wesentlich mehr Zeit als das Aufstellen eines Schwarz-Weiß-Fernsehgerätes.

Erfahrungsgemäß liegen die Schwierigkeiten nicht so sehr in der Farbbildwiedergabe, sondern in der einwandfreien Wiedergabe von Schwarz-Weiß-Bildern auf dem Bildschirm der Dreifarben-Lochmaskenbildröhre. Eine ungenügende Deckung der drei Farbpunktraster, hervorgerufen durch eine schlechte Justierung der von den drei Bildröhrensystemen ausgehenden Elektronenstrahlen, macht sich sofort in störenden Farbsäumen bemerkbar, die im Schwarz-Weiß-Bild sehr unangenehm auffallen.

Allein für die Einstellung der Rasterdeckung, der sogenannten statischen und dynamischen Konvergenz, sind beim heutigen Stand der Technik 16 Einstellorgane erforderlich. Zu den Kontrollen und Korrekturen der Konvergenz kommt noch die Kontrolle der Farbreinheit. Die richtige Lage der Ablenkeinheit auf dem Röhrenhals, richtige Einstellung der Farbreinheitsmagnete und Entmagnetisierung der Lochmaske der Farbbildröhre sind Voraussetzung für eine einwandfreie Farbbildwiedergabe. Wichtig ist auch der richtige Schwarz- und Weißabgleich. Sowohl bei Minimal- als auch bei Maximalkontrast darf bei Wiedergabe von Schwarz-Weiß-Bildern keine Verfälschung des Weißtones auftreten. Die richtige Einstellung des Farbbildes, das heißt die Einstellungen der Feinabstimmung, der Grundleuchtdichte und des Kontrastes (Verhältnis der Leuchtdichte zur Farbsättigung), muß dem Gerätebesitzer erläutert werden.

Die eigentlichen Reparaturen am Farbfernsehgerät verlieren viel von ihren Schwierigkeiten, wenn der Techniker die Grundlagen der Farbfernsehtechnik beherrscht und auftretende Farbtonverfälschungen oder Farbsättigungsänderungen richtig zu deuten versteht. Der Farbfernsehempfänger enthält ja, abgesehen vom Farbdecoder, den Konvergenznetzwerken und den Einstellorganen für die Farbbildröhre, keine Baugruppen, die sich von den bisher bekannten wesentlich unterscheiden.

Die horizontale und die vertikale Ablenkung entsprechen im Prinzip ebenfalls denen des Schwarz-Weiß-Gerätes, wenn man von dem größeren Aufwand absieht, der für die Gewinnung der Ablenkleistung, der stabilisierten Hochspannungen für die Bildröhre und der Ströme für die dynamische Konvergenzkorrektur erforderlich ist.

Die neu anzuschaffenden Meßgeräte halten sich im Rahmen dieser komplexen elektronischen Technik. Zur Einstellung der Rasterdeckung lassen sich die üblichen Schwarz-Weiß-Testbilder nicht verwenden; so daß für die Werkstatt zur Konvergenzeinstellung ein Gittermustergerber vorhanden sein muß. Dieser Generator liefert parallel zueinander verlaufende, dünne horizontale und vertikale weiße Linien sowie ein Punktmuster, nach denen die Rasterdeckung eingestellt werden kann. Ob ein Farbbalkengeber bei Systemen, die Farbtonverfälschungen von sich aus korrigieren, zunächst erforderlich ist, hängt davon ab, über welchen Zeitraum des Tages hinweg von den Sendern ein Farbtestbild ausgestrahlt wird. Größere Werkstätten werden jedoch auf die Dauer auf einen Farbbalkengeber nicht verzichten können, der kostenmäßig infolge der notwendigen Codierung in der Größenordnung eines hochwertigen Serviceoszillograten liegen dürfte.

Der Farbbalkengeber soll zweckmäßigerweise nicht nur das Videosignal liefern, sondern auch ein modulierendes HF-Signal und ZF-Signal abgeben können, damit der Balkengeber auch zur Signaleinspeisung bei der Fehlersuche verwendet werden kann. Welche Meßgerätekombinationen auf dem Markt erscheinen werden, ob Gittermustergerber allein, Farbbalkengeber allein, oder Schwarz-Weiß-Bildmustergerber mit Gittermustergerber oder Farbbalkengeber mit Gittermustergerber, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

Der Wobbelergenerator beziehungsweise der Markengeber muß für den Abgleich des Farbverstärkers nach den Bereich um 4,43 MHz erfassen. Viele der heute in Betrieb befindlichen Servicewobbler lassen sich jedoch bereits bis zu diesem Bereich durchstimmen, so daß eine Neuananschaffung entfällt.

Der Oszillograf muß für Farbfernsehzwecke eine Mindestbandbreite von 5 MHz haben. Auch diese Forderung wird jedoch von den meisten Serviceoszillografen bereits erfüllt. Empfehlenswert ist ein Zweistrahl-oszillograf oder zumindest als Zusatz für den Einstrahl-oszillograf ein elektronischer Schalter, um gleichzeitig zwei Signale darstellen zu können. Für größere Werkstätten kommt auch ein XY-Oszillograf zur Darstellung des Vektordiagramms in Frage. Mit einem solchen Oszillografen lassen sich schnell und genau die richtigen Phasenwinkel und die Amplituden der einzelnen Farbsignale einstellen.

Kleinere Hilfsmittel — wie eine Drosselspule zur Entmagnetisierung der Lochmaske der Farbbildröhre, Farbgitterabschalter und ein Adapter mit Meßinstrument zur Katodenstrommessung der Bildröhrensysteme — werden die Werkstattausrüstung ergänzen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich der Meßgeräteaufwand für den Farbfernsehservice bei bereits gut eingerichteten Werkstätten in Grenzen hält, daß jedoch der Zeitaufwand für den Service steigen wird. Ausschlaggebend für den reibungslosen Ablauf des Farbfernsehempfänger-Service ist jedoch ein gut geschultes Fachpersonal. Fachpresse, Fachorgane und Industrie werden es bei der Schulung an Unterstützung nicht fehlen lassen.

F. Mähring

Neue Empfängerröhren für Farbfernsehgeräte

DK 621.385.1-621.397.62-621.397.132

Für den Aufbau von Farbfernsehempfängern steht die 90°-Farbbildröhre A 63-11 X vom Lochmaskentyp zur Verfügung. Im Vergleich zu Schwarz-Weiß-Bildröhren erfordert diese Dreistrahlröhre wegen des größeren Halsdurchmessers und der hohen Betriebsspannung von 25 kV bei einem mittleren Strahlstrom von bis zu 1,5 mA einen beträchtlich höheren Leistungsumsatz in den Ablenkstufen und im Hochspannungsteil. Die vom Hochspannungsgenerator aufzubringende Wirkleistung liegt mit etwa 40 W in der gleichen Größenordnung wie die Ablenkleistung von etwa 60 VA und trägt damit wesentlich zu den höheren Strömen und damit höheren Verlustleistungen in der Zeilen-Endröhre und Boosterdiode bei. Zur Erreichung guter Konvergenz und Farbreinheit werden weiterhin größere Anforderungen an die Konstanz der Hochspannung gestellt. Wegen der starken Änderung des Leistungsflusses in der Zeilen-Endstufe bei Schwankungen der Bildhelligkeit reicht die in der Schwarz-Weiß-Technik übliche VDR-Regelschaltung nicht mehr aus, und es sind zusätzliche Maßnahmen (zum Beispiel ein Belastungsausgleich durch eine Ballasttriode) vorzunehmen. Schließlich sind auch die bisher verwendeten Video-Endröhren zur Ansteuerung der Farbbildröhre nur ungenügend geeignet.

Aus diesen Gründen hat die Valvo GmbH eine Reihe neuer Röhren für Farbfernsehempfänger mit nachstehenden Typbezeichnungen und Anwendungen entwickelt:

1. PL 504 16-W-Zeilen-Endröhre,
2. PL 505 25-W-Zeilen-Endröhre,
3. PY 500 Zeilenschalterdiode,
4. GY 501 25-kV-Hochspannungsgleichrichterröhre,
5. PD 500 Hochspannungsballasttriode,
6. PL 508 12-W-Vertikalablenkröhre,
7. PL 802 7-W-Luminanz-Endröhre.

Im folgenden wird der Aufbau dieser Röhren näher beschrieben und ihre Anwendung erläutert.

1. Zeilen-Endröhre PL 504

Heizung indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f = 27 \text{ V}$	
Dynamische Kenndaten	
$U_a = 50 \text{ V}$	$I_{as} = 420 \text{ mA}$
$U_{as} = 200 \text{ V}$	$I_{kas} = 37 \text{ mA}$
$-U_{a1} = 10 \text{ V}$	
Grenzdaten	
$U_{as} = \text{max. } 7 \text{ kV}$	$P_{as} = \text{max. } 4 \text{ W}$
$P_s = \text{max. } 18 \text{ W}$	$I_k = \text{max. } 250 \text{ mA}$

Als Weiterentwicklung des Typs PL 500 steht nunmehr der Nachfolgetyp PL 504 zur Verfügung, der sich in einer um 4 W erhöhten Anodenbelastbarkeit ($P_s = 18 \text{ W}$) von der PL 500 unterscheidet. Die neue Röhre wurde ursprünglich für Schwarz-Weiß-Empfänger wegen der unzureichenden Anwendbarkeit der PL 500 in 20-kV- und Mehrnormengeräten entwickelt, soll jedoch auch die PL 500 in Schwarz-Weiß-

Empfängern mit niedrigeren Bildröhrenspannungen ablösen. Dadurch ergibt sich nicht nur eine einheitliche Fertigung, sondern auch der Vorteil erhöhter Zuverlässigkeit in Schwarz-Weiß-Empfängern mit niedrigerer Hochspannung als 20 kV. Darüber hinaus wird die PL 504 in Farbfernsehempfängern mit getrennter Hochspannungserzeugung (s. Abschnitt 5.1.3.) sowie für die Pumpschaltung (s. Abschnitt 5.1.2.) benötigt.

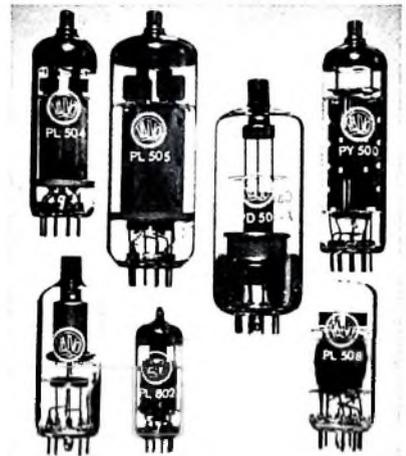
Die Leistungserhöhung konnte durch technologische Maßnahmen an der Anode bei nur geringfügig erhöhten Elektroden-temperaturen erreicht werden. Das Prinzip der bewährten Kammeranode wurde beibehalten. Während jedoch bei der Röhre PL 500 Außen- und Innenanode praktisch nur elektrisch miteinander verbunden sind, wird bei dem neuen Typ durch Rollnahtverschweißung beider Anoden zusätzlich ein besonders guter Wärmeübergang gewährleistet, so daß die Außenanode als Kühlfahne wirkt. Die Außenanode besteht bei dem neuen Typ aus thermisch höher belastbarem vernickeltem Eisen und stellt somit einen kurzwelligeren Wärmestrahler dar, wodurch die Kolbentemperatur günstiger beeinflusst wird.

2. Zeilen-Endröhre PL 505

Heizung indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f = 40 \text{ V}$	
Dynamische Kenndaten	
$U_a = 50 \text{ V}$	$I_{as} = 800 \text{ mA}$
$U_{as} = 175 \text{ V}$	$I_{kas} = 75 \text{ mA}$
$U_{a1} = -10 \text{ V}$	
Grenzdaten	
$U_{as} = \text{max. } 7 \text{ kV}$	$P_{as} = \text{max. } 7 \text{ W}$
$P_s = \text{max. } 25 \text{ W}$	$I_k = \text{max. } 500 \text{ mA}$

Die neue 25-W-Leistungspentode PL 505 kann in Farbfernsehempfängern mit hoher Speisespannung (400-V-Schaltung) zur Erzeugung von Hochspannungs- und Ablenkleistung im Zusammenwirken mit nur einem Zeilentransformator eingesetzt werden (Abschnitt 5.1.1.). Weiterhin wird sie bei der Pumpschaltung (Abschnitt 5.1.2.) sowie bei der Schaltung mit getrennter Hochspannungserzeugung (Abschnitt 5.1.3.) zur Gewinnung der Hochspannungleistung benötigt. Die PL 504 bringt dabei die Ablenkleistung auf (250-V-Schaltung).

Beim Entwurf der Röhre PL 505 wurden ein übereinstimmender Systemquerschnitt und etwa gleiche spezifische Elektrodenbelastungen wie bei dem 16-W-Typ PL 504 zugrunde gelegt. Die größere Anodenverlustleistung und der hohe Katodenstrom von $I_{k \text{ max}} = 500 \text{ mA}$ bedingen demnach entsprechend größere Oberflächen von Kathode und Anode sowie eine höhere Heizleistung. Die in Allglastechnik mit Magnovalsockel ausgeführte Röhre hat eine Systemlänge von 50 mm zwischen der Glimmer-, eine Sitzhöhe von maximal 116 mm sowie einen Durchmesser von maximal 39,7 mm und stellt damit die Röhre



mit den größten Abmessungen dar, die für die Unterhaltungselektronik bisher gebaut wurde.

3. Zeilenschalterdiode PY 500

Heizung indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f = 42 \text{ V}$	
Kenndaten	
$U_a/I_a = 42 \Omega$ bei $I_a = 440 \text{ mA}$	
Grenzdaten	
$-U_{as} = \text{max. } 5,6 \text{ kV}$	$P_s = \text{max. } 11 \text{ W}$
$I_a = \text{max. } 440 \text{ mA}$	$U_{lks} = \text{max. } 6,3 \text{ kV}$
$I_{ks} = \text{max. } 880 \text{ mA}$	(k pos.)

Der große Leistungsumsatz in der Horizontalablenkstufe eines Farbfernsehgerätes führt zu hohen Strömen in der Boosterdiode und machte die Entwicklung des hochbelastbaren Typs PY 500 mit niedrigem Innenwiderstand erforderlich. Zum Erreichen des hohen Spitzenstromes von maximal 800 mA enthält die neue Röhre eine großflächige Rundkatode von 5 mm Durchmesser bei einer Systemlänge von 50 mm. Die erforderliche Spannungsfestigkeit zwischen Heizfaden und Katode ($U_{lks} = 6,3 \text{ kV}$) wird mit Hilfe eines im Katodenröhren angeordneten Stützgitters für den Heizfaden erreicht. Katode und Stützgitter sind mit je zwei Glimmerscheiben in der vierflügeligen Anode unabhängig voneinander zentriert. Zur Verbesserung der Spratzfestigkeit enthält die Katodenpaste einen Nickelzusatz. Die Diode PY 500 hat einen Magnovalsockel und eine Sitzhöhe von maximal 106,5 mm bei einem Durchmesser von maximal 30,2 mm.

4. Hochspannungsgleichrichterröhre GY 501 für 25 kV

Heizung indirekt, Parallelheizung	
$U_f = 3,15 \text{ V}$	
$I_f = 370 \pm 40 \text{ mA}$	
Gleichrichtung von Zeilenrückschlagimpulsen:	
Betriebsdaten	
$I_s = 1,5 \text{ mA}$	
$U_s = 25 \text{ kV}$	
Grenzdaten	
$-U_{as} = \text{max. } 33,5 \text{ kV}$	
$U_s = \text{max. } 27,5 \text{ kV}$	
$I_s = \text{max. } 1,7 \text{ mA}$	

Für die Farbbildröhre A 63-11 X wird eine stromergiebige Hochspannungsgleichrichterröhre mit hoher Sperrspannung benötigt. Bei der Entwicklung des Typs GY 501 wurde ferner die ständig auftretende höhere Strombelastung des Gleich-

richters bei Anwendung einer Lastausgleichsschaltung mit einer Ballasttriode berücksichtigt. Der maximal zulässige Anodengleichstrom von 1,7 mA bei einer Betriebsspannung von 25 kV und die hohe Spitzenspannung von 33,5 kV werden durch eine robuste Rundkatode und eine Anode mit großem Durchmesser erreicht. Der Anodenzyylinder ist zur Vermeidung von Rückemission am unteren Ende gut verrundet und wird an der in den Kolben eingeschmolzenen Anodenkappe gehalten. Das Katodenröhrchen ragt zentrisch in den Anodenzyylinder hinein und ist an einem Haltebügel befestigt. Der Pumpstengel liegt zwischen den Stiften des Magnovalsockels. Sitzhöhe und Durchmesser der Röhre sind maximal 82,5 mm und maximal 30,2 mm.

5. Hochspannungshallasttriode PD 500

Heizung	
indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f \approx 7,5 \text{ V}$	
Kenn- und Betriebsdaten	
U_a	= 25 kV
$-U_g (I_a = 1,5 \text{ mA})$	= 7...30 V
$\Delta U_g (I_a = 0,1 \dots 1,5 \text{ mA})$	$\leq 10 \text{ V}$
Grenzdaten	
U_a	- max. 25 kV (abs. max. = 27,5 kV)
I_a	- max. 1,0 mA
I'_a	- max. 30 W (abs. max. = 40 W, kurzzeitig)
U_{fk}	- max. 600 V (k. pos.)
R_g	- max. 5 M Ω

Die Ballasttriode PD 500 ist als regelbare Hochspannungstriode zur Stabilisierung der Hochspannung in Farbfernsehgeräten mit hoher Speisespannung (400-V-Schaltung mit der Zeilen-Endröhre PL 505) sowie für die Pumpschaltung (250-V-Schaltung mit den Zeilen-Endröhren PL 504 und PL 505) entwickelt worden. Für die Schaltung mit getrennter Hochspannungserzeugung wird die Röhre nicht benötigt.

Die Triode hat bei 25 kV Anodenspannung einen Stromregelbereich von 0,1...1,2 mA, die zugehörige Steuerspannung ist etwa 10 V. Die resultierende Anodenverlustleistung von maximal 30 W (absoluter Grenzwert 40 W, kurzzeitig) und die hohe Spannung haben den Röhrenentwickler vor schwierige technologische Aufgaben gestellt. Hinzu kommt die Forderung nach hoher Spannungsfestigkeit zwischen Heizfaden und Katode (U_{fk} = maximal 600 V) und kurzer Anheizzeit, da die Röhre früher betriebsbereit sein muß als der Hochspannungsgenerator. Die Röhre ist wie folgt aufgebaut:

Über dem Magnoval-Preßteller sind die 2-mm-Rundkatode und das vergoldete Ovalgitter quer zur Röhrenachse angeordnet. Die Isolation zwischen Heizfaden und Katode übernimmt - ähnlich wie bei dem Typ PY 81 - eine um den Heizfaden gewickelte Isolierwendel. Oberhalb dieses Systems befindet sich ein mit der Katode elektrisch verbundener Abschirmtopf mit einer Lochblende im Boden, in den der Anodenzyylinder aus Molybdän hineinragt. Die von der Katode durch die Lochblende austretenden Elektronen treffen auf eine Molybdänplatte auf, die den Anodenzyylinder am oberen Ende verschließt. Die Anodentemperatur liegt bei einer Verlustleistung von 40 W im Mittel bei etwa 800 °C, das heißt, es wird das Prinzip der „heißen Anode“ mit Strahlungskühlung angewandt. Eine wirksame Wärmeisolierung zu der in den Glaskolben eingeschmolzenen Anschlußkappe wird durch

drei dünne, um 120° versetzte Molybdänstege erreicht, an denen der Anodenzyylinder befestigt ist. Eine über der Anode zwischen den Stegen angeordnete Scheibe aus vernickeltem Eisen dient zusätzlich als Wärmespiegel und als Kühlfahne für die Stege. Die Röhre hat eine Sitzhöhe von maximal 106,5 mm, der Durchmesser ist maximal 39,7 mm. Der Pumpstengel befindet sich im Preßteller zwischen den Sockelstiften.

5.1. Anwendungsbeispiele

Zur Zeit gibt es drei Schaltungskonzeptionen für den Horizontalablenker in Farbfernsehempfängern, die an Hand von vereinfachten Prinzipschaltbildern kurz erläutert werden sollen.

5.1.1. Schaltung mit hoher Speisespannung

Die Schaltung ist schematisch im Bild 1 dargestellt und entspricht in ihrer Wirkungsweise grundsätzlich der bei Schwarz-Weiß-Empfängern üblichen Technik. Die Ablenkstufe arbeitet jedoch im Gegensatz zu der in Europa bewährten „Allstrom-Schaltungstechnik“ mit einer Speisespannung von etwa 400 V, erfordert daher einen zusätzlichen Aufwand im Stromversorgungsteil (Netztransformator beziehungsweise Spannungsverdopplung, Siebmittel). Als Vorteil dieser Schaltung ist anzuführen, daß nur eine Zeilen-Endröhre vom Typ PL 505 wegen der geringeren Ströme und des besseren Wirkungsgrades benötigt wird. Der erforderliche kleine Innenwiderstand der Hochspannungsquelle läßt sich mit der bekannten VDR-Regelschaltung allein nicht mehr erreichen und macht zusätzlich eine Lastausgleichsschaltung mit der Ballasttriode PD 500 notwendig.

In dem dargestellten Schaltungsbeispiel wird dem Gitter dieser Triode eine vom Strahlstrom abhängige Steuerspannung über einen Spannungsteiler so zugeführt, daß der Anodenstrom mit wachsendem Strahlstrom abnimmt - der Gleichrichter innerhalb des Regelbereiches der Röhre (0...1,2 mA) demnach stets mit gleichem Strom belastet wird - und die Hochspannung konstant bleibt. Zur Erhöhung des Stabilisierungsfaktors kann man die Boosterspannung als Vergleichsspannung ausnutzen, die über die VDR-Regelschaltung hinreichend konstant gehalten wird. Der Innenwiderstand der Hochspannungsquelle steigt jedoch von etwa 100 k Ω auf einige M Ω stark an, wenn bei weißen Bildpartien kurzzeitig hohe Spitzenstrahlströme von mehr als 1,2 mA auftreten, da die Regelung dann ausfällt und die Bildröhrenkapazität nicht ausreicht. Zur Beseitigung des entstehenden Geometriefehlers und des Verlustes an Bildschärfe ist eine zusätzliche Ladekapazität von etwa 10 nF erforderlich. Ein grundsätzlicher Nachteil der Lastausgleichsschaltung ist darin zu sehen, daß die Ablenkstufe stets voll belastet, die maximale Strahlleistung aber nur selten benötigt wird.

5.1.2. Pumpschaltung

Die beträchtlichen Wirkverluste, die durch die hohe Strahlstrombelastung auftreten, führen besonders bei niedrigen Speisespannungen zu großen zusätzlichen Strömen in der Zeilen-Endröhre und in der

Boosterdiode. So bewirkt dieser gegenüber Schwarz-Weiß-Empfängern wesentlich größere Energieentzug während der Sperrphase der Pentode überhöhte Spitzenströme der Röhren beim Strahlhinauf, erfordert somit höhere Spannungen an den beiden Röhren und verursacht Zusatzverluste. Der Wirkungsgrad der Ablenkstufe kann wesentlich verbessert werden, wenn der zusätzliche Strom, der zur Deckung der Rückschlagverluste erforderlich ist, nicht über die Boosterdiode fließt, sondern unmittelbar von der Speisespannungsquelle über eine zweite Zeilen-Endröhre in den Kreis „gepumpt“ wird.

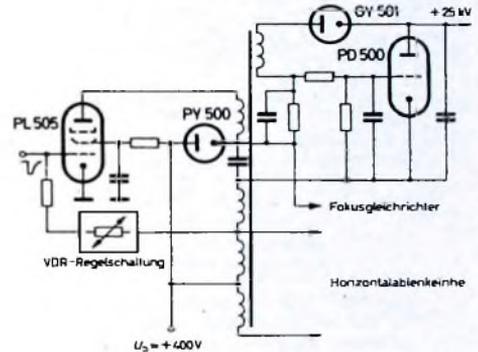


Bild 1. Horizontalablenkstufe mit hoher Speisespannung

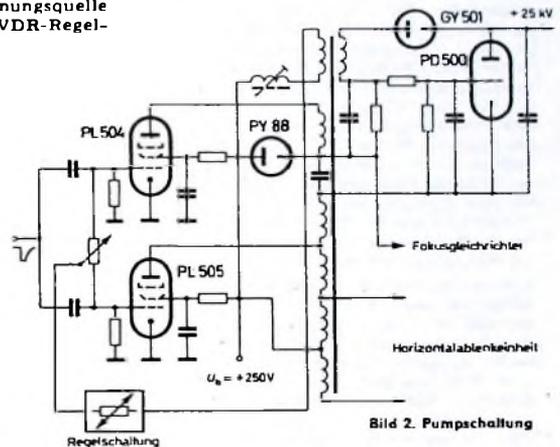


Bild 2. Pumpschaltung

Auf diesen Überlegungen basiert die im Bild 2 dargestellte Pumpschaltung. Für die mit einem VDR stabilisierte Boosterschaltung zur Erzeugung der Ablenkstufe sowie zur Gewinnung der Leerlauf-Hochspannung reichen die Röhren PL 504 und PY 88 aus. Die parallel angesteuerte 25-W-Zeilen-Endröhre PL 505 übernimmt die Einspeisung der Wirkleistung. Zur Hochspannungsstabilisierung ist bei dieser 250-V-Schaltung die Ballasttriode PD 500 vorgesehen.

5.1.3. Schaltung mit getrennter Hochspannungserzeugung

Alle Nachteile der zuvor beschriebenen Schaltungen lassen sich vermeiden, wenn bei niedriger Speisespannung Strahl- und Ablenkleistung in getrennten Stufen erzeugt werden (Bild 3). Der Mehraufwand ist gering, da die Ballasttriode bei dieser Schaltung nicht benötigt wird. Der Innenwiderstand der Hochspannungsquelle kann auf Null eingestellt werden und bleibt

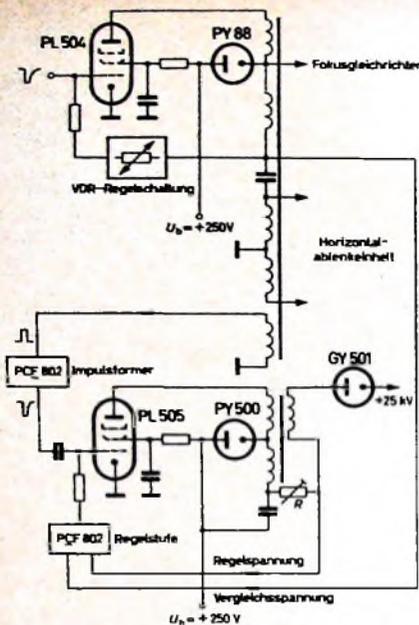


Bild 3. Schaltung mit getrennter Hochspannungserzeugung

auch bei einem Spitzenstrahlstrom von 7,5 mA so klein, daß selbst bei großer mittlerer Helligkeit ein den Steuerungspannungen proportionaler Kontrastumfang erreicht wird. Ein bedeutender Vorteil ist außerdem, daß nur jeweils die dem Momentanwert des Strahlstromes entsprechende Hochspannungsleistung erzeugt wird. Hinzu kommt die Möglichkeit, durch Aufteilung des Netzteses eine weitgehende Entkopplung zwischen Hochspannungsteil und den übrigen Empfängerstufen zu erreichen, sowie die Erleichterung, Hochspannung und Bildbreite (Ablenkstrom) unabhängig voneinander einstellen zu können. Eine Beschädigung der Bildröhre bei Ausfall der Horizontalablenkung kann durch Gewinnung der Fokussierspannung im Ablenkteil vermieden werden.

