

BERLIN

FUNK- TECHNIK

A 3109 D

5 | 1966 +

1. MÄRZHEFT

GRUNDIG

CASSETTEN-Tonbandgerät C 100

»System DC-International«



Eigene Aufnahmen

von Musik, Sprache usw.
leicht und problemlos



Überspielungen

von Rundfunksendungen
für den privaten Gebrauch



Bespielte Musik

der Teldec mit Ihren Stars
und Lieblingsorchestern

- Kein Einfädeln des Tonbandes
- Längste Spieldauer 2x1 Stunde
- Für Batterie- und Netzbetrieb
- Beste Wiedergabe in UKW-Qualität
- Modernster bürstenloser Motor
- Trudelsicher durch zwei gegenläufige Schwungmassen
- Leistungsstarke 2 Watt Endstufe



AUS DEM INHALT

1. MÄRZHEFT 1966

gelesen · gehört · gesehen	148
FT meldet	150
Rationalisierung des technischen Service	153
Farbfernsehen	
Neuere Entwicklungen für das PAL-Farbfernseh-Übertragungsverfahren	154
Fernsehen	
Transformatorloser Bildkipp mit Komplementärtransistoren	161
Magnetton	
Elektronisches Notizbuch „EN 3“ mit integrierter Schaltung	162
Persönliches	162
Halbleiter	
Aufbau und Eigenschaften von Metall-Oxid-Feldeffekttransistoren	163
Antennen	
Yagi-antennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen	165
Stereo-Studio-Kontrollempfänger „SE-200“	167
Betriebsstundenzähler für Hi-Fi-Abspielgeräte	167
FT-Bastel-Ecke	
Türöffner mit Zahlenkombination	168
Von Messen und Ausstellungen	
Internationale Ausstellung für Elektroakustik in Paris	171
Durch Messen zum Wissen	175

Unser Titelbild: Dr. W. Bruch und zwei seiner Mitarbeiter im Farbfernsehlabor der Telefunken AG in Hannover (s. a. S. 154-160) Aufnahme: telefunkenbild

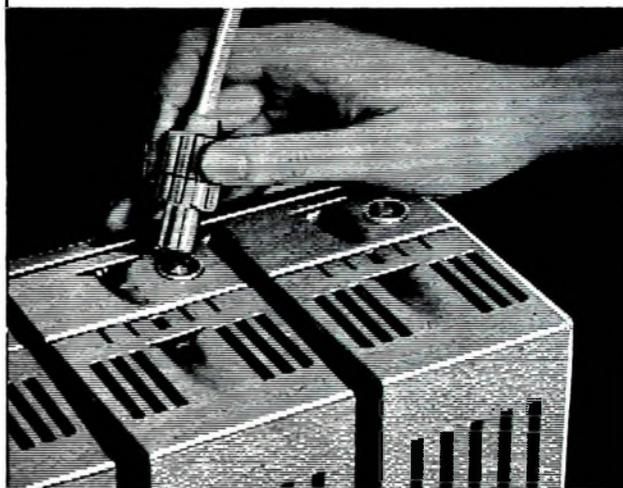
Aufnahmen: Verfassers, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfassers. Seiten 146, 151, 152, 169, 172, 173, 178-180 ohne redaktionellen Teil



KATHREIN

Antennen

KOMPAKT-VERSTÄRKER mit Steck-Eingang



Immer schneller soll es gehen, auch beim Antennenbau. Man müßte vier Hände haben! Aber auch mit zwei Händen ist es zu schaffen – mit KATHREIN-Kompakt-Verstärkern. Und mit KATHREIN-Antennen. Übrigens: Die Kompakt-Verstärker haben nun auch am Eingang einen Steckanschluß! Das bedeutet Erleichterung bei Abnahme und Wartung. Mehr darüber finden Sie in der Druckschrift F 300 m, die wir Ihnen gerne zusenden.

F 014

A. KATHREIN · ROSENHEIM

Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

In Kürze erscheint



Elektro- technische Experimentier- Praxis

Elementare Radio-Elektronik

HEINZ
RICHTER

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 · Tonfrequenzzeiger · 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 · Halbleitertechnik · 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



gelesen · gehört · gesehen



Neue Fernsehempfänger

„Lady 911“, ein neues Koffer-Fernsehgerät von Graetz

Außer der Hochspannungsgleichrichterröhre und der Bildröhre (implosionssichere 28-cm-Bildröhre) ist das neue Koffergerät „Lady 911“ von Graetz ausschließlich mit Halbleiterbauelementen bestückt (27 Trans + 13 Halbleiterdioden, 1 Gleichrichter). Soweit es technisch sinnvoll ist, wurden dabei weitgehend Silizium-Planartransistoren verwendet. Der dreistufige VHF-Tuner hat eine Programmspeicherautomatik.

Weitere technische Daten: automatische Störaustastung; Zeitlenkautomatik; getastete Regelung des ZF-Verstärkers; gesonderte Regelung der HF-Vorstufen durch Silizium-Planartransistor als Regelschalter; Rücklaufaustastung; Leuchtfleckunterdrückung; getrennte Oszillator- und Mischstufe im VHF-Kanalwähler; 1/4-UHF-Tuner mit Mesatransistoren; ZF-Verstärker bei VHF dreistufig, bei UHF vierstufig; zwei-stufiger Videoverstärker mit Silizium-Planartransistoren; gedruckte Schaltung mit Einplattenschassis; stabilisiertes Netzteil; zwei ausziehbare und schwenkbare Teleskopantennen; Anschluß für Ohrhörer; Lautsprecher 13 cm x 7 cm, nach vorn abstrahlend; Abmessungen 29 cm (Höhe einschließlich Griff) x 38 cm (Breite) x 28 cm (Tiefe); Gewicht etwa 10 kg. Ein Adapter für Anschluß an Autobatterien 6 und 12 V ist lieferbar.

Geräte der Luxusklasse von Grundig

Über die bisher von Grundig gemeldeten Fernsehempfänger wurde kurz im Heft 3/1966, S. 83 bis 84, berichtet. Jetzt sind noch einige weitere Geräte der Luxusklasse hinzugekommen. Alle Geräte der Luxusklasse enthalten den Programmwähler „Monomat de Luxe“, der mit Hilfe eines kleinen Motors nach Druck auf eine von sechs nummerierten Drucktasten auf das gewünschte Programm umschaltet. Nach Druck auf eine mit F bezeichnete siebente Taste können die sechs Programm-einstellungen auch vom Fernregler aus angewählt werden. Das neue zur Luxusklasse gehörende Standgerät „Magnus 25“ (65-cm-Bildröhre) hat eine Rolljalousie, das Standgerät „Magnus 27“ (69-cm-Bildröhre) hat Falldüren. Die Fußgestelle beider Geräte sind mit abnehmbaren Gleitrollen ausgerüstet. Beide Empfänger haben je zwei Lautsprecher.

Die langgestreckte neue Kombinationstruhe „Diadem 25“ enthält neben dem Fernsehempfänger mit 65-cm-Bildröhre und Fernregler „V“ einen Stere Rundfunkteil (UKML) mit eingebautem Stereo-Decoder und einen Stereo-Plattenwechsler „Dual 1010“. Platz für ein zusätzliches Tonbandgerät ist vorhanden. Die Tonabstrahlung erfolgt über zwei eingebaute Lautsprechergruppen mit je drei Lautsprechern. Gleiche Geräteausstattungen haben die schmalen Stilmöbel-Kombinationen „Falkenstein b“ (altdeutsch), „Luisenburg b“ (barock) sowie die langgestreckten Stiltruhen „Greifenstein b“ (altdeutsch) und „Marienburg b“ (barock). Die äußere Form der Stilmöbel-Kombinationen wurde unverändert aus dem Vorjahr übernommen.

Metz

Das neue Fernsehempfängerprogramm von Metz umfaßt zehn Modelle. Von sieben Empfängern mit 59-cm-Bildröhre sind Tischgeräte die sechs Modelle „Java“, „Java S“, „Mallorca“, „Samoa“, „Santos“ und „Madras“, wobei für „Mallorca“ und „Samoa“ Fußgestelle lieferbar sind; das siebente 59-cm-Modell „Hawaii“ ist ein Standgerät.

Mit 65-cm-Bildröhre werden angeboten die Tischgeräte „Capri“ und „553“ sowie das Standgerät „Sizilia“.

Sieht man vom „553“ ab, der technisch etwa dem bisherigen „Hellas“ entspricht, dann lassen sich die neuen Empfänger vom Chassis her gesehen in zwei Gruppen zusammenfassen. Die Geräte der einen Gruppe („Java“, „Java S“, „Samoa“, „Capri“, „Mallorca“ und „Sizilia“) enthalten einen voll transistorisierten Allbandtuner und einen voll transistorisierten ZF-Teil. Die ersten drei dieser Empfänger („Java“, „Java S“ und „Samoa“) haben einen neuartigen Automatik-Kanalwähler „Novomat“ mit mechanischer Abstimm-speicherung; lediglich durch Drehen eines Knopfes lassen sich alle Programme einschalten. Die anderen drei Empfänger („Capri“, „Mallorca“ und „Sizilia“) sind mit einem 7-Drucktasten-Aggregat (davon sechs Tasten wahlweise mit einem VHF- oder UHF-Sender belegbar) ausgerüstet.

Die Empfänger der zweiten Gruppe („Santos“, „Madras“ und „Hawaii“) enthalten einen transistorisierten UHF-Tuner und einen röhrenbestückten VHF-Tuner. „Santos“ hat einen VHF-Trommelschalter mit Abstimm-speicherung; die Emp-



gelesen · gehört · gesehen



fänger „Madras“ und „Hawaii“ arbeiten mit einem 8-Druck-tasten-Aggregat, das auf vier VHF- und vier UHF-Sender voreingestellt werden kann.

Hi-Fi-Verstärker „STV 101“ von Stereotronic

Der Stereo-NF-Verstärker „STV 101“ ist ein Baustein der Stereotronic-Hi-Fi-Anlage „I“. Er ist zum größten Teil mit Silizium-Planartransistoren bestückt. Die Ausgangsleistung ist 2×10 W, die Ausgangs-impedanz 5 Ohm. Mit fünf Eingängen (magnetischer Tonabnehmer, Kristalltonabnehmer, Radio, Tonband, Reserveeingang) ist eine optimale Anpassung an jede normale NF-Quelle gewährleistet. Das Entzerrernetzwerk für magnetische Tonabnehmer entspricht den Anforderungen von DIN 45 536. Zur weiteren Beeinflussung des Frequenzganges ist ein abschaltbares Rumpelfilter eingebaut. Störgeräusche, die in ihrer Frequenz unter 20 Hz liegen, werden durch eine fest-eingebaute Tieffrequenzsperr (sub sonic) unterdrückt. Derartige Störungen können beispielsweise beim Aufsetzen des Tonarmes entstehen. Das Rauschfilter (12 dB/Oktave) ist abschaltbar und ab 6000 Hz wirksam. Der Variationsbereich des Baßreglers liegt bei ± 18 dB und der des Höhenreglers bei ± 15 dB.

Außer dem Volumeregler (physiologische Lautstärkeregelung) ist ein Pegelregler vorhanden, mit dem die Grundlautstärke ohne Beeinflussung des Frequenzganges eingestellt wird.

Stereo-Decoder „64“ von Kuba-Imperial

Mit dem neuen Stereo-Decoder „64“ von Kuba-Imperial kann nicht nur das im jetzigen Verkaufsprogramm enthaltene Rundfunkchassis „664“ nachgerüstet werden, sondern auch die älteren Kuba-Imperial-Rundfunkchassis „611“ und „612“. Der Decoder ist mit drei Transistoren bestückt. Das ankommende Signal wird im ersten Transistor AF 137 verstärkt. Den vom Collector abgegriffenen Pilotton (19 kHz) verdoppelt man in einer Diodenschaltung ($2 \times OA 150$) auf 38 kHz mit anschließender Verstärkung in zwei mit je einem AC 122 bestückten Stufen. Sowohl das am Emitter der ersten Transistorstufe abgegriffene Basisband als auch der zuzusetzende 38-kHz-Träger gelangen über einen Übertrager auf einen Ringmodulator, von dem das linke und rechte demodulierte Ausgangssignal abgegriffen werden.

Blauschreiber von Wandel u. Goltermann

Der Speicheroszillograf von Wandel u. Goltermann, Reutlingen, für die Aufzeichnung einmaliger Vorgänge mit einem zeitlichen Auflösungsvermögen von etwa 0,5 ms wird ab sofort mit der verbesserten Blauschrittröhre der SEL ausgerüstet. Die Garantie von 20 000 Löschungen innerhalb der Garantiezeit von 6 Monaten entspricht in der üblichen Arbeitszeit einer Löschung in drei Minuten. Die ebenfalls erweiterte Garantie für die Betriebsart „dauernd löschen“ gestattet im Durchschnitt sogar einen 16stündigen Betrieb je Arbeitstag. Beide Werte dürften in der Praxis nur selten erreicht werden, so daß in Verbindung mit einigen Verbesserungen der Schaltung der Blauschreiber noch zuverlässiger und wirtschaftlicher als bisher ist.

Datenübertragungs-Modem von SEL

Das öffentliche Fernsprechnetz der Bundesrepublik ist für Datenübertragungen („Dateldienst“) zugelassen. Die hierzu notwendigen Modulations- und Demodulationsgeräte – kurz Modems genannt – werden von der Deutschen Bundespost als posteigene Zusatzrichtungen zu den Fernsprechan schlüssen bereitgestellt (s. FUNK-TECHNIK 1/1966, S. 23, u. 3/1966, S. 77).

Ein Modem stellt somit das Bindeglied zwischen den Datenverarbeitungseinrichtungen und dem Fernsprechnetz dar, indem er die in Gleichstromschritten angebotenen Informationen in frequenzmodulierte NF-Signale umwandelt und der Fernspreitleitung zuführt und der Fernspreitleitung zuführt und umgekehrt.

Nach Durchführung eines Ideenwettbewerbes unter mehreren Firmen hat sich die Deutsche Bundespost für den Lösungsvorschlag von SEL entschieden. Mit dem Modem „GH 2011“ können Daten in jedem beliebigen Code übertragen werden, wobei die höchste Übertragungsgeschwindigkeit 1200 bit/s beträgt. Eine Umschaltung auf 600 bit/s ist möglich.

Der neue Modem unterteilt das Frequenzband des benutzten Fernsprechanals in zwei Bereiche: der eine Bereich wird für die Übertragung der eigentlichen Daten von 600/1200 bit/s benötigt, während ein zweiter vom Datenkanal völlig unabhängiger Kanal der Übertragung von Steuer- und Quittungssignalen in beliebigem Code mit maximal 75 bit/s dient.



R E S I S T A

STECKEN... FERTIG

STANDWIDERSTAND Typ S 4



Warum S 4 für gedruckte Schaltungen?

- Weil das Abbiegen und Abschneiden der Anschlußdrähte entfällt.
- Weil durch die ausgezeichnete mechanische Festigkeit der Anschlußbahnen der Rasterabstand 5 mm immer stimmt.
- Weil der Widerstand schon vor dem Löten fest in der Schaltplatte sitzt.
- Weil der S 4 Zeit spart und dadurch Kosten senkt.
- Weil der S 4 speziell für gedruckte Schaltungen entwickelt wurde und somit alle Forderungen erfüllt.

Charakteristikum

Mehrfach lackierter Glanzkohleschichtwiderstand mit guter Langzeitstabilität und Feuchtebeständigkeit. Kennzeichnung des Widerstandswertes mit Farbcode nach DIN 41 429.

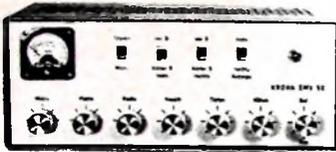
Die wichtigsten technischen Angaben

- Fertigungsbereich: $10 \Omega \dots 1 M \Omega$
- Toleranzen: $\pm 10\%$ nach Toleranzreihe E 12
 $\pm 5\%$ nach Toleranzreihe E 24
- Belastbarkeit: 0,5 W bei 40° C
Umgebungstemperatur 0,3 W bei 70° C
Umgebungstemperatur
- Grenzspannung: 350 V
- Temperaturbereich: $-55 \dots +125^\circ C$
- Stromrauschen max. $2 \mu V/V$
- Rastermaß: 5 mm



R E S I S T A

FABRIK ELEKTRISCHER WIDERSTÄNDE GMBH
8300 LANDSHUT / BAYERN
Ludmillastraße 23-25 · Postfach 588/89 · Telefon 30 85



KROHA-HI-FI- Transistor- Stereo- Stereo SMV 50

Die Merkmale, die den SMV 50 so begehrt machen:

- Verstärker mit geringsten Abmessungen in seiner Leistungsklasse.
- Mischbare Eingänge.
- Mehr Sicherheit durch elektronische Sicherung.
- Dieses Gerät ist für den Direktverkauf an meine Kunden vorgesehen. Sie erhalten deshalb ein Maximum an Gegenleistung für Ihr Geld.

Techn. Daten: Nennleistung per Kanal 20 Watt. Klirrfaktor bei 20 Watt per Kanal und 20 Hz ... 20 kHz < 1 %, 16 Watt per Kanal und 30 Hz ... 20 kHz < 2 %, Leistungsfrequenz: 10 Hz ... 50 kHz. Preis für fertiges Gerät 590,- DM, Preis für Bausatz B 380,- DM.

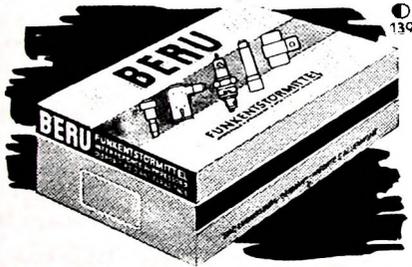
Bitte fordern Sie ausführliche Prospekte an. Auf Wunsch erhalten Sie unverbindlich ein Gerät zur Ansicht.

KROHA - Elektronische Geräte - 731 Plochingen - Friedrichstraße 3



Ein Blick auf das Auto um Modell und Baujahr festzustellen, dann ein Blick in die Liste über BERU - Entstörmittelsätze für Funkentstörung im Auto

und schon hat man alles maß- und formgerecht zur Hand, was man zur Funkentstörung des Fahrzeuges braucht. Verlangen Sie das „ABC der Funkentstörung“ oder die Schrift 433.



BERU VERKAUFS-GMBH/7140 LUDWIGSBURG

Neuentwicklung!

MINIFUNK-Sprechfunkgerät Modell 1002



13 Transistoren, Außenantennenanschluß, größte Reichweite, FTZ-Nr. K-352/63, Besonderheiten:

- 1,6-Watt-Leistung
- 2 Sprechkanäle
- eingebauter Tonrufer
- Geräuschregler und Batteriespannungsmesser
- Anschlußmöglichkeiten für Ohrhörer, Kfz-Batterie, Netzteil und Fahrzeugantenne

Interessante Konditionen für Wiederverkäufer!

Alleinvertrieb:

Hans J. Kaiser, Import - Export
69 Heidelberg, Postfach 1054, Tel. 06221/27609

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

Neuorganisation bei Siemens

Aufsichtsrat und Vorstand der Siemens & Halske AG werden der Hauptversammlung am 15. März 1966 vorschlagen, einer Eingliederung der Siemens-Schuckertwerke AG und der Siemens-Reiniger-Werke AG in die Siemens & Halske AG zuzustimmen. Mit der Eingliederung soll die seit langem erwogene Zusammenfassung der wichtigsten und traditionsreichsten Arbeitsgebiete des Hauses Siemens in einer Gesellschaft eingeleitet werden. Die eingegliederten Gesellschaften werden zu Beginn des Geschäftsjahres 1966/67 ihre geschäftliche Aktivität auf die Siemens & Halske AG übertragen, die zum 30. September 1966 ihren Namen in Siemens AG ändern wird. Eine Eingliederung der Siemens-Electrogeräte AG ist im Zuge dieser Neuordnung nicht beabsichtigt; zwischen ihr und den Stammfirmen besteht seit längerem ein Organschaftsvertrag.

Kapitalerhöhung bei Körting

Im Januar 1966 wurde das Stammkapital der Körting Radio Werke GmbH von 5 auf 10 Mill. DM erhöht und damit die finanzielle Voraussetzung für die weitere geschäftliche Aufwärtsentwicklung geschaffen. Für das Wirtschaftsjahr 1965/66 wird ein Umsatz von 70 Mill. DM erwartet; der Gruppenumsatz der Firma wird die 100-Millionen-Grenze erreichen.

Erweiterungsbau bei Bogen eingeweiht

Bei der Wolfgang Bogen GmbH, Berlin, wurde am 28. Januar 1966 ein Ende 1963 begonnener Erweiterungsbau eingeweiht, durch den sich die Nutzfläche um 1000 m² vergrößert. 300 m² dieser Fläche sind für die Entwicklung, Versuchsfertigung und ein umfangreiches Magnetkopf-Labor bestimmt.

Im Jahre 1965 konnte eine Umsatzsteigerung von 55 % erreicht werden. Zur Zeit beträgt die Fertigungskapazität 2500 Magnetköpfe je Arbeitstag.

Patentaustausch Westinghouse - Philips

Zwischen der Westinghouse Electric International Company, einer Tochtergesellschaft der Westinghouse Electric Corporation, der N. V. Philips Gloeilampenfabrieken und der North American Philips Company wurde ein Abkommen geschlossen, das einen Austausch von Patenten und Herstellungsverfahren auf dem Gebiet der integrierten Schaltkreise vorsieht.