Wie bei der Pumpschaltung ist die Ablenkspannung mit den Röhren PL 504 und PY 88 bestückt und weist keine Besonderheiten auf. Die mit einem getrennten Transformator erzeugte Hochspannung wird bei Last- und Netzspannungsänderungen durch Regelung über das Steuergitter der Leistungspentode PL 505 konstantgehalten. Diese Röhre wird aus einer Hilfswicklung des Ablenktransformators über eine Impulsformerstufe zur Erhöhung der Sperrflankensteilheit (Pentodenteil PCF 802) angesteuert. Der Regelstufe (Triodenteil PCF 802) wird eine vom Strahlstrom abhängige Spannung zusammen mit der Boosterspannung der Hochspannungsstufe zugeführt. Die Vergleichspannung wird von der Boosterspannung der Ablenkstufe abgeleitet.

6. Vertikal-Endröhre PL 504

Wegen der höheren Ablenkleistung reicht der von den Schwarz-Weiß-Empfängern her bekannte Typ PCL 85 für Farbfernsehergeräte nicht mehr aus. Deshalb wurde die neue 12-W-Röhre PL 504 entwickelt, die wegen des größeren Systems als Einzelpentode mit Magnovalsockel in Allglas-technik mit einer Sitzhöhe von maximal 71,4 mm und einem Durchmesser von 30,2 mm ausgeführt ist. Der Pumpstengel liegt zentral zwischen den Sockelstiften. Diese Schattengitterröhre hat ein planparalleles Elektrodensystem, bestehend

Heizung	
indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f = 17 \text{ V}$	
Kenndaten	
$U_a = 190 \text{ V}$	$S = 0 \text{ mA/V}$
$U_{g1} = 190 \text{ V}$	$\mu_{eff} = 8$
$-U_{g2} = 17 \text{ V}$	$r_a = 10 \text{ k}\Omega$
$I_a = 60 \text{ mA}$	$-U_{g1} (I_a = 10 \text{ mA}) = 25 \text{ V}$
$I_{g1} = 4,5 \text{ mA}$	
Betriebsdaten (am Ende des Hinlaufes)	
$U_a = 70 \text{ V}$	$-U_{g1} = 5 \text{ V}$
$U_{g1} = 200 \text{ V}$	$I_a = 230 \text{ mA}$
Grenzwerte	
$U_a = \text{max. } 400 \text{ V}$	$P_{g1} = \text{max. } 3,5 \text{ W}$
$U_{g1} = \text{max. } 2,5 \text{ kV}$	$I_a = \text{max. } 100 \text{ mA}$
$P_a = \text{max. } 12 \text{ W}$	

aus einer im Vergleich zum Typ PCL 85 größeren Katode, üblichen Reckgittern und einem Bündelrahmen. Durch ein in das System hineinragendes Anodenblech wurde eine Verbesserung der Elektronenoptik und der Stromübernahme erreicht.

7. Endpentode PL 802 für Leuchtdichtesignal-Verstärker

Heizung	
indirekt, normierte Anheizzeit	
$I_f = 300 \text{ mA}$	
$U_f = 16 \text{ V}$	
Kapazitäten	
$C_1 = 20 \text{ pF}$	
$C_2 = 6 \text{ pF}$	
$C_{a/g1} \approx 0,07 \text{ pF}$	
Kenndaten	
$U_a = 150 \text{ V}$	$I_a = 28 \text{ mA}$
$U_{g1} = 0 \text{ V}$	$I_{g1} = 6,5 \text{ mA}$
$U_{g2} = 150 \text{ V}$	$S = 40 \text{ mA/V}$
$-U_{g3} = 0,5 \text{ V}$	$\mu_{eff} = 72$
Grenzwerte	
$U_a = \text{max. } 300 \text{ V}$	$P_{g1} = \text{abs. max. } 2,7 \text{ W}$
$P_a = \text{max. } 7 \text{ W}$	$I_a = \text{max. } 80 \text{ mA}$
$U_{g1} = \text{max. } 300 \text{ V}$	$R_{g1} = \text{max. } 0,1 \text{ M}\Omega$

Um den Kontrastumfang der Farbbildröhre voll auszunutzen, wird ein Leuchtdichtesignal von 100 V, das heißt eine um etwa 20 V höhere Steuerspannung als für eine vergleichbare Schwarz-Weiß-Bildröhre, benötigt. Neben dieser Forderung nach hoher und möglichst linearer Großsignalverstärkung bei einer Speisespannung von 250 V muß die Luminanz-Endstufe einen geradlinigen Frequenzgang bis etwa 4 MHz aufweisen. Außerdem ist wegen der kleineren Bandbreite des Chrominanzverstärkers ein Laufzeitausgleich durch Signalverzögerung im Luminanzverstärker notwendig. Als weitere Forderung kommt daher für die Endröhre erschwerend hinzu, besonders wenn sie in einer einstufigen Schaltung mit gitterseitig angeordneter Verzögerungsleitung betrieben wird, daß ihre dynamische Eingangskapazität klein sein muß, um auch Leitungen mit größerem Wellenwiderstand breitbandig anpassen zu können, das heißt, um Reflexionen zu vermeiden.

Die genannten Forderungen werden von den bisher üblichen Video-Endröhren nur unzureichend erfüllt. Die Valvo GmbH hat daher eine 7-W-Breitband-Endpentode mit einer Steilheit von 40 mA/V bei einem Anodenstrom von 28 mA - den Typ PL 802 - entwickelt. Die Röhre ist speziell für den Einsatz in einstufigen Luminanzverstärkern ausgelegt worden, kann jedoch auch in mehrstufigen Schaltungen sowie als

Video-Endröhre in Schwarz-Weiß-Empfängern vorteilhaft angewendet werden.

Die neue Novalaröhre entspricht in ihren äußeren Abmessungen dem Typ EF 80. Ihre hohe Steilheit ist durch die Kombination einer großflächigen Rechteckkatode (4 mm \times 1,2 mm) und eines Spangitters mit etwa 50 μm Abstand zur Katode erreicht worden (planparalleles System). Der maximale Katodenstrom ist 80 mA. Wickeldraht und Rahmen des Spangitters sind vergoldet. Dadurch wird Gitteremission vermieden und der Gitterstromesatz in Richtung positiver Gitterspannungen nahe an $U_{g1} = 0 \text{ V}$ verschoben, das heißt der Aussteuerbereich vergrößert. Das Schirmgitter ist als Reckgitter ausgebildet und darf mit maximal 2,7 W belastet werden. Zum Erreichen eines kleinen Leistungs-Innenwiderstandes sowie einer großen mechanischen Stabilität des Systems enthält die Röhre einen Bündelrahmen an Stelle eines gewickelten Bremsgitters. Die Anode ist zweiteilig ausgeführt, wobei die passiven Teile zurückgezogen sind, um kleine Streukapazitäten und eine bessere Abstrahlung der Schirmgitterverlustleistung zu erreichen.

Als Anwendungsbeispiel zeigt Bild 4 einen einstufigen Leuchtdichtesignal-Verstärker mit der Röhre PL 802. Bei einer Signalspannung von $U_{BAS} = 5 \text{ V}$ am Eingang der gitterseitig angepaßten Verzögerungsleitung liefert die Röhre bei 33facher Verstärkung eine Leuchtdichteamplitude von $U_{08} = 100 \text{ V}$ und einen Synchronimpuls von 35 V (Stauchung etwa 20%). Zur Stabilisierung des Arbeitspunktes arbeitet die

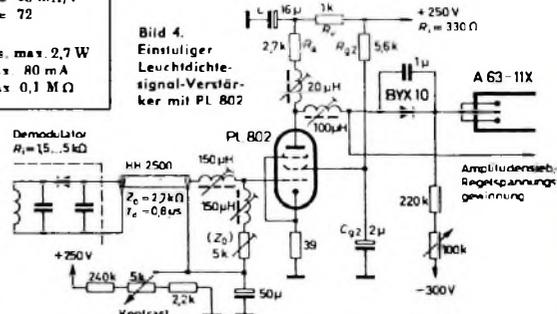
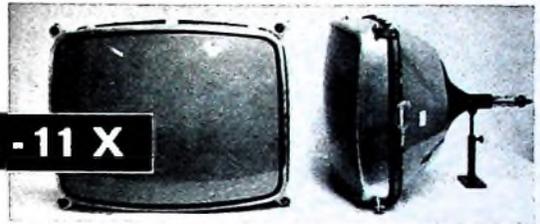


Bild 4. Einstufiger Leuchtdichtesignal-Verstärker mit PL 802

Stufe mit einem Katoden- und einem Schirmgitterwiderstand. Letzterer ist so bemessen, daß die maximale Schirmgitterverlustleistung unter keinen Umständen überschritten werden kann (Leistungsanpassung). Um die Miller-Kapazität auszuschalten, ist das Schirmgitter über C_{g2} an Masse gelegt. Die Schwarzweithaltung wird über eine in Serie zum Arbeitswiderstand $R_a = 2,7 \text{ k}\Omega$ geschaltete Impedanz (R_v parallel zu C) erreicht, die für tiefe Frequenzen eine definierte Verstärkungsanhebung bewirkt und die zunehmende Gegenkopplung im Schirmgitterkreis kompensiert ($R_v C \approx R_{g2} C_{g2}$). Der unüberbrückte Katodenwiderstand trägt nicht nur zur Arbeitspunktstabilisierung bei, sondern verbessert darüber hinaus die Linearität der Aussteuerungskurve ($V_{mid}/V_{max} = 0,9$) und verringert die Eingangskapazität der Röhre. Der Frequenzgang verläuft geradlinig bis 4 MHz, die 3-dB-Grenzfrequenz ist 4,4 MHz (L-Kompensation). Die Kontrastverstellung erfolgt über die Regelspannung im 2F-Verstärker. Zur Begrenzung des mittleren Strahlstromes der Bildröhre auf 1,5 mA wird die Siliziumdiode BYX 10 verwendet.

Die Farbbildröhre A 63-11 X

DK 621.385.832-621.397.62-621.397.132



1. Charakteristische Eigenschaften

Bei der Farbbildröhre A 63-11 X wird die farbige Bildwiedergabe mittels dreier zur Röhrenachse leicht geneigter Elektronenstrahlensysteme bewirkt, deren Elektronenstrahlen durch eine feinschichtige, in geringer Distanz zum Leuchtschirm angeordnete Lochmaske hindurchtreten und auf dem aus vielen runden Einzelluminophorpunkten zusammengesetzten Leuchtschirm jeweils die blauen, grünen und/oder roten Punkte zum Leuchten anregen. Die Luminophore für die blaue und grüne Farbe sind Zink-Cadmiumsulfide, die mit Silber aktiviert sind, während die rote Farbe durch mit Europium aktiviertes Yttriumvanadat erzeugt wird. Der Farbschirm ist durch den Buchstaben X gekennzeichnet, während bei Schwarz-Weiß-Bildröhren ein W (Weiß) verwendet wird.

Wie ebenfalls aus der Typenbezeichnung hervorgeht, ist das Diagonalmaß des Schirmes etwa 63 cm. Der diagonale Ablenkwinkel ist 90°, wodurch die Baulänge der Röhre mit 521 mm um etwa 138 mm länger ist als die der vergleichbaren Schwarz-Weiß-Röhre A 65-11 W. Ablenkung, Einstellung der radialen und lateralen Konvergenz sowie Farbreinheit erfolgen magnetisch.

Die Röhre wird mit einer Anodenspannung von 25 kV, die der Spannung am Leuchtschirm und der Lochmaske entspricht, betrieben. Das macht (auch aus Gründen der Hochspannungsfestigkeit der Elektronenstrahlerzeuger) die Verwendung einer Beschleunigungslinse an Stelle der bei Schwarz-Weiß-Bildröhren üblichen Einzellinse erforderlichlich.

Bei dieser Röhre setzt Telefunken die seit 1962 bewährte Tradition der Stahlarmierung fort, so daß auch die Farbfernsehgeräte ohne zusätzliche Schutzscheibe gebaut werden können und damit die Fernsehteilnehmer in den Genuß der bekannten Vorteile der stahlblech-armierten Bildröhren kommen.

An der Stahlblecharmierung sind wie bei der A 65-11 W Winkel zur Montage der Röhre im Gehäuse vorhanden. Wie auch bereits bei den Schwarz-Weiß-Bildröhren praktiziert, wird das Frontglas in neutralem Grau eingefärbt, wobei der Transmissionsgrad wegen der geringeren Helligkeit des Leuchtschirms zunächst auf 52,5% festgelegt wurde, während er bei Schwarz-Weiß-Bildröhren wie bei der A 59-12 W/2 und A 65-11 W zwischen 43 ... 45% liegt.

Zum ordnungsgemäßen Betrieb der Farbbildröhre gehören außer der Ablenkheit noch eine wechsmagnetische Abschirmkappe mit Entmagnetisierungspule am Trichter der Röhre, ein Farbreinheitsmagnet, eine statische und dynamische Konvergenzeinheit und ein Magnet zur Seitenverschiebung der Strahlen. Letztere sind alle auf dem Hals der Farbbildröhre anzuordnen.

Die Farbbildröhre A 63-11 X ist für die Farbbildwiedergabe bei allen Übertragungsverfahren verwendbar; auch die Schwarz-Weiß-Bildwiedergabe ist möglich.

2. Prinzipielle Wirkungsweise

Die Wiedergabe farbiger Bilder kann, von Primärfarben ausgehend, grundsätzlich auf additivem oder subtraktivem Wege erfolgen. Bei der vorliegenden Farbbildröhre wird von der additiven Farbmischung Gebrauch gemacht, wobei, wie es im Bild 1 gezeigt ist, von den drei Primärfarben Blau, Grün und Rot ausgegangen wird. Diese Primärfarben liegen, wie später gezeigt wird, so im Farbkoordinatensystem, daß es durch deren Mischung möglich ist, fast alle in der Natur vorkommenden Farbtöne zu erzeugen. Die Farbmischung bei der Farbbildröhre erfolgt durch gleichzeitige Ansteuerung der drei Elektronenstrahlerzeuger, wobei die Stromanteile je nach der geforderten Farbe zusammengesetzt werden.

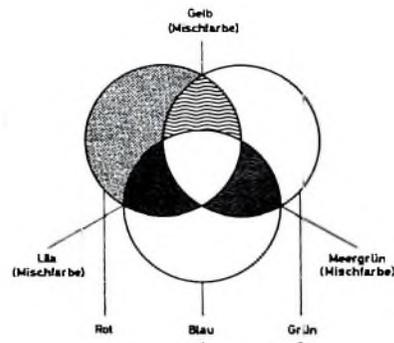
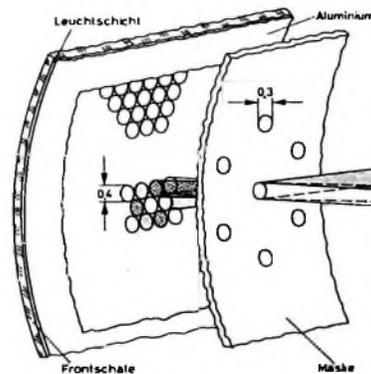


Bild 1. Prinzip der additiven Farbmischung aus drei Primärfarben



Erste Voraussetzung für eine gute Farbwiedergabe ist die Farbreinheit der Röhre. Hierunter versteht man die Forderung, daß die Elektronen eines Einzelstrahlerzeugers nur die Luminophorpunkte einer Farbe anregen dürfen, also jeder Primärfarbe ein Elektronenstrahlerzeuger zugeordnet ist. Erreicht wird dies durch die Abdeckwirkung der Maske. Zu jedem Loch in der Maske gehört auf dem Schirm je ein roter, blauer und grüner Luminophorpunkt (Bild 2). Diese Einheit bezeichnet

man als Tripel. Die drei Elektronenstrahlen fallen unter solchen Winkeln auf die Maske, daß sie jeweils nur auf den entsprechenden Farbpunkten auftreffen. Bei der Betrachtung von Bild 2 drängt sich der Vergleich mit einer Lochkamera auf. Die Strahlen kommen von einer Objektebene her, und das Maskenloch wirkt als abbildendes Element für die drei Gegenstandspunkte auf dem Schirm. Damit ist eine bildverkehrte Zuordnung gegeben: Wenn der „blaue“ Elektronenstrahlerzeuger oben liegt, befindet sich der zugehörige Luminophorpunkt im Tripel unten.

Die Maske enthält etwa 400 000 Löcher, denen je ein Farbtripel zugeordnet ist. Die Punkte sind so klein, daß bei gleichzeitiger Anregung der drei Luminophore das Auge die einzelnen Punkte nicht mehr auflösen kann und so der Eindruck der wiederzugebenden Mischfarbe entsteht. Dieses Abdeckprinzip mit der Maske hat der Röhre den Namen Lochmaskenröhre gegeben.

Wie bei den Schwarz-Weiß-Bildröhren ist die Leuchtschicht zwecks Helligkeitssteigerung aluminisiert. Der gesamte Leuchtschirm liegt auf dem gleichen Potential von 25 kV wie die Lochmaske und die letzte Elektrode des Strahlerzeugers, nämlich die Anode einschließlich Konvergenztopf. Durch diese relativ hohe Beschleunigungsspannung macht man einerseits bezüglich der Helligkeit einen Teil der Elektronenabsorption in der Lochmaske wett, andererseits erreicht man dadurch ausreichende Schärfe des Elektronenflecks auf der im Vergleich zur Schwarz-Weiß-Bildröhre größeren Strahlenerzeugung, die ihrerseits einen weiteren Teil der Absorptionsverluste kompensieren müssen.

Die Ausrichtung der drei Elektronenstrahlerzeuger untereinander und die Lage im Hals des Bildröhrenkolbens wird bei der Montage nie so genau erreicht, wie es zum ordnungsgemäßen Betrieb der Röhre erforderlich wäre. Deshalb sind zur Fein-

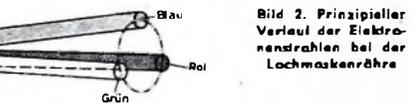


Bild 2. Prinzipieller Verlauf der Elektronenstrahlen bei der Lochmaskenröhre

korrektur der Elektronenstrahlen äußere, auf dem Hals zu montierende magnetische Mittel vorgesehen (Bild 3), die - wie auch die gegen das Erdfeld abschirmende Eisenkappe auf dem Trichter - in ihrer Funktion nachstehend beschrieben werden. Zusätzlich zu diesen Feinkorrekturmitteln primär für die Mitte des Leuchtschirms ist eine Korrektur für den ausgelenkten Elektronenstrahl erforderlich, weil sich die Strahlachse des Einzelstrahlerzeugers nicht mit der Röhrenachse deckt, wodurch bei der Ablenkung mit dem gemeinsamen Magnetfeld, wie bei einer schiefwinkligen Diaprojektion, trapezförmig verzerrte Bilder entstehen.

Bei der Bildwiedergabe auf dem Röhrenschirm überlagert sich zusätzlich noch die auch bei den Schwarz-Weiß-Bildröhren

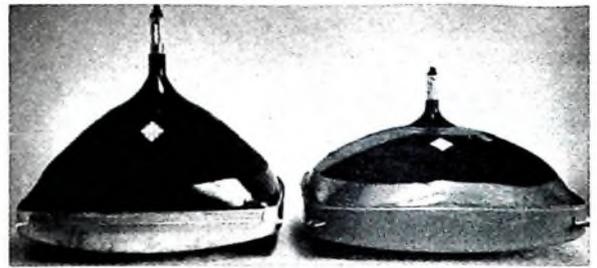
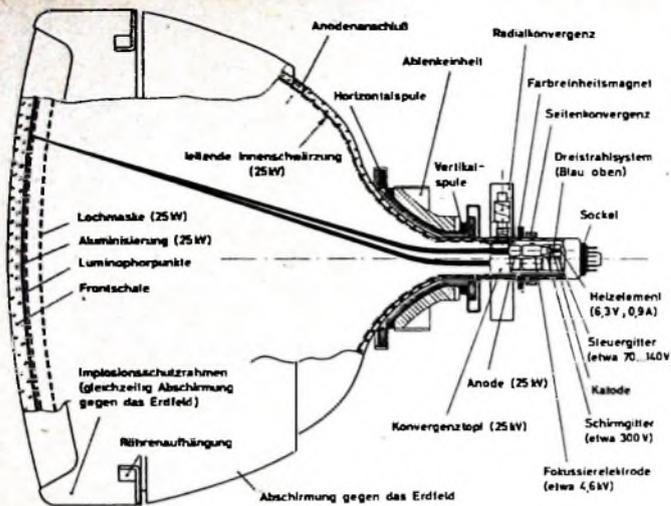


Bild 4. Größenvergleich der Farbbildröhre A 63-11 X mit der Schwarz-Weiß-Bildröhre A 65-11 W

Bild 3 Schnitt durch die Röhre mit montierter Abschirmkappe, Ablenk- und Strahlkorrekturmitteln

Katodenstrom die gleiche Katodenstromdichte erzielt wie bei Schwarz-Weiß-Bildröhren. Die Fokussierelektrode wird mit etwa 4,6 kV betrieben, wodurch die Spannungsdifferenz zur Anodenelektrode mit 25 kV Nominalspannung nur noch rund 20 kV beträgt. Bild 7 gibt das Größenverhältnis zwischen den Elektronenstrahlenerzeugern der Schwarz-Weiß-Bildröhre A 65-11 W sowie dem der Farbbildröhre A 63-11 X und den Aufbau wieder. Deutlich ist der bei dem Farbbildröhren-Elektronenstrahlenerzeuger zusätzlich erforderliche Konvergenztopf zu erkennen. Er liegt ebenfalls auf Anodenpotential.

Im Bild 6 ist der Konvergenztopf von schräg oben zu sehen. Der Gettering ist der Deutlichkeit halber entfernt. Die Polschuhe umfassen den Elektronenstrahl auf etwa 13 mm Strahllänge. Sie sind am Umfang des Topfes abgewinkelt und dort angeschweißt, so daß die außerhalb vom Hals anzuordnenden Polschuhe der Radialkonvergenzereinheit mit ihnen in möglichst enge magnetische Kopplung gebracht werden können. Die innerhalb des Konvergenztopfes befindlichen drei Stegbleche dienen zur magnetischen Entkopplung der Polschuhpaare untereinander.

Die Elektronenstrahlgeometrie im Bereich des Steuergitters, in der Fokussierelektrode, an der Maske und am Schirm konnte, was die Schärfe angeht, gelöst werden, genauso wie die besonderen Anforderungen an die Bildröhre bezüglich Aufbaugenauigkeit, Einbaugenauigkeit und thermischer Stabilität. Die unter etwa 1° Neigung zur gemeinsamen Achse angeordneten Einzelstrahlenerzeuger sind gemeinsam am Boden des Konvergenztopfes sowie mittels der in drei stabilen Sinterglasstreben eingeschmolzenen Halteschellen an den einzelnen Elektroden aufgebaut. Auf Grund der sehr geringen Einzelstreuung der Fokussierspannungen in den Einzelstrahlenerzeugern untereinander

bekannte Kissenverzerrung. Sie kann allerdings nicht wie bei Schwarz-Weiß-Bildröhren mit einfachen Kissenentzerrmagneten an der Ablenkeinheit sondern nur mit entsprechend geformten zusätzlichen Ablenkströmen ausgeglichen werden. Die Zentrierung des Bildes auf die Mitte des Leuchtschirms erfolgt durch Gleichstromvorablenkung in der Ablenkeinheit.

1. Elektronenstrahlenerzeuger

Bei der Entwicklung des Elektronenstrahlenerzeugers war eine Anzahl von Forderungen zu erfüllen, die gegenüber denen bei Schwarz-Weiß-Bildröhren neu sind:

- hohe Anodenspannung und großer Anodenstrom zwecks Kompensation des Elektronenverlustes auf der Maske und daher große Spannungsfestigkeit,
- Mittel zur Übertragung äußerer Magnetfelder zwecks Strahlkorrektur und
- geringe sphärische Aberration bei vorgegebenem Halsdurchmesser und möglichst großem Anodenstrom trotz Unterbringung von drei Einzelstrahlenerzeugern.

Außer diesen Forderungen mußte den gegebenen Möglichkeiten entsprechend noch der Wunsch nach möglichst geringer Ablenkleistung erfüllt werden.

Nachdem aus Gründen der Bildqualität ein Ablenkwinkel von 90° festgelegt worden war, fiel die Wahl unter Beachtung einer vertretbaren Ablenkleistung einerseits und elektronenoptischer Qualität des Strahlenerzeugers andererseits auf den international genormten Halsdurchmesser von 28 mm, der beispielsweise bereits bei der früheren Schwarz-Weiß-Bildröhre AW 53-80 verwendet wurde.

Im Bild 4 ist der Längenunterschied von 128 mm zwischen der Farbbildröhre A 63-11 X und der etwa vergleichbaren, modernen Schwarz-Weiß-Bildröhre A 65-11 W zu erkennen. Ein Längenteil von 83 mm geht zu Lasten des geringeren Ablenkwinkels, der andere von 55 mm zu

Lasten des Elektronenstrahlsystems, das zusätzlich den Konvergenztopf trägt und außerdem möglichst weit außerhalb des Magnetfeldes der Ablenkeinheit liegen soll, um Farbbuntheit zu vermeiden. Damit in dem Hals von 36 mm Durchmesser ein aus drei Einzelstrahlenerzeugern zusammengesetztes System eingebaut und den Forderungen a) und c) entsprochen werden kann, muß eine Beschleunigungslinse im Gegensatz zu den bisher im allgemeinen üblichen Einzellinsen verwendet werden. Die Beschleunigungslinse wird aus dem zwischen Schirmgitter-, Fokussier- und Anodenelektrode befindlichen elektrostatischen Feld gebildet. Man spricht deshalb auch von einer Dreispannnungsfokussierung. Die aus dem Steuergitterraum austretenden Elektronen werden innerhalb der Fokussierelektrode beschleunigt und fokussiert, bis sie eine der Anodenspannung äquivalente Geschwindigkeit haben. Wegen dieses physikalischen Verhaltens wird die Bezeichnung Beschleunigungslinse verwendet.

Bei einer derartigen Anordnung können die Elektroden Durchmesser gemessen am verfügbaren Platz relativ groß sein, wodurch die sphärische Aberration günstig beeinflusst wird. Außerdem ist durch den nur einmaligen Spannungssprung die Hochspannungsfestigkeit besser als bei einer Einzelleinzelstrahlenerzeugung unter gleichen Betriebsbedingungen. Ferner werden durch Verwendung einer möglichst großen Fokussierspannung beide Eigenschaften im positiven Sinne beeinflusst.

Im Bild 5 ist die Wirkungsweise des Elektronenstrahlenerzeugers im Prinzip dargestellt, die an den Elektroden anliegenden Spannungen eingetragen und das optische Analogon der Beschleunigungslinse erklärt. Die Steuerelektrode mit Katode und Heizfaden entspricht der bei Schwarz-Weiß-Bildröhren üblichen Ausführung. Zusammen mit der Dimensionierung des Schirmgitters ($U_{p2} = 300$ V) wird bei dem erforderlichen, zwei- bis dreimal höheren

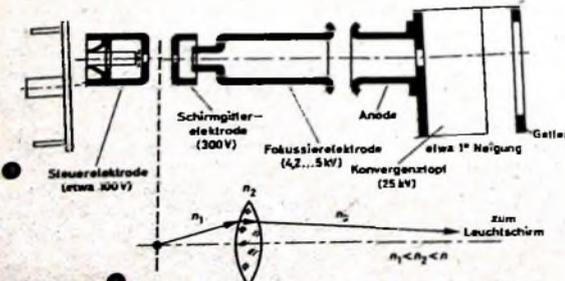
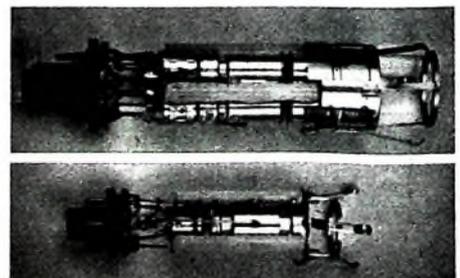


Bild 5. Prinzipieller Aufbau des Elektronenstrahlenerzeugers (a) der A 63-11 X und optisches Analogon (b) der Beschleunigungslinse

Bild 7. Vergleich der Elektronenstrahlenerzeuger der Farbbildröhre A 63-11 X mit dem der Schwarz-Weiß-Bildröhre A 65-11 W



Bild 6. Blick in den Konvergenztopf des Elektronenstrahlenerzeugers (zwecks besserer Übersicht ist das Gettering entfernt)



sind die Fokussierelektroden elektrisch miteinander verbunden, so daß die Fokussierspannung je Röhre nur einmal eingestellt zu werden braucht.