Neue Magnetbandfabrik der Agfa-Gevaert AG

Auf einem etwa 20 000 m² großen Gelände in München, das an das Gelände der Perutz Photowerke (Zweigniederlassung der Agfa-Gevaert AG) angrenzt, konnte im Dezember 1965 das Richtfest für den ersten Bauabschnitt einer neuen Magnetbandfabrik der Agfa-Gevaert AG gefeiert werden. Dieser erste Bauabschnitt

umfaßt eine Produktionsanlage zur Herstellung technischer Magnetbänder, die im Frühsommer 1966 in Betrieb genommen werden soll. Seit einigen Monaten befindet sich in den Perutz Photowerken bereits eine Magnetband-Konfektionierung, die einen Teil der Leverkusener Fabrikation aufarbeitet und hauptsächlich dazu dient, das Münchener Personal mit der neuen Materie vertraut zu machen. Auf längere Sicht ist geplant, die gesamte Forschung und Entwicklung auf dem Magnetbandgebiet in München zu konzentrieren.

Preissenkung für Sony-Geräte

Die Sony-Werke, Tokio, haben jetzt die Preise für Fernseh- und Tonbandgeräte sowie für Rundfunkempfänger in der Bundesrepublik im Mittel um etwa 20 Prozent ermäßigt.

Gleichstellung der Ingenieurschul-Absolventen

In Abänderung eines früheren Beschlusses vereinbarten die Kultusminister der Länder auf ihrer 110. Plenarsitzung, daß Personen, die vor dem 17. Januar 1964 die staatliche Ingenieurprüfung bestanden haben, ebenfalls das Recht erhalten, die Bezeichnung „Ing. (grad.)“ zu führen. Einzelheiten werden durch einen Beschluß der Kultusminister-Konferenz geregelt.

Plakette für Rationalisierungs-Pioniere

Das Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft hat die Stiftung einer Carl-Friedrich-von-Siemens-Plakette beschlossen. Die Plakette, die von Prof. H e n s e l m a n n entworfen wurde, soll für besondere Verdienste auf dem Gebiet der Rationalisierung verliehen werden.

Lehrgänge für Fachhandelstechniker

Der Grundig-Zentralkundendienst veranstaltet bis Anfang Juli 1966 in Nürnberg 11 Lehrgänge über Transistortechnik in Rundfunk- und Fernsehgeräten, in denen auch eine Einführung in die Farbfernsehtechnik gegeben wird. Fünf weitere Lehrgänge während des gleichen Zeitraums befassen sich mit der Transistortechnik in Tonband- und Hi-Fi-Geräten.

Techniker-Tagesschule für Elektronik in Tettmang

Die Techniker-Tagesschule für Elektronik in Tettmang bildet seit 1964 Gesellen und Facharbeiter zu staatlich geprüften Elektroniktechnikern aus. Die ersten 22 Absolventen haben im September 1965 die Schule verlassen. Seit Oktober 1965 läuft ein neuer Lehrgang. Die Ausbildung erstreckt sich über drei Semester. Zugelassen sind Gesellen und Facharbeiter aller Elektroberufe mit mindestens zweijähriger fachlicher Praxis nach Ablegung der Gesellen- oder Facharbeiterprüfung. Der nächste Lehrgang beginnt am 3. Oktober 1965 (Aufnahmeprüfung am 9. Juli 1966). Der 4. Lehrgang wird am 3. April 1967 eröffnet (Aufnahmeprüfung am 10. Dezember 1966).

Shure Mikrofone haben legendären Ruf

Shure baut eine Vielzahl von Mikrofonen: Spezialtypen für schwierige Sondereinsätze, robuste Mikrofone für den Allerweltsgebrauch, hochgezüchtete Modelle für den Studiobetrieb.

So vielseitig die Typen, so vielseitig ihre Anwendung - so sorgfältig ist auch die Entwicklung und Konstruktion für jedes einzelne Modell; damit jedes Gerät einzeln behält, was alle gemeinsam haben: die lange Lebensdauer, die Zuverlässigkeit, den legendären Ruf.

Die Modelle 55 SW und 545 werden für Stereo-Aufnahmen auch paarweise abgestimmt ohne Aufpreis geliefert.

Modell 55 SW Unidyne II. Weltbekannt, weitverbreitet. Durch echte Nieren-(Richt)-Charakteristik rückkopplungsfrei. Versierte Elektroakustiker spezifizieren Unydine zur Lösung schwieriger (Rückkopplungs-) Probleme. Stabile Konstruktion, außerordentlich robust. Eingebauter Multi-Impedanzschalter. Bevorzugt von professionellen Musikern.



Für jeden Anwendungszweck das richtige Mikrofon

Modell 545 Unidyne III
Kleinstes dynamisches Mikrofon mit echter achsensymmetrischer Nieren-Richtcharakteristik für High Fidelity Aufnahmen. Hervorragende Wiedergabeeigenschaften bei Konzert-Aufnahmen und Gesang.



Modell 580 S Unidyne A
Prelegönatige Erweiterung der Unidyne Serie. Verhindert Rückkopplung, steigert Aufnahmequalität. Echte, achsensymmetrische Nierencharakteristik. Bevorzugt von qualitätsbewußten Künstlern, Musikern, Tonbandjägern.



Modell 575 Versadyne
Dynamisches Mikrofon, kugelförmige Richtcharakteristik. Preiswert, großer Übertragungsbereich, hohe Wiedergabetreue. Für Eis-Anlagen in Räumen, im Freien, für Reporter und Rufanlagen. Verwendbar als Hand-, Ständer-, oder Umhänge-Mikrofon. Hoch- oder niederohmig. Ein- Ausschalter.



Mikrofone für Kommunikation

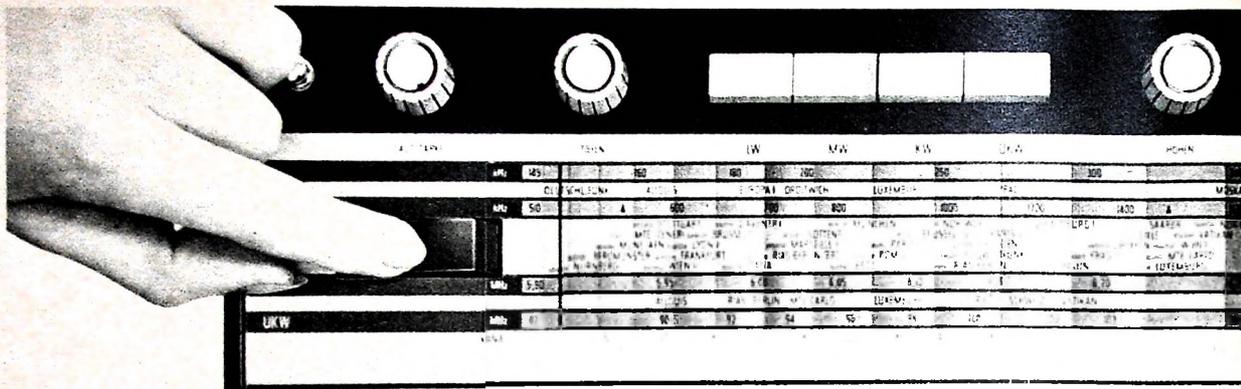
Modell 488 Sono-Bar
Geräuschkompensiertes Mikrofon. Gutverständliche Sprachübertragung unter Lärmbedingungen bei denen sonst jegliche Verständigung unmöglich ist. Gleiche Leistung bei halber Größe durch Alternativ-Modell 419.



Modell 404 für Mobilfunk
Bewährt und zuverlässig bei Militär-, Polizei-, Sprachfunk in Taxen, Lieferwagen, Bussen. Ein robustes Armo-Dur Gehäuse schützt die patentierte »controlled magnetic Kapsel«. Das neue, wesentlich kleinere Modell 414 hat gleiche Eigenschaften.



Modell 444 -Ham-
Für Funkamateure mit »Ambitionen«. Optimale Sprachverständlichkeit. Einstellbare Mikrofonhöhe ermöglicht bequeme Einsprache. Press-to-talk-Schalter und Vox-Betrieb. Armo-Dur Gehäuse.



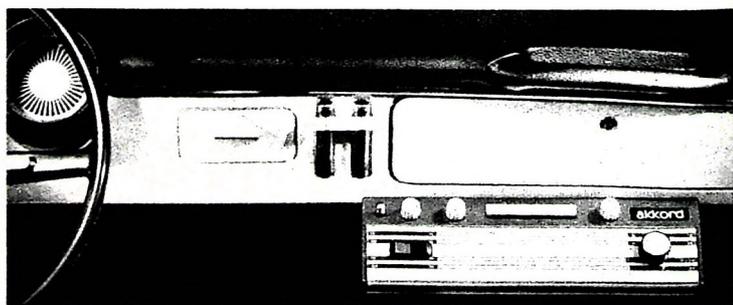
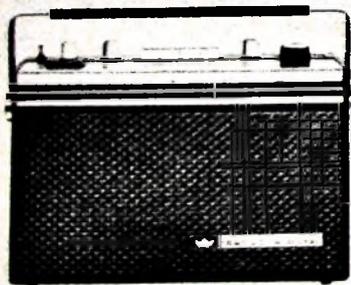
Neu

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 Stationssuche und Sender-Feineinstellung. Ein bisher noch nicht dagewesener Bedienungskomfort!

"Transola Royal" ist auch voll autofähig: Nach Einschub in die Autohalterung ist das Gerät automatisch an die Kfz.-Batterie, an die Autoantenne und - wenn gewünscht - an einen Wagenlautsprecher angeschlossen. Gleichzeitig wird die Skala beleuchtet und die Ausgangsleistung von 2 auf 4 Watt heraufgesetzt. Die Suchautomatik kann - auch bei Autobetrieb - mit einer zusätzlich lieferbaren Fernbedienung betätigt werden.

Mehr über diesen außergewöhnlichen Universalempfänger erfahren Sie bei Ihrem Fachhändler. Oder schreiben Sie uns einfach eine Postkarte. Sie erhalten dann unverbindlich einen ausführlichen Prospekt.



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



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Rationalisierung des technischen Service

Eine grundsätzliche Umorganisation des Kundendienstes der Fachgeschäfte brachte vor Jahren der Fernsehservice. Transportprobleme, die hohe Störanfälligkeit der damaligen Fernsehgeräte, der häufige Röhrenwechsel und das Nachjustieren zahlreicher Grundeinstellungen führten zu einer Aktivierung des Außendienstes. Weit mehr als die Hälfte aller Fernsehgerätereparaturen — in Sonderfällen werden bis zu 70% aller Servicefälle beim Kunden abgewickelt — spielen sich heute außerhalb der Werkstatt ab. Je tüchtiger die hier tätigen Techniker sind, um so mehr Geräte können am Aufstellungsort instandgesetzt werden. Man sollte deshalb für den Außendienst eine vielseitig erfahrene und umfassend geschulte Fachkraft an führender Stelle einsetzen. Sie muß ein guter Fehler-sucher sein, der beim Aufspüren von Schäden irgendwelcher Art schnell zu Ergebnissen kommt und auch die Entscheidung treffen kann, ob das Gerät gegebenenfalls in der Werkstatt zu reparieren ist.

Wie spielt sich aber der ambulante Kundendienst vielfach ab? Oft kann eine Reparatur nicht richtig ausgeführt werden, weil im entscheidenden Augenblick gerade kein Testbild ausgestrahlt wird und die laufende Sendung eine genaue Beurteilung der Bildgeometrie nicht zuläßt. Die meisten Servicewagen haben heute immer noch zu wenig Meß- und Prüfeinrichtungen. Mit einem Universalinstrument und einem Röhrenvoltmeter allein können aber nicht alle einschlägigen Tests durchgeführt werden. Eine wichtige Ergänzung ist hier beispielsweise ein tragbares Universal-Fernsehprüfgerät. Es enthält einen Bildmuster-generator für verschiedene Bildmuster und komplette Synchronisierungssignale zum Prüfen der richtigen Arbeitsweise der Zeilen- und Bildsynchronisierungsstufen, zum Messen der Zeilen- und Bildlinearität, zum Prüfen der geometrischen Verzerrung und der Qualität der horizontalen Bildauflösung. Damit ist eine vollständige Kontrolle der Ablenk- und Synchronisierungssysteme des Fernsehempfängers möglich. Ferner lassen sich mit dem HF-Generator die HF-Stufen des Gerätes auf ihre einwandfreie Funktion untersuchen. Zugleich eignet sich der Generator auch für Abgleichzwecke. Mit dem HF-Generator ist weiterhin die Kontrolle der Empfindlichkeit des Bild- und Tonkanals möglich. Weitere Meßeinheiten sind zum Prüfen der Ton-ZF-Stufen vorhanden. Das tragbare Universal-Fernsehprüfgerät verfügt außerdem noch über ein Röhrenvoltmeter zum Messen von Gleich- und Wechselspannungen sowie von ohmschen Widerständen. Unerläßlich für die Ausstattung des Servicewagens ist ein kleiner Oszillograf, mit dessen Hilfe sich durch Vergleich mit in den Serviceschriften angegebenen Oszillogrammen des intakten Gerätes oft überraschend schnell sonst schwer erkennbare Fehler einkreisen lassen. Ein Wobbler kann natürlich ebenfalls mitgeführt werden; allerdings wird man schwierige Abgleicharbeiten unter Zuhilfenahme eines Wobblers verhältnismäßig selten am Aufstellungsort des Empfängers, sondern wohl lieber in der Werkstatt vornehmen.

Zum Servicewagen von heute gehört auch eine gut sortierte Auswahl von Ersatzteilen verschiedener Art. Es gibt zahlreiche Speziallieferanten für eine nach Service-Geschichtspunkten zusammengestellte Kollektion von Widerständen und Kondensatoren. Auch werden Röhrenkoffer mit den gebräuchlichsten Ersatzröhren angeboten. Bei diesen Servicesortimenten ist es leicht, für Nachschub zu sorgen, denn die Bauelemente sind meistens in Klarsichtpackungen untergebracht, und man hat so einen Überblick über fehlende Werte. Dieses ambulante Lager muß vor jeder großen Tagestour gründlich ergänzt werden, denn ein fehlendes Einzelteil kann unter Umständen eine Sofortreparatur unmöglich machen.

Eine andere Rationalisierungsmaßnahme ist mehr organisatorischer Art. Bei Servicefahrten sollten den Technikern schon bei der Aufstellung der Fahrtroute außer der Adresse des Kunden auch Fabrikat und Typ des schadhaften Empfängers und die beobachteten Fehlererscheinungen mitgeteilt werden. Bei der telefonischen Annahme müssen diese Angaben

sorgfältig notiert werden. Es ist dann möglich, die Kundendienstunterlagen des Herstellers herauszusuchen und Fehlersuche sowie etwaige Justierungen schneller abzuwickeln. Jeder ambulante Servicefall sollte möglichst beim ersten Kundenbesuch abgewickelt werden. Ein zweiter oder sogar noch ein dritter Besuch wird von Zeit, Fahrkilometern und sonstigem Aufwand her gesehen, vielfach für beide Teile unrationell. Da auch Zeilentransformatoren zu den häufiger auszuwechselnden Ersatzteilen gehören, sollten diese Baueinheiten gleichfalls zum Lagerbestand des Servicewagens gehören.

Leider findet man im Heim des Kunden nicht selten unzweckmäßig angelegte Antennen. Oft sind es weniger Fehler an Zuleitungen, Steckverbindungen oder an den Antennen selbst. Vielmehr gehören falsch ausgewählte Antennen — sie werden häufig vom Kunden selbst montiert — oder in die entgegengesetzte Empfangsrichtung gedrehte Antennen zu den häufigen Fehlerursachen. Auch wenn ein größerer Einzelhandelsbetrieb einen besonderen Antennenbautrupps zur Verfügung hat, sollte der Servicewagen kleinere Antennenarbeiten selbst abwickeln und nur größere Projekte — beispielsweise eine Dachantenne oder eine Gemeinschaftsantennenanlage — dem Baurupp übergeben. Im Zusammenhang damit sollte der Servicewagen auch mit einem Antennenbaukoffer ausgerüstet sein. Er muß alles Spezialmaterial (Isolatoren, Leitungen und dergleichen) sowie geeignetes Werkzeug — vor allem für das Verlegen von Leitungen — enthalten.

In der Werkstatt selbst werden komplizierte Fälle bearbeitet wie beispielsweise der Ersatz von Bildröhren mit allen damit zusammenhängenden Arbeiten. Es gibt leider oft Reparaturgeräte, die nach einer relativ schnellen Reparatur erneut schadhaft werden. Häufig sind neu aufgetretene Schäden die Ursache, nicht selten aber ein nicht hundertprozentig ermittelter Fehler. Am kompliziertesten sind aber die nur zeitweilig zu beobachtenden Schäden. Die Fehlersuche ist hier schwierig. Wenn man nicht ganz bestimmte Hinweise auf den möglichen Fehler hat, hilft zunächst nur ein Dauerbetrieb. Dabei kann es vorteilhaft sein, etwa nach zwei Betriebsstunden das Gerät für rund eine halbe Stunde abzuschalten und anschließend wieder in Betrieb zu nehmen. Für solche Fälle leistet eine Schalthr gute Dienste, die den zu untersuchenden Empfänger mehrmals im angegebenen Rhythmus ein- und ausschaltet, bis der Fehler schließlich auftritt und seine Ursache ermittelt werden kann.

Wenn man Geräteretournerungen verringern will — es sollte das Bestreben jeder gut geleiteten Werkstatt sein —, tut man gut daran, jedes reparierte Gerät eine bestimmte Testzeit zu erproben, bevor es nach der Instandsetzung ausgeliefert wird. Auch hier sind Betriebsunterbrechungen ratsam, vor allem wenn man nicht restlos vom Erfolg der Reparatur überzeugt sein kann. Auch dadurch ist eine Rationalisierung der Werkstattarbeit möglich, denn fast alle beanstandeten Reparaturen führen irgendwie zu Zeit- und damit Geldeinbußen, ganz abgesehen von den Prestigeverlusten.

Im Kampf gegen Leerlauf und Zeitverluste sollte man auch an das innerbetriebliche Nachrichtenwesen denken. Die zweckmäßige Ergänzung des Telefons ist heute eine Transistor-Wechselsprechanlage. Allerdings ist damit noch keine Direktverbindung mit dem Servicewagen im Außendienst möglich. Leider gibt es immer wieder aus irgendwelchen Gründen dringende Fälle, die man bei festgelegter Fahrtour, vor allem aber, wenn gleichzeitig mehrere Wagen unterwegs sind, leicht einschieben könnte. Eine denkbare Lösung dieses Problems ist der Anruf des Außendienstwagens innerhalb bestimmter Zeitabstände in der Firma. Die ideale Lösung bietet jedoch der Funksprechbetrieb, der von mancher Großfirma durchgeführt wird und in Großstädten zu einer besonders schnellen Erledigung eilliger Servicefälle führen kann. Werner W. Diefenbach

Neuere Entwicklungen für das PAL-Farbf Fernseh-Übertragungsverfahren *

DK 621.397.132

Bei der Farbf Fernsehübertragung nach dem PAL-Verfahren werden wie beim NTSC-Verfahren auf einen Farbräger gleichzeitig zwei Farbdifferenzsignale in Quadratur aufmoduliert. Eine zusätzliche zeilensequentielle Phasenerternation im Coder läßt die Phasenerfehler, die bei der Übertragung entstehen, in aufeinanderfolgenden Zeilen komplementär wirksam werden. Mittelwertbildung der Signale zweier Zeilen mit Hilfe einer Verzögerungsleitung erlaubt im Empfänger, die durch solche Phasenerfehler oder durch Quadraturfehler beim einfachen NTSC-Verfahren hervorgerufenen Farbverzerrungen zu kompensieren [1, 2].

Bei den ersten PAL-Versuchen wurde nach den Original-NTSC-Parametern moduliert. Man arbeitete also mit zwei speziellen Farbdifferenzsignalen I und Q mit unterschiedlicher Bandbreite, die für NTSC zur Vermeidung von Quadraturfehlern notwendig sind. Bestimmten Überlegungen folgend, wurde der I-Modulator für die sequentielle Umschaltung ausgewählt. Die Gleichlaufsynchrosierung der Umschalter von Coder und Empfänger erfolgte anfangs in der Weise, daß die ohnehin zur Steuerung des Referenzträgerszillators im Empfänger erforderlichen Farbsynchronimpulse (Burst) in jeder zweiten Zeile etwas abgeändert übertragen wurden. Beispielsweise wurde jeder zweite entfernt oder auch jeder zweite mit einer anderen Grundphase übertragen. Dabei ergab sich, daß die von den Zeilenrücklaufimpulsen gesteuerte zeilensequentielle Umschaltung so stabil ist, daß nur gelegentlich ein Kennsignal für die einmalige Festlegung der Polung erforderlich ist. Ein solches Kennsignal kann gut während der von Bildsignalen freien Vertikalrücklaufzeit übertragen werden. Da eine Änderung der bei NTSC bewährten Farbsynchronimpulse ohne lange Erprobung nicht ratsam schien, wurde mit derartigen Kennimpulsen gearbeitet. Nach Erprobung verschiedener Arten dieser Identifikationsimpulse wählte man vorläufig vier mit 350 kHz modulierte Impulsstöße in jedem Raster, die eine gute Synchronisierung ergaben.