4. Farbschirm und Lochmaske

4.1. Herstellung des Schirmes
Wie aus Abschnitt 2. hervorgeht, enthält der Schirm etwa 1,2 Millionen Leuchtstoffpunkte. Das Auge kann zwar beim Betrieb der Röhre die einzelnen Punkte nicht unterscheiden, registriert aber jede kleine Schirminhomogenität. Deshalb ist beispielsweise eine Röhre nicht verwendbar, wenn ein Tripel fehlt. Ein Ausschnitt des Schirmmosaiks ist im Bild 8 als Mikroaufnahme gezeigt. Es ist zu erkennen,

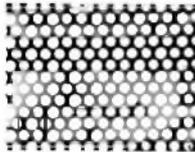


Bild 8. Ausschnitt aus einer Mikroaufnahme des Leuchtschirms

daß Punktanordnung und -größe so gewählt sind, daß die Fläche des Schirmes möglichst dicht belegt ist, um ein Maximum an Helligkeit zu erreichen.

Aufwand und Sorgfalt beim Beschirmungsvorgang sind groß. Staubfreiheit und außerdem volle Klimatisierung der Beschirmungsräume sind für eine gute Qualität der Schirme erste Voraussetzung. Das wird besonders an Hand des im folgenden kurz beschriebenen Herstellungsverfahrens deutlich.

Nach dem Reinigen der Frontschale wird zunächst eine mit der Suspension eines Leuchtstoffes (zum Beispiel des blauen Leuchtstoffes) gemischte fotoempfindliche Lösung eingebracht, gleichmäßig verteilt und getrocknet. Nach sorgfältiger Kontrolle der Maske - es darf kein Maskenloch verstopft sein -, wird sie vorsichtig mit Handschuhen angefaßt und in die Frontschale eingeknüpft. Darauf wird die so vorbereitete Frontplatte von einer punktförmigen UV-Lichtquelle durch die Maske hindurch belichtet. Dabei wird die Glasmasken-Anordnung auf dem Lichthaus mittels der drei Nocken an der Frontschale justiert. Die Lichtquelle selbst liegt in dem Ablenkpunkt der entsprechenden Elektronenbahn (in diesem Fall: „blauer“ Elektronenstrahlröhre), der weiter unten definiert wird. Nach dem Belichtungsvorgang wird die Maske mit gleicher Vorsicht wieder herausgeknüpft und die Frontschale ausgewaschen. An den belichteten Stellen bleibt der Leuchtstoff in Punktform hängen, deren Größe außer von der Belichtungszeit noch von etwa zwanzig weiteren Parametern abhängt.

Nach dem Trocknen müssen die Punkte auf Größe, Rundheit und Belegungsstärke geprüft werden. Dann ist der oben beschriebene Vorgang zu wiederholen. Man verwendet jetzt den zweiten Leuchtstoff und setzt die Lichtquelle in den Ablenkpunkt des entsprechenden Elektronenstrahlröhre, das heißt, man dreht sie um 120°. Ebenso verfährt man mit der dritten Komponente des Schirmes. Anschließend wird nach dem dreifachen Einlegevorgang die aus organischen Komponenten bestehende Folie aufgebracht und darauf erfolgt die Aluminiumbedampfung. Nach jedem Arbeitsvorgang wird die Schirmqualität geprüft.

Der Belichtungsvorgang, der zunächst vereinfacht dargestellt wurde, weist zwei prinzipielle geometrische Fehler auf: Einmal sind die Punkte am Schirmrand zu klein, zum anderen kann die Röhre nicht farbrein eingestellt werden, da die Luminophorpunkte nicht genau dort liegen, wo der Elektronenstrahl auftrifft. Diese Fehler und ihre Korrektur sollen näher erläutert werden. Der erste Fehler tritt auf, weil die angenähert punktförmige Lichtquelle, die nicht im Mittelpunkt des Krümmungsradius des Schirmes sitzt, eine unterschiedliche Lichtverteilung über die Frontschale ergibt. Das Licht wird deshalb mittels einer definiert bedampften Scheibe im Strahlengang so dosiert, daß die Punkte überall gleich groß werden. Der zweite Fehler, die Abweichung zwischen Luminophorpunkt und Auftreffpunkt der Elektronen beruht auf zwei Einzelfaktoren, die die unterschiedliche Richtung der Lichtstrahlen und der Elektronenbahnen hervorgerufen. Zur Erläuterung soll Bild 9 dienen. Die Elektronenstrahlen - im Bild ist nur ein einziger dargestellt - werden durch das gemeinsame magnetische Feld abgelenkt. Sie durchlaufen im Feld angenähert eine Kreisbahn und verlassen es in tangentialer Richtung. Die Rückverlängerung dieser Richtung schneidet die verlängerte Einfallrichtung im sogenannten Ablenkpunkt. An dieser Stelle muß die Lichtquelle sitzen, denn auf Grund der geradlinigen Ausbreitung der Lichtstrahlen haben sie dann dieselbe Richtung wie die Elektronen. Der Ablenkpunkt wandert jedoch mit zunehmendem Ablenkwinkel nach vorne, und für ein homogenes Querfeld ergibt sich die Verschiebung Δp zu

$$\Delta p = \frac{L}{2} \tan^2 \frac{\varphi}{2}$$

wobei Δp die Verschiebung, L die Länge des Magnetfeldes und φ den Ablenkwinkel bedeutet. Da es sich in der Praxis nicht um ein homogenes Feld handelt, muß man die Verschiebung Δp experimentell bestimmen.

Eine zweite Abweichung ergibt sich durch die dynamische Strahlkorrektur an der Röhre. Diese Korrektur beeinflusst die Elektronenbahn insofern, als sie stets eine Vergrößerung des Abstandes s von der gemeinsamen Achse bewirkt (Bild 10), wobei jetzt s nicht nur vom Ablenkwinkel φ , sondern auch von der zur Zeichenebene senkrechten Richtung θ auf den Schirm abhängt, also

$$s = f(\varphi, \theta)$$

Kennt man die beiden Größen Δp und s , so kann man unter gewissen Näherungen für die Belichtung eine Linse berechnen, welche beide Fehler kompensiert. Der Lichtstrahl wird so gebrochen, daß er nach der Brechung an jeder Stelle angenähert dieselbe Richtung wie der später in der Röhre laufende Elektronenstrahl hat.

Bild 11. Anordnung und Anregungsfläche der Luminophorpunkte in der Mitte und am Rande des Bildschirms

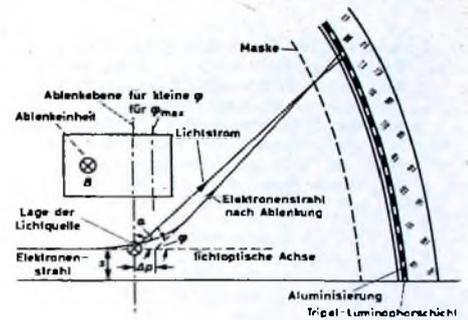
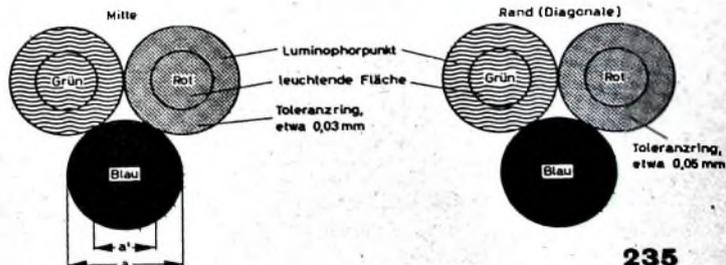


Bild 9. Optisch-elektronenoptische Abbildungskorrektur; die Lichtstrahlen sind nicht korrigiert

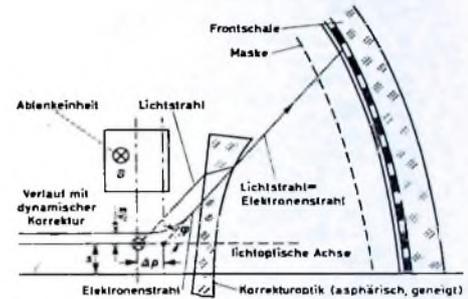


Bild 10. Optisch-elektronenoptische Abbildungskorrektur; die Lichtstrahlen sind durch Einbringen einer Korrekturlinse den Elektronenstrahlen angepaßt

Zwei Ausführungsformen ergeben in der Praxis gute Ergebnisse: Einmal eine asphärische Linse, die unter einem bestimmten Winkel geneigt werden muß (Bild 10), zum anderen eine unsymmetrische asphärische Linse. Die Berechnung dieser Linsen ist sehr zeitaufwendend und muß mit einem Computer erfolgen.

4.2. Größe und Toleranzbereich der Luminophorpunkte

Wie oben ausgeführt, ermöglicht das optische Belichtungsverfahren eine brauchbare Näherung. Die exakte Landung der Elektronen auf den Luminophorpunkten ist nicht möglich, zumal die mechanischen Toleranzen beim Produktionsablauf hinzuzaddiert werden müssen. Beide Faktoren machen einen Toleranzbereich erforderlich.

Im Bild 11 ist dieser Toleranzbereich für die Mitte und den Rand dargestellt. In der Mitte ist der Toleranzring bei einem mittleren Strom etwa 0,03 mm breit, am Rand ist er auf etwa 0,05 mm vergrößert. Diese kontinuierliche Zunahme der Toleranz ist nötig, um die am Rand stärker in Erscheinung tretenden Deckungsfehler noch auffangen zu können und für die Röhre völlige Farbreinheit zu garantieren.

4.3. Dimensionierung der Maske

Der Toleranzbereich und dessen kontinuierliche Vergrößerung wird durch die

Größe der Maskenlöcher bestimmt. Im Bild 12 ist der relative Lochdurchmesser der Maskenlöcher über dem Abstand von der Mitte aufgetragen. Nach einem Mittelekreis mit einem Radius von etwa 50 mm, innerhalb dessen der Durchmesser konstant ist, fällt der Lochdurchmesser zum Rand hin stetig ab. Der Kurvenverlauf ist aus zwei Gründen in dieser Art ge-

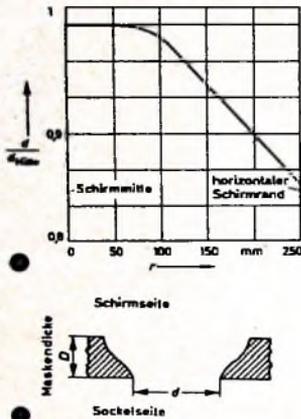


Bild 12 Abhängigkeit des Lochdurchmessers vom Abstand (a), Querschnitt durch ein Maskenloch (b)

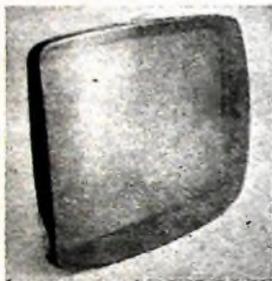


Bild 13 Maske der Farbblöhrre

wählt worden. In der Mitte sollte möglichst wenig an Helligkeit verloren gehen. Außerdem ist durch diesen Verlauf ein stetiger Abfall der Helligkeit gewährleistet, so daß ihn das Auge nicht wahrnimmt. In der Praxis sind es etwa 30 %.

Im Bild 12 ist auch das Schlibbild eines Maskenloches dargestellt. Die Löcher sind konisch ausgebildet, um die Anzahl der Sekundärelektronen zu vermindern. Sekundärelektronen, die an den Maskenlöchern ausgelöst werden, durchlaufen auf Grund des gleichen Potentials von Maske und Schirm undefinierte Bahnen und beeinflussen den Farbkontrast nachteilig. Der kleinere Durchmesser des Maskenlochs ist dem Elektronenstrahlerezeuger zugewendet und begrenzt die Elektronenstrahlen so, daß in Längsrichtung des Maskenloches durch Schattenwurf die konischen Flanken praktisch nicht von Elektronen getroffen werden.

Bild 13 zeigt eine fertige Maske. Sie besteht aus 0,15 mm dickem homogenem Tiefziehblech. Nach dem fotografischen Aufbringen der Vorlage werden die Löcher beidseitig in die Platine geätzt. Anschließend wird diese in die geforderte Form gezogen und auf den Rahmen gespannt. Der Ziehprozeß muß auf wenige zehntel Millimeter genau die errechnete

Kontur ergeben und darf dabei die Lochabstände und die Löcher selbst nur unwesentlich verformen.

Am Rahmen sind drei Federn angeschweißt, die eine stabile Halterung der Maske in den Halteknöpfen der Frontschale gewährleisten. Die Maske als Ganzes wird durch einen Oxidationsprozeß geschwärzt, um durch Abstrahlung die Erwärmung infolge der aufprallenden Elektronen möglichst gering zu halten. Die Maske hat unter Berücksichtigung des Toleranzbereiches der Mitte nur eine Transparenz von rund 17 %, die zum Rand hin entsprechend Bild 12 abnimmt. Das bedeutet, daß mindestens 83 % aller Elektronen mit einer Energie von 25 keV auf die Maske treffen. Eine zu starke Erwärmung der Maske bringt eine Ausdehnung der Maske mit sich, so daß der Elektronenauffreffpunkt über den Toleranzbereich der Luminophorpunkte hinaus verschoben wird. Dies hat dann eine Farbverfälschung zur Folge. Deswegen wird auch im Datenblatt eine Begrenzung des mittleren Anodenstroms gefordert.

4.4. Farbort und Helligkeit der Luminophore

Bei der Wahl der drei Grundluminophore sind folgende Forderungen zu erfüllen. Einmal sollen bei der Farbwiedergabe nach Möglichkeit alle in der Natur vorkommenden Farbtöne wiedergegeben werden, zum anderen muß auf gute Helligkeit, geringe Nachleuchtdauer und auf Stabilität des Leuchtstoffes - um einige Probleme aufzuzählen - geachtet werden. Im Bild 14 sind die Farborte der drei verwendeten Grundluminophore im Farbdigramm mit x- und y-Koordinaten eingezeichnet. (Der Spektralfarbweg mit der Verbindungsgeraden umfaßt den gesamten Farbbereich. Auf einer gedachten Verbindungslinie zwischen dem Weißpunkt und einer Spektralfarbe liegen Farben mit dem glei-

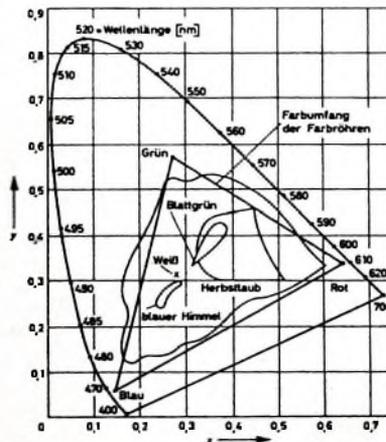


Bild 14 Farbdigramm mit den Farbarten der Luminophore und den Bereichen der Druck- und Naturfarben

Tab. I. Luminophore und zugehörige Farborte

Farbe	Luminophormaterial	x (nominal)	y (nominal)
Blaue	Zink-Cadmium-Sulfid	0,162	0,070
Grüne	Zink-Cadmium-Sulfid	0,270	0,590
Rote	Yttriumvanadat + Europium	0,650	0,320

chen Farbton aber verschiedener Sättigung. Die Sättigung einer Farbe ist auf dem Spektralfarbweg 100 %.) Außerdem sind in Tab. I nochmals die verwendeten Luminophore mit ihren nominalen Farborten x, y aufgeführt. Alle in dem Dreieck liegenden Farben können mit der Farbblöhrre dargestellt werden. Zur Orientierung sind noch verschiedene bekannte Objekte eingezeichnet, und man sieht, daß fast die ganze in der Natur vorkommende Farbskala erfaßt wird. Es ist also nicht erforderlich, den Farbbereich der Farbblöhrre durch Leuchtstoffe mit gesättigteren Farben zu vergrößern.

Als Ergänzung ist im Bild 15 die Spektralverteilung der Leuchtstoffe aufgetragen. Gemäß der Farbtheorie können aus dieser Verteilung die Farborte errechnet werden. Es werden für die blaue und grüne Farbe ZnS- beziehungsweise ZnS/CdS-Luminophore verwendet. Rot wird von Yttriumvanadat, das mit Europium aktiviert ist, erzeugt. Diese Materialien sind zwar sehr teuer, haben jedoch bei der Bildwiedergabe wesentliche Vorteile wie zum Beispiel sehr nahe am Rot des Spektralfarbweges liegender Farbort und Unab-

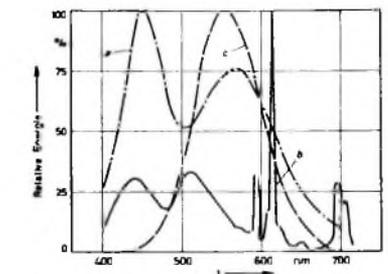


Bild 15. Relative spektrale Energieverteilung von Luminophoren; a Schwarz-Weiß-Luminophor, b Farbblöhrre, c Augenempfindlichkeitskurve

Tab. II. Ansteuerung der Elektronenstrahlerezeuger für „Weiß“

Farbe	Stromanteile für „Weiß“ (x = 0,281; y = 0,311)
Blaue	28%
Grüne	30%
Rote	42%

hängigkeit des Farbortes von der Elektronenstrahlsteuerung. Zum Vergleich ist im Bild 15 die Spektralverteilung des üblichen Schwarz-Weiß-Leuchtstoffes gezeigt und außerdem die Augenempfindlichkeitskurve. Wie man sieht, ist der Schwarz-Weiß-Leuchtstoff eine Zweikomponentenmischung aus einem blauen und gelben Luminophor. In diesem Fall wird das Mischungsverhältnis so angesetzt, daß sich „Weiß“ ergibt. Dagegen geschieht bei der Farbblöhrre die Mischung erst durch die unterschiedliche Ansteuerung der drei Elektronenstrahlerezeuger, die in Tab. II. angegeben ist.

Im Bild 16 ist der Helligkeitsvergleich zwischen einer Schwarz-Weiß- und einer Farbblöhrre dargestellt. Die Helligkeit ist in willkürlichen Einheiten in Abhängigkeit vom Anodenstrom aufgetragen. Die Werte sind auf gleiche Transparenz des Schirmglases bezogen. Man sieht, daß die Absorption der Maske durch die höhere Anodenspannung von 25 kV nicht ausgeglichen wird. Erst wenn der Arbeits-

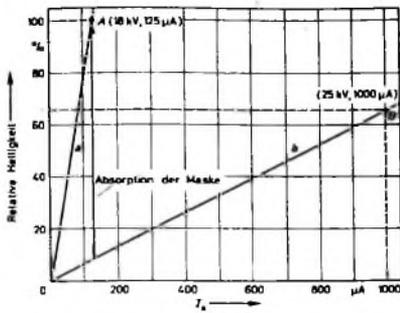


Bild 16. Helligkeitsvergleich zwischen der Schwarz-Weiß-Bildröhre A 65-11 W (Kurve a) und der Farbbildröhre A 63-11 X (Kurve b)

punkt auf 1000 μA verschoben wird, erhält man etwa 66% der Helligkeit einer Schwarz-Weiß-Bildröhre.

5. Röhrenkolben

Während bei der Schwarz-Weiß-Röhre dem Röhrenhersteller der Glaskolben als eine Einheit angeliefert wird, sind es bei der Farbbildröhre zwei Teile, und zwar Frontschale und Trichter mit Hals. Beide Teile werden erst nach dem Schirmeinlegen und dem Schwärzen des Trichters in der Röhrenfabrik zusammengesetzt. Hier ist das bei der Schwarz-Weiß-Kolben-Herstellung übliche Verfahren des Verschmelzens der beiden Teile wegen des eingelegten Schirmes, der Maske und vor allem wegen der notwendigen Maßhaltigkeit nicht möglich, sondern die Verbindung geschieht mittels eines Lötprozesses, das heißt, zu den zwei Glasteilen gehört außerdem eine Paste aus Glaslot. Die Kolbenteile sind im Bild 17 gezeigt. Frontschale und Trichter müssen beim Löten genau zueinander ausgerichtet sein. Hierzu dienen die an beiden Teilen angebrachten geschliffenen Nocken (Bild 18). Diese Anlegeflächen sind jeweils auf einige zehntel Millimeter genau zur Mittenachse geschliffen und werden bei den einzelnen Arbeitsgängen wie zum Beispiel beim Beschirmen, Löten und Einschmelzen als Bezugspunkte verwendet. Der gelötete Kolben muß den gleichen mechanischen Beanspruchungen genügen wie der Schwarz-Weiß-Kolben, das heißt, die Lötnaht muß eine einwandfreie Festigkeit haben.

Neben dem auch bei Schwarz-Weiß-Kolben üblichen Abdrucktest wird jede Lötnaht außerdem einer Hochspannungsprüfung mit 50 kV unterzogen. In der Eingangskontrolle wird selbstverständlich auf beste Qualität in der Beschaffenheit der

Glasteile geachtet, so daß Kratzer, Haarrisse, Bläschen und Verunreinigungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

5.1. Frontschale

Die Frontschale ist wie bei den Schwarz-Weiß-Röhren A 47-17 W, A 59-12 W und A 65-11 W für ein Bild im Seitenverhältnis von etwa 5:4 ausgelegt. Der Krümmungsradius R des Schirmes ist 87,6 cm, die Diagonalabmessung 63 cm.

Die Transparenz des Glases ist wegen der geringeren Helligkeit des Leuchtschirmes infolge des Elektronenverlustes auf der Lochmaske etwas größer gewählt als bei Schwarz-Weiß-Röhren und liegt bei rund 52,5% für eine Glasstärke von etwa 12 mm. Somit gewinnt man an Helligkeit bei nicht zu großem Verlust an Kontrast.

Neben den drei geschliffenen außen am Umfang befindlichen Nocken, hat die Frontschale am inneren Rand drei Halteknöpfe, die zur Maskenhalterung dienen. Die Maßhaltigkeit dieser Knöpfe wird sowohl in radialer Richtung als auch in ihrer Höhe geprüft, da sie in zweierlei Hinsicht für die Herstellung der Röhre wichtig ist. Die genaue radiale Lage ist zum Einknopfen der Maske erforderlich. Da beim Produktionsablauf ein mehrmaliges Ein- und Ausknöpfen der Maske nötig ist, müssen die Knöpfe auch gegen Abrieb unempfindlich sein, um stets dieselbe Lage der Maske zu gewährleisten. Die Höhenlage der Knöpfe definiert die richtige Lage der Maske zur Schirminnenkontur, deren Maßhaltigkeit bezogen auf die Ebene der Knöpfe bei jeder Frontschale kontrolliert werden muß, um den Schirm so einzulegen, daß im Betrieb die Farbreinheit der Röhre gewährleistet ist.

Aus dem gleichen Grund ist das Glas für die Frontschale so ausgewählt, daß bei dem Löt- und Pumpprozeß das Einfallen auf wenige zehntel Millimeter begrenzt wird. Auf Grund der großen thermischen Beanspruchung wurden an der Frontschale wie auch am Trichter und dem Lot gründliche Untersuchungen über die thermischen Spannungen vorgenommen.

5.2. Trichter und Hals

Der Trichter besteht aus Bleiglas, das denselben Ausdehnungskoeffizienten wie die übrigen Teile hat ($90 \dots 100 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^{\circ}\text{C}$). Der angesetzte Hals darf - bezogen auf die geschliffenen Masken - nur einen Versatz und eine Schräge von wenigen zehntel Millimetern aufweisen. Der Halskonus-Übergang ist so bemessen, daß beim Zurückziehen der Ablenkspule um 12 mm vom Trichteranschlag noch keine Ausblendung des Elektronenstrahls auftritt.

Beim Hals mit einem Außendurchmesser von 36 mm ist die Einhaltung des Innendurchmessers kritisch, da die drei Elektronenstrahlzeuger des Systems mit dem Konvergenztopf den gesamten Raum benötigen.

6. Abschirmkappe und Entmagnetisierungsspulen

Durch magnetische Fremdfelder (wie beispielsweise das magnetische Erdfeld) wird die Farbreinheit und auch die Konvergenz der Bildröhre nachteilig beeinflusst. Die Bildröhre muß deshalb, wie auch bei Oszillografenröhren üblich, mit einer magnetischen Abschirmung versehen werden.

In der Nähe des Schirmes übernimmt diese Aufgabe der Metallrahmen. Im Bereich des Konus muß eine Abschirmkappe angeordnet werden. Untersuchungen haben gezeigt, daß zur Abschirmung 0,5 mm dickes Tiefziehblech ausreichend ist. Die beste Wirkung erzielt man, wenn nach Möglichkeit der gesamte Konus abgedeckt wird. Die Begrenzung ist sockelseitig durch die Ablenkspule gegeben. Der Abstand des sockelseitigen Endes der Kappe zur Schirmmitte ist 280 mm. Um den maximalen Raumbedarf nicht zu stark zu vergrößern, aber zugleich die Austauschbarkeit der Abschirmkappe bei unterschiedlicher Glaskontur am Trichter und ausreichend Platz für die Entmagnetisierungsspulen zu gewährleisten, ist eine Form gewählt worden, die mindestens 10 mm Abstand zum Glas sicherstellt.

Ein Vorschlag ist im Bild 19 gezeigt. Das schirmseitige Ende ist in den Außenabmessungen der Kontur des Metallrahmens angepaßt. Die angebrachte Stufe dient zur



Bild 19. Kappe aus Tiefziehblech als Abschirmung gegen das erdmagnetische Feld mit montierten Entmagnetisierungsspulen

Versteifung und enthält die Einschnitte und Lappen zur Führung und Befestigung der Entmagnetisierungsspulen. Der Ausschnitt um die Anode der Röhre ist so ausgelegt, daß keine Überschlüge zur Kappe entstehen können. Die Kappe enthält außerdem ein oder besser zwei Kontaktfedern, welche eine gute elektrische Verbindung zur Außenaquadratur herstellen sollen. Die Verarbeitung von verzinktem Blech oder das nachträgliche Lackieren gewährleisten den erforderlichen Korrosionsschutz, wobei im letzteren Fall auf einwandfreien Kontakt zu achten ist. Zur Befestigung an den Bolzen für die Aufhängung der Röhre und zur Distanzierung vom Metallrahmen werden wegen der geforderten Isolierung Kunststoffwinkel verwendet, welche an der Kappe verschraubt werden. Der Spalt zwischen Metallrahmen und Abschirmkappe, der zur Isolierung erforderlich ist, sollte aber 10 mm nicht überschreiten, um das Magnetfeld bei der Entmagnetisierung nicht zu stark zu schwächen.

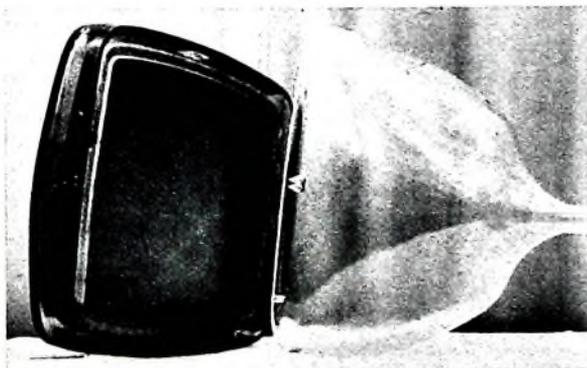


Bild 17. Glasteile des Farbbildröhrenkolbens

Bild 18. Geschliffene Nocken an Frontplatte und Trichter des Glaskolbens



8. Betriebshinweise

Die an die Farbbildröhre anzulegende Anodenspannung ist auf den Bereich von minimal 20 kV bis maximal 27,5 kV limitiert. Bei zu niedriger Spannung lassen sich Schärfe, Farbreinheit und Helligkeit merklich nach, während bei Überschreitung der Maximalspannung die Röhre durch Überschlüsse beschädigt werden kann. Als Betriebswert sollte deshalb eine Spannung von 25 kV gewählt werden, die aus Gründen der Konvergenzstabilität der Einzelstrahlen aber mit einem (im Vergleich zu Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten) sehr stabilen Hochspannungsteil mit viel geringerem Innenwiderstand erzeugt werden muß. Bevor die Anodenspannung beim Rau und Abgleich von Geräten nicht unter die maximal zulässige Spannung gesenkt worden ist, darf die Farbbildröhre nicht eingeschaltet werden.

Bei der Aussteuerung der Röhre auf Weiß muß der Lichtausbeute der einzelnen Luminophore unter Berücksichtigung der Katodenergiebigkeit der drei Einzelsysteme untereinander Rechnung getragen werden. Soll sich zum Beispiel ein weißer Schirm mit den Farbkordinaten $x = 0,281$ und $y = 0,311$ ergeben, dann müssen folgende Nominalanteile der Katodenströme eingestellt werden:

- Strom im blauen Strahlensystem 28 %
- Strom im grünen Strahlensystem 30 %
- Strom im roten Strahlensystem 42 %

Dabei kann die Streuung des Katodenstromes im roten System bezogen auf das grüne 1,0 ... 1,4 ... 1,8 und im roten System bezogen das blaue 1,0 ... 1,5 ... 2,0 betragen. Dieser Streuung und der richtigen prozentualen Zuordnung muß die Einstellung des Sperrpunktes an den Einzelstrahlerzeugern sowie die richtig bemessene Aussteuerung entsprechen. Grundsätzlich sind zwei Lösungsmöglichkeiten für die Einstellung des Sperrpunktes denkbar: Bei festgelegter Schirmgitterspannung $U_{G2} = 300$ V liegt die Streuung des Sperrpunktes zwischen -70 V und -140 V. Bei festgelegter Sperrspannung $-U_{G1} = 105$ V liegt die Streuung der Schirmgitterspannung zwischen 210 V und 495 V. Im Bild 24 ist als Streudiagramm die Sperrspannungsabhängigkeit von der Schirmgitterspannung dargestellt, während man aus Bild 25 für Gitter- beziehungsweise Katodensteuerung die für die jeweiligen Sperrspannungen erforderlichen Aussteuerungsspannungen für bestimmte Katodenströme entnehmen kann.

Der maximal zugelassene gesamte Anodengleichstrom von 1 mA darf allerdings nicht überschritten werden, da sonst Farbunreinheit infolge von hoher Maskenerwärmung auftritt, das heißt, die Maskenlöcher sind durch die Dehnung der Maske nicht mehr genau genug zu den zugehörigen Luminophorpunkten ausgerichtet. Beim Abkühlen wird die Ausrichtung allerdings wiederhergestellt.

Bei der Dimensionierung der Schaltung ist dem obengenannten Grenzwert Rechnung zu tragen, wobei allerdings kurzzeitig auch ein Anodengleichstrom von 1,5 mA zulässig ist. Natürlich muß dann das Hochspannungsteil mit Ballasttriode für diese Belastung ausgelegt sein.

9. Einstellung von Konvergenz und Farbreinheit

Die Einstellung der drei Elektronenstrahlen kann erst dann vorgenommen werden, wenn die Abschirmkappe montiert und die

Röhre entmagnetisiert worden ist. Falls die Entmagnetisierung nicht mittels der zweckmäßigerweise an der Abschirmkappe angeordneten Entmagnetisierungsspule erfolgen kann, ist die Anwendung einer Ringspule mit etwa 40 cm Durchmesser empfehlenswert, die direkt an das Wechselstromnetz angeschlossen werden kann. Ein abklingendes Entmagnetisierungsfeld erreicht man in diesem Fall durch langsames Entfernen von der Röhre bei gleichzeitiger kreisförmiger Bewegung mit der Spule, wobei einige Sekunden für diese Prozedur ausreichen. Lokal begrenzte

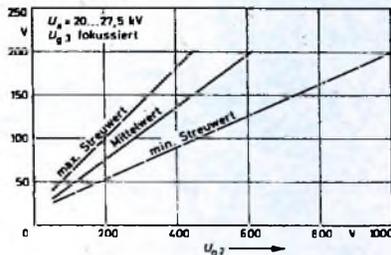


Bild 24. Sperrspannung U_{G2} ($I_a = 0$) als Funktion der Schirmgitterspannung U_{G1}

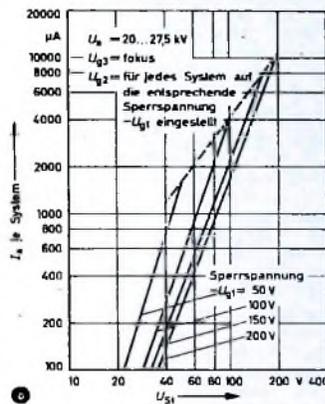
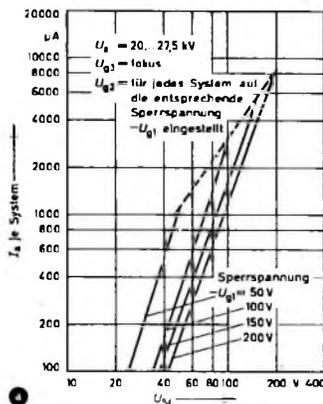


Bild 25. Anodenstrom I_a (Einzelssystem) als Funktion der Aussteuerungsspannung U_{G1} für Gitter- (a) und Katodensteuerung (b) bei unterschiedlichen Sperrspannungen $-U_{G1}$

Farbunreinheitsbezirke infolge von Magnetisierung der Metallummantelung und der Maske werden dadurch beseitigt. Magnetisierte Chassis oder andere Eisenteile sowie magnetische Streufelder, zum Beispiel hervorgerufen durch Netzgeräte oder Netzteile in Prüfgeräten, sind in der Nähe der Röhre von Nachteil auf die Farbreinheit und müssen vermieden werden.

Nachdem die Betriebsspannungen an die Röhre gelegt und die Fokussierspannung optimal eingeregelt worden ist, muß zunächst die statische Konvergenz eingestellt werden. Diese Einstellung ist erforderlich, um kleine Aufbauungenauigkeiten der Strahlerzeuger durch äußere magnetische Beeinflussung des Strahlengangs zu kompensieren. Die drei Strahlen werden dabei untereinander zur Deckung gebracht. Die Einstellung erfolgt sowohl mit der Radial- als auch der Lateral-Konvergenzeinheit, die gemäß Bild 22 auf dem Hals montiert sein müssen. Bild 26 zeigt die montierten Einheiten im Foto.

Die Radial-Konvergenzeinheit muß zwei Funktionen, die statische und dynamische Konvergenzeinstellung der drei Elektronenstrahlen, gestatten, wobei die statische Konvergenz durch ein einstellbares Dauermagnetfeld senkrecht zur Röhren-

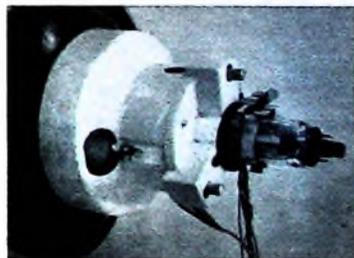


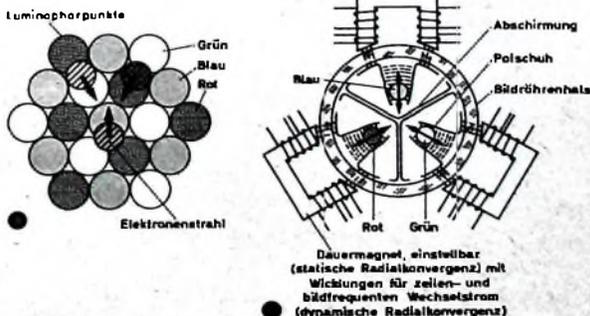
Bild 26. Auf dem Hals der Farbbildröhre montierte Ablenk- und Korrekturmittel

achse und die dynamische Konvergenz durch einstellbare, dem Gleichfeld überlagerte Wechselfelder erreicht wird.

Wie bereits im Abschnitt 3. angedeutet, werden die drei Elektronenstrahlen dabei einzeln durch das ihnen jeweils zugeordnete Polschuhpaar radial beeinflusst. Die prinzipielle Wirkungsweise ist Bild 27 zu entnehmen.

Die Lateral-Konvergenzeinheit erzeugt ein einstellbares Dauermagnetfeld senkrecht zur Röhrenachse, das auf alle drei Einzelstrahlerzeuger gemeinsam wirkt. Da-

Bild 27. Wirkungsweise der statischen und dynamischen Radial-Konvergenz: a) Wirkungsweise, b) schematische Darstellung der Radialkonvergenzeinheit



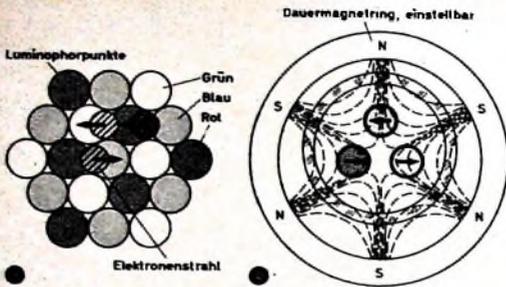


Bild 28. Wirkungsweise der Lateral-Konvergenz: a) Wirkungsweise, b) Magnetfeldverlauf

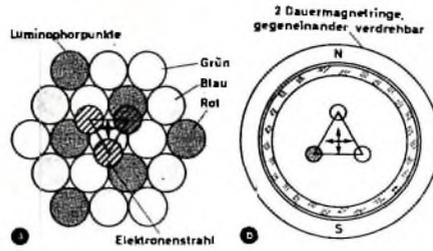
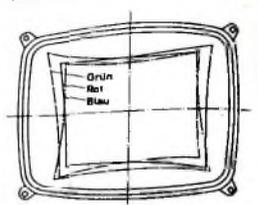


Bild 29. Wirkungsweise des Farbfehlersmagneten: a) Wirkungsweise, b) Beeinflussung der Elektronenstrahlen

Bild 30. Divergenz der drei Elektronenstrahlen am Bildschirmrand bei Auslenkung



bei wird der blaue Strahl horizontal entgegengesetzt zum grünen und roten verschoben, wie es im Bild 29 dargestellt ist. Für die Einstellung wird am besten ein Kreuzlinien- oder Punktraster gewählt.

Beim ersten Abgleichschritt wird der blaue Strahlerzeuger gesperrt. Wenn die statische Radialkonvergenzeinstellung für den grünen und roten Strahl vorgenommen wird, ergeben sich in der Mitte des Schirmes gelbe Linienstücke beziehungsweise Punkte. Bei nun zusätzlich geöffnetem blauen Strahlerzeuger läßt sich anschließend mit der Radial-Konvergenzeinheit der blaue Strahl horizontal neben den gelben schieben, worauf er dann mit Hilfe der Lateral-Konvergenzeinheit mit diesem zur Deckung gebracht wird. Damit sind der zweite und dritte Abgleichschritt beendet.

Hierauf muß die Farbreinheit eingestellt werden. Bei eingeschaltetem roten Bildraster und möglichst weit sockelseitig sitzender Ablenkeinheit (12 mm von der Anlage am Konus entfernt) wird in einem vierten Schritt das Magnetfeld des Farbfehlersmagneten nach Größe und Richtung wie im Bild 29 eingestellt, bis eine möglichst gleichmäßige rote Fläche in der Mitte des Bildschirms zu sehen ist, das heißt, der rote Strahl trifft in der Schirmmitte optimal auf die roten Luminophorpunkte. Dann wird die Ablenkeinheit nach vorne verschoben, bis der gesamte Schirm gleichmäßig rot ausgeschrieben ist. Die Kontrolle der Farbreinheit des blauen und grünen Bildrasters schließt sich an. (Ein erforderlicher Kompromiß in der Einstellung aller Farben sollte erst nach Abgleich der dynamischen Konvergenz geschlossen werden, da diese die Farbreinheit verbessern kann.)

An die Strahlzentrierung mittels Gleichstromvorablenkung, die eine Abweichung des gesamten Strahlerzeugers beziehungsweise der Glastelle kompensieren muß, schließt sich die Einstellung der dynamischen Konvergenz an. Sie ist erforderlich, weil die drei Elektronenstrahlen das Magnetfeld der Ablenkeinheit außerhalb dessen Achse und mit kleinem Bahnwinkel durchlaufen. Dabei divergieren die Auftreffpunkte um so stärker, je größer die Auslenkung ist. Die Divergenz einschließlicher Klassenzeichnung ist im Bild 30 im Prinzip dargestellt. Die Einstellung der dynamischen Konvergenz mit Hilfe von zeilen- und bildfrequenten Wechselströmen erfolgt mit Hilfe eines hellen Kreuz- oder Punktrasters. Durch Verändern der Wechselströme in den Konvergenzspulen müssen die drei farbigen Raster über den ganzen Schirm so zur Deckung gebracht werden, daß weiße Punkte oder Rasterlinien entstehen. Dabei muß in manchen Fällen die statische Konvergenz nachgestellt und

die Farbreinheit wiederholt geprüft werden. Zum Schluß führt man noch die Kissenzerrung mit Hilfe eines Korrekturstromes in den Ablenkspulen durch.

10. Technische Daten

Abschließend sollen die wichtigsten technischen Daten noch einmal zusammengefaßt werden. Wegen des großen Umfangs der Einzelheiten muß für ein genaueres Studium auf das Datenblatt verwiesen werden.

10.1. Allgemeine Daten

Frontplatte:

Lichtdurchlässigkeit 52,5 %

Schirm:

Farbkoordinaten (Nominalwerte)

Blauer Luminophor

$x = 0,152; y = 0,070$

Grüner Luminophor

$x = 0,270; y = 0,580$

Roter Luminophor

$x = 0,650; y = 0,320$

Phosphoreszenzdauer kurz

Nutzbare Schirmdiagonale 584 mm

Nutzbare Schirmbreite 504 mm

Nutzbare Schirmhöhe 396 mm

Nutzbare Schirmfläche etwa 2000 cm²

Heizung:

$U_{I1} 6,3 \text{ V}$

$I_{I1} 0,9 \text{ A}$

Fokussierung:

elektrostatisch

Ablenkung:

magnetisch

Ablenkwinkel in der Diagonalen 80°

Betriebslage:

beliebig

Gewicht:

etwa 19 kg

Kapazitäten:

Außenbelag 2000 ... 2500 pF

Metallarmierung etwa 500 pF

10.2. Betriebswerte

Die Spannungsangaben sind auf die Kathode bezogen und gelten für jedes System.

Anodenspannung:

$U_a 25 \text{ kV}$

Fokussierspannung:

$U_{G3} 4,2 \dots 5,0 \text{ kV}^1)$

Sperrspannung am Steuergitter

(bei $U_{G2} = 300 \text{ V}$):

$-U_{G1 \text{ sperr}} 70 \dots 140 \text{ V}$

oder

Schirmgitterspannung für Sperrung

(bei $U_{G1 \text{ sperr}} = -105 \text{ V}$):

$U_{G2} 210 \dots 495 \text{ V}$

¹⁾ Der einzustellende Spannungswert für Allgemeinansprüche über den gesamten Schirm hängt vom verwendeten Ablenkensystem und von den Betriebsbedingungen ab. Abweichende Einstellungen sind im Rahmen der Grenzwerte zulässig.

10.3. Grenzwerte

(Toleranz-Grenzdaten)

Anodenspannung:

$U_{a \text{ max}} 27,5 \text{ kV}^2)$

$U_{a \text{ min}} 20,0 \text{ kV}^2)$

Fokussierspannung:

$U_{G3 \text{ max}} 6,0 \text{ kV}$

Katodengleichstrom:

$I_{k \text{ max}} 1 \text{ mA}^2)$

10.4. Werte zur Schaltungsberechnung

Fehlströme:

$I_{G3} -45 \dots +15 \mu\text{A}$

I_{G2} (jedes System) $\leq 5 \mu\text{A}$

$I_{G1} (-U_{G1} = 150 \text{ V}) \leq \pm 5 \mu\text{A}$

Fokussierspannung:

16 ... 20 % der Anodenspannung

Verhältnis der Katodenströme zur Erzeugung einer weißen Schirmfarbe mit den Farbkoordinaten $x = 0,281$ und $y = 0,311$:

I_k -Anteil:

Rot 42 %

Grün 30 %

Blau 28 %

I_k -Verhältnis (Streuwerte):

$I_{kR}/I_{kG} \quad I_{kR}/I_{kB}$

1,0 ... 1,4 ... 1,8 \quad 1,0 ... 1,5 ... 2,0

Rasterzentrierung in Schirmmitte:

Notwendige Verschiebung des konvergierenden Leuchtripletts

max. 15 mm

Farbreinheit:

Notwendige Verschiebung in beliebiger

Richtung bezogen auf die Leuchtstoffpunkte

max. 0,13 mm

Statische Strahlkonvergenz:

Lateral: Notwendige Verschiebung der

blauen Leuchtflecke (entgegengesetzt zur

gleichzeitigen Verschiebung des roten und

grünen Leuchtflecks)

max. $\pm 5,0 \text{ mm}$

Radial: Notwendige Verschiebung

für jeden Leuchtfleck

max. $\pm 8,5 \text{ mm}$

¹⁾ Bei diesen Spannungen handelt es sich um absolute Grenzwerte. Die maximale Anodenspannung darf nicht überschritten werden, da sonst in der Röhre zu heftige Überschläge auftreten können, die möglicherweise bleibende Schäden verursachen. Deshalb ist es erforderlich die Schaltung entsprechend zu dimensionieren und Funkenstrecken vorzusehen. Die Schaltung muß vor Einsetzen der Bildröhre so vorabgeglichen werden, daß der obere Grenzwert nie überschritten wird.

²⁾ Bei diesem Wert ist der Grenzwert für Dauerbetrieb gemeint. Bei höherer Belastung ergeben sich infolge thermischer Überbeanspruchung der Lochmaske Farbunreinheiten, die reversibel sind. Eine Strahlstrombegrenzung für einen Mittelwert von 1,5 mA ist ausreichend, da dabei in der Praxis der Grenzwert für Dauerbetrieb nicht überschritten wird.

Tonabnehmerprüfung mit der Sweepplatte

Die Sweepplatte gestattet innerhalb weniger Sekunden eine ausreichend genaue dynamische Überprüfung des Frequenzganges von Tonabnehmersystemen nach dem Wobbelverfahren

Ist der Frequenzgang des Tonabnehmers bekannt (und hinreichend linear), dann lassen sich mit der Sweepplatte als sekundärem Wobbelgenerator auch passive und aktive Vierpole innerhalb des NF-Bereiches messen, und zwar mit einer Genauigkeit, die für schnelle orientierende Funktionsprüfungen in der Fertigung völlig ausreichend ist.

Diese Meßmethode, die von der Clarkston Corp in den USA als Hilfsmittel für die Tonabnehmerherstellung entwickelt wurde, stellt aber auch für die Servicewerkstatt eine wertvolle Hilfe bei der Bewertung von Tonabnehmersystemen dar, da zur Prüfung des Frequenzganges lediglich ein Plattenspieler, die Sweepplatte und ein Oszillograf benötigt werden. Der Meßvorgang kann nach kurzer Anleitung auch vom Verkaufspersonal im Rahmen des Kundendienstes durchgeführt werden. Die Sweepplatte¹⁾ enthält in ständiger Wiederholung Frequenzen in logarithmischem Verlauf von 60 (70) bis 10 000 Hz (die Ausdehnung auf 15 000 Hz wird erwartet), die mit einer Folgefrequenz von 20 Hz abgetastet werden. Das auf dem Oszillografenscreen sichtbare Bild gibt über die Charakteristik des Meßobjektes hinsichtlich seines Amplitudenverlaufes innerhalb des obengenannten Frequenzbereiches Auskunft. Um das Bild besser auswerten zu können, wurden in die Aufzeichnung Frequenzmarkierungen bei 1, 3, 5, 7 und 10 kHz eingefügt. Die Markierungen stehen senkrecht als kleine Spitzen (pips) je nach der Phasenlage des abtastenden Tonabnehmers an der oberen oder unteren Begrenzung der Hüllkurve. Die Zeitablenkung des Oszillografen wird so eingestellt, daß gerade ein Sweepbild die maximal nutzbare Schirmbreite bedeckt. Je größer der Schirmdurchmesser, desto besser ist die Erkennbarkeit von Unregelmäßigkeiten innerhalb der einzelnen Frequenzbereiche.

Zur besseren Synchronisation des Oszillografen ist auf der Platte zusätzlich zum jeweiligen Start des Sweeps ein 20- μ s-Impuls vorhanden. Wird der Schirm im logarithmischen Maßstab geeicht, dann kann der Verlauf des Frequenzganges direkt nach dB-Abweichungen (bezogen auf 1 kHz) abgelesen werden. Nach einiger Übung läßt sich das Sweepbild ohne weiteres auch hinsichtlich zusätzlicher Erscheinungen wie harmonischer und Intermodulations-Verzerrungen und mechanisch

bedingter Verzerrungen (Einfluß der Skating- und Auflagekraft) auswerten. Eine harmonische Verzerrung wird an einer Linie, die gewöhnlich irregulär durch die Mitte des Bildes geht, erkannt. Dabei kann die Phase mit Frequenz und Amplitude wechseln, als deren Folge die Linie innerhalb des Bildes vertikal auf- oder abwandert. Um die betreffende verzerrte Stelle, die sich meist auf einen bestimmten Frequenzbereich konzentriert, besser erkennen und bewerten zu können, müßte die Zeitablenkung so eingestellt werden, daß die beiden nächsten Markierungsimpulse, innerhalb derer die Verzerrungen liegen, das Bild begrenzen.

An Hand der folgenden Bilder sollen einige der typischen Sweepbilder, die sich bei der Prüfung von Tonabnehmersystemen ergeben, behandelt werden. Bei geradem Frequenzgang müßte sich - bei Verwendung der Sweepplatte „100 A“ - ein



Bild 1. Frequenzgang der Sweepplatte „100 A“ bei idealer Abtastung

völlig ebener und paralleler Verlauf der beiden horizontalen Begrenzungslinien des Sweepbildes zeigen, da die Amplitudenabweichungen auf der Platte für den Sweepbereich (bei einer maximal möglichen Kurvenformverzerrung von 0,25 %) nur um höchstens ± 1 dB variieren (Bild 1).

Bei der Prüfung eines Kristallsystems kann es direkt an den Oszillografen angeschlossen werden, sofern er die nötige hochohmige Eingangsimpedanz und Empfindlichkeit hat. Die von einem Magnet- oder dynamischen System gelieferte Spannung muß zunächst in einem Entzerrervorverstärker verstärkt und entzerrt werden, da die Platten „100 A“ und „102 M“ mit der Schneidkennlinie nach CCIR geschnitten sind.

Bild 2 zeigt das Sweepbild mit einer (vom Entzerrervorverstärker für das Magnetsystem herrührenden) zu starken Tiefenanhebung unterhalb etwa 500 Hz. Der obere Frequenzbereich ist dagegen linear.

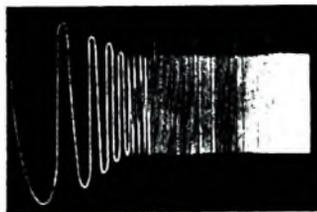


Bild 2. Abtastfrequenzgang bei zu starker Tiefenanhebung im Schneidkennlinienentzerr

Wird zur Messung ein Laufwerk mit zu starkem Rumpeln herangezogen, dann zeigt sich der im Bild 3 angegebene Verlauf. Hier überlagert sich bei sonst ein-

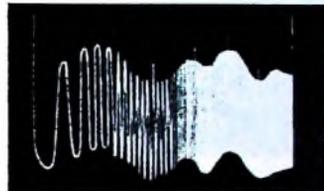


Bild 3. Sweeposzillogramm bei starkem Laufwerkumpeln

wandfreiem linearem Frequenzgang der Nutzspannung die viel zu hohe Störampplitude. Das gleiche Bild kann sich aber auch bei Beeinflussungen durch Netzbrumm und/oder mangelnde Abschirmung zeigen.

Wird mit einem Magnetsystem die Platte „100 A“ abgetastet und die Ausgangs-

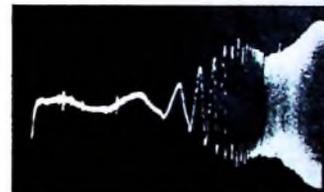


Bild 4. Abtastfrequenzgang mit einem Magnetsystem ohne Entzerrungsverstärker; man erkennt zusätzliche Resonanzüberhöhungen bei etwa 1 und 9,5 kHz

spannung ohne Entzerrung direkt auf den Oszillografen gegeben, so muß sich eine dem Bild 4 ähnliche Kurve einstellen. Hier ist in den Bereichen um 1 kHz und etwa 9,5 kHz allerdings eine zusätzliche Resonanzüberhöhung erkennbar, außerdem sind die tiefen Frequenzen unterhalb etwa 500 Hz stark verzerrt, was man an der dreieckigen Form der vorderen Sinuskurven erkennt.

Im Bild 5, das ebenfalls die Wiedergabecharakteristik eines nichtentzerrten Magnetsystems mit großen harmonischen Verzerrungen oberhalb des Frequenzbereiches von etwa 3 kHz



Bild 5. Wiedergabecharakteristik eines nichtentzerrten Magnetsystems mit großen harmonischen Verzerrungen oberhalb des Frequenzbereiches von etwa 3 kHz

ab etwa 3 kHz starke harmonische Verzerrungen zu erkennen. Da das Abtastsystem bei ungefähr 6 kHz eine recht starke Resonanzüberhöhung von 5 dB aufweist, wechselt auch hier die Phase (zu erkennen am Einbruch des hellen Mittel-

¹⁾ Von der Pacific Transducer Corp., 11 921 W. Pico Boulevard, Los Angeles 64, Calif., USA, sind folgende Clarkston-Sweepplatten lieferbar: „1000 A“ (78 U/min, 70 ... 10 000 Hz, Frequenzgang um ± 1 dB gerade, Preis 8,40 Dollar), „100 A“ (33 1/3 U/min, 60 ... 10 000 Hz, Frequenzgang nach NAB, Preis 10 Dollar) und „102 M“ (33 1/3 U/min, 70 ... 10 000 Hz, Frequenzgang nach NAB). Die NAB-Schneidkennlinie entspricht der CCIR-Kurve mit den Zeitkonstanten 3180, 318 und 75 μ s.

strichs). Die Verzerrungen setzen sich nach nochmaligem Phasenwechsel der Ausgangsspannung bis 10 kHz fort.

Bild 6 zeigt den Frequenzgang eines Kristallsystems mit relativ breitem Frequenzbereich. Doch wird bei diesem System bei etwa 100 Hz eine Abschwächung durch die Amplitudenverringering der zweiten Sinuskurve und eine geringfügige Resonanzüberhöhung bei 4...8 kHz deut-

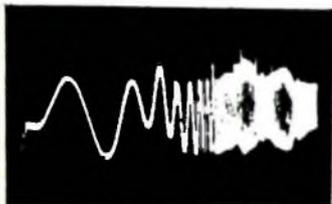


Bild 6. Frequenzgang eines Kristallsystems mit einem Einbruch bei etwa 100 Hz und geringfügigen Resonanzüberhöhungen bei 4...8 kHz

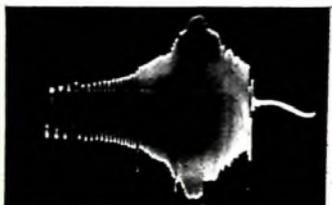


Bild 7. Sweeposzillogramm eines Abtasters mit einer Resonanzstelle von mehr als 10 dB bei etwa 6 kHz

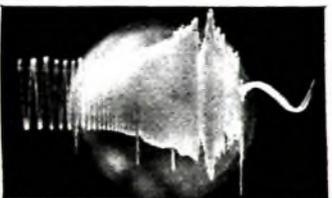


Bild 8. Amplitudeneinbruch bei 7 kHz infolge mechanischer Resonanz von Elementen des Abtastersystems

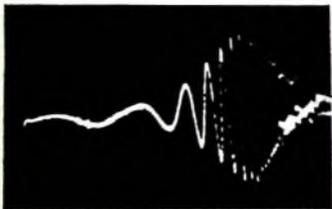


Bild 9. Frequenzgang eines unbrauchbaren Kristallabtasters mit starken Verzerrungen

lich. Eine in der Wiedergabe sehr unangenehme Höhenresonanz von über 10 dB im Bereich um 6 kHz zeigt Bild 7. Dieser Verlauf ist jedoch immer noch sympathischer als der nach Bild 8. Hier findet bei genau 7 kHz ein spontaner Amplitudeneinbruch statt, der durch Resonanzerscheinungen im Systemaufbau (Lager- und Elementschwingungen) zustande kommt und durch keinerlei äußere Maßnahmen im System zu beseitigen ist, also ein weniger gutes System kennzeichnet.