In dieser Form wurde das PAL-Verfahren 2 1/2 Jahre lang in einem eingehenden Versuchsprogramm erprobt. Die Ergebnisse sind in Berichten der Ad-hoc-Gruppe Farbf Fernseh der EBU niedergelegt [3]. Bei diesen Versuchen wurde meistens kurzzeitig abwechselnd mit PAL und NTSC gearbeitet, um die Unterschiede zwischen beiden Systemen eindeutig feststellen zu können. Nach Abschluß dieser grundlegenden Versuche, die eindeutig die Überlegenheit von PAL über NTSC ergeben haben, machte man Bilanz und stellte Überlegungen an, ob sich durch kleine Änderungen der PAL-Norm Vereinfachungen der Empfängerschaltungen mit dem Ziel einer Verbilligung oder verbesserten Stabilität erreichen lassen. Auf der Tagung der Untergruppe 1 der Ad-hoc-Gruppe Farbf Fernseh der EBU am 2. und 3. Juni 1965 in Hannover, an der sich Ex-

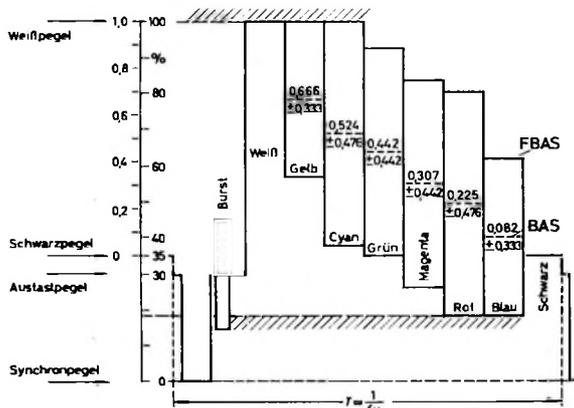
perten aus sechs Nationen beteiligten, wurde eine in diesem Sinne etwas abgeänderte PAL-Norm festgelegt [4]. Diese Änderungen, die die beteiligten Länder inzwischen angenommen haben, sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

1. Modulation mit U und V

Bei einer einseitigen Bandbegrenzung tritt bei der Quadraturmodulation während der Farbübergänge infolge der teilweisen Einseitenbandübertragung ein Übersprechen von dem einen in den anderen Farbkanal auf, das zu Farbsäumen führt. Daher wurde bei NTSC eines der beiden Farbdifferenzsignale (Q) so gewählt, daß es eine Achse im Farbdigramm überträgt, die wegen des für diese Farben geringeren Auflösungsvermögens des Auges mit

zwei beliebige neue zueinander passende Farbdifferenzsignale verwendet, die mit U und V bezeichnet werden sollen. Die einfachste Empfängerschaltung läßt sich entwerfen, wenn die Modulation mit den Farbdifferenzsignalen B-Y und R-Y erfolgt¹⁾. Die Amplitude dieser beiden Signale ist dann so zu wählen, daß sich eine optimale Aussteuerung des Senders für möglichst viele Farbtöne ergibt. Man verwendet hier die gleiche Aussteuerung wie bei NTSC, wobei sich bei 100% gesättigten Farbbalken mit 75% Amplitude für zwei Farbtöne (Rot und Blau) des sechsstufigen Farbbalkensignals eine Aussteuerung des Senders bis etwa in die Mitte des Synchronpegels und für zwei weitere Farben (Gelb, Cyan) eine Aussteuerung genau bis herunter zu dem vor-

Bild 1. NTSC- und PAL- Videosignal; der Farbbalkentest, 100% Spitzenweiß und gesättigte Farbstreifen mit 75% Amplitude (EBU-Testbalken), ergibt für zwei Farben volle Aussteuerung nach oben und zwei weitere gleiche Aussteuerungen nach unten



sehr viel kleinerer Bandbreite übertragen werden darf, als sie für das andere Farbdifferenzsignal (I) erforderlich ist. Erst wenn die Kanalbreite so weit beschnitten ist, daß auch das schmalbandige Q-Signal im Einseitenband übertragen wird, werden bei NTSC die Farbsäume sichtbar [2].

Bei der PAL-Übertragung können solche Farbfehler nie auftreten. Auch dann noch, wenn der Übertragungskanal so weit beschnitten ist, daß im Farbkanal eine reine Einseitenbandübertragung erfolgt, wird im Empfänger durch die Invertierung der Seitenbänder in jeder zweiten Zeile nach der Summierung von zwei Zeilen eine Zweiseitenbandübertragung simuliert [2]. Daher ist es für PAL nicht notwendig, die Farbdifferenzsignale nach den Gesichtspunkten, die für NTSC maßgebend sind, auszuwählen, und auf die komplizierte Codierung von I und Q kann verzichtet werden. An der Fehlerkorrektur von PAL ändert sich also nichts, wenn man dafür

geschriebenen Restträgerpegel von 10% ergibt (Bild 1). Damit sind die Größen U und V festgelegt:

$$U = 0,493 (B - Y),$$

$$V = 0,877 (R - Y).$$

Jetzt war noch zu entscheiden, welche Achse geschaltet werden soll. Es gibt bestimmte Gründe, die für eine Umschaltung der Achse U, und andere, die für die Umschaltung von V sprechen. Nach mehreren Versuchen wurde die Umschaltung der V-Achse gewählt, weil das modulierende Signal einen größeren V-Anteil als U-Anteil enthält. Es ist nämlich

$$\frac{V_{max}}{U_{max}} = 1,41.$$

Das bedeutet, daß in den Video-Endstufen für die Farbdifferenzsignale eine kleinere Verstärkung im (R-Y)-Kanal benötigt wird als im (B-Y)-Kanal. Unsymmetrien des elektronischen Umschalters, der im Empfänger die sequentiellen Umschaltungen im (R-Y)-Kanal des Senders wieder aufheben muß, wirken sich daher weniger aus, als wenn man U umschalten würde.

Da die Quadraturfehler bei PAL keine sichtbaren Störungen ergeben, kann die Bandbreite von U und V freizügig gewählt werden. Als gute Richtlinie dafür kann die bisher für den I-Kanal beim NTSC-

* Nach einem Vortrag auf der 13. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft in Berlin am 13. September 1965

Verfahren erprobte Bandbreite dienen, die jedoch bei den einzelnen Normen (4 MHz, 5 MHz, 5,5 MHz und 6 MHz Videobandbreite) verschieden ist. Für den hier verwendeten Standard „G“ beträgt die mittlere Bandbreite des I-Kanals etwa 1,5 MHz, wobei der Frequenzgang des I-Signals bei 1,3 MHz nicht unter 2 dB und oberhalb

sierung sowohl der Vertikal- als auch der Horizontalablenkung erforderlich. Wie erwähnt, wurde bei den ersten PAL-Versuchen ohne Kennimpulsübertragung gelegentlich mit einem Farbsynchronimpuls gearbeitet, dessen Null-Phasenwinkel in jeder zweiten Zeile um 90° gegen die konstante Soll-Phase von NTSC verschoben

Farbsynchronimpulse bei PAL ebenfalls in dieser Richtung, also in Richtung von -U liegen. Dazu sind die Burstaustimpulse dem U-Modulator des Coders negativ und dem V-Modulator positiv in gleicher Größe zuzuführen. Die PAL-Umschaltung des Trägers für den V-Modulator bewirkt dann die Alternation um die -U-Achse.

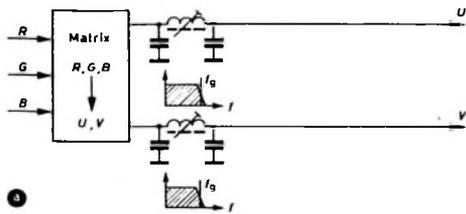


Bild 2. Matrixierung von U und V mit voller Bandbreite (a, Äquiband) und über I und Q mit ungleicher Bandbreite (b)

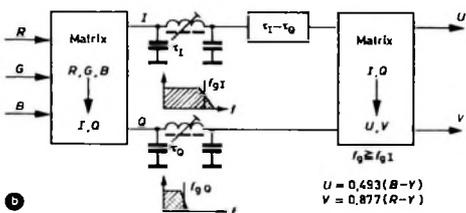


Bild 3. Addition der Burststeuerimpulse in den U- und V-Kanal zur Erzeugung des alternierenden Farbsynchronimpulses

$$U = 0,493(B-Y)$$

$$V = 0,877(R-Y)$$

3,6 MHz wenigstens um 20 dB abgesenkt ist.

Diese Werte sind als Maximalbandbreite für PAL festgelegt worden. Es liegt in den Händen der Rundfunkanstalten, bei denen die Codierung erfolgt, diese Bandbreite voll auszunutzen und im Äquibandverfahren zu modulieren oder gegebenenfalls mit geringerer Bandbreite zu arbeiten. Sollte aus bestimmten Gründen, zum Beispiel wenn starkes Abtasterrauschen vorhanden ist, die kleinstmögliche Rauschbandbreite gewünscht werden, so kann zunächst eine Matrixierung nach I und Q erfolgen, und danach können diese beiden Signale, nachdem sie einer unterschiedlichen Bandbegrenzung (schmalbandig im Q-Kanal) unterworfen wurden, videofrequenz breitbandig in U und V ummatriziert werden. Die auf diese Weise über die NTSC-Matrixierung gewonnenen U- und V-Signale führt man dann dem breitbandigen Modulator zu. Mit einer solchen videofrequenzen Ummatrixierung lassen sich übrigens auch auf einfachste Weise vorhandene I-Q-Coder umwandeln. Bild 2 veranschaulicht die beiden Matrixierungsarten, und Bild 3 zeigt die Prinzipschaltung eines transistorisierten Adapters für die Umwandlung von I und Q in U und V. Im Bild 4 ist das ausführliche Schaltbild des Adapters zum Betrieb an dem in [5] beschriebenen PAL-Coder dargestellt.

2. Die Synchronisierung mit alternierendem Burst (AB)

Verschiedene Rundfunkanstalten und Postverwaltungen hatten den Wunsch geäußert, daß die Vertikalaustaststücke außer dem Burst möglichst keine zusätzlichen Kennimpulse für die PAL Synchronisierung enthalten sollte, um spezielle Testsignale für die Überprüfung der Farbfernsehleitungen einblenden zu können. Auch die Empfängerindustrie wollte auf die Aufblendung der Identifikationsimpulse durch einen Torimpuls, der von der Vertikalablenkung abgeleitet ist, verzichten. Denn zur Steuerung des sequentiellen Umschalters ist dann eine einwandfreie Synchroni-

isierung sowohl der Vertikal- als auch der Horizontalablenkung erforderlich. Wie erwähnt, wurde bei den ersten PAL-Versuchen ohne Kennimpulsübertragung gelegentlich mit einem Farbsynchronimpuls gearbeitet, dessen Null-Phasenwinkel in jeder zweiten Zeile um 90° gegen die konstante Soll-Phase von NTSC verschoben

Farbsynchronimpulse bei PAL ebenfalls in dieser Richtung, also in Richtung von -U liegen. Dazu sind die Burstaustimpulse dem U-Modulator des Coders negativ und dem V-Modulator positiv in gleicher Größe zuzuführen. Die PAL-Umschaltung des Trägers für den V-Modulator bewirkt dann die Alternation um die -U-Achse.

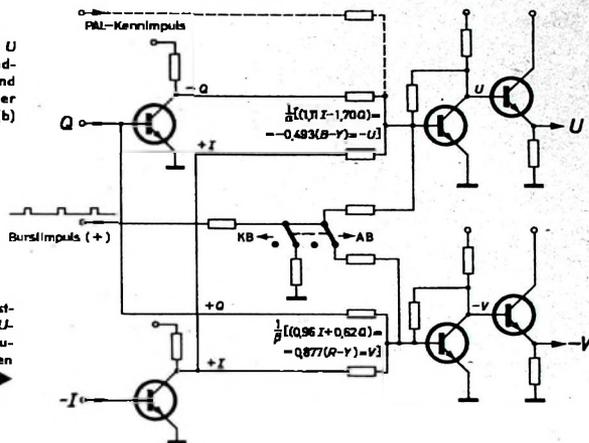


Bild 4. Adapter zur Wandlung eines I-Q-PAL-Encoders in einem U-V-Encoder (neue Norm) mit Farbsynchronimpulseinfaltung

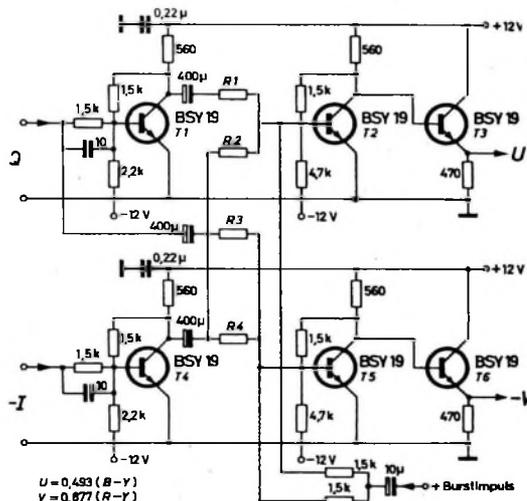


Bild 5. Alternierender Burst (AB) im Vektorkopfbild beim Farbbalkentest

In den Zeilen mit NTSC-Modulation hat der Burst eine Phase von 135°, in den gespiegelten Zeilen ist sie 225° (Bild 5). Wird durch geeignete Polung der Modulatoren der Coder so ausgelegt, daß ihm für die NTSC-Zeilen unterschiedlich gepolte Farbdifferenzsignale zuzuführen sind [5], zum Beispiel -U und +V, dann können positive Tastimpulse gleicher Polung sowohl dem U- als auch dem V-Modulator zugeführt werden. Am Beispiel des Adapters nach Bild 3 für die Umwandlung eines nach I und Q matrizierten Signals in ein U-V-Signal ist dies dargestellt. Ein für Experimentierzwecke eingebauter Schalter erlaubt hier die Aufhebung der Phasenalternation (Stellung „KB“). Gleiche Burstamplitude in beiden Fällen wird durch einen zusätzlichen Spannungsteiler erreicht, der in der Schalterstellung „AB“ (alternierender Burst), wenn die Farbsynchronimpulse sich aus zwei Komponenten zusammensetzen und daher die 1,4fache Amplitude haben würden, eine Verkleinerung

des zugeführten Signals um den Faktor 0,7 bewirkt. Beim Umschalten bleibt dann die Burstamplitude konstant (Im Bild 4 ist dieser Schalter nicht eingezeichnet).

Die Phasenalternation des Farbsynchronimpulses hat auf die Phase des Referenzträgers praktisch keinen Einfluß, wenn es sich - wie üblich - um einen Quarzoszillator mit Nachsteuerung in einer APC-Schleife handelt. Wenn die Zeitkonstante

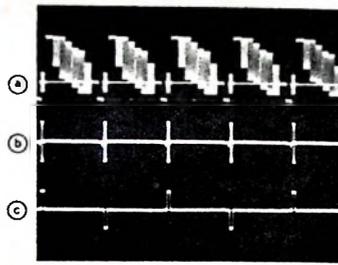
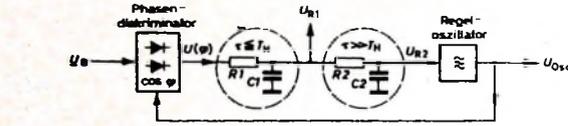
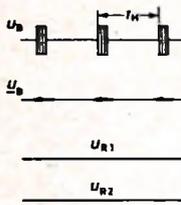


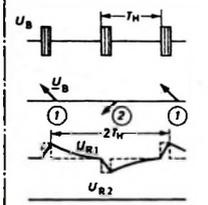
Bild 6. Empfängersignal; a) FBAS-Signal, b) herausgelasteter Burst, c) Burst in Richtung der V-Achse demoduliert



Burst konstanter Phase (KB)



Burst alternierender Phase (AB)



APC-Einstellung auf

$$U_{R2} \approx 0 \text{ für } \arccos(U_B \cdot U_{Osc}) = \frac{\pi}{2}$$

$$U_{R2} \neq 0 \text{ für } \arccos(U_B \cdot U_{Osc}) = \frac{\pi}{2}$$

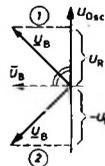


Bild 7. Regelung eines Referenzträgeroszillators in einer Regelschleife mit großer Zeitkonstante und gleichzeitige Gewinnung der Synchronisierspannung am selben Diskriminator

der Regelschleife genügend groß ist und der Oszillator eine hohe Güte hat, dann wird konstant auf den Mittelwert der Burstphase geregelt. Alle bei NTSC-Empfängern verwendeten Schaltungen für die Referenzträgererzeugung sind auch für PAL verwendbar.

Die alternierenden Farbsynchronimpulse enthalten die Kennung für die Polung des sequentiellen Umschalters. Im Empfänger ist daraus eine entsprechende Synchronisierspannung abzuleiten, zum Beispiel durch Synchrondemodulation der mit einem Tor aus dem gesamten Farbsignal herausgeblendeten Burste. Sie liefert eine Impulsreihe mit Impulsen abwechselnder Polarität, die zur Festlegung der Polung des Umschaltgenerators geeignet ist (Bild 6).

Auf elegante Weise läßt sich nun der Phasendiskriminator der APC-Schleife im Referenzträgergenerator für diese Demodulation mit ausnutzen. Ein solcher Phasendiskriminator kann nämlich auch als Synchrondemodulator aufgefaßt werden, der sich automatisch immer auf eine Demodulationsachse einstellt, die senkrecht zur mittleren Phasenlage des Referenzsignals liegt, und der daher die sich von Zeile zu Zeile umpolende U_B -Komponente demoduliert. Bild 7 veranschaulicht das Prinzip eines in einer Regelschleife geregelten Referenzträgeroszillators. Dem üblichen Filter R_2, C_2 mit großer Zeitkonstante im Regelkreis ist hier noch eines mit kleiner Zeitkonstante (R_1, C_1) vorgeschaltet. Hat sich die Regelschleife so eingestellt, daß bei nicht alternierendem Burst die Regelspannung $U_{R2} \approx 0$ ist, dann wird der Phasendiskriminator bei alternierendem Burst versuchen, den Oszillator nach dessen jeweiliger Phase zu regeln. Dabei tritt am Ausgang des ersten Filters eine Regelspannung U_{R1} auf, die eine sägezahnähnliche Form mit wechselnder Polarität hat. Nach der zweiten Siebung ist diese Schwankung jedoch fast verschwunden, also eine im Zeilenrhythmus kaum mehr schwankende Regelspannung vorhanden. Ein Ausgleichsvorgang der Oszillatorphase während des Ablaufs der

Zeile infolge des AB-Wechsels kann nicht beobachtet werden (die Güte des Oszillatorkristalls ist dafür zu hoch), und schnelle Schwankungen der Regelspannung U_{R2} bilden sich in der Oszillatorphase nicht ab. Die Spannung U_{R1} kann daher als Synchronisiersignal entnommen und entweder direkt oder über ein schmalbandiges Filter, das Störungen entfernt, dem Umschaltgenerator zugeführt werden.