Bild 9 zeigt das Sweepbild eines sehr schlechten Kristallsystems. Die maximale Ausgangsspannung wird im Bereich um 1 kHz erzeugt. Danach fällt der Amplitu-

denverlauf stark ab. Zusätzlich zeigen sich im Bereich zwischen 3 und 7 kHz große harmonische Verzerrungen, die bei der Nachprüfung mit dem Klirrfaktormesser bei 5 kHz etwa 17% betragen. Durch eine derartig schlechte Höhenwiedergabe werden natürlich auch der Synchronimpuls zu Beginn und der Markierungsimpuls bei 10 kHz kaum oder nur mangelhaft wiedergegeben, so daß sich ein derartiges Bild nur schlecht stabil abbilden läßt.

Den recht gleichmäßigen Frequenzverlauf eines hochwertigen Magnetsystems zeigt schließlich Bild 10. Die Abweichungen im Übertragungsbereich von 70...10000 Hz betragen - auf 1 kHz bezogen - nur 4 dB. Das Sweepbild kann durch eine falsch gewählte Tonarmauflagekraft entscheidend beeinflusst werden, so daß es

zweckmäßig ist, zunächst Messungen mit einer Auflagekraftvariation im Bereich des vom Systemhersteller empfohlenen Wertes



Bild 10. Wiedergabecharakteristik eines guten Magnetsystems

durchzuführen. Mit der Auflagekraft, bei der sich das beste Sweepbild einstellt, müßte das System dann auch später betrieben werden.

W. BECKENBACH, Telefunken AG, Heilbronn

Rundfunk

UKW-Tuner mit Diodenabstimmung

Im folgenden ist ein UKW-Tuner beschrieben, der mit zwei Siliziumtransistoren BF 115 und zwei Kapazitätsvariationsdioden BA 124 bestückt ist. Die nominelle Betriebsspannung ist 9 V. Zur Durchstimmung des Empfangsbereichs (87...104 MHz) wird die Abstimmungsspannung zwischen 4 und 20 V verändert.

1. Einleitung

Mit der Entwicklung der Siliziumdiode BA 124 in Diffusionstechnik steht eine Diode zur Verfügung, mit der sich der UKW-Empfangsbereich ohne Schwierigkeiten abstimmen läßt. Allerdings ist zu beachten, daß bei einer Sperrspannung unterhalb etwa 2 V, besonders durch den ansteigenden Serienwiderstand R_S , die Güte stark abnimmt.

Die diffundierten Siliziumdioden folgen in ihrer Kapazität mit großer Genauigkeit der Gleichung

$$C_2 = C_1 \sqrt{\frac{U_{R1} + U_{diff}}{U_{R2} + U_{diff}}} \quad (1)$$

Tab. I. Betriebsbedingungen und Maßdaten

Betriebsbedingungen			
Betriebsspannung:	9 V		
Gesamtstromaufnahme:	4,3 mA		
Collectorstrom (Vorstufe):	1 mA		
Collectorstrom (Mischstufe):	1,5 mA		
Abstimmungsspannung:	4...20 V		
Generatorwiderstand:	60 Ohm		
Meßwerte für			
Abstimmungsspannung:	87	95	104 MHz
Leistungsverstärkung ($R_{Z0} = 180 \text{ Ohm}$):	20	20,5	21 dB
Rauschen:	6	5,5	4,5 dB
Spiegelablektion:	27	28	28 dB
untere Betriebsspannung:	1	1	1 V
Frequenzdrift bei			
Betriebsspannungsänderung:	5	5	1 kHz/V
max. Eingangsspannung:	200	200	200 mV
Weitere Meßwerte			
ZF-Innenwiderstand:		~ 60 Ohm	
ZF-Bandbreite:		250 kHz	
Temperaturgang der Oszillatorfrequenz:		~ - 50 kHz/30 °C	

Darin bedeutet C_1 die Kapazität der Spannung U_{R1} , C_2 die Kapazität bei der Spannung U_{R2} und U_{diff} die Diffusionsspannung (bei Silizium $\approx 0,7 \text{ V}$). Man kann nun die Sperrschichtkapazität C in Abhängigkeit von der Sperrspannung U_R zu der in den

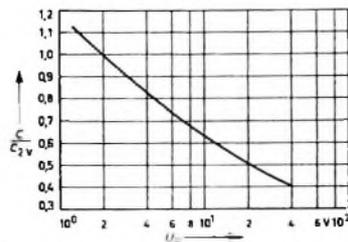


Bild 1. Relative Kapazitätänderung als Funktion der Sperrspannung U_R

Datenblättern angegebenen Sperrschichtkapazität ($C_{2V} = 55 \text{ pF}$ bei $U_R = 2 \text{ V}$) ins Verhältnis setzen und erhält dann die im Bild 1 dargestellte Funktion

$$\frac{C}{C_{2V}} = f(U_R)$$

Die Diodenabmessungen sind sehr klein, und die Diode kann daher mit sehr kurzen Anschlüssen an der für die Schaltung günstigsten Stelle untergebracht werden.

Das Prinzip der Diodenabstimmung ermöglicht die einfache Senderwahl mit Stationstasten ohne aufwendige Mechanik. Es genügt eine Taste, mit der ein Potentiometer eingeschaltet wird, an dem zuvor die gewünschte Abstimmungsspannung eingestellt wurde.

Zusammen mit dem npn-Siliziumtransistor BF 115, der in seinen elektrischen Werten ungefähr dem AF 106 entspricht, ergibt sich eine moderne Schaltungskonzeption (Bild 2).

2. Schaltungsbeschreibung

2.1. Vorstufe

Die Vorstufe arbeitet in nichtneutralisierter Basisschaltung mit einer Collector-Basis-Spannung von etwa 3 V und einem Collectorstrom von 1 mA. Dieser Arbeits-

punkt hat den Vorteil, daß die Vorstufe schon relativ früh begrenzt und somit bei großen Eingangsspannungen die Frequenzverwerfung des Oszillators in erträglichen Grenzen bleibt. Zur Ankopplung der Antenne an den Eingangstransistor T1 dient der Übertrager L1, L2, der mit dem Parallelkondensator (18 pF) so ausgelegt ist, daß Rauschanpassung für T1 besteht. T1 arbeitet collectorseitig auf den mit der Diode BA 124 abgestimmten Zwischenkreis. Die Diode ist am kalten Ende durch einen Styroflexkondensator (330 pF) abgeblockt. Der Kondensator hat bei 100 MHz Serienresonanz mit der Induktivität seiner Anschlußdrähte. Die Abstimmung für die Diode wird dem kalten Ende über einen Widerstand zugeführt. Der Zwischenkreis braucht im Gegensatz zum Oszillatorkreis die größere Kapazitätsvariation und bestimmt daher die notwendige Abstimmungsänderung.

Das erforderliche Kapazitätsverhältnis für den Zwischenkreis ist

$$V_C = \frac{C_u + C_D}{C_o + C_D} = \left(\frac{f_{e0}}{f_{eu}} \right)^2$$

$$= \left(\frac{104 \text{ MHz}}{87 \text{ MHz}} \right)^2 = 1,43. \quad (2)$$

Darin ist C_u die Diodenkapazität bei der kleinsten Abstimmspannung und C_o die Diodenkapazität bei der größten Abstimmspannung.

C_D stellt die Zusammenfassung aller übrigen parallel zur Abstimm-diode wirkenden Kapazitäten dar (insgesamt 12 pF). Die Diode BA 124 wird aus den im Abschnitt 1. erwähnten Gründen mit einer unteren Abstimmspannung von 4 V betrieben. Das ergibt nach der Kurve im Bild 1 ein Kapazitätsverhältnis von

$$C_u / C_v = 0,825.$$

Daraus errechnet sich die für $f_{eu} = 87 \text{ MHz}$ vorhandene Diodenkapazität C_u zu

$$C_u = 0,825 \cdot C_v = 0,825 \cdot 55 \text{ pF} = 45,4 \text{ pF}.$$

Aus der folgenden Gl. (3) läßt sich mit $V_C = 1,43$, $C_u = 45,4 \text{ pF}$ und $C_D = 12 \text{ pF}$ die erforderliche Diodenkapazität C_o für $f_{e0} = 104 \text{ MHz}$ errechnen

$$C_o = \frac{C_u - C_D (V_C - 1)}{V_C} \quad (3)$$

$$= \frac{45,4 \text{ pF} - 12 \text{ pF} (1,43 - 1)}{1,43} = 28,1 \text{ pF}.$$

Dieser Kapazität entspricht ein C_0/C_2 -Verhältnis von 0,51. Nach der Kurve im Bild 1 ist die zugehörige Abstimmspannung also 20 V.

Um die Auswirkungen von Streuungen in der Grundkapazität der Diode (bei $U_R = 2 \text{ V}$) sowie der übrigen parallel geschalteten Kapazitäten ausgleichen zu können, ist ein Trimmkondensator vorhanden. Für gleiche Gesamtvariation der Kreiskapazität ist immer das gleiche Verhältnis C_D/C_2 erforderlich. Wenn die Diodengrundkapazi-

Erzielung einer ausreichenden Frequenzstabilität des Oszillators ist der Collector von T2 an eine Anzapfung der Oszillatorkreis geschaltet. Die Rückkopplung bewirkt eine Kapazität (4,7 pF) vom Hochpunkt des Oszillatorkreises zum Emittieranschluß. Auf Grund der relativ geringen Stellphasen des Transistors BF 115 ist für die optimale Schwingbedingung eine zusätzliche Kapazität zwischen Emittier und Masse notwendig. Die optimale Kapazität ist jedoch so groß, daß sich dabei eine

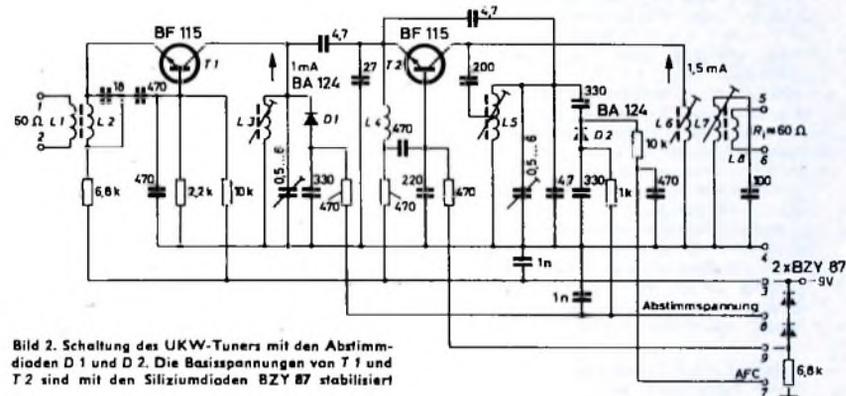


Bild 2. Schaltung des UKW-Tuners mit den Abstimm-diode D1 und D2. Die Basisspannungen von T1 und T2 sind mit den Siliziumdioden BZY 87 stabilisiert

tät um beispielsweise 10% größer ist, dann muß man den Trimmkondensator so einstellen, daß auch C_D um 10% größer ist.

2.2. Selbstschwingende Mischstufe

Der Transistor T2 arbeitet sowohl zur Erzeugung der Oszillatorfrequenz als auch für den Mischbetrieb in Basisschaltung. Um bei Betriebsspannungsschwankungen Frequenzänderungen kleinzuhalten, ist die Basisspannung des Transistors T2 mit zwei Siliziumdioden BZY 87 stabilisiert. Dadurch wird gleichzeitig erreicht, daß der Oszillator auch bei sehr kleiner Betriebsspannung noch schwingt.

Die Abstimmung des Oszillatorkreises erfolgt ebenfalls mit einer Diode BA 124. Galvanisch ist die Diode von Masse getrennt, so daß über Widerstände sowohl die Abstimmspannung als auch eine automatische Nachstimmspannung zugeführt werden kann. Im Falle der Anwendung einer solchen Nachstimmung ist zu bedenken, daß die Nachstimmteilheit von der Größe der Abstimmspannung abhängig ist. Zur

große Mischräuschzahl ergeben würde. Der gewählte Kapazitätswert von 27 pF kann als brauchbarer Kompromiß gelten.

Im Vergleich zum Zwischenkreis ist beim Oszillatorkreis (Oszillator schwingt über der Empfangsfrequenz) eine kleinere Gesamtvariation der Kreiskapazität notwendig ($V_C = 1,37$). Da wegen der gleichen Abstimmspannung die auftretende Kapazitätsvariation der Diode die gleiche ist wie beim Zwischenkreis, so muß die Gesamtvariation beim Oszillator durch eine entsprechend erhöhte Parallelkapazität C_D verringert werden. Deshalb ist dem Oszillatorkreis eine zusätzliche Festkapazität (4,7 pF) parallel geschaltet, die gleichzeitig der Kompensation des Temperatureinflusses auf die Oszillatorfrequenz dient. Die Kompensation wird außerdem durch die Temperaturabhängigkeit der stabilisierten Basisspannung für T2 mitbestimmt. An der Abstimm-diode des Oszillatorkreises liegt die volle Oszillatorspannung. Auf Grund dieses dynamischen Betriebs tritt, bedingt durch die Nichtlinearität der Diodenkapazität, eine Erhöhung der wirk-samen Kapazität auf. Die Folgen sind Änderungen der Oszillatorfrequenz mit der Oszillatorspannung und Gleichlauffehler, die sich besonders bei kleinen Abstimmspannungen bemerkbar machen.

Um diesen Effekt weitgehend zu unterbinden, wurde die minimale Abstimmspannung auf 4 V festgelegt.

Die Ankopplung der selbstschwingenden Mischstufe an den Zwischenkreis erfolgt über eine Kapazität von 4,7 pF. Der Primärkreis des zweikreisigen kritisch gekoppelten ZF-Filters hat eine Kreiskapazität von 220 pF. Dadurch wird eine zu hohe ZF-Spannung am Primärkreis vermieden. Dies trägt mit dazu bei, daß die Schaltung ein Eingangssignal von $\geq 200 \text{ mV}$ verträgt, ohne daß eine starke Frequenzverwerfung eintritt. Die ZF-Auskopplung erfolgt massetfrei über L8. Die Betriebsbedingungen und Meßwerte des UKW-Tuners sind in Tab. I zusammengestellt.

1965 brachte gutes Rundfunk- und Fernsehgerätegeschäft trotz der Faktoren Rundfunk und Fernsehen bei TVR Fernsehempfänger

Produktion 1965 (und 1964): 2,7 Mill. Einh., Wert 1,511 Mrd. DM (2,3 Mill. Einh., Wert 1,2 Mrd. DM)

Export 1965 in 11 Monaten (und im ganzen Jahr 1964): 451.195 Einh., Wert 205,9 Mill. DM (452.000 Einh., Wert 212 Mill. DM)

Tendenz: Geräte mit 59-cm-Bildschirm bevorzugt. Guter Absatz auch von Portables. Zweigeräteküde nehmen zu; etwa 25% aller Käufer ersetzen ihr altes Gerät gegen ein neues.

Schätzung der Produktion für 1966: 2,4...2,6 Mill. Einh. (1,3 Mill. Erstgeräte; 0,6...0,8 Mill. Ersatzgeräte; 0,1 Mill. Zweigeräte; 0,4...0,45 Mill. Export)

Fernsehteilnehmer: Sättigung der Haushalte nahm durch gutes Ansteigen der Teilnehmerzahlen um 1.355 Mill. auf 56% zu (1964: 50%). Teilnehmerzahl am 1.3.1966: 11783451

Rundfunkempfänger

Produktion 1965 (und 1964): 4.098 Mill. Einh., Wert 827,02 Mill. DM (3,91 Mill. Einh., Wert 754,6 Mill. DM)

Export 1965 in 11 Monaten (und im ganzen Jahr 1964): 1.424 Mill. Einh., Wert 248 Mill. DM (1.454 Mill. Einh., Wert 256 Mill. DM)

Aufgliederung der Produktion 1965 (und 1964): Rundfunk-Heimempfänger 21% (23%), Koffer-, Auto- und Taschenempfänger 70% (69%), Kombinationen 9% (8%) der Gesamtproduktion

Tendenz: Großes Interesse für Stereo und Hi-Fi. Kleine transistorisierte Rundfunkempfänger drängen ab Zweit- und Drittgeräte vor.

Schätzung für 1966: Anstieg dürfte sich auch weiterhin fortsetzen.

Rundfunkteilnehmer am 1.3.1966: 17967321

Halbleiter-Bauelemente

auf dem Salon International des Composants Electroniques

Die Entwicklung auf dem Halbleitergebiet war weniger stürmisch als im Vorjahr, und die Aussteller auf dem Salon International des Composants Electroniques, der vom 3. bis 8. Februar in Paris stattfand, machten öfter vom Preisargument Gebrauch. Durch die oft erheblichen Preisrückgänge werden, besonders bei Fernsehempfängern, die Transistoren nun auch in Heimgeräten wirtschaftlich. Auch in Haushaltsgeräten, elektrischem Heimwerkzeug, der Automobiltechnik sowie bei Spielzeugen werden Halbleiter verstärkt verwendet. Anwendungsprobleme, bei denen Eingangswiderstände von 10 M Ω und mehr gefordert werden, lassen sich jetzt mit Feldeffekttransistoren elegant und preisgünstig lösen. Bei Thyristoren mittlerer Leistung kostet das „Kilowatt Schaltung“ manchmal nur noch etwa 5,- DM.

1. Halbleiter-Bauelemente für Rundfunkgeräte

Für UKW, HF und ZF empfehlen die meisten Firmen Siliziumtransistoren. Cosem zeigte den im Vorjahr schon von Siemens angebotenen BF 115, mit dem im zweistufigen UKW-Tuner eine Leistungsverstärkung von 31 dB bei einem Rauschmaß von 4 dB erreicht werden kann. Mit einer Rückwirkungskapazität von etwa 0,5 pF ergibt der BF 189 eine Stufenverstärkung von 23 dB ohne Neutralisierung (bei 10,7 MHz und mit einer Bandbreite von 200 kHz). Für die gleiche Anwendung empfiehlt Telefunken den BF 184 mit einer Rückwirkungskapazität von 1 pF, der sich auf Grund seiner hohen Stromverstärkung (100...650) besonders für geregelte Stufen eignet. Für HF-Eingangsstufen ist der BF 185 vorgesehen, der bei 5 MHz einen Rauschfaktor von 4 dB aufweist. Für die automatische Abstimmung von UKW-Tunern bietet Telefunken außerdem die Kapazitätsdiode BA 125 ($C = 30 \dots 50$ pF bei $U = 2$ V) an. In Kunststoffgehäusen liefert Sescio vier neue Germaniumtransistoren für HF-Anwendungen. Bei dem UKW-Typ wird eine Stufenverstärkung von 13 dB genannt, und die ZF-Transistoren haben Rückwirkungskapazitäten von etwa 1,3 pF; sie ergeben in Neutrodynschaltung Leistungsverstärkungen bis 35 dB bei 10,7 MHz und bis 45 dB bei 470 kHz.

Im NF-Verstärker bevorzugt man Silizium vorerst nur für rauscharme Eingangsstufen. Die von mehreren Firmen für diese Anwendungen angebotenen Typen BF 107 bis BF 109 haben Stromverstärkungen von 125...900 und Rauschfaktoren von 4...6 dB. Dieser beträgt 1,5 dB bei $I_C = 30$ μ A für den BC 114 von Fairchild. Für Endstufen bieten Siemens und auch Telefunken vier Germanium-Komplementärpaare für Ausgangsleistungen von 0,5...10 W an. Bei den Typen AC 187/188 k (Siemens, La Radiotechnique) ist die Stromverstärkung 100 bis 500, und bei 9 V Speisespannung kann eine Ausgangsleistung von 2 W erreicht werden. Für den Silizium-Leistungstransistor BD 109 nennt Siemens einen maximalen Collectorstrom von 2 A und einen

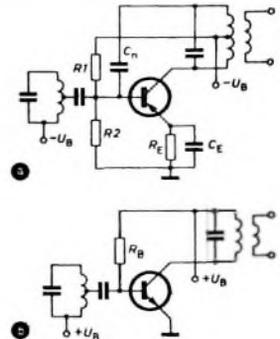
Wärmewiderstand von 7°C/W. Der BD 111 (Fairchild) erlaubt eine Verlustleistung von 10 W bei 100°C Gehäusetemperatur und hat eine Stromverstärkung von 150 bei $I_C = 1$ A. Als besonders preisgünstig werden plastikumhüllte Leistungstransistoren bezeichnet. Bei ihrer Herstellung geht man von einem etwa 10 mm \times 30 mm \times 2 mm großen Kupferstreifen aus. Auf dem einen Ende dieses Streifens wird das Halbleiterelement aufgebracht und dann mit Kunstharz umhüllt, das andere Ende erhält eine Bohrung zur Befestigung auf der Kühlfläche. General Electric zeigte einen so hergestellten 4-W-Transistor für Collectorspannungen bis 300 V. Ähnlich aufgebaut ist der TIP 14 von Texas Instruments (80 V, 1 A), dessen Verlustleistung 15 W bei 25°C an der Befestigungslasche beträgt.

2. Transistoren für Fernsehgeräte

Obwohl der AF 139 immer noch der einzige UHF-Transistor ist, der bereits in großen Serien eingesetzt werden konnte, kündigte Siemens jetzt den AF 239 an, der mit einer Leistungsverstärkung von 14 dB und einem Rauschmaß von 4,5 dB bei 800 MHz merklich verbesserte Eigenschaften hat. Silizium wird bei Fairchild für den UHF-Transistor BF 161 verwendet; bei einer Betriebsspannung von 24 V und bei 800 MHz wird die Leistungsverstärkung mit 12 dB und das Rauschmaß mit 6,5 dB angegeben. Dieser Typ eignet sich besonders für die in gemischt bestückten Geräten auftretenden Umgebungstemperaturen. Offenbar aus japanischen Importen stammt der von Compelec angebotene Silizium-Mikrodisk-Transistor 2SC272, mit einer Transistfrequenz von mehr als 1,1 GHz und einem Leistungsgewinn von 10 dB bei 800 MHz. Germanium ist offenbar auch bei VHF noch vorteilhaft, denn Siemens zeigte für diese Anwendungen einen AF 109 r mit einem Rauschfaktor von 3,5 dB bei 200 MHz. Bei den von Sescio in Kunststoffumhüllung vorgestellten Siliziumtypen 2N3662 und 2N3663 sind die Leistungsverstärkungen 16 und 18 dB bei 200 MHz, das Rauschmaß 4 dB bei 60 MHz. Als Oszillatoren geben diese Transistoren bei 940 MHz noch 11,5 mW ab. Für Allband-Abstimmereinheiten kündigt La Radiotechnique ebenfalls Siliziumtransistoren an, den 114 BF als Verstärker und den 108 BF als Oszillator. In Zwischenfrequenz-Verstärkerstufen ist Silizium besonders vorteilhaft, weil man dabei die Rückwirkungskapazität so klein halten kann, daß die Neutralisierung entfällt. Diese Kapazität beträgt 0,15 pF bei dem Regeltransistor BF 167 von Telefunken, dessen Rauschfaktor 3 dB bei 35 MHz ist. Für nichtgeregelte Stufen ist der BF 173 (Telefunken, La Radiotechnique) vorgesehen. Die Rückwirkungskapazität ist hier 0,23 pF, die Verlustleistung 200 mW und die Transistfrequenz 550 MHz. Bei einer Rückwirkungskapazität von 0,4 pF ist der BF 175 (Fairchild) für eine Collectorspannung von 50 V und eine Regeltiefe von 75 dB ausgelegt. Siliziumtransistoren für einen ZF-Verstärker mit drei neutrali-

sierten Stufen haben bei Cosem eine Verstärkung von 20 dB in den beiden ersten und von 33 dB in der letzten Stufe; die Regelwirkung ist 60 dB.

Videotransistoren für 150 V Collectorspannung wurden von Fairchild (BF 174) und von Cosem (BF 140 A) angeboten, und Sie-



Prinzipschaltung von ZF-Verstärkerstufen; a) mit Neutralisierung und Temperaturkompensation, b) ohne diese Maßnahmen bei Anwendung von Siliziumtransistoren in den Stufen des ZF-Verstärkers

mens entwickelte den BF 114 für zweistufige Videoverstärker. La Radiotechnique nennt den BF 117 für tragbare Fernsehgeräte und den BF 178 für 110°-Bildröhren. Auch für Zeilen-Endstufen wird jetzt ein Siliziumtransistor angeboten. Der 43 T 6 von Sescio, für 59-cm-Röhren, ist für eine Collectorspannung von 500 V, einen Spitzenstrom von 6 A, eine Verlustleistung von 85 W bei 25°C am Gehäuse und für eine Transistfrequenz von 10 MHz ausgelegt. Ein weiterer Siliziumtransistor, 42 T 6 (10 W, 130 V, 1 A), ist für die Vertikal-Endstufe geeignet. Ein zur Zeilenablenkung bei 110°-Röhren bestimmter Germaniumtransistor ist der AU 106 von Ates (300 V, 10 A), dessen Abschaltzeit 1,5 μ s beträgt. Der AU 107 (für Bildablenkung) arbeitet mit Collectorrenzdaten von 200 V und 3 A. Beide gehören zu einer vollständigen Serie für Fernsehgeräte, in der man auch die Typen AF 139 (UHF), AF 106 und AF 108 (VHF), AF 200...202 (ZF) und BF 110 (Video) findet, und die von Ates zu einem Preis angeboten wird, der als niedriger als der einer leistungsgleichen Röhrenbestückung bezeichnet wird.

3. Feldeffekttransistoren

Bei Feldeffekttransistoren mit Sperrschicht-Gate verzeichnet man Preisstürze, die ihre baldige Anwendung in der Unterhaltungselektronik wahrscheinlich machen. Die preisgünstigsten werden zu etwa einem Drittel des Vorjahrespreises angeboten, sind jedoch noch drei- bis fünfmal teurer als Flächentransistoren kleiner Leistung. Der hohe Eingangswiderstand des Feldeffekttransistors würde allerdings nur im HF-Verstärker einen nennenswerten Vorteil bringen, da dann die Anpassung oder die Koppelwicklung im Eingangskreis entfall-

len könnten Wichtiger erscheinen deshalb die gute Regelbarkeit und die bessere Kreuzmodulationsfestigkeit.

Texas Instruments bringt in Kunstharzumhüllung einen p-Kanal- und einen n-Kanal-Feldeffekttransistor auf den Markt. Der n-Typ ist für eine maximale Gatesperrspannung von 25 V, bei einer Steilheit von 2,65 mA/V und Eingangs- und Rückwirkungskapazitäten von 8 und 4 pF ausgelegt. Dieselbe Firma zeigt auch den 2N3823, dessen Rauschfaktor 1,5 dB bei 100 MHz und 3,5 dB bei 500 MHz beträgt. Ein NF-Rauschfaktor von 0,25 dB wird für einen Feldeffekttransistor von Dickson bei einem Quellwiderstand von 1 MOhm angegeben. Bei 20 Hz hat der 2N3684 (Union Carbide) ein Rauschmaß von 0,5 dB, und seine Eingangskapazität beträgt 1 pF. Bei derselben Firma wird auch ein Feldeffekt-Choppertransistor angeboten, bei dem ein Reststrom von 0,25 nA und ein Sättigungswiderstand von 30 Ohm genannt werden. Der zweite Wert gilt auch für den Zerhacker 2N4081 von Amelco, der mit einer Steilheit von 30 mA/V arbeitet und 75 mA in etwa 50 ns schaltet. Außer in Lizenzfertigung werden in Europa Sperrschicht-Feldeffekttransistoren offenbar nur von Sescoc hergestellt. Die unter dem Namen „Gridistors“ angebotenen Planartypen sind n-Kanal-Ausführungen und unterscheiden sich (bei einer allen Typen gemeinsamen Verlustleistung von 300 mW) durch die maximale Gatespannung (30...50 V) und die Steilheit (1 bis 5 mA/V).

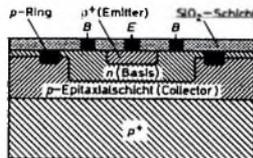
Bei der Fertigung von Feldeffekttransistoren mit isoliertem Gate (IGFET, MOSFET) bestehen noch technologische Schwierigkeiten, und die Preise übersteigen die der vorgenannten Typen um ein Mehrfaches. Das gleiche ist allerdings auch bei den Eingangswiderständen der Fall, die bei den n-Kanal-„Statistoren“ der Firma Cosem mit einer Steilheit von 0,4 mA/V in der Größenordnung von 10^{11} Ohm angegeben werden. Dieser Wert gilt auch für einen p-Kanal-Typ von Fairchild, der eine Steilheit von 2 mA/V hat. Bei Motorola werden beide Polaritätstypen mit Eingangsstromen von 10 pA und Steilheiten von mehr als 1 mA/V hergestellt. Von General Instrument wird eine integrierte Zenerdiode als Überspannungsschutz des Gates eingebaut; der dadurch verursachte Reststrom beträgt nur 0,1 nA.

4. Industrielle und professionelle Transistoren

Zur rauscharmen Verstärkung schwacher Signale bevorzugt man Transistoren, die auch bei geringen Collectorströmen noch eine hohe Stromverstärkung aufweisen. Bei $I_C = 1 \mu A$ beträgt diese Größe mindestens 180 im Falle des 2N3964 von Fairchild, und 500 oder mehr bei dem UC 800 von Union Carbide. Diese Firma nennt für den UC 1100 einen Reststrom von weniger als 0,1 nA, und für den 2N4042 eine Transitfrequenz von 20 MHz bei $I_C = 10 \mu A$. Auch bietet sie Doppeltransistoren an, deren Gehäuse ein zum Abgleich der Differentialspannung dienendes Potentiometer enthält. In Transistor- oder Schaltkreisgehäuse eingebaut wird ebenfalls der „Thermostator“ von Cosem. Es handelt sich dabei um ein elektrisches Heizelement, dessen positiver Temperaturkoeffizient so hoch ist, daß die Temperatur im Gehäuse von den äußeren Temperatur- und den Betriebsbedingungen praktisch unabhängig wird. Meßzerhacker mit doppeltem Emit-

ter werden von Sprague und von Transitor angeboten, bei letzterer Firma mit einer Restspannung unter 10 μV und einer Temperaturdrift von $0,2 \mu V/^\circ C$.

Silizium-Kleinleistungstransistoren werden von mehreren Firmen in Kunstharzumhüllung angeboten. Bei Motorola und bei Texas Instruments sind darunter auch pnp-Typen für Verlustleistungen von 200 bis 300 mW und einer Transitfrequenz in der Größenordnung von 100 MHz. Für diese und auch andere Typen verwendet Motorola das Annular-Verfahren, bei dem ein p+-Diffusionsring um die Basis gelegt wird. Man vermeidet dadurch das Entstehen von Kriechstromkanälen unter der Schutzschicht aus Siliziumdioxid und erhält eine noch höhere Betriebssicherheit als mit dem Planarverfahren.



Prinzipieller Aufbau von Annular-Transistoren

Das der Vereinfachung bei der Herstellung dienende „Mesa“-Verfahren wurde von der Transistor-AG bekanntgegeben. Man erhält dabei durch Epitaxie eine homogene Basis, die Sperrspannungen bis 60 V gegen den Emitter zuläßt. Außerdem erzielt man bei Vertauschen von Collector und Emitter noch eine Stromverstärkung von 20...25% des Nominalwertes. Mit 20 MHz liegt jedoch die Transitfrequenz niedriger als bei Driftfeldtransistoren. Mit dem „Hometaxial“-Verfahren von RCA lassen sich Leistungstransistoren mit homogener Basis preisgünstig herstellen. Bei maximalen Collectorströmen von 1...30 A erhält man Grenzfrequenzen von etwa 0,5 MHz und maximale Collectorspannungen bis 160 V. Man kann diese Transistoren somit direkt mit dem aus 117-V-Lichtnetzen abgeleiteten Spannungen speisen. Solitron zeigte einen integrierten Darlingtonverstärker für eine Verlustleistung von 12,5 W und 80 V Collectorspannung; die Stromverstärkung beträgt 10 000, und die Transitfrequenz ist 50 MHz.

Eine Grenzfrequenz von 2 GHz und einen Rauschfaktor von 4,5 dB gibt KMC für den Typ k 2101 an. Ähnliche Werte erhält man

mit dem Germanium-Planartransistor TIXM 101 von Texas Instruments. Für die Sendertechnik verfügt man über immer leistungsfähigere Typen und kann damit 150...200 W bei 50 MHz (LTT, Sescoc), 50 W bei 175 MHz (TRW) und 10 W bei 400 MHz (RCA) erreichen. Im letztgenannten Falle verwendet man die Overlay-Technik, die bei dem 2N4012 in Frequenzverdreifung eine Ausgangsleistung von 2,5 W bei 1 GHz mit 4 dB Gewinn ermöglicht. Die gleiche Technik benutzt Siemens bei dem BLY 22, der 2 W bei 400 MHz abgibt. Intermetall kündigte einen Transistor für 20 W bei 400 MHz an.

5. Dioden, Gleichrichter und Thyristoren

Schottky-Dioden arbeiten mit Metall-Silizium-Kontakt und werden beispielsweise von Hewlett-Packard, Microwave Semiconductors und LTT mit Schaltzeiten von 30...500 ps und Sperrspannungen von etwa 15 V angeboten. Sylvania und Hewlett-Packard stellen auch Dioden mit schrittweiser Erholung (step recovery) her, die in Vervielfacherschaltungen bis zu 15fache Frequenzvervielfachungen gestatten. Bei einem Wirkungsgrad von 20...25% erhält man 20 mW Ausgangsleistung bei 12 GHz und mehr als 1 W bei 2 GHz. Eine Photodiode mit einer Schaltzeit von < 1 ns wird ebenfalls von Hewlett-Packard angeboten. In Miniatur-Gläsegehäusen liefert Hoffmann Gleichrichter und Zenerdioden für eine Verlustleistung von 1,5 W. Die Wärmeableitung erfolgt dabei über die Anschlußdrähte, die 0,8 mm dick und aus Silber sind. Die Finpreßdioden von Siemens werden mit Druck in die Kühlflächen eingesetzt. Zunächst für die Kraftfahrzeugtechnik bestimmt, lassen sich diese Dioden auch bei 30...60 V Betriebsspannung für Gleichrichtergruppen bis 4000 A verwenden. Ähnliche Dioden werden von der AEG angeboten. Bei Planar-Zenerdioden von 250 mW werden von LTT eine Kapazität von 10...25 pF bei $U = 0 V$ und ein dynamischer Innenwiderstand von 700 Ohm bei 50 V angegeben.

Auch Thyristoren (200 V, 2 A) werden von General Electric in Kunstharzumhüllung angeboten. Ein Hochleistungsmodell derselben Firma schaltet mit Wasserkühlung 1200 A bei 1800 V. Etwa 30 Thyristortypen (0,8...180 A, 50...600 V) wurden neu in den Katalog von Intermetall aufgenommen. Bei Modellen für 95 und 125 A nennt Semikron Ein- und Ausschaltzeiten von 5...10 und 15...25 μs ; ähnliche Werte werden

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Märzheft 1966 unter anderem folgende Beiträge:

Unterdrückung von Mantelströmen auf geschlossenen Hochfrequenzleitungen

Einfache Methoden der Programmierung von Analogrechnern II — Entwurf von Analogschaltungen

Elektronische Zeitnahme für leistungsfähige Kurzstrahlenläufe

Entwicklung von Metall-Oxid-Silizium-Transistoren

Stereo-Ballempfang

Entwurf und Berechnung transistorisierter NF-Verstärker für industrielle Anwendungen

Ein einfacher Codewandler für maximal 15 Stellen binär in binär-dezimal (BCD)

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Parasitäres · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

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

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

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

Postanschrift: 1 BERLIN 52

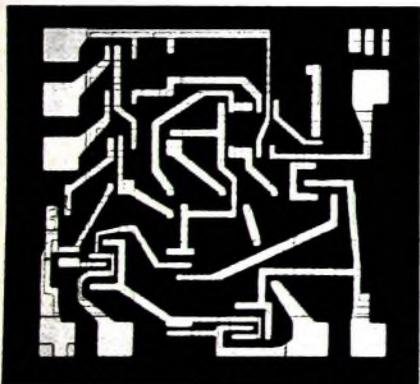
auch bei Sescos angegeben. Über die Tor-elektrode abschaltbare Thyristoren werden von verschiedenen Firmen angeboten. Meist liegt jedoch die Stromverstärkung beim Abschaltvorgang unter dem von Silec genannten Wert von 10 ... 20 für Typen mit 7 A und 25 ... 500 V.

6. Halbleiterschaltkreise

Obwohl auch auf dem Gebiet der hybriden und integrierten Schaltkreise starke Preisrückgänge zu verzeichnen waren, ist ein Einsatz dieser Bauformen in der Unterhaltungselektronik noch weniger zu erwarten. Am Beispiel einer Fahrstuhl-anlage, bei der komplizierte Schaltaufgaben zu lösen sind, konnte Texas Instruments jedoch demonstrieren, daß dabei Festkörperschaltkreise billiger sind als die konventionelle Elektronik oder elektromechanische Schalter. Auf anderen Gebieten der Haushaltselektronik sind ähnliche Anwendungen zu erwarten, besonders bei programmierten Wasch-, Heiz- oder Kochvorgängen.

Stärker als das Bestreben nach Verbilligung trat jedoch das nach Verbesserung der elektrischen Eigenschaften hervor. *Transitron* hat sich bemüht, bei Torschaltungen mit 15 mW Verlustleistung pro Tor den besten Kompromiß zwischen Schnelligkeit (10 µs), Störsicherheit (1 V) und fan-out (bis 40) zu finden. Bei Philco betreffen ähnliche Kompromißbemühungen dagegen die Laufzeit (9 ns) und die Verlustleistung (5,3 mW je Tor). Mit 2,8 mW Verlustleistung kommt *Signetics* auf eine Einschaltzeit von 60 ns. Feldeffekttransistoren werden von *General Instrument* in einem 100stelligen Schieberegister verwendet, das mit einer Betriebsfrequenz von 2 MHz arbeitet und nur 200 mW Speiseleistung benötigt.

Schaltkreise für lineare Verstärkung sind besonders häufig als Breitbandverstärker für 100 MHz und mehr anzutreffen. Bei *Sylvania* verbraucht ein solcher Kreis 120 mW; seine Spannungsverstärkung beträgt 21 dB, und die Ein- und Ausgangswiderstände liegen bei 1,6 kΩ und 5 Ω. Auch höhere Ausgangsleistungen werden jetzt in integrierten Kreisen bewältigt. *Solitron* zeigte beispielsweise



Integrierter Regelverstärker (Spannungsverstärkung etwa 45000) auf einem knapp 2 mm² großen Siliziumplättchen (rund 40fache Vergrößerung)

einen Servoverstärker mit 5 W Ausgangsleistung, und *Texas Instruments* nennt eine Ausgangsleistung von 2 W bei 2,5 GHz für einen in tragbaren Radargeräten eingesetzten Verstärker. H. Schreiber



Philips-Express auf Deutschlandfahrt

Anläßlich des 75jährigen Bestehens des Hauses Philips hat sich die Deutsche Philips GmbH etwas Besonderes einfällen lassen: Sie schickte den Philips-Exprefuß auf eine achtmonatige Reise kreuz und quer durch die Bundesrepublik. Mehr als 7000 km wird dieser Ausstellungszug auf dieser Fahrt zurücklegen, und an etwa 160 Stationen - vorzugsweise in mittleren und kleinen Städten, in denen Philips keine ständigen Ausstellungen in eigenen Räumen unterhält - wird er Station machen. Am 28. Februar 1966 wurde dieser Zug auf dem Hamburger Hauptbahnhof getauft, und seitdem hat er auf seiner Fahrt überall lebhaftes Interesse beim Publikum gefunden. Der neue Ausstellungsstil, den diese „rollende Ausstellung“ repräsentiert, wird fraglos im Laufe der nächsten Jahre Schule machen, denn man hat hier einen neuen Weg gefunden, das Publikum in wirkungsvoller Weise über technische Konsumgüter zu unterrichten.

Daß in einem solchen Zug ein Maximum an Technik auf kleinstem Raum konzentriert ist, bedarf kaum der Erwähnung. Einige Zahlen mögen eine konkrete Vorstellung geben. Der Zug besteht aus fünf D-Zug-Wagen, von denen der erste als Besprechungswagen eingerichtet ist und außerdem Küche, Garderobe, sanitäre Einrichtungen sowie die Telefonzentrale enthält, während die Wagen zwei bis fünf die eigentlichen Ausstellungswagen sind.

Alle Wagen haben Wechselsprechanlagen, und die Telefonzentrale ist über eine Funkstelle mit dem öffentlichen Fernsprechnet verbunden. Am Ende des Zuges sind zwei vierachsige Aggregatwagen der Bundesbahn angehängt. Jeder der beiden 45 t wiegenden 19 m langen Wagen enthält einen 6-Zylinder-Dieselmotor, der mit einem selbstregelnden 185-kVA-Drehstromgenerator für die Stromversorgung des Zuges gekuppelt ist. Auf den Bahnhöfen ist jeweils ein Aggregat in Betrieb; das Reserveaggregat kann in wenigen Minuten die Stromversorgung des Philips-Exprefuß übernehmen. Als Notbeleuchtungsbatterie stehen zwei in Serie geschaltete 12-V-Batterien von 70 Ah Kapazität zur Verfügung. Insgesamt sind im Zug etwa 800 m vieradrige Energieversorgungskabel und rund 4000 m dreidradige Installationsleitungen verlegt. Zur Beleuchtung und als Ausstellungsobjekte findet man fast 600 blindstromkompensierte 40-W-Leuchtstofflampen.

Von besonderer Bedeutung ist für einen solchen Zug die Antennenanlage. Zur Versorgung der Rundfunkempfänger dient eine Omnibusantenne mit nachgeschalte-

tem Antennenverstärker. Technisch schwieriger ist die Antennenfrage für die Fernsehempfänger zu lösen, insbesondere deshalb, weil die Empfangsverhältnisse auf den einzelnen Bahnhöfen wegen Reflexionen, Abschattungen und Störungen sehr unterschiedlich sind. Normalerweise werden die Fernsehsendungen drahtlos aufgenommen. Dafür steht eine Antenne zur Verfügung, die mit einem Kurbelarm ausgefahren und auf den jeweiligen Sender ausgerichtet werden kann. Die einzelnen Fernsehempfänger werden dann über Kabel an den nachgeschalteten Antennenverstärker angeschlossen. Ist bei ungewöhnlich starken örtlichen Störungen, zum Beispiel durch die Oberleitungen der Bahnstromversorgung, kein hinreichend guter Fernsehempfang möglich, dann versorgt ein Philips-Videorecorder die Empfänger mit Bild und Ton. Ebenso lassen sich die von zwei Fernsehkameras aufgenommenen Bilder über die im Zug aufgestellten Empfänger wiedergeben. Mit seinen fünf Ausstellungswagen, der Lokomotive und den beiden Aggregatwagen ist der Philips-Exprefuß fast 160 m lang.

In den eigentlichen Ausstellungswagen findet der Besucher einen Querschnitt durch das große Philips-Angebot an Konsumgütern: Rundfunkempfänger (Reise- und Autoempfänger), Tischgeräte und Musiktruhen für Mono und Stereo), Phono-



Blick in die Ausstellung der Tonbandgeräte

geräte, Hi-Fi-Geräte und das elektronische Musikinstrument „philicorda“ im Wagen 2, Fernsehempfänger aller Art, Videorecorder und ein Fernseh-Telefon mit zwei Sprechstellen im Wagen 3, Tonbandgeräte einschließlich der Cassettengeräte, zwei Spezial-Tonbandgeräte für den Fremdsprachenunterricht sowie Haushalts-Klein- und -Großgeräte im Wagen 4 und schließlich im Wagen 5 die Rasierbar sowie die imponierende Licht-Ausstellung mit dem Licht-Tunnel, der in bunten Farben die große Vielfalt im Angebot der TL-Leuchtstofflampen zeigt.

Man sieht, nicht nur ein Ausstellungszug, sondern zugleich auch eine rollende Schau mit einer Vielzahl von sichtbaren und unsichtbaren Anwendungen aller Art aus dem Bereich der Elektronik. -th



SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Telemann, Tafelmusk

Concerto Amsterdam; Konzertmeister: Jaap Schröder; Violoncello: Anner Bylisma; Cembalo: Gustav Leonhardt; Gesamtleitung: Frans Brüggén

Georg Friedrich Telemann (1681 bis 1767) gilt heute als der Komponist, der mit seinem Stil die Brücke vom Barock zum Rokoko geschlagen hat. Seine ungewöhnliche Produktivität hat ihn in früheren Zeiten als „Vielschreiber“ gelegentlich etwas herabgesetzt, aber in unseren Tagen bahnt sich geradezu eine Telemann-Renaissance an. Mit ein Grund dafür dürfte die Schallplatte sein, die sich in den letzten Jahren seines musikalischen Schaffens besonders angenommen und es durch viele gute, künstlerisch hochstehende Aufnahmen weiten Kreisen zugänglich gemacht hat. Die vielen seiner Werke eigenen französischen, italienischen und deutschen Züge finden sich auch in der „Tafelmusik“ wieder. Das aus drei „Productionen“ (Teilen) bestehende Werk huldigt im ersten Teil dem französischen Stil des beginnenden 18. Jahrhunderts, bringt im zweiten Teil dem italienischen Hochbarock seine Reverenz dar und enthält im dritten Teil die im „stile tedesco“ — im deutschen Stil — geschriebenen Werke.

Die in der Serie „Das Alte Werk“ erschienenen Aufnahmen werden gespielt vom *Concerto Amsterdam*, einem 1963 von der Teldec gegründeten Kammerorchester, das in der kurzen Zeit als Interpret virtuoser barocker Musik in der musikalischen Welt berühmt geworden ist. Leiter ist Frans Brüggén, ein weltbekannter Blockflöist, als Konzertmeister wirkt mit Jaap Schröder (Violine), und ihm zur Seite stehen Anner Bylisma (Violoncello) und Gustav Leonhardt (Cembalo) — alle vier als Quadra Amsterdam für jeden Musikkenner ein Begriff. Zu diesen Vieren gesellen sich das bekannte Leonhardt-Cansort und eine Reihe weiterer namhafter Solisten. Dieses erlesene Ensemble verfügt über von Meisterhand geschaffene Instrumente, die Violinen — darunter eine Stradivari aus dem Jahre 1709 —, Bratschen und Violoncelli zumeist aus dem 18. Jahrhundert.

Daß die hervorragende Klangqualität dieses Ensembles nur bei bester Aufnahme- und Wiedergabe-technik ein voller Genuß sein kann, versteht sich von selbst. Deshalb ist es zu begrüßen, daß alle diese Platten nach dem neuen Teldec-Überspielverfahren hergestellt werden konnten. Schon der Beginn der ersten Platte vermittelt eine klare Vorstellung von der hier

erreichten hohen Qualität. Überaus klar und sauber erklingen die Streicher, denn jede Feinheit des Bogenstrichs kommt hier ebenso deutlich zum Ausdruck wie der Tonansatz bei den Holzbläsern oder der Klang des Cembalos. Irgendwelches Plattenrauschen ist praktisch nicht hörbar. Damit erhält die Wiedergabe der Musik etwas von jener Unmittelbarkeit und Intimität, die für sie charakteristisch ist. Das gut differenzierte Klangbild scheint manchmal fast noch deutlicher als in einem guten Kammermusiksaal zu sein. Allein das Zuhören bereitet dem anspruchsvollen Hi-Fi-Freund schon hohen Genuß. Wer aber tiefer in den Geist dieser Musik einzudringen wünscht, der sei auf das 12seitige Begleitheft zu dieser Plattenserie verwiesen, das ihm in leichtverständlicher Weise alles vermittelt, was über den musikalischen Inhalt der „Tafelmusik“, den Komponisten und das Musikleben dieser Epoche zu wissen notwendig ist.

Telefunken SAWT 9449/54 (Stereo)

Offenbach, Hoffmanns Erzählungen

Nicolaï Gedda (Hoffmann); Gianna d'Angelo (Olympia); Elisabeth Schwarzkopf (Giulietta); Victoria de los Angeles (Antonia); Renée Faure (Stella); Jean-Christophe Benoit (Niklaus); Nikola Guiselev (Lindorf); George London (Coppelius); Ernest Blanc (Daperlutto); George London (Doktor Mirakel); Michel Sénéchal (Spalanzani); Choeurs René Duclos; Orchestre de la Société des Concerts du Conservatoire; Dirigent: André Cluytens

Mit einer glanzvollen Besetzung präsentiert Electrola im Rahmen der Angel-Serie eine Gesamtaufnahme von Offenbachs Meisterwerk „Hoffmanns Erzählungen“. Diese Aufnahme in Stereo ist zur Zeit die einzige Gesamtaufnahme auf dem deutschen Markt, denn die beiden älteren Ausgaben auf Columbia unter André Cluytens und auf Deutsche Grammophon unter Artur Rother sind nicht mehr erhältlich. Es ist eigentlich kaum zu verstehen, daß die erste Stereo-Gesamtaufnahme so lang auf sich warten ließ, denn Musik und Bühnengeschehen dieses Werkes sind geradezu für Stereo prädestiniert. Mit Spannung sah man deshalb dieser gegen Ende 1965 auf den Markt gekommenen Aufnahme entgegen. Diese Spannung wurde keine Enttäuschung, denn uns scheint, daß der EMI damit ein großer Wurf gelungen ist. Nicht nur glanzvolle Stimmen von internationalen Rang vereinigen sich hier, sondern auch die Stereo-Aufnahmetechnik und die Stereo-

Regie haben hier Vorzügliches geschaffen. Erfreulicherweise hat man die Oper in französischer Sprache aufgenommen. Dadurch konnten die Schwierigkeiten — um nicht zu sagen Peinlichkeiten — der meist geradezu läppischen deutschen Versionen vermieden werden. Hier passen Text und Musik zueinander, und alles läuft und fließt in harmonischem Zusammenklang. In dem gut gestellten Begleitheft findet man eine sehr wortgetreue deutsche Übersetzung, die das Verfolgen und den Vergleich mit dem danebenstehenden französischen Originaltext sehr einfach macht. Die Sprachverständlichkeit der Solisten ist so gut, daß auch der des Französischen nicht mächtige Zuhörer einen ästhetischen Genuß hat.

Das Vorspiel führt in den Weinkeller von Lutter, wo Hoffmann im Kreise seiner Kumpane die Geschichte seiner drei unglücklichen Lieben zu Olympia, Giulietta und Antonia erzählt. In den drei Akten erlebt der Zuhörer dann die Episoden: Die Liebe zu einer automatischen Puppe, zu einer Kurtsone, die ihn zum Mörder werden läßt, und zu einer Sängerin, die von der Schwindsucht befallen ist und sich durch den Zauber des Doktors Mirakel zu Tode singt. Das Phantastische, Skurrile, Makabre und Laszive dieses Stoffes hat Offenbach so großartig in Musik gesetzt, daß diese Oper heute fester Bestandteil des Repertoires aller großen Bühnen ist. Da jede Bühnenaufführung wesentlich mit den technischen Möglichkeiten der Bühnenmaschinerie steht und fällt, war man verständlicherweise auf die Stereo-Fassung dieses Werkes besonders gespannt. Der akustische Eindruck, unterstützt durch die knappen szenischen Hinweise im Textheft, ist aber so überzeugend, daß man glaubt, das Bühnengeschehen greifbar nahe zu haben.

Das Vorspiel gibt nach den harten, einleitenden Schlägen bereits eine gute Vorstellung von der ausgeglichenen Qualität dieser Aufnahme und dem sinnvollen und geschickten Einsatz der Stereophonie. Die Szenerie hat etwas von dem Gespensischen, das man von guten Bühnenszenierungen her kennt. Die Vorgänge auf der Bühne haben sehr viel Tiefe, und die scheinbare Staffelung von Orchester und Bühne trägt mit dazu bei, diesen Eindruck zu vertiefen. Hervorragendes hat die Stereo-Regie auch in den großen Massenszenen geleistet. Die Chöre erstarren nicht, sondern sind scheinbar in lebhafter Bewegung, ohne daß darunter die Musikalität der Szene leidet. — Warum nur hat

man im „Theaterzettel“ nicht auch den Namen des Toningenieurs genannt, dem das Gelingen dieser Aufnahme wesentlich mitzuerdanken ist? Sein Name hätte sich im Kreise der großen Künstler gewiß nicht schlecht gemacht.

Electrola (Angel-Serie)
SMA 91 459/61 (Stereo)

Telemann, Ino

Gundula Janowitz, Sopran; Kammerorchester der Hamburger Telemann-Gesellschaft

Dirigent: Wilfried Bollcher

Mit dieser Platte stellt die Archiv-Produktion jene Dramatische Kantate Telemanns vor, die er zwei Jahre vor seinem Tode (1767) schrieb. Sie ist eines der seltenen Beispiele dafür, wie ein großer Musiker sich in echter Altersgenialität noch einmal erneuert. Soweit feststellbar, erklang diese Kantate seit Telemanns Tode zum ersten Male wieder beim Leipziger Bachfest 1920 und dann 1965 beim Festkonzert zum 200jährigen Bestehen der Hamburger Telemann-Gesellschaft. Der Text geht auf Karl Wilhelm Ramler (1725—1798) zurück und schildert die Flucht Inos mit ihrem Sohn Melicertes vor König Athamas, ihrem Gatten. In selbstmörderischer Absicht stürzt sie sich in die Fluten des Meeres. Aber sie ertrinkt nicht. Neeriden tragen sie empor. Das ihren Armen entglittene Kind ist auch gerettet, und als Leukothea und Palämon werden sie in die Götterwelt aufgenommen. Ein Dankesgang an Neptun beschließt die Szene.

Diese Aufnahme gehört mit zu den besten Leistungen von Gundula Janowitz, auf deren hervorragendes Können wir an dieser Stelle schon mehrfach hinweisen konnten. Mit ihrem klaren Sopran und ihrem Tonansatz begeistert sie auch hier wieder. Der Dankesgang an Neptun ist die Krönung dieser Platte. Die Technik hat es verstanden, den Wahlklang dieser Stimme bis ins Detail festzuhalten. Hinsichtlich Frequenzumfang, Geräuschabstand und Klirrggrad genügt die Platte sehr hohen Ansprüchen. Beim ersten Anhören scheint die Basisbreite sehr klein zu sein, so daß der Unterschied gegenüber einer Mono-Aufnahme kaum bemerkbar ist. Bedenkt man aber, daß das begleitende Kammerorchester nur aus wenigen Musikern besteht, dann erkennt man, daß der Tonmeister kaum eine andere Möglichkeit hatte, wenn er das große Volumen der Sopranstimme in ein angemessenes Verhältnis zu dem Volumen der Orchesterstimmen bringen wollte.