Bild 8 zeigt eine Schaltung, die im PAL-Zusatz für serienmäßige RCA-Farbferrsehempfänger benutzt wird. Sie ist so ausgeführt, daß kein Eingriff in den Diskriminator notwendig ist; für die zusätzliche Abnahme der Synchronisierspannung braucht er nur einseitig angezapft zu werden. Da es sich hier um einen hochohmigen Diskriminator handelt, die Zusatz-

schaltung aber Transistoren enthält, wird ein Impedanzwandler verwendet, der mit seinem hochohmigen Eingang den Diskriminator nicht zusätzlich belastet. Die Siebung C_1, R_1 hält Hochfrequenz vom Ausgang fern und wandelt die Impulse wechselnder Polarität in Sägezähne um. (Wegen der Arbeitsweise dieser speziellen Diskriminatorschaltung, auf die hier nicht eingegangen werden kann, entstehen keine Sägezähne wechselnder Polarität, wie man sie beim idealen Diskriminator erwarten darf, sondern eine einfache Sägezahnwelle mit halber Zeilenfrequenz.) Eine gute Synchronisierung ergibt sich mit dieser Schaltung auch bei stärkstem Rauschen, weil nur die Grundwelle des Synchronisiersignals herausgesiebt wird. Der dazu benötigte trennscharfe, auf die halbe Zeilenfrequenz abgestimmte Kreis läßt sich billig herstellen, wenn man eine Entdämpfung durch Rückkopplung einführt. Bei der Schaltung im Bild 8 ist die Entdämpfung so weit getrieben, daß ein Oszillator entsteht, den der Sägezahn in direkter Mitnahme synchronisiert und dessen Spannung die Phase des sequentiellen Umschalters festlegt. Den sequentiellen Umschalter treibt ein Flip-Flop, dem man sowohl die Zeilenimpulse zur Einleitung der Umschaltung an jedem Zeilenende als auch die Sinusspannung dieses Oszillators für die Schaltphase zuführt. Sinusspannung und Impulse können zum Beispiel addiert werden und ergeben dann ein Spannungsgemisch, das beide Synchronisierungen gleichzeitig erzwingt. Im Bild 9 sind einige Oszillogramme der verschiedenen Spannungen dargestellt, die an der Schaltung nach Bild 8 aufgenommen wurden. Bild 10a zeigt die am Diskriminator bei AB abgenommene Sägezahnspannung bei größerem und Bild 10b bei sehr großem Rauschen sowie darunter jeweils die vom Rauschen fast unbeeinflusste Sinusspannung. Die Bilder sind länger als eine Sekunde belichtet und würden daher alle etwaigen Schwankungen zeigen. Auch Zündfunken und ähnliche Schaltspitzen verursachen keine Störung des Synchronisiervorganges. Die mit f_H periodischen Farbsynchronimpulse konstanter Farbträgerphase (KB) haben ein Frequenzspektrum, dessen Li-

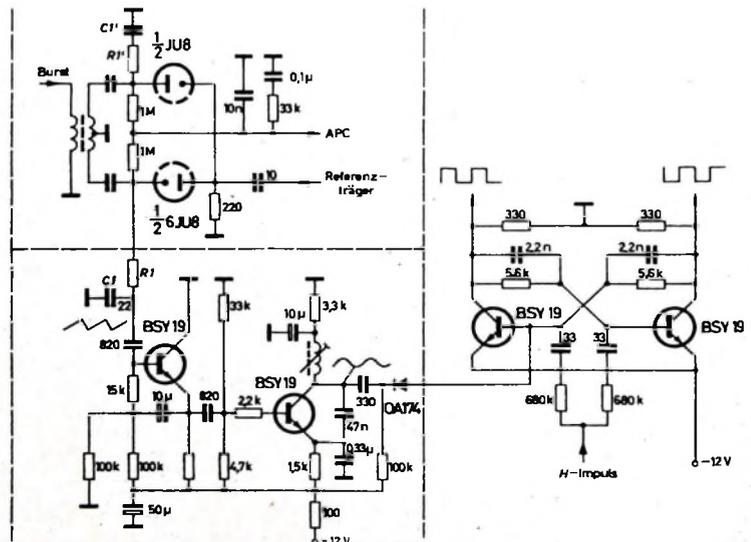


Bild 8. Schaltung zur Entnahme der Synchronisierspannung vom Diskriminator eines serienmäßigen RCA-Farbferrsehempfängers mit anschließender Siebung der $1/2 f_H$ -Spannung durch einen Kreis hoher Güte

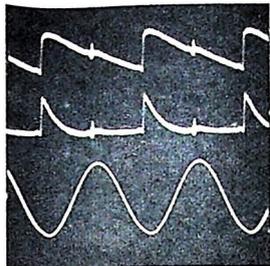


Bild 9. An der Schaltung nach Bild 8 aufgenommene Oszillogramme. a) $1/2 f_H$ -Spannung vom Diskriminator; b) Steuerungsspannung für den 7,8-kHz-Oszillator; c) synchronisierte Oszillatorspannung; d) f_H -Spannung vom Zeilentransformator; e) von d) synchronisierte Mäander; f) synchronisierte Oszillatorspannung (wie c); g) Addition von d) und f) ergibt die Steuerungsspannung für den Flip-Flop und erzwingt richtige Polarität

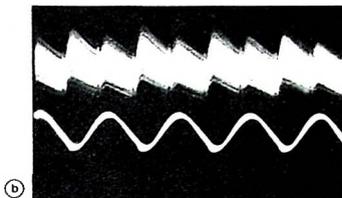
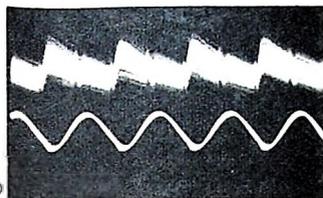
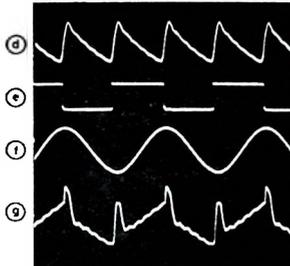


Bild 10. Oszillogramme der Spannungen a) und c) im Bild 9 mit starkem Rauschen (a) und sehr starkem Rauschen (b)

nien den Abstand $n \cdot f_H$ von der Mittenfrequenz haben (Bild 11a). Mit einem Quarzfilter kann die Spektrallinie der Grundwelle f_0 herausgefiltert und so der konstante, nichtgetastete Bezugsträger f_0 für die Synchrondemodulation zurückgewonnen werden [6]. Beim Farbsynchronimpuls mit Phasenalternation (AB) kommt zusätzlich noch eine weitere Serie Linien hinzu, die kammartig dazwischenliegen. Die Spektrallinien sind dann im Abstand von $n \cdot \frac{f_H}{2}$ beiderseitig um f_0 verteilt

(Bild 11b). Von den durch den AB zusätzlich eingeführten Spektrallinien fällt jedoch keine in den Durchlaßbereich des auf f_0 abgestimmten Quarzfilters, so daß sie keinen Einfluß auf den ausgesiebten Trä-

ger f_0 haben. Daher kann der Referenzträger auch bei Phasenalternation mittels eines schmalbandigen Filters als kontinuierliche Spannung aus dem Burstspektrum gewonnen werden.

Mit einem zweiten derartigen Filter läßt sich eine zusätzliche Spektrallinie im Abstand $\pm \frac{f_H}{2}$ von f_0 heraussieben, so daß

damit ein zweiter Träger konstanter Amplitude, zum Beispiel mit der Frequenz $f_0 + \frac{f_H}{2}$, zur Verfügung steht. Wird dieser

mit der Frequenz f_0 gemischt (beispielsweise an einer Diode), dann entsteht eine Trägerspannung, die mit der Differenzfrequenz $\frac{f_H}{2}$ amplitudenmoduliert ist

(Bild 12). Nach der Gleichrichtung liefert sie eine Sinusspannung in der halben Zeilenfrequenz zur Synchronisierung des sequentiellen Schalters. Auch mit einem

Bild 11. a) Frequenzspektrum der Farbträgerimpulse konstanter Phase (NTSC), b) Frequenzspektrum der Farbträgerimpulse mit zeilensequentieller Phasenalternation (f_0 Farbträgerfrequenz, f_H Zeilenfrequenz)

Bild 12. Ausiebung der f_0 -Spektrallinie als Referenzträger und der $(f_0 + 1/2 f_H)$ -Linie durch Quarzfilter; Gewinnung einer Spannung der Frequenz $1/2 f_H$ nach Mischung und Gleichrichtung dieser beiden Spannungen

zusätzlichen Synchrondemodulator, dem man wie den Farbdemodulatoren f_0 als Referenzträger und die ausgesiebte Spektrallinie $f_0 + \frac{f_H}{2}$ als Steuersignal zuführt,

kann man $\frac{f_H}{2}$ gewinnen (Bild 12c).

Eine in einem professionellen Decoder versuchsweise benutzte Schaltung zur Gewinnung des Referenzträgers (durch Siebung) und eines zweiten zur Bildung von $\frac{f_H}{2}$ (nach Mischung der beiden Frequenzen

2 und Gleichrichtung) ist im Bild 13 dargestellt. Mit diesen Schaltungen konnte eine sehr gute Störfreiheit für die PAL-Synchronisierung erreicht werden. Die Rauschbefeugung erfolgt hier bereits im trägerfrequenten Weg durch die beiden schmalbandigen Quarzfilter; eine Siebung im niederfrequenten Weg ist dann nicht mehr erforderlich. Bild 14a zeigt ein Oszillogramm der Ausgangsspannung $\frac{f_H}{2}$ und

Bild 14b das gleiche Oszillogramm mit dem gleichen starken Rauschen im Farbkanal wie im Bild 10b. Diese beiden Beispiele der Anwendung des alternierenden Bursts für die Synchronisierung des sequentiellen Schalters beweisen, daß mit diesem Synchronisierverfahren ein sehr sicherer Betrieb möglich ist.

3. Austastung der PAL-Impulse während der Vertikalrücklaufzeit

Bei NTSC ist es üblich, die Farbsynchronimpulse während der Vertikalsynchronimpulse zu unterdrücken, und das sollte auch für PAL übernommen werden. Beim normalen Zeilensprung raster unterscheidet man zwei Zustände für die Vertikal-

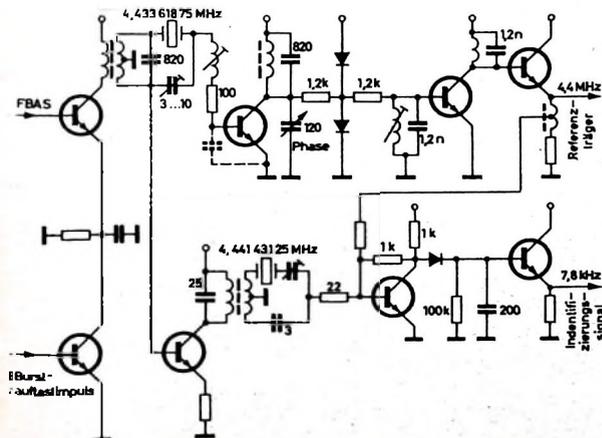
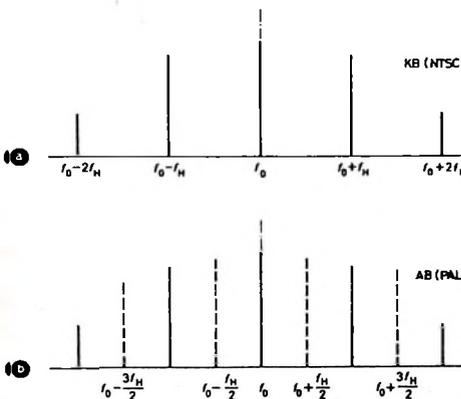
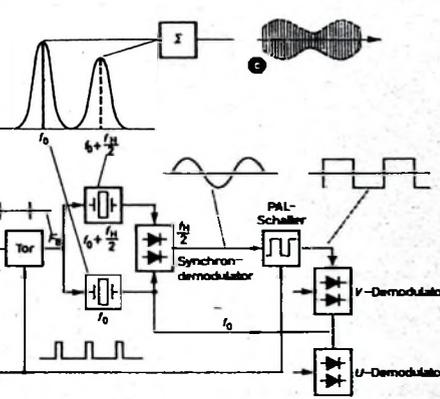
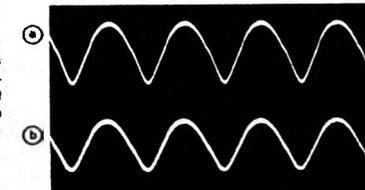


Bild 13. Versuchsschaltung zur Gewinnung der Synchronisierungsspannung aus dem AB-Spektrum

Bild 14. Oszillogramm der in der Schaltung nach Bild 13 gewonnenen Synchronisierungsspannung; a) ohne Rauschen, b) mit starkem Rauschen (gleiches Rauschen wie im Bild 10b)



synchronzeichen, die sich im ersten, dritten, fünften usw. Raster von denen im zweiten, vierten, sechsten usw. unterscheiden. Bezogen auf den Vertikalimpuls, sind in einem sequentiellen System vier Zustände für die Zuordnung der sequentiellen Umschaltspannung zu den Vertikalzeichen in aufeinanderfolgenden Rastern vorhanden. Nach vier Rastern wiederholt sich der Zyklus (Bild 15). Wird nun von Austastimpulsen, deren Länge wie bei



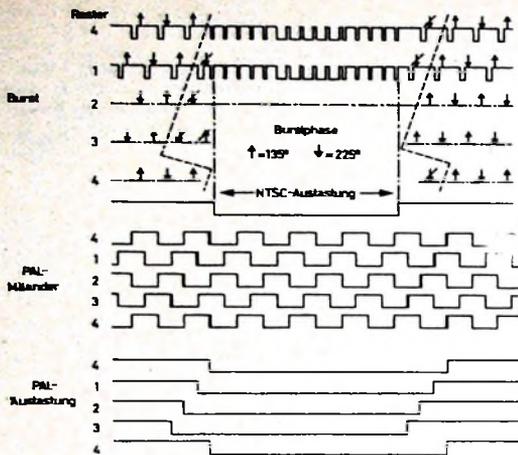


Bild 15. PAL-Farbsynchronimpulsauslastung in der Umgebung der Vertikalsynchronzeichen im Vergleich zur NTSC-Auslastung

den Rastern 2, 3 und 4 eine Zeile später und im Raster 1 drei Zeilen später zu zählen beginnt. Er zählt bis 154 und beendet dann die jeweilige Burstfolge, die dann entweder $(154 - 3) \cdot 2 + 1 = 303$ oder einmal während vier Rastern $(154 - 3) \cdot 2 + 3 = 305$ Zeilen dauert.

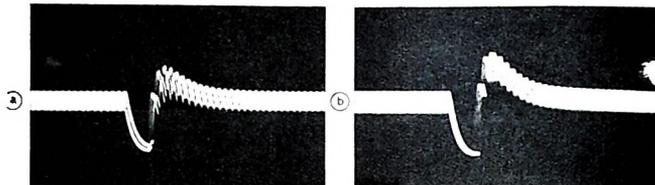


Bild 16. Einschwingen der Oszillatorphase in einem APC-Referenzträgergenerator; a) mit Auslastung wie NTSC, b) mit Auslastung nach Bild 15

NTSC identisch mit der Dauer der Vertikalsynchronisierimpulsreihe ist, die Burstfolge ausgetastet, dann enden zwei Raster mit A-Bursten und zwei weitere mit B-Bursten. Ähnlich ist es beim Wiederbeginn der Burstfolge nach der Auslastung.

Die Unterbrechung der regelmäßigen Burstfolge A, B, A, B, ... führt im APC-Referenzträgergenerator zu einem Ausgleichsvorgang der Regelspannung, der in vier aufeinanderfolgenden Rastern unterschiedlich ist. Daraus folgt eine sehr kleine Phasenverschiebung des Referenzträgers, die vom oberen Bildrand nach der Mitte zu abnimmt. Bei sehr starker Verstimmung des Referenzoszillators, wie sie in der Praxis aber nicht vorkommt, und bei großer Farbsättigung kann sich im Standard-PAL-Empfänger wegen der unterschiedlichen Phasenabweichung in den vier Rastern am oberen Bildrand ein Sättigungsflickern bemerkbar machen. Damit auch bei solchen extremen Fällen ein einwandfreies Bild erhalten bleibt, wurde eine geänderte Auslastung eingeführt. Es werden einige Farbsynchronimpulse mehr ausgetastet, und zwar so, daß in jedem Raster die Burstfolge mit einem Burst gleicher Phase endet und ebenso nach der Auslastung die Burstfolge wieder mit Bursten identischer Phase beginnt. Dann sind keine Unterschiede im Ablauf der mittleren Regelspannung zwischen den Rastern vorhanden; lediglich die zeitliche Lage des Ausgleichsvorganges ist etwas verschoben. Wie Untersuchungen bewiesen haben, tritt dann auch in extremen Fällen der Fehleinstellung des Oszillators das Flickern nicht mehr auf. Obwohl es beim praktischen Betrieb mit der NTSC-Auslastung in keinem Betriebsfall von Laien beobachtet werden konnte und gut dimensionierte Diskriminatorschaltungen es auf ein Minimum reduzieren, wurde trotzdem diese verbesserte Auslastung in die PAL-Norm aufgenommen.

Bild 16a zeigt bei verkleinerter Regelzeitkonstante den Vorgang am Regelkreis des RCA-Empfängers mit normaler Auslastung und Bild 16b mit der neuen Auslastung. Die Zweiersequenz im ersten und die Vierersequenz im zweiten Fall ist gut zu erkennen. Der erste Farbsynchronimpuls mit dem geringsten zeitlichen Abstand zum Vertikalsynchronimpuls kann durch eine vom Vertikalimpuls gesteuerte Torschaltung herausgeblendet werden. Dieser Impuls - der in jedem vierten Raster auftritt, das im folgenden als Raster Nr. 1 bezeichnet werden soll - läßt sich zur Gleichlaufsynchrosierung mehrerer PAL-Coder benutzen.

Bild 17 zeigt zusammenfassend noch das Blockschaltbild eines PAL-Modulators. Die ausgetasteten Burstimpulse, die ihm zugeführt werden, lassen sich auf folgende Weise erzeugen: Nach Bild 5 werden bei einem 625-Zeilen-Raster jeweils während neun Zeilen die Farbsynchronimpulse ausgetastet. Diese Auslastung verschiebt sich von Raster zu Raster. Da Burststücke und Burstfolge zusammen immer $2n$ Zeilen lang sein müssen (weil die Burstumschaltung und der Mäander kontinuierlich weiterlaufen), ergibt sich in drei Rastern des Viererzyklus eine Burstfolge von 303 Zeilen und im vierten von 305 Zeilen. Diese Burstimpulse, die in verschiedener Zuordnung zum Vertikalimpuls beginnen und enden, werden zweckmäßigerweise mit Zählern abgezählt und danach gestartet beziehungsweise beendet.

R. Schirmer hat ein solches Gerät gebaut [7]. Die Burstimpulse sollten aus dem S-Gemisch und dem im Coder ohnehin vorhandenen PAL-Mäander hergestellt werden. Aus dem S-Gemisch leitet man dazu V-Impulse verschiedener Lage ab, die zwei Zähler steuern, die die positiven oder negativen Schaltflanken des PAL-Mäanders zählen. Der Zähler Z 1 (Bild 18)

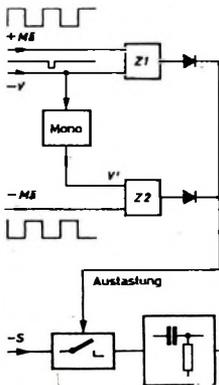


Bild 18. Blockschaltbild eines Burstimpulsgebers mit PAL-Auslastung

gibt nach zwei Flanken des Mäanders M_2 einen Impuls ab, der genau nach den Forderungen für die zeitliche Lage die jeweilige Auslastung beendet oder den Beginn der Burstfolge startet. Schwieriger ist der Beginn der Auslastung zu ermitteln, denn er liegt zeitlich vor dem Vertikalimpuls und kann daher nur durch Abzählen der dazwischenliegenden Mäanderperioden vom Ende des vorhergehenden Rasters an bestimmt werden. Dazu dient der Zähler Z 2. Eine geeignete Verzögerung des startenden V-Impulses sorgt dafür, daß Z 2 in

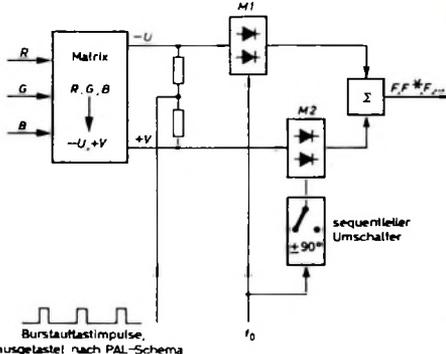


Bild 17. Blockschaltbild des PAL-Modulators mit Burstingang

Zweckmäßigerweise wird die Burstauslastung mit der Burstherstellung kombiniert. Das heißt, die Tastimpulse werden nur für die Zeilen hergestellt, in denen sie benötigt werden. Lage und Breite der Burstauflastimpulse werden von den Horizontal-(H-)Impulsen über Verzögerungsleitungen bestimmt, die die Schaltflanken statt zu den Horizontalimpulsen festlegen [5].

4. PAL-Farbträgerfrequenz

Für PAL wurde eine Offsetbedingung zur Erreichung einer günstigen Kompatibilität festgelegt [8], bei der der Farbträger im 625-Zeilen-System der Bedingung

$$f_{PAL} = \left(n - \frac{1}{4}\right) f_H + \frac{f_v}{2} \quad (n = 284)$$

$$= 4,433\ 618\ 75\ \text{MHz}$$

entspricht. Für NTSC war die Bedingung

$$f_{NTSC} = \left(n - \frac{1}{2}\right) f_H \quad (n = 284)$$

$$= 4,429\ 687\ 5\ \text{MHz}$$

gültig. Bei Umschaltung von Universalempfängern von NTSC auf PAL war daher eine Umschaltung der Oszillatorquarze nötig. Während der europäischen Vergleichsversuche hatte man, um dieses zu vermeiden und PAL ebenfalls mit der NTSC-Frequenz betreiben zu können, während der PAL-Sendungen die Zeilenfrequenz um $0,88 \frac{1}{\infty}$ verringert. Nachdem nun NTSC aus den europäischen Betrachtungen ausgeschieden ist, konnte auch die PAL-Farbträgerfrequenz endgültig auf ihren Optimalwert festgelegt werden. Seit 1. Januar 1966 gilt einheitlich in Europa

$$f_{PAL} = 4,433\ 618\ 75\ \text{MHz}$$

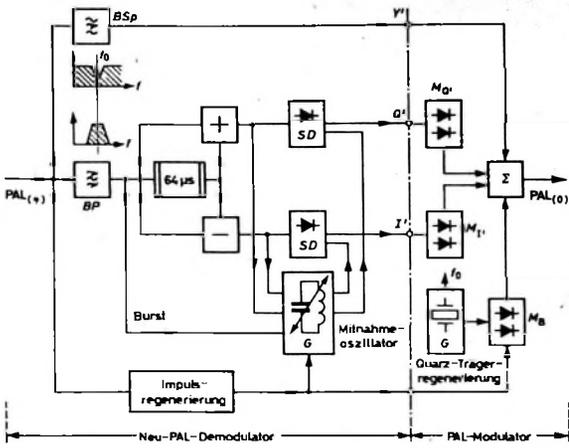


Bild 19. Blockschema eines Fehlerkorrektors mit Neumodulation (Demodulation mit mitgezogenem Oszillator und Neumodulation auf quartzregenerierte Oszillatorfrequenz)

Dem entspricht eine Laufzeit von

$$t_{ph} = 63,943 \mu s,$$

auf die die PAL-Verzögerungsleitung eingestellt werden muß.

5. PAL-Fehlerkompensator [9]

Während der Einfach-PAL-Empfänger ohne Verzögerungsleitung keine sehr großen Phasenfehler zuläßt, kompensiert der sogenannte Standard-PAL-Empfänger, der neben der Verzögerungsleitung einen Quarzoszillator enthält, sehr große Phasenabweichungen [1, 2]. Mit neuen Methoden der Referenzträgersynchronisierung, die nur beim PAL-Empfänger mit Verzögerungsleitung möglich sind, läßt sich ein den Störphasenschwankungen des Signals phasenrichtig nachgesteuerter Referenzträger wiederherstellen [6]. Solche Decoder liefern auch bei sehr großen Übertragungsfehlern ein farbrichtiges Bild. Die Phasenlage der Trägerschwingung des Farbsynchronimpulses wird dann in bezug auf die Bildmodulation so unkritisch, daß die elektronische Überblendung von PAL-Farbbildern im Studio sehr viel leichter durchzuführen ist [10].