Archiv-Produktion
SAPM 198 359 (Stereo)

Der Kettenverstärker

Schluss von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 6, S. 212

1. Zusammenhang zwischen Bandbreite und Anstiegszeit

Zur Kennzeichnung eines Verstärkers benutzt man häufig nicht seine Bandbreite B , sondern die Anstiegszeit t_A . Zur Erläuterung dieser Anstiegszeit möge Bild 4 dienen. Wird auf den Eingang eines Verstärkers ein „idealer“ Rechteckimpuls U_E mit absolut senkrechter Anstiegsflanke gegeben¹⁾, so ist die Anstiegsflanke des Ausgangssignals U_A keinesfalls mehr senkrecht. Es vergeht vielmehr eine gewisse Zeit, bis die Ausgangsspannung ihren

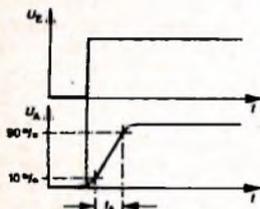


Bild 4. Anstiegszeit t_A eines Verstärkers (U_E Spannungssprung am Eingang des Verstärkers, U_A Verlauf der Spannung am Verstärkerausgang)

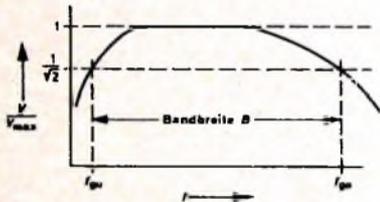


Bild 5. Verstärkungsverlauf in Abhängigkeit von der Frequenz; der Bereich zwischen der unteren (f_{\min}) und der oberen Grenzfrequenz f_{\max} des Verstärkers ist die Bandbreite B

Höchstwert erreicht hat, das heißt, die Anstiegsflanke des Ausgangsimpulses ist nach rechts geneigt. Die Zeit, die vergeht, bis die Ausgangsspannung des Verstärkers von 10 auf 90% ihres Endwertes angestiegen ist, nennt man die Anstiegszeit t_A . Zwischen der Anstiegszeit t_A und der Bandbreite B eines Verstärkers besteht der Zusammenhang

$$t_A \approx \frac{0,35}{B} \quad (8)$$

Dabei wird die Bandbreite eines Verstärkers als der Frequenzbereich definiert, der zwischen der unteren und oberen Grenzfrequenz f_{\min} und f_{\max} liegt. Als Grenzfrequenz gelten dabei diejenigen Frequenzen, bei denen die Verstärkung auf den

$1/\sqrt{2}$ -fachen Betrag ($\approx 0,7$) der Maximalverstärkung bei mittleren Frequenzen abgesunken ist (Bild 5).

Bei mehreren hintereinander geschalteten Verstärkereinheiten addieren sich deren Einzelanstiegszeiten t_{A1} , t_{A2} usw. geometrisch zur Gesamtanstiegszeit $t_{A \text{ ges}}$ des Verstärkers

$$t_{A \text{ ges}} = \sqrt{t_{A1}^2 + t_{A2}^2 + \dots} \quad (9)$$

Dementsprechend verkleinert sich natürlich die Bandbreite bei mehreren hintereinander geschalteten Verstärkern.

stärkereinheit bei einer Bandbreite von 250 MHz. Der gesamte Verstärker hat also eine Spannungsverstärkung von etwa 20 dB bei 170 MHz Bandbreite. Mit Gl. (8) errechnet sich daraus eine Anstiegszeit von etwa 1,4 ns für eine einzelne Einheit und nach Gl. (9) von etwa 2 ns für den gesamten Verstärker. Die Wellenwiderstände der beiden Gitterketten und damit auch der Eingangswiderstand des Verstärkers sind 100 Ohm. Der Nennabschlußwiderstand am Verstärkerausgang beträgt ebenfalls 100 Ohm. Dieser Wert weicht von den

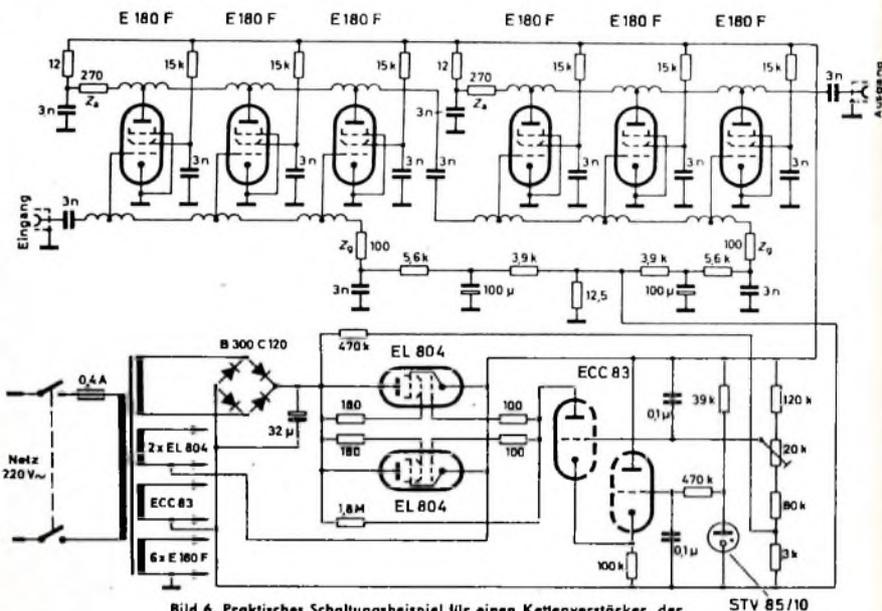


Bild 6. Praktisches Schaltungsbeispiel für einen Kettenverstärker, der sich aus zwei Einheiten zusammensetzt, die in Reihe geschaltet sind

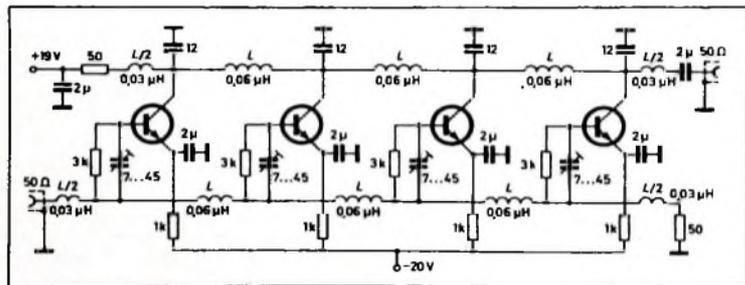


Bild 7. Mit Transistoren bestückter Kettenverstärker

1) Ein „idealer“ Rechteckimpuls mit senkrechter Anstiegsflanke ist natürlich nur eine theoretische Annahme. Bei absolut senkrechter Anstiegsflanke müßte die Spannung zur Zeit $t = 0$ vom Wert Null auf einen bestimmten Höchstwert springen. Definitionsgemäß ist die Anstiegsflanke eines „idealen“ Rechteckimpulses am Eingang eines Verstärkers jedoch für Meßzwecke steil genug, wenn ihre Anstiegszeit etwa 20% der zu erwartenden Anstiegszeit des Verstärkers beträgt.

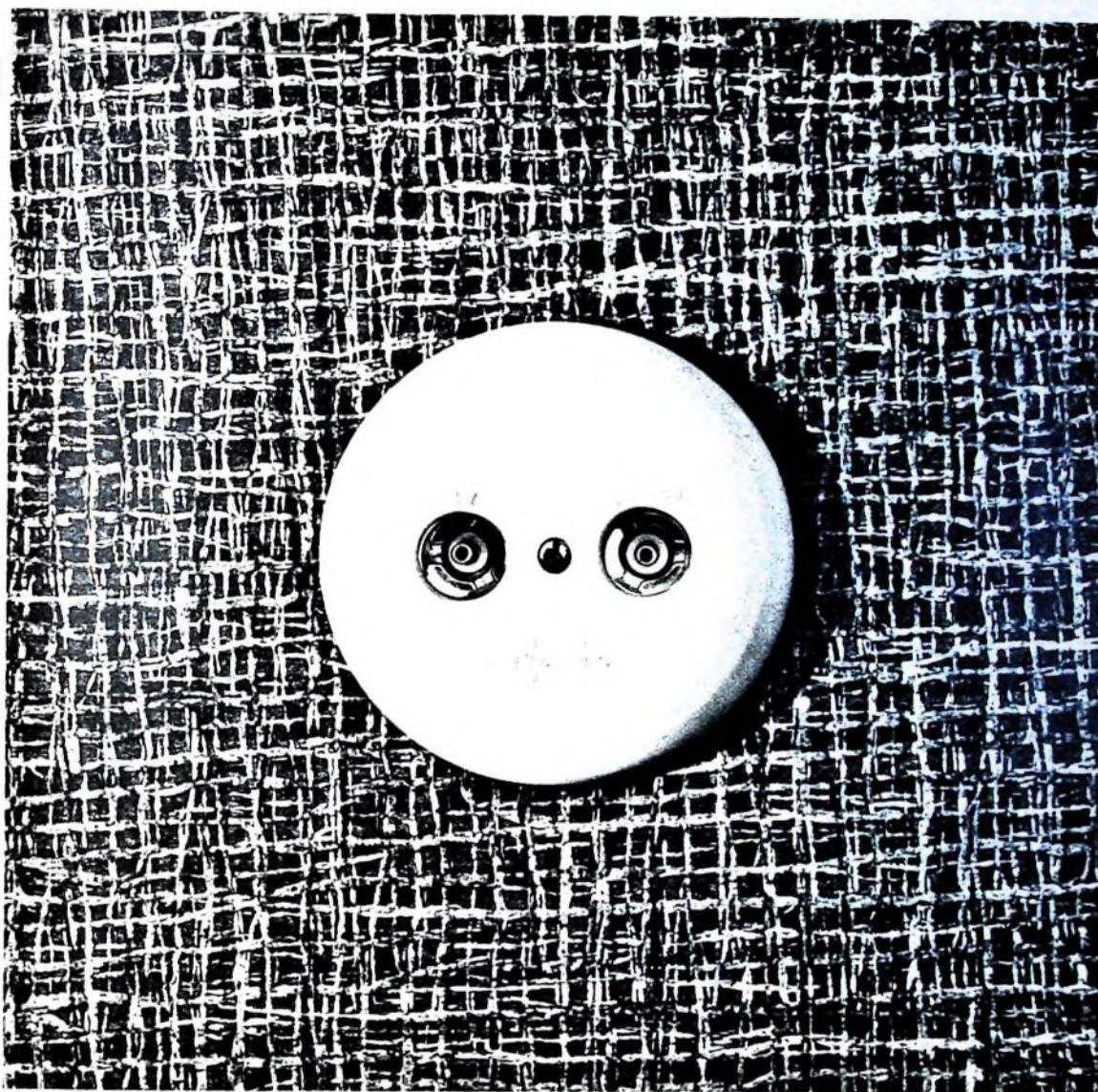
7. Praktisches Beispiel für einen Kettenverstärker

Im Bild 6 ist die Schaltung eines Kettenverstärkers von Telefonken [1] dargestellt. Bei dieser Schaltung sind zwei gleichartige Kettenverstärker in Reihe geschaltet, von denen jeder drei Röhren E 180 F enthält. Jede Röhre liefert eine Spannungsverstärkung von 1,06. Das ergibt eine Verstärkung von $3 \cdot 1,06 = 3,18$ (≈ 10 dB) je Ver-

Wellenwiderständen der Anodenketten (270 Ohm) ab. Da das aber zulässig ist, kann man den Ausgang der ersten Einheit unmittelbar an den Eingang der zweiten schalten, ohne daß unzulässig große Reflexionen entstehen.

8. Kettenverstärker mit Transistoren

Einen Kettenverstärker mit Transistoren und 175 MHz Bandbreite zeigt Bild 7 [2, 3].



An dieser Dose hängt Ihr guter Ruf

Dem Laien bedeutet sie alles, was sich dahinter verbirgt: Antennen, Umsetzer, Verstärker, Weichen, Leitungen. Und natürlich Ihre Arbeit: Planung und Bau der Gemeinschaftsantennen-Anlage. Die Wahl des richtigen Materials, die fachgerechte Montage – das ist die Sache Ihrer Erfahrung. Für Ihren Kunden aber zählt letzten Endes nur eins: die Quali-

tät des Empfangs. Deshalb wählen Sie ELTRONIK-GA-Material. Von der Antenne bis zur Dose dient es Ihrem guten Ruf als Antennenfachmann.

Unsere Verkaufsbüros und Außenstellen liefern Ihnen alle Bauteile und Materialien; sie beraten Sie aber auch gern bei der Planung von Gemeinschaftsantennen- und Ortsantennen-Anlagen jeder Größe.

ROBERT BOSCH ELEKTRONIK UND PHOTOKINO GMBH

Für einen Kettenverstärker mit Transistoren gelten grundsätzlich die gleichen Überlegungen wie für einen mit Röhren arbeitenden Kettenverstärker. Bei Röhrenschaltungen brauchen jedoch hinsichtlich der oberen Grenzfrequenz f_{g0} eines Breitbandverstärkers im allgemeinen nur die schädlichen Kapazitäten C_s beachtet zu werden, die von den geometrischen Abmessungen der Röhrenelektroden und der Verdrahtung abhängen. (Die Herabsetzung der oberen Grenzfrequenz durch die schädlichen Kapazitäten bezeichnet man wegen deren Abhängigkeit von den geometrischen Daten der Schaltung oft auch als sogenannten „Geometrie-Effekt“.) Die Elektronen-Laufzeiten in den Röhren beginnen erst ab etwa 300 MHz eine gewisse Rolle bei der Verstärkung zu spielen.

Bei Transistor-Breitbandverstärkern muß (schon bei erheblich tieferen Frequenzen) außer dem Geometrie-Effekt auch die Laufzeit der Ladungsträger in den Transistoren berücksichtigt werden [3]. Um den Einfluß des Geometrie-Effektes herabzusetzen, wendet man die gleichen Maßnahmen an wie bei Röhrenverstärkern, das heißt, bei Kettenverstärkern kompensiert man die schädlichen Kapazitäten durch Spulen, mit denen sie die beschriebenen Laufzeitketten bilden.

Der Laufzeit-Effekt setzt die obere Grenzfrequenz des Verstärkers dadurch herab, daß die Ladungsträger bei hohen Frequenzen die Basiszone des Transistors noch nicht verlassen haben, wenn sich die Polarität der steuernden Spannung bereits wieder umgekehrt hat. Ist bei einem pnp-Transistor beispielsweise die steuernde Basiswechselspannung in einem bestimmten Augenblick gerade negativ, so gelangen viele positive Ladungsträger zum Collector. Kehrt sich aber die Polarität der Steuerspannung um, bevor die Ladungsträger den Basisraum verlassen haben, so wird der Ladungsträgerstrom dadurch gewissermaßen wieder „ausgelöscht“. Die Steuerspannung hebt sich also bis zu einem bestimmten Grad selbst auf; das hat die gleiche Wirkung, als wäre parallel zur Basis-Emitter-Strecke ein ohmscher Widerstand geschaltet, der den Eingang des Transistors dämpft. Die Folge davon ist, daß die Stromverstärkung des Transistors von einer bestimmten oberen Grenzfrequenz an stark abnimmt. Diese Frequenz, bei der die Kurzschlußstromverstärkung α auf das $1/\sqrt{2}$ -fache (also rund 0,7fache) ihres Wertes bei tiefen Frequenzen abgesunken ist, wird α -Grenzfrequenz genannt. Die großen Laufzeiten, vor allem bei gewöhnlichen Legierungstransistoren, sind dadurch bedingt, daß sich die positiven Ladungsträger auf Grund von Diffusionsvorgängen und nicht infolge eines elektrischen Feldes durch die Basiszone bewegen. Diese Diffusion erfolgt sehr langsam. Die obere Grenzfrequenz (α -Grenzfrequenz) bei Transistoren ist also in der Technologie des Transistors selbst begründet, und man hat schaltungstechnisch keinen Einfluß darauf. Eine Verringerung der Laufzeit läßt sich zunächst nur durch eine dünnere Basissschicht erreichen, die man aber nicht beliebig dünn machen kann.

Einen Fortschritt hinsichtlich der Verringerung der Laufzeit bei Transistoren brachte erst der Diffusionstransistor [4]. Bei diesem Transistortyp

durchwandern die Ladungsträger die Basiszone schneller als bei einem Legierungstransistor. Die Ladungsträger werden nämlich hier außer durch Diffusion vor allem durch ein elektrisches Feld im Basisraum bewegt, das durch unterschiedliche Dotierung der sehr dünnen Basiszone erzeugt wird. Die Dotierung ist auf der dem Emitter zugekehrten Seite der Basis groß und verringert sich zum Collector hin. Dagegen ist bei einem Legierungstransistor die Dotierung in der gesamten Basiszone gleichmäßig. Mit Diffusionstransistoren, zu denen unter anderem der Mesatransistor, der MADT-Transistor der POB-Transistor und der Planartransistor gehören, erreicht man heute in Kettenverstärkern ebenfalls Bandbreiten von 500 MHz und höher (entsprechend einer Anstiegszeit $\leq 0,7$ ns), so daß Kettenverstärker mit Transistoren in bezug auf die Bandbreite röhrenbestückten Kettenverstärkern in keiner Weise nachstehen.

Schrifttum

- [1] Paucksch, H.: Ein Kettenverstärker für Nanosekunden-Impulse. Funkschau Bd. 34 (1962) Nr. 7, S. 168
- [2] Beneteau, P. J., u. Blaser, L.: A 175 MHz distributed amplifier using silicon mesa-transistors. Application Note APP 14 der Fairchild Semiconductor Corp.
- [3] Rupprecht, W.: Lineare Impulsverstärkung. Hamburg 1962, Decker
- [4] Dosse, J.: Der Transistor. 4. Aufl., München 1962, Oldenbourg

Weiteres Schrifttum

- Beneking, H., Kupferschmidt, K. H., u. Wolf, H.: Gleichstrom-Meßverstärker mit Transistoren. Elektron. Rdsch. Bd. 10 (1956) Nr. 10, S. 268-269
- Czech, J.: Oszillografen-Meßtechnik. 2. Aufl., Berlin 1958, Verlag für Radio-Foto-Klinotechnik GmbH
- Dosse, D.: Zusammenstellung der theoretischen Grundlagen breitbandiger, für die Verstärkung sehr kurzer Impulse geeigneter Kettenverstärker. Nachrichtentechn. Z. Bd. 11 (1958) Nr. 2, S. 61-68
- Fischer, K. H., u. Daisenberger, G.: Die Verstärkung sehr breiter Frequenzbänder. Elektrot. Z.-A. Bd. 79 (1958) S. 625-632
- Fetzer, V.: Einschwingvorgänge in der Nachrichtentechnik. München 1957, Porta
- Hacks, F.: Kommerzielle KW-Empfangsanlage mit Breitbandverstärkern. Elektron. Rdsch. Bd. 10 (1956) Nr. 4, S. 87-89
- Kosmahl, H.: Rauschen und Grenzempfindlichkeit gittergesteuerter Röhren. Elektron. Rdsch. Bd. 9 (1955) Nr. 3, S. 103-108
- Limann, O.: Vom Breitband- zum Kettenverstärker. Funkschau Bd. 32 (1960) Nr. 14, S. 368
- Nottebohm, H.: Das Rauschen einer Verstärkerstufe mit Spannungsgegenkopplung. Elektron. Rdsch. Bd. 10 (1956) Nr. 3, S. 51-62
- Paucksch, H.: Der Telefonkettenverstärker MS KTV 590/1. Telefonketten-Ztg. Bd. 35 (1962) S. 135
- Schröder, H.: Elektrische Nachrichtentechnik, Bd. 2. Berlin 1963, Verlag für Radio-Foto-Klinotechnik GmbH
- Speiser, A. P.: Impulsschaltungen. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1963, Springer
- Starke, L.: Breitbandverstärker. Stuttgart 1963, Franckh
- Stil, J. D.: Kettenverstärker. Funkschau Bd. 32 (1960) Nr. 14, S. 370, u. Nr. 16, S. 417
- Zemaneck, H.: Laufzeitketten. Österr. Z. Telegraphen-, Telefon-, Funk- und Fernsicht. Bd. 9 (1955) Nr. 14, S. 29-43, Nr. 5/6, S. 59-73, u. Nr. 7/8, S. 91-101

5) Bei diesem Transistor läßt man die Störstellen in den Halbleiterkristall ein diffundieren. Dadurch erhält man eine besonders dünne Basissschicht.

Ankopplung einer Außenantenne an Taschen- und Kofferempfänger

Kleinere oder auch ältere Taschen- und Kofferempfänger mit MW-Bereich haben meistens keine Anschlußbuchse für eine Außenantenne. Der Empfang des Mittelwellenbereichs läßt sich nun durch lose Ankopplung einer Außenantenne (Hochantenne oder Behaltantenne) oft erheblich verbessern. Auf diese Weise kann man beispielsweise am Urlaubsort den Empfang des gewohnten heimischen Senders erreichen. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, ein Stück Draht mehrmals so um den Empfänger zu wickeln, daß die Windungen der Ankopplungswicklung die im Empfänger eingebaute Ferritablenne umfassen (Bild 1). An die Enden der Kopplungswicklung wird auf der einen Seite die vorhandene Außenantenne (oder die Zentralheizung, ein metallisches Bettgestell oder eine ähnliche Behaltantenne) angeschlossen, auf der anderen Seite die Wasserleitung oder die Erdleitung der Außenantenne. Ursprünglich nur schwach einfallende Sender sind dann oft brauchbar zu empfangen.

Für den Empfang auf Mittelwelle ist diese Methode nach Einbruch der Dunkelheit jedoch wenig geeignet, da dann zu häufig und zu stark Pleistellen (Spiegelreflexionen) auftreten. Das liegt daran, daß die Eigenwelle der Kopplungswicklung, die etwa der vierfachen aufgewickelten Drahtlänge entspricht, in den Spiegelwellenbereich des Empfängers fallen kann. Die



Bild 1. Kopplungswicklung um das Gehäuse

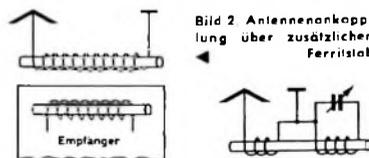


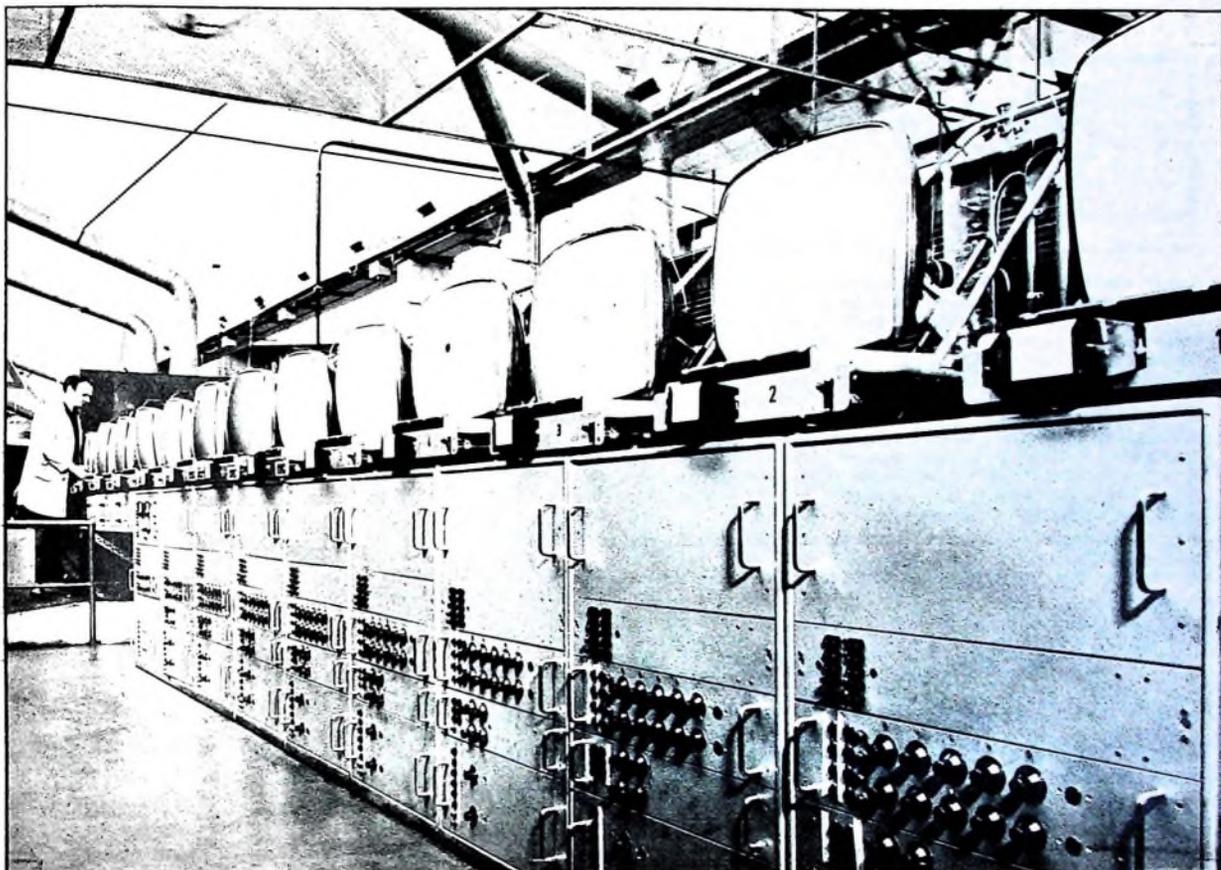
Bild 2. Antennenan-
kopplung über zusätzlichen
Ferritstab



Bild 3. Abstimmung des
Antennenkreises mit
geeignetem Drehkonden-
sator

Spiegelwellen liegen um die doppelte Zwischenfrequenz über der jeweils eingestellten Empfängerfrequenz. Bei Rundfunk-Heimempfängern werden diese Unzulänglichkeiten durch eine hochinduktive Antennenkopplung vermieden, bei der die Windungszahl der Antennenspule verhältnismäßig groß ist. Die Eigenwelle des Antennenkreises liegt dann auch bei Verwendung kurzer Antennen jenseits des langwelligeren Endes der Mittelwelle ($\lambda = 600$ m, $f = 500$ kHz). Mit Hilfe eines zusätzlichen Ferritstabes läßt sich eine ähnliche Wirkung erreichen. Auf diesem Ferritstab müssen etwa 2...2,5mal so viel Windungen aufgebracht werden, wie sie für die im Empfänger vorhandene Abstimmpule erforderlich sind. (Wenn man als Durchschnitt etwa 40...60 Windungen an dem Ferritstab des Empfängers zugrunde legt, müßte der zusätzliche Ferritstab etwa 80...150 Windungen erhalten.) Der in irgendeiner Weise gehaltene Ferritstab wird dadurch mit der eingebauten Ferritantenne des Empfängers magnetisch gekoppelt, daß man beide Stäbe parallel einander nähert (Bild 2).

Nach erheblich günstiger wird die Wirkung, wenn man auf den zusätzlichen Ferritstab eine Wicklung aufbringt, die mit einem Drehkondensator abgestimmt werden kann (Bild 3). Wird an diesen Zusatzkreis ein Drahtstück von wenigen Metern (Wurdeantenne) angeschlossen, dann lassen sich leise einfallende Sender durch Nachstimmen des Zusatzkreises stark hervorheben; der Taschen- oder Reiseempfänger hat sozusagen ein Eingangsbändfilter erhalten. Bei zu fester Kopplung werden Kreise kann eine Doppelwelligkeit auftreten. Der zusätzliche Ferritstab darf deshalb nicht zu nahe an die im Empfänger eingebaute Ferritantenne herangebracht werden. Außer mit der Abstimmwicklung läßt sich der zusätzliche Ferritstab auch noch mit einer Antennenwicklung versehen, an die man eine Hochantenne und ihre Erde anschließt.



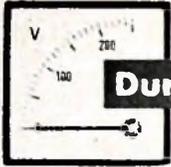
Zum Abschluß 28 Funktionsprüfungen

Es ist wichtig für Sie zu wissen: Nach den vielen Einzelkontrollen wird jede Bildröhre nochmals in allen Funktionen geprüft. Der Großautomat ist unbestechlich; jede Röhre, die den strengen Anforderungen nicht genügt, wird ausgesondert. Nur garantiert einwandfreie Exemplare verlassen das Werk.

In besonderem Maße gilt das für die neue 65 cm-Großbildröhre, sie bietet höchste Zuverlässigkeit, Stück für Stück.