Die Vorteile, die diese als Neu-PAL bezeichnete Demodulationsschaltung bietet, sollten allen Farbfernsehempfängern zugute kommen, auch denen, die mit Einfach-PAL-Demodulation arbeiten. Das kann durch einen Fehlerkompensator erreicht werden, der am Ausgang des Studios oder (noch besser) am Eingang des Sendermodulators eingesetzt wird. Zum Empfänger gelangen dabei Signale, die nur dann noch Verzerrungen enthalten, wenn diese auf dem drahtlosen Übertragungsweg entstanden oder durch falschen Abgleich der Empfängerschaltungen verursacht sind. Diese Restfehler können oft schon mit Einfach-PAL-Demodulation, jedoch immer mit Standard-PAL-Demodulation beseitigt werden. Decodierung von U und V nach der Neu-PAL-Methode und Weiterleitung dieser Signale zu einem PAL-Modulator zur anschließenden Neumodulation auf einen Farbträger, der mit einem Kristalloszillator aus den ankommenden Farbsynchronimpulsen hergestellt wurde, liefert ein fehlerfreies Signal für den Sender. Bild 19 zeigt das Blockschema eines derartigen Fehlerkorrektors [9]. Hierbei wird die fehlerhafte Farbinformation aus dem FBAS-Signal entfernt und durch eine neue, fehlerfreie ersetzt. Im Leuchtdichtekanal verwendet man für die Entfernung der Farbmodulation ein Notch-Filter, das aber nicht mehr Information aus dem

Leuchtdichtekanal entfernt, als ohnehin durch die in Farbfernsehempfängern zur Unterdrückung der Farbträgerstörung auf dem Bildschirm benutzten Filter verlorengeht. Trotzdem treten bei einem solchen Filter verschiedene Probleme auf.

Bei einem neuen Verfahren der PAL-Fehlerkorrektur wird die Mittelung zweier PAL-Zeilen zur Bildung eines Kompensationssignals benutzt, das man dem fehlerhaften Signal hinzufügt. Das Verfahren arbeitet ähnlich einer bereits für den Ausgleich der linearen Übertragungsfehler verwendeten Methode [11], bei der fehlende Farbträgerkomponenten phasenrichtig additiv aufgefüllt werden. Zur Korrektur der Farbträgerphase ist ein Kompensationssignal nach Bild 20 zu addieren, der den fehlerhaft gedrehten Farbträgerzeiger in die Soll-Phasenlage zurückdreht. Er läßt sich auf verhältnismäßig einfache Weise gewinnen, wie folgende Rechnung zeigt:

Schreibt man wie üblich [1] für den Farbträgerzeiger in der komplex mit $U + jV$ modulierten Zeile

$$\underline{F} = S \cdot e^{i\alpha} \quad (1)$$

und in der folgenden Zeile

$$\underline{F}^* = S \cdot e^{-j\alpha} \quad (2)$$

und führt die Störmodulation in der Form

$$\underline{F}(+\varphi) = S \cdot e^{i(\alpha + \varphi)} \quad (3)$$

beziehungsweise

$$\underline{F}^*(+\varphi) = S \cdot e^{i(-\alpha + \varphi)} \quad (4)$$

ein, dann kann man in einem sogenannten Modifikator [9] leicht folgende Umwandlung durchführen:

$$\underline{F}(+\varphi) \text{ modifiziert ergibt } \underline{F}^*(-\varphi) \quad (5)$$

und

$$\underline{F}^*(+\varphi) \text{ modifiziert ergibt } \underline{F}(-\varphi). \quad (6)$$

Wird diese modifizierte Signalreihe noch um eine Zeilenlänge verzögert, dann wird aus Gl. (5), Signalkorrelation beider Zeilen vorausgesetzt:

$$\underline{F}^*(-\varphi) \text{ geht über in } \underline{F}(-\varphi) \quad (7)$$

und aus Gl. (6):

$$\underline{F}(-\varphi) \text{ geht über in } \underline{F}^*(-\varphi). \quad (8)$$

Dies ist im Bild 21 veranschaulicht. Gleichzeitig sind jetzt im direkten und verzögerten modifizierten Kanal

$$\underline{F}(+\varphi) \text{ und } \underline{F}(-\varphi) \quad (9)$$

oder

$$\underline{F}^*(+\varphi) \text{ und } \underline{F}^*(-\varphi) \quad (10)$$

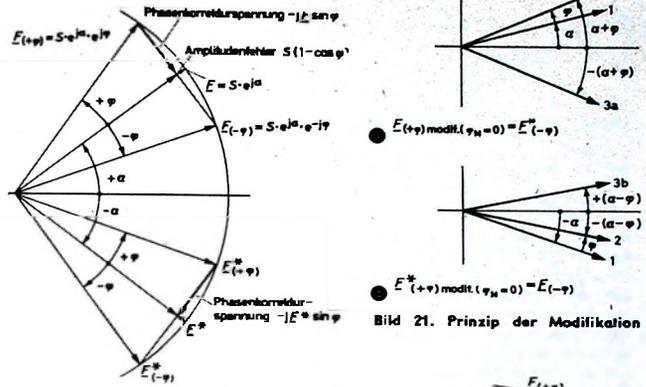
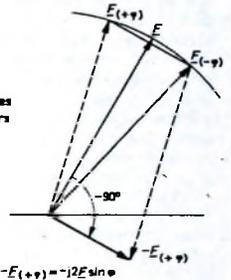


Bild 20. Phasenkorrektur mit Korrekturzeigern

Bild 22. Bildung des Phasenkorrektursignals durch Subtraktion



vorhanden. Subtrahiert man diese beiden Signale, so ergibt sich während einer F-Zeile

$$\frac{1}{2} (\underline{F}(-\varphi) - \underline{F}(+\varphi)) = \frac{\underline{F} e^{-j\varphi} - \underline{F} e^{j\varphi}}{2} \quad (11)$$

$$= -j \underline{F} \cdot \sin \varphi$$

und während der \underline{F}^* -Zeilen

$$\frac{1}{2} (\underline{F}^*(-\varphi) - \underline{F}^*(+\varphi)) = -j \underline{F}^* \cdot \sin \varphi. \quad (12)$$

Das ist im Bild 22 zeichnerisch abgeleitet. Dieses Korrektursignal wird zu dem vollständigen FBAS-Signal addiert, also zu dem darin enthaltenen phasenfehlerbehafteten $\underline{F}(+\varphi)$, und liefert dann

$$\underline{F} \cdot e^{i\varphi} - j \underline{F} \cdot \sin \varphi = \underline{F} \cdot \cos \varphi \quad (13)$$

beziehungsweise in der folgenden Zeile

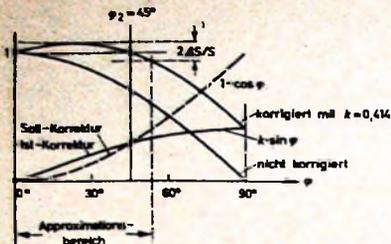
$$\underline{F}^* \cdot e^{j\varphi} - j \underline{F}^* \cdot \sin \varphi = \underline{F}^* \cdot \cos \varphi. \quad (14)$$

Die störende Phasenmodulation in Gl. (3) und Gl. (4) ist jetzt zwar entfernt, aber die ursprüngliche Größe S des Farbträgersignals hat sich in $S \cdot \cos \varphi$ geändert. Ebenso wie bei der die Phasenfehler korrigierenden Demodulation im Empfänger nach dem Standard-PAL-Verfahren, bei der der Farbtonfehler in einen wenig sichtbaren Sättigungsfehler $\Delta S = S(1 - \cos \varphi)$ verwandelt wird, entsteht auch bei dieser Methode der Fehlerkorrektur eine Amplitudenmodulationsänderung des Farbträgers, die im Empfänger zu gleichartigen Sättigungsfehlern führt. Daher muß man zusätzlich weitere Kunstgriffe anwenden, um die bei Phasenfehlern verminderte Trägeramplitude gewissermaßen wieder aufzufüllen. Das erfolgt durch Addition einer weiteren Spannung, deren Modulationszeiger während der Zeilen mit NTSC-Modulation durch

$$F_{\text{NTSC}} = \underline{F}(1 - \cos \varphi) = 2 \underline{F} \cdot \sin^2 \frac{\varphi}{2} \quad (15)$$

beschrieben werden kann. Sie kann innerhalb eines begrenzten Phasenfehlerbereichs von $0 \dots \varphi_{gr}$ durch

$$\underline{F} \cdot k \cdot \sin \varphi \quad (16)$$



approximiert werden (Bild 23) und zunächst zum Beispiel nur für positive Störwinkel φ aus der für die Phasenkorrektur gewonnenen Spannung $-jE \cdot \sin \varphi$ durch Drehung um $+90^\circ$ und Verkleinerung mit dem Faktor k abgeleitet werden. Die Sollamplitude wird exakt erreicht für $\varphi_1=0$ und $\varphi_2=\arctan k$ (Zweipunktabgleich). Im Bild 23 ist diese Approximation für $\varphi_2 = 45^\circ$ dargestellt und in Tab. I das dann verbleibende $\Delta S/S$ für verschiedene Werte von φ_2 zusammengestellt. Wie man erkennt, läßt sich für positive Winkelfehler eine sehr gute Korrektur innerhalb des in der Praxis vorkommenden Phasenfehlerbereiches von 0° bis etwa $\varphi \approx 35^\circ$ erreichen: Für $\varphi_2 = 30^\circ$ bleibt der Amplitudenfehler im

Tab. I. Verbleibender Sättigungsfehler $\Delta S/S$ für verschiedene Werte von φ_2

φ_2	$\frac{\Delta S}{S} \text{ 100 \%}$	φ_{gr}	k
15°	$\pm 0,88 \%$	$18,2^\circ$	$0,132$
30°	$\pm 3,56 \%$	$36,3^\circ$	$0,268$
45°	$\pm 8,23 \%$	$54,5^\circ$	$0,414$
60°	$\pm 15,5 \%$	73°	$0,577$

Bild 23. Amplitudenkorrektur durch Approximation der Funktion $(1 - \cos \varphi)$ durch $k \cdot \sin \varphi$ für positive φ

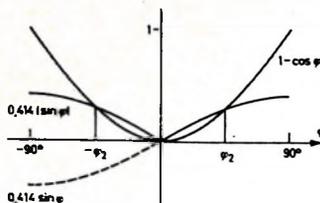


Bild 24. Bildung von $0,414 \cdot |\sin \varphi|$ durch Umpolung von $0,414 \cdot \sin \varphi$ bei negativem Wert von φ

Bereich von $\varphi = 0$ bis $\varphi_{gr} = +36,3^\circ$ kleiner als $\pm 3,6 \%$. Mit einer solchen Dimensionierung wurde der Korrektor vorläufig realisiert.

Für negative Winkel muß die Kompensationsspannung umgepolt werden, so daß aus $\sin \varphi$ dann $|\sin \varphi|$ wird (Bild 24). Dazu wurde ein automatischer Umpoler entwickelt, dessen Beschreibung sich in [9] findet. Bild 25 zeigt ein Blockschema des Gerätes, das noch Burstneumodulatoren in den Impulsgeneratoren enthält. Die Arbeitsweise sei am Vektorkopfbild einer in Form eines Zeilensägezahns phasenmodulierten Spannung beschrieben (Bild 26). Bild 26a zeigt das ungestörte Signal, Bild 26b die eingeführte Phasenmodula-

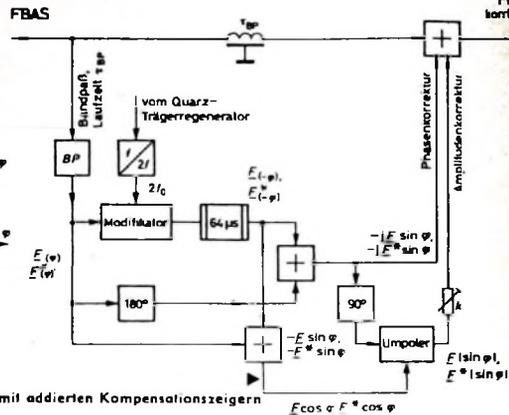


Bild 25. Blockschema des PAL-Korrektors mit addierten Kompensationszeigern

tion, Bild 26c das Signal bei eingeschalteter Phasenkorrektur und Bild 26d das Signal mit zusätzlich zugeschaltetem Amplitudenkorrektor. Hierbei entsteht ein fehlerfreies Signal. Kleine Restfehler in diesem Bilde stammen von Unregelmäßigkeiten des Störphasenmodulators, mit dem die Aufnahmen gemacht wurden.

Die Geschwindigkeit, mit der der Fehlerkorrektor arbeitet, entspricht der Bandbreite des Farbkanals. Auch bei scharfen horizontalen Störphasensprüngen treten keine Phasenfehler auf, und es entfallen die Sättigungsfehler, die bei der Neu-PAL-Decodierung auftreten können, wenn der Mitnahmesynchronisator nicht schnell genug folgt. Damit wurde also ein fast ideales Kompensationsverfahren gefunden.

Schrifttum

- [1] Bruch, W.: Das PAL-Farbfernsehen - Prinzipielle Grundlagen der Modulation und Demodulation. Nachrichtentechn. Z. Bd. 17 (1964) Nr. 3, S. 109-121
- [2] Bruch, W.: Farbfernsehensysteme - Überblick über das NTSC-, SECAM- und PAL-System. Telefunken-Ztg. Bd. 36 (1963) Nr. 1/2, S. 70-88
- [3] Bericht der EBU-Ad-hoc-Gruppe Farbfernsehen. Brüssel, Februar 1965
- [4] Bericht der Studiengruppe I der EBU-Ad-hoc-Gruppe Farbfernsehen über die Tagung in Hannover am 2. und 3. Juni 1965 (unveröffentlicht)
- [5] Bruch, W., Kühn, K., u. Schirmer, R.: Ein transistorisierter Farbfernseh-Coder, umschaltbar für das NTSC- und PAL-Farbfernsehensystem. Telefunken-Ztg. Bd. 38 (1965) Nr. 1, S. 47 bis 77
- [6] Bruch, W.: Neue Methoden der Referenzträgersynchronisierung im PAL-Farbfernsehempfänger. Telefunken-Ztg. Bd. 37 (1964) Nr. 2, S. 100-115
- [7] Schirmer, R.: Impulsgeber für den Farbsynchronimpuls des PAL-Verfahrens. Vortrag auf der 13. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft in Berlin (unveröffentlicht)
- [8] Bruch, W.: Wahl eines Präzisionsoffsets für den Farbblitzträger im PAL-Farbfernsehverfahren. Telefunken-Ztg. Bd. 36 (1963) Nr. 1/2, S. 89-99
- [9] Bruch, W.: Ein neues Verfahren zur zentralen Phasenfehlerkorrektur eines PAL-Farbfernsehensignals (PAL-in-PAL-Transcoder). Rundfunktechn. Mitt. Bd. 9 (1965) Nr. 4, S. 190-198
- [10] Schönfelder, H.: Probleme der Phasensynchronisierung im Farbfernsehstudio. Rundfunktechn. Mitt. Bd. 9 (1965) Nr. 1, S. 33-42
- [11] Bruch, W., u. Kühling, J.: Automatische Entzerrung von linearen Übertragungsfehlern der Farbträgeramplitude (Ausgleichsverstärker). Telefunken-Ztg. Bd. 38 (1965) Nr. 1, S. 78-82

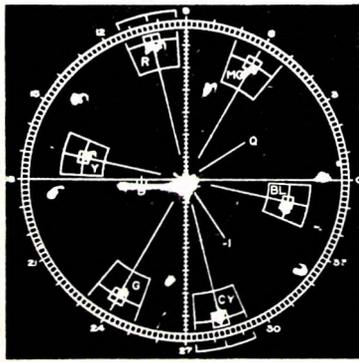
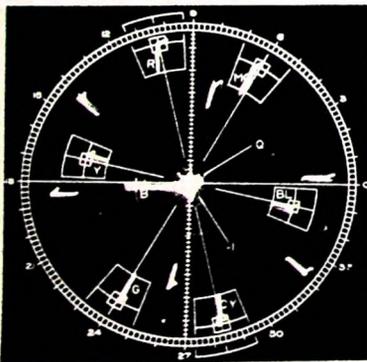
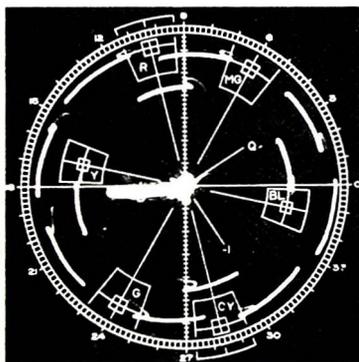
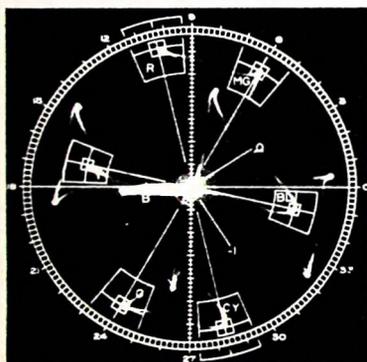


Bild 26. Vektorkopfbild eines Farbbalkentests mit eingeführter Störphasenmodulation nach PAL-Korrektur; a) ungestörtes Signal, b) Signal mit 36° Phasenmodulation, c) Signal nach Einschaltung des Phasenkorrektors (Amplitudenfehler), d) Signal nach Einschaltung von Phasen- und Amplitudenkorrektor (Signal fehlerfrei)

Transformatorloser Bildkipp mit Komplementärtransistoren

Schaltungen mit Komplementärtransistoren, wie sie für transformatorlose Gegenakt-B-Endstufen bekannt sind, eignen sich auch recht gut als Vertikalablenkverstärker für Fernsehempfänger. Im Gegensatz zum Tonverstärker sollen dabei nicht Sinusspannungen, sondern Sägezahn- und Impulsspannungen verstärkt werden. Besonders störend ist der durch die Induktivität der Ablenkspule hervorgerufene Rücklaufimpuls, der zusammen mit dem Sägezahn nicht größer als die Batteriespannung sein kann. Das schränkt natürlich den Aussteuerbereich für den Sägezahn ein. Trotzdem ist der Wirkungsgrad bei Verwendung einer passend ausgewählten Ablenkeinheit durchaus vergleichbar mit dem einer normalen Eintakt-A-

doch die Spuleninduktivität durch einen steilen negativen Spannungssprung. Dieser Sprung findet ein Ende, wenn die Spannung an den Emittlern die Batteriespannung von 11 V überschritten hat. Jetzt wird T3 leitend, und zwar in inverser Richtung; er verhindert dadurch ein weiteres Ansteigen der Spannung. T3 übernimmt einen kleinen Teil des Stromes von T4, und die Spannung an den Emittlern bleibt annähernd konstant. In dieser ersten Phase des Rücklaufs liefert die Spule infolge der durch die Feldänderung entstehenden EMK einen exponentiell abnehmenden Strom, der den Spannungsabfällen am Spulenwiderstand und an den 1-Ohm-Widerständen R19 und R20 sowie der Batteriespannung entgegenwirkt. Vom

Diese berechnete Zeit stimmt recht gut mit den tatsächlichen Verhältnissen überein und wäre nach der europäischen Fernsehnorm auch kurz genug. In der Praxis wird jedoch von den Rundfunkanstalten häufig während des Bildrücklaufs eine Prüfzeile gesendet, die - sofern sie nicht ausgetastet wird - eine „Störung“ am oberen Bildrand verursacht. Es ist deshalb notwendig, den Dunkelastimpuls ausreichend lang zu machen.

Die Schaltung nach Bild 1 enthält keinen Sperrschwingertransformator. Die Rückkopplung vom Ausgang der Schaltung auf die Basis von T1 erfolgt über R20, C6, C7, R21 und C1. R20 und C6 wirken als Siebglied gegen die Zeilenimpulse aus den Ablenkspulen, C7 und R21 als Differenzierglied für die Bildimpulse. C1 bestimmt zusammen mit R1, R2 und R3 hauptsächlich die Kippfrequenz. Die von R19 ausgehende Gegenkopplung auf die Basis von T2 ist eine Stromgegenkopplung. Die Spannung an R19 ist im Bild 4 wiedergegeben.

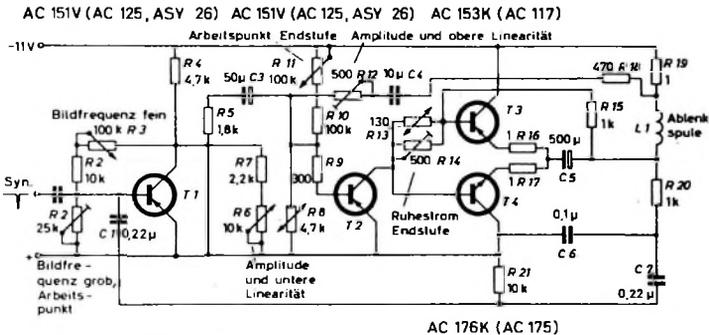


Bild 1. Vertikalablenkschaltung mit Komplementärtransistoren

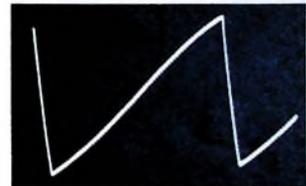


Bild 4. Spannung am Widerstand R19 (0,67 V_{max})

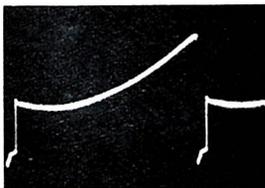


Bild 2. Sägezahnspannung (10,5 V_{max}) am Emittler von T3

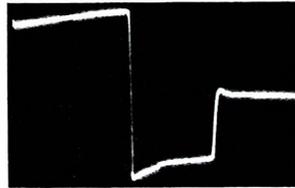


Bild 3. Sägezahnspannung (10,5 V_{max}) am Emittler von T3, jedoch gedehnt

Endstufe mit Transformator oder Drossel. In dem nachstehend beschriebenen Beispiel mit einer Ablenkschaltung nach Bild 1 hat die Ablenkeinheit L1 die Daten: $R_{L1} = 7 \text{ Ohm}$, $L = 10 \text{ mH}$, Ablenkstrom = $670 \text{ mA}_{\text{eff}}$; sie ist für die Bildröhre A 28-13 W bestimmt. Die Batteriespannung ist 11 V.