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. 4, S. 216

Neben dem Doppel-T-Glied eignet sich auch die sogenannte Wienbrücke sehr gut für Klirrfaktormessungen. Sie hat besonders in Verbindung mit einer entsprechend bemessenen Röhrenschaltung ebenfalls eine sehr spitze Frequenzkurve und läßt die Oberwellen ungeschwächt durch. Die Schaltung ist allerdings komplizierter und auch etwas aufwendiger. Der Aufbau erfordert darüber hinaus einige mechanische Maßnahmen, die insbesondere mit den beiden zur Verwendung kommenden Drehkondensatoren zusammenhängen. Wir wollen daher eine nach dem Prinzip der Wienbrücke arbeitende Frequenzsperre nicht beschreiben, sondern nur auf den im Heft 6/1966, S. 216 zitierten Aufsatz verweisen, in dem das Prinzip und auch eine praktisch ausgeführte Schaltung ausführlich dargestellt sind.

73 Eine sehr anspruchslose, aber trotzdem wirkungsvolle Einrichtung zur Klirrfaktormessung bildet die sogenannte Resonanzkreisbrücke, von der Bild 35 ein Beispiel darstellt. Die Brücke,

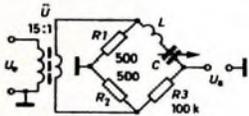


Bild 35. Schaltung einer einfachen Resonanzkreisbrücke

der die Meßspannung über einen Übertrager U zugeführt wird, besteht aus den Widerständen R_1 , R_2 , R_3 , der Spule L und dem Kondensator C . Die Frequenz, die die Brücke sperrt, hängt nur von L und C nach der Gleichung

$$f_k = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

ab. Es kommt hier auf möglichst hohe Güte von L und C an, wenn man eine kleine Bandbreite erreichen will. Die Schaltung eignet sich sehr gut zum Nachbau und ist mit wenig Aufwand zu verwirklichen. Wählt man $L = 1000$ H und $C \approx 1$ nF, so liegt die gesperrte Frequenz bei etwa 150 Hz, bei $L = 1$ H und $C \approx 500$ pF bei etwa 7000 Hz. Es lohnt sich, diese Schaltung einmal aufzubauen und mit einem Tongenerator durchzumessen.

74 An Hand zweier einfacher Schaltungen sollen nun einige Versuche zur Klirrfaktormessung folgen. Untersucht werden ein einfacher einstufiger Röhrenverstärker und ein ebenso einfacher Transistorverstärker. Bild 36 zeigt die Schaltung mit der Röhrenstufe. Wir stellen uns die Aufgabe, den durch die Röhre ver-

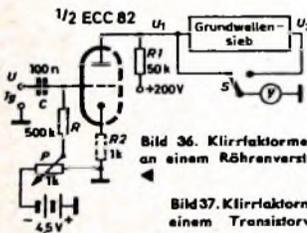


Bild 36. Klirrfaktormessung an einem Röhrenverstärker

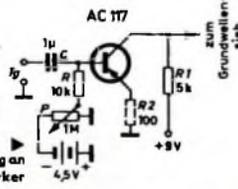


Bild 37. Klirrfaktormessung an einem Transistorverstärker

ursachten Klirrfaktor zu messen, der sowohl infolge falschen Röhren-Arbeitspunktes als auch infolge Übersteuerung auftritt.

Dem Gitter der Röhre wird über den Ableitwiderstand R eine veränderbare Vorspannung zugeführt, die an P abgegriffen werden kann. Über C legen wir an das Gitter eine möglichst oberwellenarme Meßspannung, die wir zum Beispiel einem Tongenerator T_g entnehmen. Frequenz und Spannung sollen veränderbar sein. Diese Spannung steuert das Gitter der Röhre, in deren Anodenkreis der Außenwiderstand R_1 liegt. An R_1 tritt die verstärkte Spannung U_1 auf, die je nach Einstellung der Röhre mit einem mehr oder weniger großen Klirrfaktor behaftet ist.

Diese Spannung führen wir einem Grundwellensieb zu (beispielsweise ist die Schaltung nach Bild 34 gut für diesen Zweck geeignet). Eingang und Ausgang des Grundwellensiebes liegen an einem Umschalter, mit dem man das Voltmeter V an den Eingang und an den Ausgang legen kann. Wir stellen zunächst eine mittlere Vorspannung ein, bei der die Röhre normal arbeitet, messen mit dem Voltmeter die Spannung U_1 und regeln die Spannung des Tongenerators so, daß sich ein gut ablesbarer Ausschlag ergibt; eine Zunahme der Tongeneratorspannung soll noch eine starke Zunahme der Ausgangsspannung bewirken, damit sichergestellt ist, daß keine Übersteuerung vorliegt. Wir merken uns nun den abgelesenen Spannungswert und messen dann die Ausgangsspannung U_2 . Sie wird etwa genauso groß sein wie U_1 , da ja die richtige Frequenz für die Grundwellensperre noch nicht eingestellt ist.

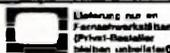
Wir drehen nun die Frequenzabstimmung des Tongenerators durch und werden bemerken, daß die Spannung U_2 bei einer bestimmten Frequenz stark abfällt. Am Frequenzregler stellen wir möglichst genau das Minimum ein und schalten nochmals auf U_1 um, um sicher zu sein, daß wir den gleichen Spannungswert wie vorher haben. Jetzt messen wir U_2 so genau wie möglich und können dann den Klirrfaktor berechnen. Wir brauchen nur U_2 durch U_1 zu dividieren und das Ergebnis mit 100 zu multiplizieren, um den Klirrfaktor in Prozentwerten zu erhalten. Sehr genau ist die Messung natürlich nicht, weil wir eigentlich die Amplituden der Spannungswerte einsetzen müßten. Wir nehmen jedoch an, daß beide Spannungen etwa sinusförmig sind, also den gleichen Formfaktor haben, so daß auch das Einsetzen der Effektivwerte genügt. Der Klirrfaktor wird hierbei bei einigen Prozent liegen.

Nunmehr lassen wir die Spannung des Tongenerators konstant und verändern die Gittervorspannung durch Regeln an P so, daß die Spannung U_1 stark zurückgeht. Diesen Wert merken wir uns und schalten wieder auf U_2 um, wobei wir uns durch vorsichtiges Regeln am Tongenerator davon überzeugen, daß die Frequenzsperre einwandfrei sperrt. Dann berechnen wir den Klirrfaktor erneut durch Division der beiden Spannungswerte und werden feststellen, daß das Resultat erheblich größer als vorher ist; infolge der falsch gewählten Gittervorspannung liegt der Arbeitspunkt jetzt im gekrümmten Kennliniengebiet, so daß die Ausgangsspannung stark verzerrt wird.

Beim nächsten Versuch regeln wir die Gittervorspannung wieder auf einen normalen Wert ein und erhöhen jetzt die Spannung am Tongenerator so lange, bis die Voltmeteranzeige, auf U_1 geschaltet, bei weiterem Hochregeln der Spannung nicht mehr nennenswert ansteigt. Das ist ein Beweis dafür, daß die Röhre stark übersteuert wird. Wiederholen wir jetzt die Klirrfaktormessung, so stellen wir einen noch höheren Klirrfaktor fest, denn die Spannung ist jetzt nahezu rechteckig, was sich mit einem Katodenstrahloszillografen beweisen ließe. Wir können noch weitere Versuche machen, indem wir Zwischenwerte wählen und auf diese Weise zu einer Klirrfaktorkurve kommen, die den Zusammenhang zwischen Klirrfaktor und dem jeweiligen Grad der Aussteuerung angibt. Je zahlreicher die durchgeführten Versuche sind, um so mehr vertieft sich das Verständnis für die Bedeutung des Klirrfaktors und das Verhalten der Röhre.

Wir können weiterhin den im Bild 36 gestrichelt eingezeichneten Widerstand R_2 in den Katodenkreis legen und werden dann feststellen, daß er erheblich zur Verringerung des Klirrfaktors beiträgt. Er bewirkt nämlich eine verhältnismäßig starke Stromgegenkopplung der Röhre, die die Kennlinie linearisiert und

auch für Schüchterne: Ersatzteile durch Zeninger



Lieferung nur an Fernsehwerkstätten (Privat-Händler werden unbefähigt)

Das Heninger-Sortiment kommt jedem entgegen: 800 Fernseh-Ersatzteile, alle von namhaften Herstellern. Qualität im Original - greifbar ohne Lieferrisiko, zum Industriepreis und zu den günstigen Heninger-Konditionen.



damit den Klirrfaktor entsprechend herabsetzt. Weitere Versuche sind denkbar, wenn man die Größe des Außenwiderstandes R_1 oder die Anodenspannung variiert usw. Wichtig ist immer nur, daß wir sinnvoll messen. Dazu gehören vor allem die ständige Kontrolle der Eingangsspannung U_1 des Grundwellensiebes, ein ständiges Überprüfen, ob die Sperrre wirklich im Sperrbereich arbeitet, und das sorgfältige Ablesen der Instrumente. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln ist die Genauigkeit der sich so ergebenden Messungen nicht besonders groß, was jedoch für unsere Zwecke bedeutungslos ist.

- 78** Wir wiederholen nun die Versuche mit der Transistorschaltung nach Bild 37. Der Basis des Transistors wird über R und P eine veränderbare Vorspannung und über C die Spannung des Tonerregulators zugeführt. R_2 kann gegebenenfalls als Emittorwiderstand eingefügt werden, im Collectorkreis liegt der Außenwiderstand R_1 . Die Grundwellensperre wird so angeschlossen, wie wir das von Bild 36 her kennen. Prinzipiell gehen wir bei der Messung ebenso vor, wie bereits bei Bild 36 beschrieben. Zunächst wird der Arbeitspunkt des Transistors so eingestellt, daß sich möglichst kleine Verzerrungen ergeben. Anschließend verlagern wir den Arbeitspunkt in gekrümmte Gebiete der Transistorkennlinie, indem wir die Basisvorspannung entweder zu stark oder zu schwach negativ machen. Dann wird wiederum der Klirrfaktor gemessen. Schließlich stellen wir wieder die normale Basisvorspannung ein und übersteuern den Transistor, um uns davon zu überzeugen, daß dann wie bei der Röhre der Klirrfaktor noch größere Werte annimmt. Wir können die Versuche mit verschiedenen Transistoren wiederholen und auch die bei Bild 36 erwähnten Variationen vornehmen. Auch diese Versuche sollten gründlich und mit Verständnis durchgeführt werden, weil sie gute Rückschlüsse auf das Verhalten eines Transistors und die Bemessung seiner Schaltelemente erlauben.

Abschließend sei noch erwähnt, daß man in der modernen Elektroakustik, wo es auf kleinste Verzerrungen ankommt, nicht nur den Klirrfaktor, sondern auch den sogenannten Intermodulationsfaktor mißt, der ein Maß für diejenigen Verzerrungen darstellt, die beim Zusammenwirken zweier gleichzeitig auf das Gitter einer Röhre oder auf die Basis eines Transistors gelangenden Spannungen entstehen. Die Messung dieses Intermodulationsfaktors erfordert jedoch einen erheblichen Aufwand, und die Darstellung der zu-

gehörigen Meßverfahren überschreitet den Rahmen dieser Beitragsreihe.

Wer über die nötigen Geldmittel verfügt, kann sich heute fertige Klirrfaktor-Meßgeräte kaufen. Es gibt bereits sehr preisgünstige Ausführungen, die den üblichen Ansprüchen genügen. Hochwertige Geräte, wie sie in Industrielabors und bei den Sendegesellschaften verwendet werden, kosten allerdings erhebliche Beträge. (Fortsetzung folgt)

Neue Bücher

Elektrotechnische Experimentier-Praxis - Elementare Radio-Elektronik. Von H. Richter. Berlin 1966, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, 243 S., m. 157 B., DIN A 5, Preis in Ganzl. 23,- DM.

Über elektronische Grundlagen ist schon viel geschrieben worden. Das jetzt vorliegende Buch des bekannten Autors und Fachmannes will jedoch dem jungen Praktiker oder dem Berufsanfänger mehr als bloße Theorie vermitteln: Die wichtigsten elektrophysikalischen, radiotechnischen und elektronischen Grundlagen und Systeme werden durch Schilderungen einfacher praktischer Versuche verständlich gemacht - ähnlich wie bereits in manchen Aufsatzreihen der FUNK-TECHNIK. Das Thema ist mit großer Systematik behandelt. Der Leser wird an Hand von Experimenten in die elektrotechnischen Grundlagen eingeführt (Erscheinungsformen und Wirkungen der Elektrizität, Erzeugung von Elektrizität, Messungen zu den Grundgesetzen, Messungen zu den Grundlagen elektronischer Bauelemente). Hierauf aufbauend folgen experimentelle Untersuchungen rundfunktechnischer und elektronischer Grundsaltungen (Hochfrequenzempfangstechnik, Niederfrequenztechnik und Elektroakustik, elektronische Generatoren, elektronische Schaltungstechnik).

Es sind so gut wie keine elektrotechnischen Kenntnisse vorausgesetzt, sondern alles Wissenswerte ist am Experiment dargestellt. Aber auch der Leser, der längst in der Elektrotechnik und der Elektronik zu Hause ist, wird mit Vergnügen viele der 301 Versuche durchexerzieren, um mit noch besserem Verständnis an seine Aufgaben heranzugehen. j.

Berichtigung

Transformatorloser Bildklipp mit Komplementärtransistoren. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 5, S. 161

In der Schaltung Bild 1 ist in der Leitung rechts von T 1 (sie schließt in der gezeichneten Darstellung Collector und Emittor kurz) ein Kondensator C_2 (10 μ F) nachzutragen. C_5 (500 μ F) muß umgekehrt gepolt sein. R_6 und R_11 sind Einstellregler.

VALVO

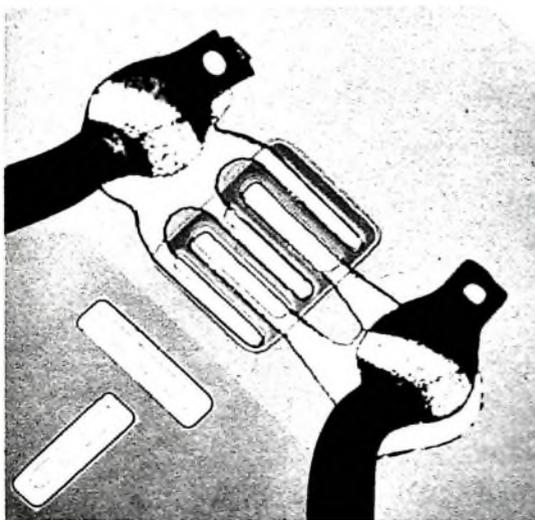
BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK



VALVO GMBH HAMBURG

Q 0466/708

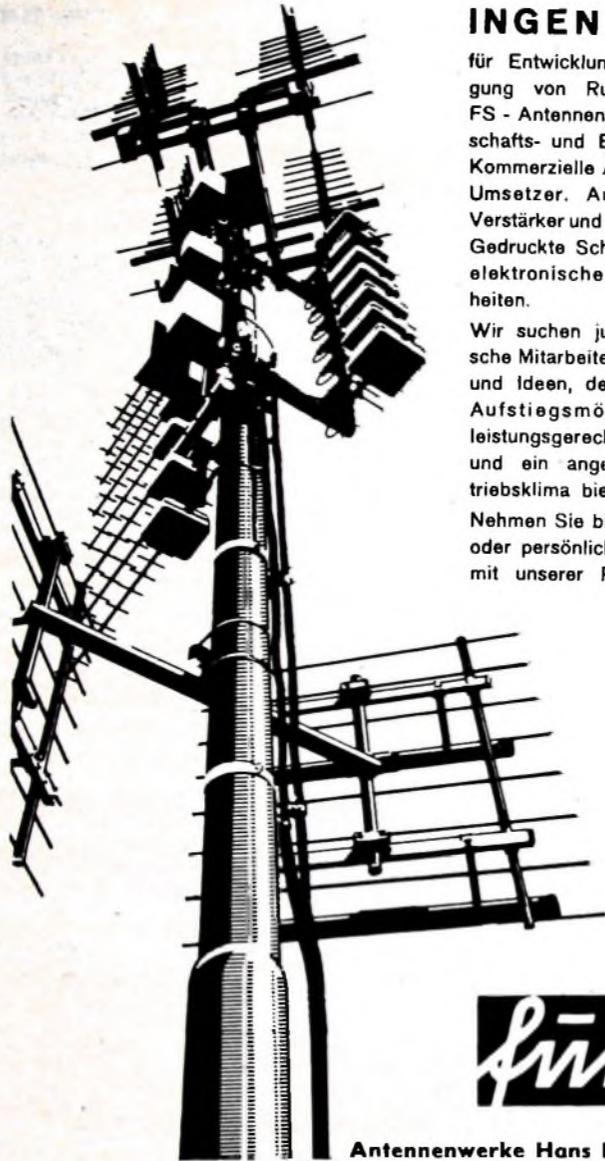
BF 184 Silizium-Planar-Epitaxial-Transistoren BF 185 für AM/FM-Empfänger



Ausgehend von dem Transistor BF 115 und seiner vielseitigen Anwendbarkeit haben wir zwei neue Typen - BF 184 und BF 185 - in unser Programm aufgenommen. Ihre Eigenschaften wurden speziellen Anwendungsgebieten angepaßt. Der Transistor BF 184 hat eine hohe Stromverstärkung und entspricht den Anforderungen geregelter HF- und ZF-Stufen. Der Transistor BF 185 zeichnet sich durch eine besonders niedrige Rauschzahl aus und ist für den Einsatz in Vorstufen bestimmt.

Einige technische Daten:

Kollektor-Sperrspannung	$U_{CB0} = \text{max. } 30 \text{ V}$
Kollektor-Emitter-Sperrspannung	$U_{CE0} = \text{max. } 20 \text{ V}$
Kollektorstrom	$I_C = \text{max. } 30 \text{ mA}$
Rückwirkungskapazität	
bei $U_{CB} = 10 \text{ V}, -I_E = 1 \text{ mA},$ $f = 10,7 \text{ MHz}$	$-C_{12e} \leq 1 \text{ pF}$
Transit-Frequenz	
bei $U_{CB} = 10 \text{ V}, -I_E = 1 \text{ mA}$	$f_T = 230 \text{ MHz}$
Rauschzahl (BF 185)	
bei $U_{CB} = 10 \text{ V}, -I_E = 1 \text{ mA}$ $f = 1 \text{ MHz}, R_g = 50 \Omega$	$F = 3 \text{ dB}$



INGENIEURE

für Entwicklung und Fertigung von Rundfunk- und FS - Antennen für Gemeinschafts- und Einzelanlagen. Kommerzielle Antennen und Umsetzer. Autoantennen, Verstärker und Ant.-Zubehör. Gedruckte Schaltungen und elektronische Schalteinheiten.

Wir suchen junge dynamische Mitarbeiter mit Initiative und Ideen, denen wir gute Aufstiegsmöglichkeiten, leistungsgerechte Bezahlung und ein angenehmes Betriebsklima bieten.

Nehmen Sie bitte schriftlich oder persönlich Verbindung mit unserer Personalabteilung auf.

Antennenwerke Hans Kolbe & Co.
3202 Bad Salzdetfurth/Hann., Bodenburger Str.
Tel. (05 063) 8022

BESTE GELEGENHEIT

für strebsamen und selbständigen

Radio- und Fernsehtechniker

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

Anfragen mit Lebenslauf und Lichtbild erbeten unter F. P. 8481.

Auf Draht bleiben

durch Studium moderner

FACHBÜCHER

Immer dabei mit neuer „RIM-Literaturbibel“ und Katalog „Meß- und Prüfgeräte gratis — Postkarte genügt“

„RIM-Bausteinbibel“ Nachh. DM 4,30

RADIO-RIM - Abt. Literatur
8 München 15 - Postfach 275

Kaufgesuche

Leber-Meßinstrumente aller Art, Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

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-Fernkurse 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. (Gewünschtes Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz Postf. 1957



Wie wird man Funkamateurl?

Ausbildung bis zur Lizenz durch anerkn. Fernlehrgang. Bau einer kompl. Funkstation im Lehrgang. Keine Vorkenntnisse erforderlich. Freiprospekt F 35 durch

Institut für Fernunterricht - Bremen 17



Die Beschaffungstelle des Bundesministers des Innern sucht zum 1. 7. 1966 oder früher

Elektro- oder Rundfunkmechanikermeister Rundfunk- oder Fernsehtechniker

mit abgeschlossener Ausbildung,

die Kenntnisse auf dem Gebiet der Nieder- und Hochfrequenztechnik besitzen und Freude an vielseitigen Meß- und Erprobungsaufgaben haben.

Die Einstellung erfolgt nach Vergütungsgruppe Vc, VI b oder VII BAT.

Bei Vorliegen der Voraussetzungen werden Kinderzuschlag, Trennungsgeld und Umzugskosten nach den beamtetenrichtlichen Vorschriften gezahlt.

Außerdem werden gewährt:

Zusätzliche Alters- und Hinterbliebenenversorgung, Beihilfen in Geburts-, Krankheits- und Todesfällen laut Tarif; Zuschuß zum Mittagessen.

Bewerbungen erbeten mit Lichtbild, Lebenslauf, Geburtsurkunde und Zeugnisabschriften an

Beschaffungstelle des Bundesministers des Innern
53 Duisdorf über Bonn, Postfach

EUGEN QUECK, Ing. Büro, Elektro-Rundfunk-Großhandel/Import-Transit-Export, Nürnberg, Augustenstraße 6, Tel. 44 75 83



Ihr Halbleiter- und Röhrenlieferant

Einige Preisbeispiele:

Trans. AD 142/20 = 2 N 301/20 (30 W, 10 A) DM 1,50

Trans. AF 142 = AF 114 DM 1,30

Trans. AF 149 = AF 117 DM 1,00

Trans. 2 N 1031 LP = AD 133 DM 3,00

Silizium-Dioden XU 800/500 = BY 100 = BY 250 DM 1,90

Dies ist eine kleiner Auszug aus unserem Sonderangebot A/66,

welches wir Ihnen gern kostenlos zusenden



KARLGUTH

1 BERLIN 36

Reichenberger Straße 23

Schachtelbare Spulenkörper

Din 41304

M- u. EJ-Serie





in herrlicher Voralpenlandschaft in der Nähe des Chiemsees gelegen, suchen wir für unsere Arbeitsvorbereitung einen

DISPONENTEN (Disponentin)

für Terminfestlegungen der Bestellvorgänge innerhalb der Arbeitsvorbereitung. Erfahrung aus der elektro-mechanischen bzw. Rundfunk-, Fernseh- oder Bauteilfertigung ist erwünscht.

Die Bewerber sollen systematisch arbeiten können und Dispositionsgeschick besitzen.

Sollten Sie an einer selbständigen, verantwortungsvollen Arbeit interessiert sein, finden Sie bei uns ein angenehmes Arbeitsklima, das Sie sicher schon lange suchen.

Wir bieten:

Angenehme Arbeitsbedingungen, 5-Tage-Woche, moderne Kantine, bequeme Fahrtmöglichkeit

Bewerber bitten wir, die üblichen Unterlagen, wie Zeugnisabschriften, handgeschriebenen Lebenslauf, Angaben der Gehaltswünsche und den frühesten Eintrittstermin, einzureichen.

KÖRTING RADIO WERKE GMBH.,

8211 - GRASSAU/CHIEMGAU

Zur Ergänzung unserer Redaktion

suchen wir einen

jüngeren Mitarbeiter

möglichst Betriebswirt, Volkswirt
oder Wirtschaftsingenieur

Herren mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse sowie technischem Verständnis, die an einer entwicklungsfähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch an

LICHTTECHNIK

1 Berlin-Borsigwalde (52),
Eichborndamm 141-167

SABA

Schwarzwälder Präzision

sucht:

Konstrukteure

für die Rundfunk- und Fernsehentwicklung, die ihre Konstruktionen auf moderne Fertigungsmethoden und automatisierte Fabrikationsabläufe ausrichten können und in der Lage sind, selbständig zu arbeiten.

Ingenieur

für unser Rundfunk-Entwicklungsabteil, möglichst mit Erfahrung auf dem Gebiet von Rundfunkgeräten, jedoch wird auch befähigten Jung-Ingenieuren die Möglichkeit zur Einarbeitung gegeben.

Ingenieure

für interessante Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet des Schwarz-Weiß-Fernsehens. Die Bewerber sollen möglichst Erfahrung besitzen.

Normen-Ingenieur

der im Fernseh-, Rundfunk- und Tonbandsektor bereits in gleicher Position gearbeitet hat oder durch eine mehrjährige Praxis die notwendigen Kenntnisse zu dieser verantwortungsvollen Tätigkeit auf elektrischem und mechanischem Gebiet aufweist. Voraussetzung sind Sinn für sorgfältige und selbständige Arbeiten, Organisationstalent und gutes Einfühlungsvermögen, Beherrschung der DIN-, Grund- und Zeichnungsnormen, Passungssysteme, Werkstoffkunde, mechanische Technologie, selbständige Entwurfsgestaltung, Normenprüfung von Zeichnungen, Mitarbeit in DIN-Fachgremien.

Ingenieur- Konstrukteur (HTL)

für Entwurf und Konstruktion allgemeiner Fertigungseinrichtungen, Anlagen und Sondermaschinen, mit gutem technischem Allgemeinwissen sowie mit Kenntnissen über wärmetechnische Fertigungsanlagen für unser Werkstättenbüro. Die Tätigkeit ist außerordentlich vielseitig und interessant, setzt allerdings erfolgreiche Betriebserfahrungen auf den genannten Gebieten voraus.

Schaltkreistechniker

für digitale Rechengeräte.

Wir legen Wert auf Mitarbeiter, die mit Freude an anspruchsvollen Arbeiten herangehen und zu meistern wissen. Auch Sinn für gute Zusammenarbeit setzen wir voraus. Bei der Beschaffung von Wohnraum bzw. möblierten Zimmern sind wir gern behilflich.

Bitte, fügen Sie Ihrer Bewerbung einen handgeschriebenen Lebenslauf, ein neues Foto und Zeugnisabschriften bei und lassen Sie uns wissen, wann Sie die Tätigkeit bei uns aufnehmen können.

Bitte, nennen Sie uns auch gleich Ihre Gehaltswünsche.

SABA

773 Villingen/Schwarzwald · Personalverwaltung 2 · Postfach 69



Zwei Geräte -
immer ein **TOURING**



10020

E.-Thalwamm-Str. 56

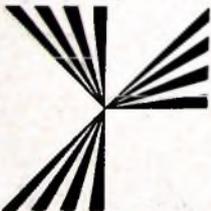
Eingebauter Autosuper oder transportabler Autokoffer?



Auf diese Frage empfehlen Sie in jedem Fall und immer einen **TOURING**. Und dann stellen Sie Ihrem Kunden die Gegenfrage: Sitzen Sie mehr als 10 Stunden pro Woche am Steuer oder weniger? Sind es mehr, dann erzählen Sie ihm Näheres über **TOURING SPEZIAL**, dem lesteingebauten Autosuper von Schaub-Lorenz. Daß neuartige Transistoren und elektronische Bauteile, die sich in der Raumfahrttechnik bewährt haben, einen absolut störungsfreien Empfang garantieren. Und - daß er sich mit einem Griff auf Tonbandbetrieb im Auto umstellen läßt.

Bei weniger Fahrstunden empfehlen Sie **TOURING 70 Universal**, das praktische Koffergerät für Auto, Reise und Heim. In die Autohalterung eingeschoben, schaltet er sich automatisch auf Autobetrieb um. Nun, über den **TOURING** brauchen wir Ihnen gewiß nichts mehr zu sagen. Ist er doch seit Jahren ein Spitzenreiter im Umsatz. Zu Ihrer Verkaufsunterstützung starten wir wiederum eine großangelegte Werbeaktion, die Millionen Verbraucher für **TOURING SPEZIAL** und **TOURING 70 Universal** interessieren wird.

Der **TOURING 70 Universal** ist preisgebunden und kostet DM 340,-



SCHAUB-LORENZ