Während der ersten Hälfte des Hinlaufs führt der Transistor T3 Strom, von der Bildmitte ab Transistor T4. Die Sägezahnspannung an den Emittlern ist durch den Einfluß des Koppelkondensators C5 parabelförmig verzerrt (Bilder 2 und 3), eine Analogie zur parabelförmigen Stromverzerrung durch die Transformatorinduktivität bei normalen Bildkipp-Endstufen.

Der Strom durch den Transistor T4 am Ende des Hinlaufs ist 335 mA. Der Arbeitspunkt der Endstufe ist so eingestellt, daß 1 V Restspannung an T4 vorhanden ist. Der Rücklauf wird durch einen Impuls eingeleitet, der den Transistor T2 sperrt. Der Strom in T4 müßte daraufhin ebenfalls abnehmen, dem widersetzt sich je-

Spulenstrom Null an - in der zweiten Phase des Rücklaufs - liefert T3 einen ansteigenden Strom in die Spule. Der Rücklauf ist beendet, wenn der Strom in T3 eine Größe von 335 mA erreicht hat. Der Rücklaufstrom ändert sich exponentiell.

Die Rücklaufzeit ist

$$t_{\text{R}} = \frac{\lg \left[\frac{U}{R} - \lg \left(\frac{U}{R} - \Delta i \right) \right] \cdot L}{\lg e \cdot R} \quad (1)$$

Hierin bedeutet U die Anfangsspannung, R den Gesamtwiderstand aus $R_{L1} + R19 + R20$, Δi die Stromänderung.

Mit $U = 10 \text{ V}$, $R = 9 \text{ Ohm}$ und $\Delta i = 2 \cdot 335 = 670 \text{ mA}$ wird

$$t_{\text{R}} = \frac{\lg \left[\frac{10}{9} - \lg \left(\frac{10}{9} - 0,670 \right) \right] \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{0,433 \cdot 9} = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

C2 und C4 müssen genau und konstant sein, da sie die Bildgröße und Linearität beeinflussen. Die beiden NTC-Widerstände R8, R9 dienen zur Stabilisierung der Arbeitspunkte gegen Temperaturschwankungen.

Der Kippteil arbeitet im Temperaturbereich $-10 \dots +45 \text{ }^\circ\text{C}$ einwandfrei. Er nimmt einen Strom von 90 mA auf.

Die beschriebene Ablenkschaltung wird in dem neuen vollständig mit Transistoren bestückten Fernsehkontrollempfänger „301“ (Heucke GmbH) angewendet.

Integrierter Schaltkreis für den VHF-Bereich

Marconi bot jetzt auf dem Pariser Bauelemente-Salon den neuen Integrierten Schaltkreis 316-04 in Silizium-Planartechnik an, der den Aufbau einfacher und stabiler VHF-Breitbandverstärker erlaubt. Es handelt sich dabei um den ersten englischen Baustein dieser Art, der im Frequenzbereich von 0 bis über 200 MHz verwendet werden kann. Die bisher in VHF-Breitbandverstärkern übliche Neutralisation ist bei Verwendung dieses Schaltkreises nicht mehr notwendig, da die internen Rückwirkungen extrem niedrig sind. Für die Leistungsverstärkung bei 100 MHz wird ein Wert von 17 dB und bei 150 MHz ein Wert von 14 dB genannt. Der Rauschfaktor bei 100 MHz ist 5 dB. Der Schaltkreis ist in Kaakodeschaltung aufgebaut und kann für Betriebsspannungen bis maximal 25 V sowie bei Arbeitstemperaturen zwischen $-55 \text{ }^\circ\text{C}$ und $+125 \text{ }^\circ\text{C}$ eingesetzt werden. Er ist in einem TO 5-Gehäuse mit acht Anschlüssen eingebaut.

Elektronisches Notizbuch „EN 3“ mit integrierter Schaltung

Das als „Elektronisches Notizbuch“ bekannte Tonband-Taschengerät „EN 3“ von Grundig wird in seiner neuesten Ausführung mit integrierter Halbleiterschaltung gefertigt. Damit kommt die Mikroelektronik erstmals auch bei einem

monolithischen Bauweise in einem nur wenige Millimeter großen Transistorgehäuse (Bild 1). Er beinhaltet mit drei aktiven und fünf passiven Komponenten (Bild 2, unter grauem Ton) die Grundschaltung des dreistufigen Verstärkers für Aufnahme und Wiedergabe. Auf Grund der dabei angewandten gleichstromgekoppelten Schaltungsweise entfallen gegenüber dem bisherigen konventionell aufgebauten und RC-gekoppelten Verstärker zehn weitere Bauelemente, und zwar insbesondere solche, die bisher zur Stabilisierung der Arbeitspunkte der Schaltung notwendig waren. Das geht deutlich aus dem Vergleich mit der bisherigen Schaltung (Bild 3) hervor. Die wenigen außerhalb des Festkörperschaltkreises verbleibenden Bauteile sind zusammen mit der Motorelektronik (Drehzahlregelung) in Druckschaltungstechnik ausgeführt.

Die sowohl durch die Verwendung einer integrierten Schaltung als auch durch die verminderte Anzahl von Einzelbauelementen erheblich verringerte Anzahl von Kontaktierungen erhöht die zuverlässige Funktionsfähigkeit des Gerätes. Weitere Vorzüge sind die geringere Temperaturabhängigkeit des Verstärkers sowie günstigere Raumverhältnisse.

Das kleine handgerechte Taschendiktiergerät weist den heute höchstmöglichen Entwicklungsstand der Schaltungsausle-

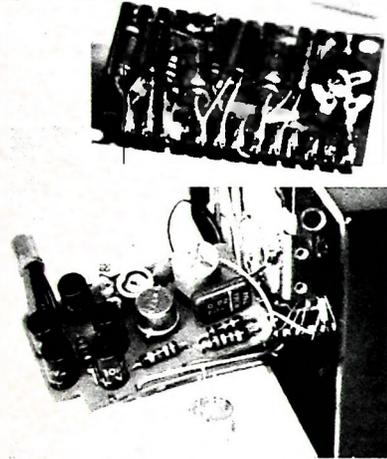


Bild 1. Aus dem „EN 3“ herausgeschwenkte Druckschaltungsplatine mit Verstärker und Motorelektronik. In der Mitte der Platine (und vor dieser): Transistorgehäuse mit integriertem Schaltkreis; ganz oben: bisherige Schaltungsplatte ohne Motorelektronik

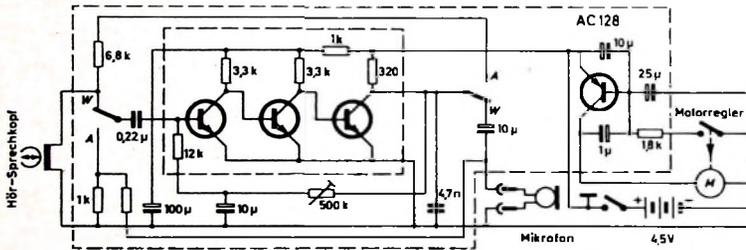


Bild 2. Schaltung des neuen „EN 3“ (Integrierter Schaltkreis unter grauem Ton)

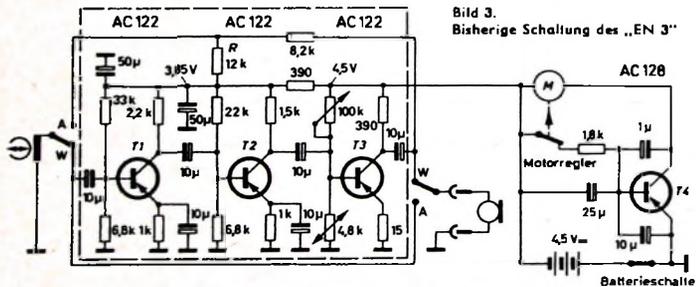


Bild 3. Bisherige Schaltung des „EN 3“

normalen Tonband- beziehungsweise Diktiergerät für den allgemeinen Gebrauch zum Einsatz. Es dürfte sich dabei um das erste serienmäßig hergestellte Gerät mit integrierter Halbleiterschaltung auf dem Gesamtgebiet elektronischer Konsumgüter handeln.

Das mikroelektronische „Herz“ im „EN 3“ bildet ein Festkörperschaltkreis nach der

Angabe auf. Das Gerät arbeitet wie bisher als Halbspurgerät mit 4,35 cm/s Bandgeschwindigkeit und einer 80-m-Tripelband fassenden Einschubkassette, die eine Abspielzeit von 2 x 23 min ergibt. Ein kleines, auf der einen Schmalseite des Gerätes aufsteckbares Mikrofon dient auch zur Wiedergabe. Als Spannungsquelle (4,5 V) dienen drei Mignonzellen.

Persönliches

O. Siewek beging Berufsjubiläum

In diesen Tagen konnte Generaldirektor Otto Siewek auf eine vierzigjährige Branchenzugehörigkeit zurückblicken. Anfang 1926 begann er als junger Kaufmann seinen Berufsweg in der Radio-Branche. Von 1936 bis 1943 war er Geschäftsführer in einem führenden Nürnberger Rundfunk-Einzelhandelsunternehmen. Seit 20 Jahren — am 15. Februar 1946 trat er in die Grundig Werke ein — gehört Otto Siewek zu den engsten Mitarbeitern von Max Grundig. Er wurde mit dem Aufbau der Verkaufsorganisation betraut und 1960 zum Generaldirektor ernannt.

A. Kögl 60 Jahre

Am 26. Februar 1966 vollendete Dipl.-Ing. Alois Kögl sein 60. Lebensjahr. In Würdigung seiner außerordentlichen Verdienste auf dem Vertriebsgebiet Rundfunk/Fernsehen wurde er mit Wirkung vom 1. Februar 1966 zum Abteilungsleiter der Siemens-Electrogeräte AG ernannt.

Im Jahre 1929 trat er in die Dienste des Hauses Siemens ein. Nach einer kurzen Information in Berlin kam er zu Siemens Mailand als Ela-Klangfilm-Spezialist. 1936 wurde er in die Zentrale der Klangfilm GmbH versetzt und mit Aufgaben in Mittel- und Südamerika betraut. Ab 1938 übernahm er dann die Leitung der Klangfilm-Niederlassung für Gesamt-Bayern. Nach dem Krieg betätigte sich Alois Kögl erstmals auf dem Gebiet Rundfunk/Fernsehen. Seine Erfolge in diesem Bereich führten dazu, daß ihm 1950 die Vertriebsleitung für Rundfunk- und Fernsehgeräte im Raum Frankfurt übertragen wurde. 1955 berief ihn die Firma in die Münchner Zentrale. Hier übernahm er bei der Gründung der Siemens-Electrogeräte AG im Oktober 1957 die Leitung der Abteilung Radio und Fernsehen, der er nunmehr als Direktor vorsteht. Seit 1960 gehört Alois Kögl dem Beirat der Fachabteilung 14 im ZVEI an.

N. Meurkens, Leiter der Philips-Verkaufsorganisation

Dipl.-Kfm. N. Meurkens wurde mit Wirkung vom 1. Januar 1966 zum Leiter der Verkaufsorganisation der Deutschen Philips GmbH ernannt. Sein Vorgänger, Direktor Ludwig Staebler, der unlangst das 65. Lebensjahr vollendete, steht der Geschäftsleitung für Sonderaufgaben zur Verfügung.

Direktor N. Meurkens trat nach dem Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Hamburger Universität und dem Examen als Diplomkaufmann im Jahre 1949 bei der Deutschen Philips GmbH ein. Zunächst war er Assistent des Hauptgeschäftsführers und wurde 1956 Stellvertreter des Leiters der Verkaufsorganisation.

H. Möbner, Leiter des Telefunken-Geschäftsbereiches „Geräte“

Dir. Hermann Möbner, Leiter des Fachbereiches „Geräte Mechanik“ der Telefunken AG in Berlin, wurde vom Vorstand des Unternehmens als Nachfolger des verstorbenen Vorstandsmitglieds Dir. Kurt Nowack zum Leiter des Geschäftsbereiches „Geräte“, Sitz Hannover, berufen. Dieser Geschäftsbereich umfaßt die gesamte Entwicklung und Fertigung sowie den Vertrieb aller Fernseh-, Rundfunk-, Tonband-, Diktier- und Phonogeräte sowie elektroakustischer Anlagen der Telefunken AG.

D. Peltz, Leiter des Telefunken-Fachbereiches „Anlagen Informationstechnik“

Ein neuer Fachbereich „Anlagen Informationstechnik“ wurde bei der Telefunken AG unter Zusammenfassung der bis Ende 1965 dem Fachbereich „Anlagen Hochfrequenz“ (Ulm/Donau) unterstellten Fachgebiete „Elektronische Rechenanlagen“ und „Mechanische Anlagen“ gebildet. Zum Arbeitsgebiet dieses Fachbereiches unter der Leitung des Generalbevollmächtigten Dietrich Peltz mit Sitz in Konstanz/Bodensee zählen die Entwicklung und Fertigung sowie der Vertrieb von digitalen, analogen und hybriden Rechenanlagen, elektronisch automatisierten Anlagen, zum Beispiel für Briefverteilung und Postcheckautomatisierung, sowie Magnetgeräten für Studiobetrieb. Der Fachbereich „Anlagen Informationstechnik“ mit Fabriken in Konstanz und Lindau/Bodensee gehört organisatorisch zum Geschäftsbereich „Anlagen“ des Unternehmens.

Aufbau und Eigenschaften von Metall-Oxid-Feldeffekttransistoren

DK 621.382.323

1. Einleitung

Die heute verfügbaren Feldeffekttransistoren lassen sich in zwei Kategorien einteilen. Bei der einen Gruppe ist die Gate-Elektrode mit dem Kanal unmittelbar verbunden (junction-gate field-effect transistor), bei der anderen Gruppe befindet sich zwischen Gate-Elektrode und Kanal eine isolierende Zwischenschicht (insulated-gate field-effect transistor). Für Transistoren der zweiten Kategorie wird als Isolationschicht gewöhnlich thermisch gewachsenes Siliziumdioxid benutzt. Man bezeichnet sie deshalb auch als MOS-Feldeffekttransistoren (MOS = metal-oxide semiconductor).

Die MOS-Feldeffekttransistoren vereinigen in sich die besten Eigenschaften der Elektronenröhren und der bipolaren Transistoren. Sie haben diesen konventionellen Verstärkerelementen jedoch die Unabhängigkeit ihres hohen Eingangswiderstandes von der Polarität der Steuerelektroden (Gate-) Vorspannung voraus. Ein weiterer Vorzug der MOS-Feldeffekttransistoren ist, daß die durch die isolierte Gate-Elektrode abfließenden Leckströme von der Umgebungstemperatur relativ unabhängig sind. In allen anderen Transistoren fließt als Leckstrom der Sättigungssperrstrom eines pn-Übergangs. Dieser Strom verdoppelt sich in Silizium-pn-Übergängen für eine Temperaturzunahme um jeweils 10 °C.

Die Entwicklung der Feldeffekttransistoren bis zur Fertigungsreife ist in der Hauptsache drei Fortschritten auf dem Halbleitersektor zu verdanken. Einmal erlaubten viele im Laufe der Zeit in parallelen Untersuchungen gewonnene Ergebnisse einen tieferen Einblick in die Halbleiterphysik [1], so daß es möglich wurde, Feldeffekttransistoren mit im voraus bestimmbarer Eigenschaften herzustellen. Zum anderen wurden neue Fertigungsverfahren entwickelt, insbesondere die Evaporationsmethode von Weimer [2]. Schließlich entwarfen Hofstein und Heiman [3] eine neue Konzeption eines Feldeffekttransistors: den MOS-Feldeffekttransistor mit isolierter Gate-Elektrode.

2. Prinzipieller Aufbau

Bild 1 zeigt ein elektrisches Verstärkerelement, das bereits 1935 von O. Heil [4] zum Patent angemeldet wurde. Die in der Anordnung mit 3 gekennzeichnete unerschraffierte Fläche wird in der Patentschrift als eine dünne Schicht aus einem halblei-

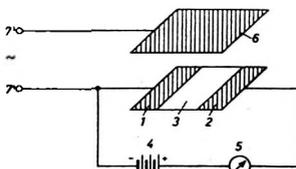


Bild 1. Von O. Heil patentiertes Halbleiterbauelement

tenden Material beschrieben. Die schraffierten Flächen 1 und 2 sollen ohmsche Kontakte darstellen. In unmittelbarer Nähe der Halbleiterschicht, von ihr jedoch elektrisch isoliert, ist eine dünne Metallfolie 6 angeordnet, die als Steuerelektrode dient. Heil fand, daß ein an den Klemmen 7' anliegendes elektrisches Signal über die Steuerelektrode 6 den Widerstand der Halbleiterschicht 3 so verändert, daß dadurch das Signal in dem zweiten, mit der Batterie 4 aufrechterhaltenen Stromkreis verstärkt auftritt. Zum Nachweis dieser Verstärkung kann das Amperemeter 5 dienen. Heute würde man ein solches Verstärkerelement als Feldeffekttransistor mit isolierter Gate-Elektrode bezeichnen.

Zum Vergleich ist im Bild 2 der prinzipielle Aufbau des Feldeffekttransistors

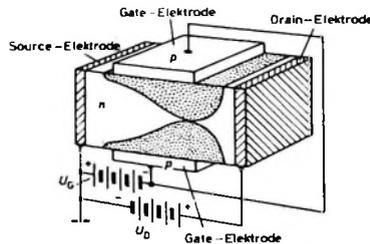


Bild 2. Schematische Darstellung des Unipolar-Feldeffekttransistors nach Shockley

mit verbundener Gate-Elektrode, den Shockley [5] vor vierzehn Jahren vorschlug, dargestellt. Bei diesem Typ benutzt man den Entleerungsbereich eines in Sperrichtung gepolten pn-Übergangs zur Steuerung des wirksamen Querschnitts und damit der Leitfähigkeit eines Blocks aus halbleitendem Material. Die ohmschen Kontakte dieses Feldeffekttransistors werden meist als Source-Elektrode und als Drain-Elektrode bezeichnet und nicht als Emitter und Collector¹⁾. Durch die besondere Bezeichnungsmöglichkeit möchte man zum Ausdruck bringen, daß diese beiden Elektroden des Feldeffekttransistors hauptsächlich Majoritätsträger injizieren beziehungsweise wegschaffen. Für die elektrisch leitende Region zwischen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode hat sich die Bezeichnung Kanal eingebürgert. Die Steuerelektrode, mit deren Hilfe die Raumladung des Kanals kontrolliert wird, ist die Gate-Elektrode. Der so von Shockley konzipierte Feldeffekttransistor mit verbundener Gate-Elektrode wurde später von Dacey und Ross [6] verwirklicht und hinsichtlich seiner Einsatzfähigkeit theoretisch untersucht. Bis vor etwa drei Jahren befand sich jedoch auch dieser Feldeffekttransistor noch mehr oder weniger im Versuchsstadium.

¹⁾ Im angloamerikanischen Sprachraum heißen die Anschlüsse des Feldeffekttransistors einfach „source“ (= Quelle), „drain“ (= Senke, Abfluß) und „gate“ (= Tor).

Aus Bild 3 ist der grundsätzliche Aufbau eines MOS-Feldeffekttransistors ersichtlich. Für das Material der Plattform, auf der die Source-Elektrode, der Kanal, die Drain-Elektrode und die Gate-Elektrode

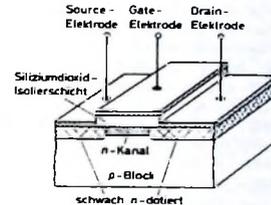


Bild 3. Querschnitt durch den MOS-Feldeffekttransistor nach Hofstein und Heiman

untergebracht sind, kann ein ziemlich inaktiver Halbleiter, wie beispielsweise nahezu eigenleitendes Silizium, Verwendung finden. Die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode sind schwach dotiert. Die Gate-Elektrode ist vom Kanal durch eine Siliziumdioxid-Isolierschicht getrennt. Der Kanalstrom fließt von der Drain-Elektrode durch den Kanal zur Source-Elektrode.

3. Wirkungsweise

Grob betrachtet, ist der MOS-Feldeffekttransistor mit einem elektrischen Kondensator vergleichbar, zwischen dessen Platten sich eine Isolierschicht befindet. Wird auf die eine Platte (die Gate-Elektrode) eine elektrische Ladung gegeben, dann wird auf der entgegengesetzten Platte (dem Kanal) eine gleich große, jedoch entgegengesetzte elektrische Ladung induziert. Je nach der Polarität der induzierten elektrischen Ladung nimmt die elektrische Leitfähigkeit des Kanals, vom Grundzustand aus gemessen, entweder zu oder ab. Bei einem normalen Kondensator werden durch die Modulation der elektrischen Plattenladung jedoch nur sehr schwache Leitfähigkeitsänderungen in der Isolierschicht erzeugt. Unmittelbar bevor es in einem Kondensator mit hochwertigem Dielektrikum beispielsweise zum Ladungsdurchbruch kommt, ist nur etwa ein Prozent der Ladungsträger einer einfachen Atomschicht des Dielektrikums beweglich, und die elektrische Feldstärke zur Erzeugung dieses geringen Effekts liegt in der Größenordnung von etwa 10 MV/cm. In einer brauchbaren Anordnung muß die bewegte Ladung einen großen Anteil der insgesamt für die Leitfähigkeit verfügbaren elektrischen Ladung repräsentieren, und es muß eine beträchtliche Ladungsträgerbeweglichkeit bestehen. Mit Metallen lassen sich diese beiden Eigenschaften nicht leicht erreichen; sie werden jedoch in Halbleitern beobachtet.

Der markanteste Unterschied zwischen dem MOS-Feldeffekttransistor und dem Shockleyschen Feldeffekttransistor mit verbundener Gate-Elektrode besteht darin, daß bei ersterem sowohl eine Verminde-

zung als auch eine Steigerung, bei letzterem jedoch nur eine Verminderung der Raumladung des Kanals für die Transistorfunktion ausgenutzt werden kann. Die Anordnung von Shockley hat den Nachteil, daß wegen der benutzten pn-Verbindung nur die Verminderung der Raumladung des n-Kanals (der n-Kanal hat Elektronenleitung) möglich ist. Wird bei dem Feldeffekttransistor mit verbundener Gate-Elektrode der pn-Übergang in Durchlaßrichtung gepolt, dann fließt ein recht hoher Strom durch die Gate-Elektrode. Das ist ein ähnlicher Nachteil wie der Gitterstrom in einer Elektronenröhre bei positiver Gittervorspannung.

Die Möglichkeit der Ladungssteigerung im Kanal ohne diesen Nachteil wird durch die Verwendung einer isolierten Gate-Elektrode herbeigeführt. Die Möglichkeit der Ladungssteigerung im Kanal ist besonders erwünscht, da sie Großsignalverstärkung ohne oder mit positiver Vorspannung erlaubt und Signalumkehr bei Direktkopplung gestattet, ohne daß eine Arbeitspunktverschiebung des Transistors erforderlich wäre.

Ein weiterer Vorteil der isolierten Gate-Elektrode ist, daß die Leckströme in der Isolierschicht relativ temperaturunabhängig sind und dazu noch um Größenordnungen unter den Leckströmen von Silizium-pn-Übergängen liegen.

4. Ausführungsarten

Für MOS-Feldeffekttransistoren sind insgesamt vier grundsätzliche Ausführungsarten möglich. Bei Entleerungstypen sind im Kanal ohne Gate-Vorspannung viele Ladungsträger vorhanden. Wird der Kanal mittels einer entgegengesetzten Vorspannung (negatives Gate-Potential im Fall eines n-Kanals) entleert, dann resultiert daraus eine Verminderung seiner Leitfähigkeit. In dieser Betriebsweise, die derjenigen des Feldeffekttransistors mit verbundener Gate-Elektrode entspricht, fließt der größere Kanalstrom, wenn die an der Gate-Elektrode anliegende Entleerungsspannung Null ist.

Bei Steigerungstypen sind im Kanal ohne Gate-Vorspannung kaum Ladungsträger vorhanden, und die Kanalleitfähigkeit ist deshalb äußerst gering. Wird die Gate-Elektrode in Vorwärtsrichtung gepolt, dann gelangen mehr Ladungsträger in den Kanal, und seine Leitfähigkeit nimmt entsprechend zu. In MOS-Feldeffekttransistoren dieser Ausführungsart fließt der kleinste Kanalstrom, wenn die Gate-Vorspannung Null ist. Wegen der isolierenden Siliziumdioxidschicht fließt in dieser Betriebsweise hier kein Gate-Strom, im Gegensatz zum Feldeffekttransistor mit verbundener Gate-Elektrode.

MOS-Feldeffekttransistoren, die ohne Gate-Vorspannung eine hohe Kanalleitfähigkeit aufweisen, werden kurz Entleerungstransistoren genannt. Dagegen heißen MOS-Feldeffekttransistoren, die ohne Gate-Vorspannung praktisch keine Kanalleitfähigkeit aufweisen, Steigerungstransistoren. Da beide Typen sowohl mit n-Kanal als auch mit p-Kanal (der p-Kanal hat Löcherleitung) hergestellt werden können, ergeben sich - wie schon erwähnt - insgesamt vier verschiedene Ausführungsarten. Die p-Kanal-Transistoren verhalten sich elektrisch genauso wie die entsprechenden n-Kanal-Transistoren, nur daß bei ihnen alle Polaritäten vertauscht sind.

5. Steigerungstransistoren

Steigerungstransistoren und Entleerungstransistoren unterscheiden sich auch in der geometrischen Zuordnung der Elektroden. Bei Steigerungstransistoren bedeckt die Gate-Elektrode den gesamten Kanal und überlappt sowohl die Source-Zone als auch die Drain-Zone. Jeder unbedeckte gelassene Kanalbereich würde einen hohen Serienwiderstand in der Ersatzschaltung der Gesamtanordnung bedeuten, da ohne Gate-Vorspannung nur wenige Ladungsträger im Kanal vorhanden sind. Die Überlappung verursacht recht große Kapazitäten zwischen der Gate-Elektrode und der Source-Elektrode sowie zwischen der Gate-Elektrode und der Drain-Elektrode, sofern die Siliziumdioxidschicht nicht genügend dick ist.

Man kann von diesen Transistoren zusammenhängende Kaskaden in einer Dichte von annähernd 350 Stück/cm² in einem einzigen Fertigungsgang herstellen [3]. Steigerungstransistoren eignen sich wegen ihrer elektrischen Eigenschaften für digitale Schaltzwecke. Die weiteren Ausführungen gelten jedoch den universeller verwendbaren Entleerungstransistoren.

6. Entleerungstransistoren

Bei Entleerungstransistoren werden die Source-Zone, die Drain-Zone und der Kanal aus dem gleichen Leitfähigkeitsmaterial hergestellt, damit ohne Gate-Vorspannung ein ausreichender Drain-Strom fließen kann. Die Konzentration an freien Ladungsträgern im Kanal ist viel kleiner als der Dotierungspegel in der Source- oder der Drain-Zone. Deswegen ist es schon mit einem schwachen elektrischen Feld in der Siliziumdioxidschicht möglich, einen vollständigen Pinch-off-Effekt herbeizuführen.

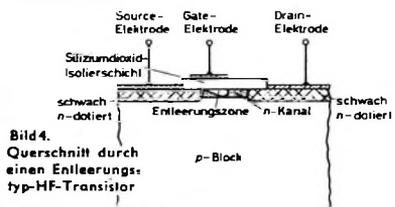


Bild 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines HF-Entleerungstransistors. Im Gegensatz zum Steigerungstransistor ist es beim Entleerungstransistor nicht erforderlich, daß die Gate-Elektrode sowohl die Source-Zone als auch die Drain-Zone überlappt. Es ist daher möglich, Entleerungstransistoren mit recht kleiner Rückwirkungskapazität zwischen Drain-Elektrode und Gate-Elektrode herzustellen. Der unmodulierte Kanalbezirk nahe der Drain-Elektrode steuert im Sättigungsbereich einen noch erträglichen Reihenwiderstand bei. Ein Widerstand in Reihe zur Drain-Elektrode bewirkt lediglich eine Verschiebung der Spannung, bei welcher die Stromsättigung eintritt, zu höheren Werten hin. Solange bei Kleinsignal-Verstärkung der Ausgangswiderstand des Entleerungstransistors gegenüber dem unmodulierten Reihenwiderstand groß ist, tritt nur eine geringfügige Verschlechterung der Verstärkung auf. Dagegen ist mit jedem zur Source-Elektrode in Reihe liegenden Widerstand wegen der entstehenden Gegenkopplung ein nennenswerter Verstärkungsverlust verbunden. Die Gate-Elektrode überlappt aus diesen Gründen bei Entleerungstransistoren gewöhnlich nur

die Source-Zone und läßt die Drain-Zone unbedeckt.

Auf Grund ihres elektrischen Verhaltens eignen sich MOS-Feldeffekttransistoren des Entleerungstyps sehr gut als Kleinsignal-Verstärker für mäßige Ausgangsleistungen. Die obere Grenzfrequenz der Entleerungstransistoren, die durch ihre geometrische Konfiguration bestimmt wird, kann je nach Typ in der Größenordnung von einigen hundert Megahertz liegen.

7. Herstellungsgang

Bei der serienmäßigen Herstellung von MOS-Feldeffekttransistoren wird von ähnlichen Methoden Gebrauch gemacht wie bei der Herstellung schneller bipolarer Silizium-Transistoren. Für einen typischen n-Kanal-Entleerungstransistor ist das Ausgangsmaterial schwach p-dotiertes Silizium. Gewöhnlich benutzt man eine kreisrunde Scheibe. Zunächst wird eine Seite der Siliziumscheibe poliert. Dann bringt man die Scheibe in einen Ofen, um sie schwach oxidieren zu lassen. Mittels einer fotolithografischen Technik wird der entstandene kristalline Oxidüberzug anschließend an den Stellen wieder weggeätzt, die für die Source-Zone und für die Drain-Zone vorgesehen sind. Die so präparierte Scheibe gelangt nun ein zweites Mal in einen Ofen, diesmal zusammen mit einem Element wie Phosphor, das infolge Diffusion in der Source-Zone und in der Drain-Zone eine schwache n-Dotierung hervorruft. Dann entsteht ein mit Oxid bedeckter n-Kanal, der eine Brücke zwischen der Source-Zone und der Drain-Zone bildet. Soweit vorbereitet, wird die gesamte Scheibe mit Metall bedampft. Ein weiterer fotolithografischer Prozeß entfernt alles aufgedampfte Metall wieder, das nicht zur Herstellung der Source-Elektrode, der Drain-Elektrode oder der Gate-Elektrode dient.

Wenn der Herstellungsprozeß soweit gediehen ist, werden die elektrischen Eigenschaften an bestimmten repräsentativen Punkten der Scheibe kontrolliert. Genügt die Scheibe den gestellten Anforderungen, dann wird sie automatisch aussortiert und auf einer Halterung befestigt. Die metallischen Elektrodenflächen erhalten nun Anschlußdrähte, und die ganze Anordnung wird luftdicht gekapselt.

Den Abschluß des Herstellungsprozesses bildet eine Kette elektrischer und mechanischer Tests. Hat der Transistor diese bestanden, dann werden seine Anschlußdrähte elektrisch kurzgeschlossen, um Beschädigungen seiner Siliziumdioxidschicht durch elektrostatische Überschläge während seiner weiteren Handhabung vorzubeugen. (Fortsetzung folgt)

Schrifttum

- 1) Spenke, E.: Elektronische Halbleiter. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965, Springer
- 2) Weimer, P. K.: The TFT - a new thin-film transistor. Proc. IRE Bd. 50 (1962) Nr. 6, S. 1462-1469
- 3) Hofstein, S. R., u. Heiman, F. P.: The silicon insulated-gate field-effect transistor. Proc. IEEE Bd. 51 (1963) Nr. 9, S. 1180-1202
- 4) Heil, O.: Improvements in or relating to electrical amplifiers and other control arrangements and devices. Brit. Patent Nr. 439.457 vom 28. Sept. 1939
- 5) Shockley, W.: A unipolar field-effect transistor. Proc. IRE Bd. 40 (1952) Nr. 11, S. 1365-1376
- 6) Dacey, G. C., u. Ross, I. M.: The field-effect transistor. Bell Syst. techn. J. Bd. 34 (1955) Nr. 11, S. 1149-1189

Yagiantennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 4, S. 129

DK 621.396.67.3

7. Aufbau bekannter Antennentypen

Antennentypen, die sich in die hier gewählte Systematik eingliedern lassen, sind in einer Vielzahl bekannt. Auf einige Beispiele sei kurz eingegangen.

Für zirkulare Polarisation ist zum Beispiel die Helical-Antenne (Wendelantenne) üblich. Sie setzt sich aus einem Erregersystem etwa nach Bild 2 und einem Wellenleiter nach Bild 12i oder Bild 12j zusammen. Meistens wird sie so dimensioniert, daß eine besondere Übergangszone entfallen kann.

Besonders bei Amateuren ist die Cubical-Quad-Antenne bekannt und verbreitet. In üblicher Dimensionierung ist sie elliptisch polarisiert und daher relativ unempfindlich gegen Polarisationsdrehungen während der Ausbreitung der Wellen. Sie setzt sich aus einem Erregersystem nach Bild 3c (verschiedene Speisungsarten möglich) und - bei großen Ausbaustufen - aus einer Übergangszone sowie einem Wellenleiter nach Bild 12m zusammen. Da es vielen Amateuren nicht möglich ist, solche Antennen von vornherein optimal zu dimensionieren, benutzen sie einen Kunstgriff, um zu günstigen Ergebnissen zu gelangen. An den einzelnen Rahmen werden kurzgeschlossene oder offene Sticheleitungen angebracht; mit diesen ist eine Transformation von Blindkomponenten in die einzelnen Grundelemente möglich. Es werden also durch Probieren (das kann allerdings sehr langwierig und vielleicht sogar unbefriedigend sein) die erforderlichen optimalen Phasenbeziehungen eingestellt. Größere Strukturen dieser Art könnte man (als modifizierte Yagiantennen) mit „Rahmen-Yagiantennen“ bezeichnen.

Die einfacheren Yagiantennen bedürfen kaum einer näheren Erläuterung. Der Vollständigkeit halber sei nur kurz noch auf die Kreuzyagis für Kreuzpolarisation hingewiesen, die aus zwei ineinandergeschachtelten Yagis mit einer um 90° gedrehten Polarisationssebene bestehen.

Yagiantennen haben größte Bedeutung in der VHF- und UHF-Empfangsantennentechnik für Rundfunk und Fernsehen erlangt. Interessant sind in diesem Zusammenhang besonders auch Breitband- und Superbreitbandantennen, deren Verwendung speziell im UHF-Bereich noch ständig zunimmt, und zwar vor allem im Zusammenhang mit weiteren Fernsehprogrammen in Schwarz-Weiß und Farbe.

Für diesen Anwendungszweck ist eine Vielzahl von Konstruktionen möglich und bekannt, so die Kombination von Erregersystemen nach den Bildern 8b bis 8f oder den Bildern 9a bis 9d mit Wellenleitersystemen, im einfachsten Fall nach Bild 12d. Andere modifizierte Systeme (etwa nach den weiteren Beispielen von Bild 12) ergeben eine zusätzliche Vielzahl an Typen mit den unterschiedlichsten Eigenschaften. Nicht zu vergessen sind dabei auch die Gestaltungsmöglichkeiten der Wellenleiter nach den Bildern 13 und 14; solche Antennen sind für eine Bandbreite, die den gesamten Bereich IV/V von 470...790 MHz einschließt, oder für noch größere Bandbreiten dimensionierbar.

Im vorgesehenen Rahmen ist es nicht möglich, die Berechnung von Antennen in Einzelheiten anzugeben. Der mathematische Aufwand ist dafür viel zu umfangreich, so daß diese Arbeiten den Spezialisten und Entwicklungslabors vorbehalten sind.

Interessenten für den Selbstbau von Antennen finden im einschlägigen Schrifttum viele Hinweise. So sind in [1] Antennen für alle praktisch vorkommenden Anwendungsfälle in allen Bereichen (lineare Polarisation) mit exakten Dimensionierungsangaben aufgeführt.

8. Forderungen an Empfangsantennen für den Fernbereich IV/V

Die Forderungen, die eine Fernsehempfangsantenne als Superbreitbandantenne für den gesamten Bereich IV/V erfüllen müßte, sollen nachstehend erläutert werden. Der Fernsehteilnehmer wird grundsätzlich, unabhängig von allen technischen Zusammenhängen, auf allen Kanälen ein gleich gutes Fernsehbild verlangen. Diese Forderung kann technisch als gleicher Störabstand auf allen Kanälen verstanden werden. Schließt man die äußeren Störungen dabei aus, dann erhält man das Signal-Rausch-Verhältnis am Empfänger als Kriterium. Die Teilgrößen, die letzten Endes dieses Signal-Rausch-Verhältnis bestimmen, sind jedoch zum größten Teil frequenzabhängig, einige können dagegen unabhängig beeinflusst oder festgelegt werden.

Betrachtet man die Übertragungskette zwischen Sender und Empfänger, dann erhält man die folgenden Glieder, von denen das Signal-Rausch-Verhältnis beeinflusst wird:

1. die Strahlungsleistung des Senders,
2. die Ausbreitungsämpfung zwischen Sender- und Empfangsantenne,
3. die Empfangsantenne,
4. die Ableitung zwischen Antenne und Empfänger,
5. der Empfänger selbst beziehungsweise genauer die Rauschzahl des Empfängers.

In der Praxis liegt meistens der Fall vor (oder ist für die Zukunft vorgesehen), daß alle Sender für die verschiedenen Programme eines Versorgungsgebietes gleichen Standort und - zumindest im gleichen Frequenzbereich - gleiche Strahlungsleistung haben. Beim Fernsehteilnehmer kann man also somit die Senderstrahlungsleistung als konstant betrachten und als Bezugsgröße wählen. Das Signal-Rausch-Verhältnis wird bei dieser Voraussetzung von den Gliedern 2 bis 5 bestimmt. Diese Größen sind jedoch alle frequenzabhängig. Die Größen 2, 4 und 5 bedingen dabei eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses mit höher werdender Frequenz infolge zunehmender Dämpfung oder zunehmender Rauschzahl. Ein Ausgleich dieses resultierenden Frequenzganges könnte durch einen geeigneten optimalen Frequenzgang des Gewinns der Empfangsantenne erfolgen. Dazu seien die Glieder der Übertragungskette einzeln betrachtet.

Die Ausbreitungsämpfung zwischen Sender- und Empfangsantenne bestimmt hauptsächlich in Verbindung mit der Strahlungsleistung des Senders bei gegebener Empfangsanlage die Reichweite der Sender. Da es in diesem Zusammenhang nur auf die Unterschiede des Empfangs von Bereich-IV- und Bereich-V-Sendern ankommt, braucht man die absolute Strahlungsleistung und absolute Ausbreitungsämpfung nicht zugrunde zu legen. Es genügt, die Strahlungsleistung als konstant anzusehen und nur den Frequenzgang der Ausbreitungsämpfung zu betrachten. Dieser Frequenzgang ist dabei als unabhängig von der Entfernung Sender - Empfänger anzusehen. Die Fragen der Reichweite eines Senders werden also von den hier angestellten Betrachtungen nicht berührt, sie ergeben sich aus den absoluten Kennwerten der Glieder der Übertragungskette und natürlich aus den örtlichen Gegebenheiten (geografische Lage usw.). Der Frequenzgang der Ausbreitungsämpfung ist als Kurve *a* im Bild 16 dargestellt. Es handelt sich bei allen Kurven des Bildes 16 um den Dämpfungsunterschied Δa in dB der Dämpfungen bei Frequenzen bis 790 MHz im Bereich IV/V zu den Dämpfungen bei der Frequenz 470 MHz am unteren Bereichende.

Das nächste Glied der Kette, außer der Empfangsantenne, ist die Ableitung zwischen Sender und Empfänger. Auch hier müssen bei der Betrachtung hinsichtlich der Optimalwerte einige Einschränkungen gemacht werden. Vielfach ist es üblich, VHF- und UHF-Antenne auf ein gemeinsames Ableitungskabel zu schalten. In diesem Fall sind Antennen- und Empfängerweichen erforderlich. Diese haben eine zum Teil erhebliche Durchlaßämpfung und einen Dämpfungsfrequenzgang in den jeweiligen Bereichen. Weichen sollen jedoch in der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt werden; sie sind nur anwendbar bei hohen Feldstärken und Antennenspannungen, wo diese Zusatzdämpfung praktisch keinen Einfluß hat. In größeren Antennenanlagen wird ihre Zusatzdämpfung durch die dort eingesetzten Verstärker mit ausgeglichen. Kommt es in Einzelanlagen aber auf jedes dB Spannungsunterschied am Empfänger an, dann sind getrennte Ableitungskabel von den speziellen Antennen zum Empfänger

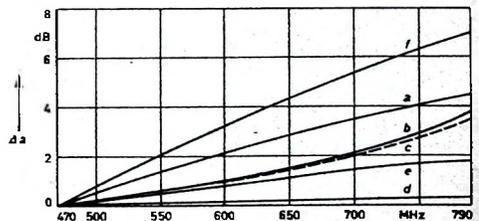


Bild 16. Dämpfungsfrequenzgänge Δa , bezogen auf $f = 470$ MHz: a) Ausbreitungsämpfung, b) gutes Koaxialkabel je 100 m, c) übliche 240-Ohm-Bandleitungen je 10 m im praktischen Betrieb, d) übliche Symmetrierglieder, e) Rauschzahlzunahme für Transistorstufen oder Transistorverstärker, f) Dämpfungsfrequenzgang für das im Text genannte Beispiel



Bild 17. 28-Element-UHF-Superbreitbandantenne von VEB Antennenwerke, Bad Blankenburg/Thür.

zweckmäßig. Die Kabel sollen dabei in ihren elektrischen Werten konstant sein und besonders geringe Dämpfung aufweisen. Es kommen also nach diesen Forderungen ausschließlich Koaxialkabel in Frage. Als besonderes Kennzeichen haben solche Kabel ein lufttraumhaltiges Dielektrikum und einen möglichst großen Durchmesser des Dielektrikums. Die Anwendung von 240-Ohm-Bandleitung im UHF-Bereich ist technischer Unsinn, das wurde in der Fachliteratur bereits mehrfach nachgewiesen. Auch unter dem hier zu Grunde liegenden Aspekt des Frequenzganges der Dämpfung ist die Unzweckmäßigkeit zu erkennen. Als einzige Entschuldigung für die dennoch weite Verwendung solcher Leitungen auch im UHF-Bereich sind der relativ niedrige Preis der Bandleitungen und die hohen Feldstärkewerte in den Nahversorgungsgebieten der Sender anzusehen.

Den Dämpfungsfrequenzgang guter Koaxialkabel zeigt Kurve b des Bildes 16. Diese Kurve gibt die Werte für 100 m Kabel an; bei den in der Praxis verwendeten Ableitungslängen sind die Werte entsprechend umzurechnen. Als Vergleich wurde auch noch der Dämpfungsfrequenzgang für eine 240-Ohm-Bandleitung unter im Betrieb vorherrschenden Bedingungen als Kurve c im Bild 16 eingetragen. Es ist zu beachten, daß diese Kurve jedoch für eine Leitungslänge von nur 10 m gilt. Hieraus ist zu ersehen, daß eine solche Leitung für hohe Ansprüche völlig inakzeptabel ist. Bei sehr starker Verschmutzung und Nässe verschlechtern sich die Werte der Kurve c noch erheblich.

Beim UHF-Empfang sind immer Symmetrierglieder erforderlich. Der Tunereingang ist grundsätzlich unsymmetrisch. Wird 240-Ohm-Bandleitung benutzt, dann muß am Empfänger (Tuner) ein Symmetrierglied benutzt werden; wird dagegen an einem Gerät mit 60-Ohm-Koaxialeingang ein Koaxialkabel verwendet, dann ist ein Symmetrierglied an der Antenne erforderlich. Den Dämpfungsfrequenzgang guter Symmetrierglieder zeigt Kurve d.

Moderne Geräte haben als UHF-Tuner einen Transistortuner mit entsprechend kleiner Rauschzahl; Röhrentuner mit ihren sehr schlechten Werten bezüglich der Rauschzahl sind technisch überholt. Bei diesen Betrachtungen werden daher Tuner oder Vorverstärker mit Transistoren zugrunde gelegt. Den Frequenzgang der Rauschzahl (in dB) eines Transistortuners oder Transistorvorverstärkers mit zur Zeit üblichen Transistoren gibt Kurve e wieder.

Um den Gesamtdämpfungsfrequenzgang der Übertragungskette zu erhalten, muß man die Werte der jeweiligen Kurven addieren. Als Beispiel sei kurz eine Empfangsanlage mit einem Empfänger mit Transistortuner, 12 m Koaxialkabel und Symmetrierglied an der Antenne betrachtet. Zunächst sind dabei die Werte der Kurven a (Ausbreitungsdämpfungsfrequenzgang), d (Symmetrierglied) und e (Rauschzahl) zu addieren. Da die Ableitungslänge mit 12 m angenommen ist,

müssen die Werte der Kurve b (Koaxialkabel: $\Delta x/100$ m) erst mit 0,12 multipliziert und dann zu den anderen Werten addiert werden. Als Ergebnis erhält man die Kurve f im Bild 16.

Soll in dieser Empfangsanlage also ein gleich gutes Bild, das heißt gleicher Signal-Rausch-Abstand auf allen Kanälen des Bereiches IV/V erzielt werden, dann besteht die Möglichkeit, das mit einer Empfangsantenne (UHF-Superbreitbandantenne) zu erreichen, die den (angenähert) gleichen Frequenzgang des Gewinns wie die Kurve f im Bild 16 aufweist. Werden mehrere Spezialantennen verwendet, dann ist die erforderliche Gewinndifferenz dieser Antennen in gleicher Weise bei den verschiedenen Frequenzen zu bestimmen (bei Zusammenschaltung muß jedoch zusätzlich die Weiche berücksichtigt werden). Aus den vorstehenden Betrachtungen ist weiter zu ersehen, daß eine geeignet dimensionierte Superbreitbandantenne mit einem schmalbandigen fernabstimmbaren Transistorverstärker [2] in der Anschlußdose (elektronische Antenne) eine sehr gute Lösung dieses Problems ist.

9. Beispiel einer UHF-Superbreitbandantenne mit 28 Elementen

Auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1965 wurde vom VEB Antennenwerke Bad Blankenburg eine UHF-Superbreitbandantenne mit 28 Elementen vorgestellt (Bild 17). Diese Antenne wurde nach vorstehender Systematik dimensioniert. Sie ist in der beschriebenen Art in drei Wirkungsgebiete gegliedert. Das Erregersystem besteht aus acht Schleifendipolen und einer Reflektorwand mit sechs Elementen. Die Schleifendipole sind so dimensioniert und über eine Leitung gespeist, daß sich ein nahezu frequenzunabhängiges Verhalten des Erregersystems ergibt (vergleichbar mit dem logarithmisch-periodischen Dimensionierungsprinzip). Die Speisepunkte weisen dabei keinerlei Isolationsmaterial auf (Luftisolation), so daß die Eigenschaften auch weitgehend wetterunabhängig sind. Mit einem solchen Erregersystem ergeben sich eine sehr gute Vorbündelung und insbesondere ein sehr gutes überdurchschnittliches Vor-Rück-Verhältnis im gesamten Bereich und die entsprechende Breitbandigkeit der gesamten Antenne. Die Vorbündelung wird dabei besonders durch das gespeiste Strahlersystem erreicht. Die Reflektorwand erhöht ausschließlich das Vor-Rück-Verhältnis. Sie ist optimal dimensioniert; eine dichtere Belegung mit Elementen bringt keine weiteren Vorteile. Die Übergangszone schließt sich an das Erregersystem an und besteht hier aus den drei folgenden Elementen; sie bietet keine weiteren Besonderheiten. Der Wellenleiter wurde in einer Ebene ausgeführt. Er besteht aus insgesamt elf Elementen und ist

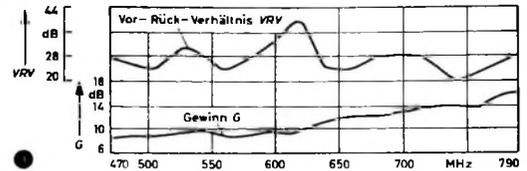
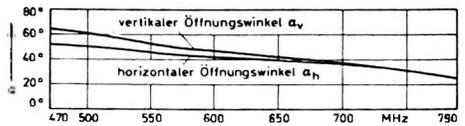


Bild 18. Frequenzabhängigkeit der Strahlungseigenschaften der 28-Element-Superbreitbandantenne nach Bild 17: a) Gewinn und Vor-Rück-Verhältnis, b) Öffnungswinkel



in seiner Gesamtheit homogen aufgebaut. Die Dimensionierung der Antenne erfolgte für den in Europa zur Zeit genutzten Frequenzbereich von 470 ... 790 MHz; eine Dimensionierung für einen größeren Bereich, wie er zum Beispiel in den USA genutzt wird, ist ohne weiteres möglich. Der Fußpunktstand der Antenne ist 240 Ohm.

Die Frequenzgänge des praktischen Gewinns, der Öffnungswinkel und des Vor-Rück-Verhältnisses im gesamten Bereich sind aus Bild 18 ersichtlich. Mit diesen Werten ist ein praxisgerechter Betrieb der Antenne bei allen Kanälen des Bereiches IV/V (K 21 ... K 60) möglich. Besonders durch den stetig ansteigenden Gewinn bis zur höchsten Frequenz (Kanal 60) ist ein gleich guter Empfang aus gleicher Richtung einfallender Sender (auch in der Zukunft) gesichert. Der Frequenzgang des Gewinns entspricht dabei den im Abschnitt 8 erläuterten Forderungen in optimaler Weise. Abweichungen des Gewinnverlaufs von den optimalen Werten in der Größe bis 1,5 dB sind als zulässig zu betrachten, da sie vom Fernsehteilnehmer nicht oder nur selten bemerkt werden. Praktische Empfangsergebnisse haben die auf Grund der technischen Daten zu erwartenden Empfangsergebnisse bestätigt.

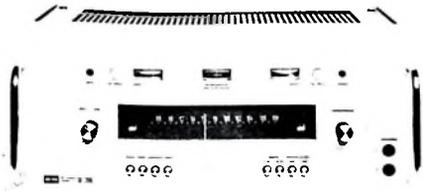
Schrifttum

- Rothe, G., u. Spindler, E.: Antennenpraxis, 2. Aufl. Berlin 1966, VEB Verlag Technik
- Bomhardt, K., Neuhauser, J., u. Hartrumpf, R.: Reaktanzdioden-Abstimmung von VHF- und UHF-Antennenverstärkern. Internat. Elektron. Rdsh. Bd. 18 (1964) Nr. 12, S. 694, 696, 698, 700 u. 702

Weiteres Schrifttum

- Ehrenspeck, H. W., u. Poehler, H.: Eine neue Methode zur Erzielung des größten Gewinns bei Yagi-Antennen. Nachrichtentechn. Fachber. 1958, Nr. 12
- Franz, K., u. Lassen, H.: Antennen und Ausbreitung; Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik, 2. Bd. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956, Springer
- Jasik, H.: Antenna engineering handbook. New York 1961, McGraw-Hill
- Megla, G.: Dezimeterwellentechnik, 5. Aufl. VEB Verlag Technik
- Spindler, E.: Eigenschaften von VHF- und UHF-Richtantennen und ihre Messung. radio u. fernsehen Bd. 14 (1965) Nr. 5, S. 133 bis 134, Nr. 6, S. 165-167, u. Nr. 7, S. 201-203
- Spindler, E.: Anpassung von Halbwelldipolen an das Energiekabel. radio u. fernsehen Bd. 13 (1964) Nr. 14, S. 439-442
- v. Trentini, G.: Wellenführende Systeme für Längsstrahler. Nachrichtentechn. Z. Bd. 12 (1959) Nr. 10, S. 501-508
- v. Trentini, G.: Flachantenne mit periodisch gebogenem Leiter. Frequenz Bd. 14 (1960) Nr. 7, S. 239-243
- Uda, S., u. Mushiake, Y.: Yagi-Uda-Antenna. Sendai 1954, Sasaki Print. and Publ. Co.

Stereo-Studio-Kontrollempfänger „SE-200“

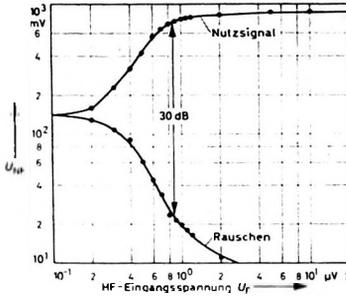


Ansicht des Stereo-Kontrollempfängers „SE-200“

Zur Überwachung und Qualitätskontrolle der ausgestrahlten Sendungen werden bei den Rundfunkanstalten Kontrollempfänger verwendet, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften den erhöhten Anforderungen des Studiobetriebs genügen müssen. Einen derartigen Kontrollempfänger für Stereo- und Mono-Rundfunksendungen liefert Klein + Hummel unter der Typenbezeichnung „SE-200“. Dieser Empfänger, der in einem Einschub-Gehäuse nach DIN 41 490 mit 276 mm Tiefe untergebracht ist, empfängt den Frequenzbereich 87,5...108 MHz und hat eine Empfindlichkeit von 1,3 μ V für 30 dB Signal-Rausch-Abstand und 47,5 kHz Hub. Die Begrenzung setzt bei 1,5 μ V Eingangsspannung ein. Bezogen auf eine Eingangs-EMK von 200 μ V und 47,5 kHz Hub, ist der Fremdspannungsabstand 68 dB. Für die Trennschärfe, die mit zwei HF-Spannungen von 0,1 und 1 mV im Abstand von 300 kHz bei 47,5 kHz Hub und 96 MHz gemessen wurde, werden 60 dB angegeben.

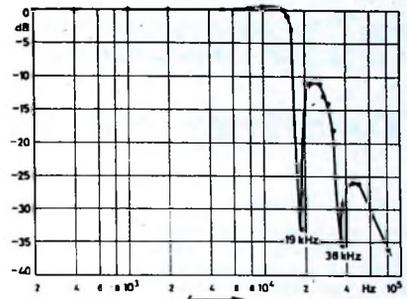
Die Stereo-Mono-Umschaltung kann automatisch bei Eintreffen eines Pilottones über Relais oder wahlweise von Hand erfolgen. Bei eingeschalteter Rauschsperrung wird der Empfänger bei Eingangsspannungen von weniger als 1 μ V gesperrt.

Der HF-Teil (27 Trans + 20 Halbleiterdioden) arbeitet mit vier durch einen Vierfachdrehkondensator abgestimmten Kreisen. Als Abstimmhilfen sind zwei Meßinstrumente vorhanden, von denen das eine die relative Antennenspannung anzeigt, während das zweite zur Kontrolle der Abstimmung auf den Nulldurchgang der Diskriminatorspannung dient. Um im



Nutzsignal U_{NY} und Rauschen in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung U_E

+ 6 dB (1,55 V) Ausgangsspannung an 300 Ohm bei 47,5 kHz Hub ab (Übersteuerungsgrenze +22dB). Die Ausgangsspannung läßt sich mit getrennten Pegelreglern und Pegelmessern auf den genauen Wert von + 6 dB einregeln. Bei diesem Ausgangspegel bleibt der Gesamtklirrfaktor im Bereich 30...15 000 Hz unter 0,6%. Die



Dämpfungsfrequenzgang des Pilottonfilters

über alles gemessene Stereo-Kanaltrennung ist 40 dB bei 1 kHz und 47,5 kHz Hub. Für eine weitgehende Pilottonunterdrückung sorgt ein in den NF-Weg einschaltbares Pilottonfilter, das die Frequenzen 19 und 38 kHz um mehr als 30 dB absenkt, so daß sich eine Gesamtunterdrückung von 52 dB bei 19 kHz und von 55 dB bei 38 kHz ergibt.

Der Empfänger ist netzgespeist (220 V, 50...60 Hz, 30 W). HF-Teil und NF-Teil haben eigene Stromversorgungsteile, die mit dem Netzschalter gemeinsam geschaltet werden. Ra.

Betriebsstundenzähler für Hi-Fi-Abspielgeräte

Jedem Schallplattensammler ist bekannt, daß der Abtaststift eines Tonabnehmer-systems nur begrenzte Lebensdauer hat und daß ein abgenutzter oder gar beschädigter Saphir oder Diamant die Schallrillen schwer beschädigen kann. Deshalb bemühen sich insbesondere die Besitzer von Hi-Fi-Anlagen oder wertvollen Schallplattensammlungen darum, die Nadel ihres Abtastsystems regelmäßig zu kontrollieren. Die so oft empfohlene Prüfung mit Hilfe eines kleinen Spezialmikroskops ist insofern etwas problematisch, als sich zwar Beschädigungen oder starker Abschleiß gut erkennen lassen, die Entscheidung darüber aber, wo bei hohen Ansprüchen die Grenze zwischen gut und schlecht liegt, oft nicht einfach ist. Viele Hi-Fi-Freunde ziehen deshalb gern die Betriebsstundenzahl als Kriterium für den Zeitpunkt des Nadelwechsels mit heran und wechseln den Abtaststift vorsorglich nach einer bestimmten Betriebsstundenzahl auch dann aus, wenn unter dem Mikroskop noch keine Beschädigungen oder wesentlichen Abnutzungen erkennbar sind. Falls mechanische Beschädigungen keinen früheren Wechsel erforderlich machen, pflegen Hi-Fi-Freunde den Abtaststift nach etwa 50 Betriebsstunden zu wechseln, manchmal aus Sicherheitsgründen sogar schon nach 30 Stunden. Für Diamant-Abtaststifte kann man etwa die zehn- bis zwanzigfache Betriebsstundenzahl erwarten.

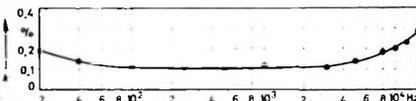
Der lebenswerte Vorsatz, über die Betriebsstundenzahl des Abtasters Buch zu führen, scheiterte bisher meistens daran, daß ein zuverlässiges und nicht zu teures Gerät auf dem Markt fehlte. Hinzu kommt, daß die Abmessungen vieler Betriebsstundenzähler für den nachträglichen Einbau in handelsübliche Zargen zu groß sind. Der Betriebsstundenzähler „Horacont“ (Hersteller: J. Bauser, 7241 Empfingen bei Horb) ist für diesen Zweck besonders gut geeignet, denn das Gehäuse von 65 mm Tiefe ist nur etwa 50 mm breit

und 25 mm hoch. Den Abschluß auf der Vorderseite bildet ein vernickelter (auf Wunsch auch schwarz lackierter) Frontrahmen (Bild 1). Das Modell „550“ mit 6stelligem Zählwerk - davon zwei Dezimalstellen - wird mit freiem Anschlußkabel geliefert. Statt dessen sind aber auch Ausführungen mit Anschlußklemmen und mit Stecker erhältlich. Da die Wichtigkeit eines solchen Betriebsstundenzählers unbestritten ist und der Preis des „Horacont 550“ etwa 2...3% einer mittleren Hi-Fi-Anlage nicht überschreitet, sollten die Hersteller von Hi-Fi-Abspielgeräten ernsthaft erwägen, in ihren Spitzenmodellen eine Möglichkeit zum bequemen nachträglichen Einsetzen eines Betriebsstundenzählers vorzusehen.

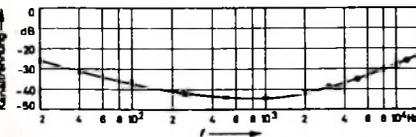


Bild 1. Betriebsstundenzähler „Horacont 550“

Anfängliche Bedenken wegen der Möglichkeit des Einstreuens von magnetischen Störfeldern und einer dadurch bedingten Erhöhung der Brummspannung haben sich bei eingehenden Versuchen als gegenstandslos erwiesen. Das magnetische Streufeld des eingebauten 2-W-Synchronmotors ist so schwach, daß bei Versuchen mit fünf Typen von magnetischen Abtastsystemen sowie bei Abspielgeräten mit und ohne eingebauten Entzerrer-Vorverstärker auch in ungünstigen Fällen niemals eine merkbare Erhöhung der Brummspannung auftrat. Auch der Einbauort innerhalb verschiedener Zargen war ohne Einfluß. Sollte in Sonderfällen doch einmal ein Anstieg des Brummpegels auftreten, dann sei vorsorglich darauf hingewiesen, daß der „Horacont“ gegen Mehrpreis auch mit einer zusätzlichen magnetischen Abschirmkappe ausgestattet werden kann. -th



Klirrfaktor k in Abhängigkeit von der Frequenz f



Kanaltrennung in Abhängigkeit von der Frequenz f

Nahfeld des Senders Übersteuerungen zu vermeiden, wird die Antennenspannung bei gedrückter Taste „Sender-Nah“ um etwa 14 dB herabgesetzt. Ist die Taste „Sender-Fern“ gedrückt, dann liegt die volle Antennenspannung am Empfänger-eingang.

Der NF-Teil (12 Transistoren) des „SE-200“ überträgt den Frequenzbereich 30 bis 15 000 Hz \pm 1 dB und gibt je Kanal

Türöffner mit Zahlenkombination

1. Grundsätzliches

Der nachstehend beschriebene „elektronische Schlüssel“ mutet zwar fast wie eine Spielerei an, und sicherlich werden viele auf Anhieb keinen wahren Gebrauchswert entdecken. Neben der Möglichkeit, sich in die allgemeine Schaltpraxis ohne großen finanziellen Aufwand einzuarbeiten, sollen diese Hinweise jedoch auch zu eigenen Versuchen anregen. Die dazu notwendigen Vorkenntnisse sind gering und beschränken sich praktisch auf den Umgang mit Lötkolben, Schraubenzieher und Zange. Die Anregung ist auf eine Beschreibung zurückzuführen, die bereits vor Jahren die Zeitschrift „hobby“ veröffentlichte. Dort wurde die Funktionsweise eines industriell gefertigten Türöffners mit Zahlenkombinationen erläutert. Allerdings arbeitete diese Schaltung auf rein elektronischer Basis; die ganze Einrichtung war auch nicht gerade billig. Auch im Selbstbau erschienen die Baukosten als zu hoch, und es wurde nach einer Möglichkeit gesucht, mit billigen und einfachen Schaltelementen auszukommen. Das dürfte gelungen sein, denn bei Ausnutzung von Sonderangeboten (zum Beispiel Postrelais) kann der elektrische Teil (also ohne Türöffner-

sparen. In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß eine sinnvolle Anwendung nur bei sogenannten Schnappschloßtüren möglich ist, die also von innen normal geöffnet werden, während sie von außen nur mit Hilfe eines Schlüssels zu öffnen sind. Der Einbau einer elektrischen Türöffner-Mechanik ist ebenso Vorbedingung. Die Möglichkeit, sich trotzdem „konventionell“ des Schlüssels zu bedienen, bleibt erhalten. Aber auch der Einsatz als Tresorverschluß ist denkbar, allerdings – und das ist leider der Nachteil der ganzen Angelegenheit – darf man sich beim Öffnen nicht zu genau auf die Finger schauen lassen, denn sonst müßte man die Ziffernfolge viel zu oft wechseln. Die ganze Anlage ist an sich nicht stör anfällig; außer gegen Stromausfall. Aber auch dafür läßt sich Abhilfe schaffen; darauf wird zum Schluß nochmals eingegangen.

2. Schaltung

Das Gesamtschaltbild der Musteranlage zeigt Bild 1. Die Anlage arbeitet seit über zwei Jahren störungsfrei zur vollsten Zufriedenheit. Bei einem Nachbau bleibt es jedem selbst überlassen, die Anzahl der Ziffern (beispielsweise drei bis acht) und ihre wirkliche Verwendung zu wählen.

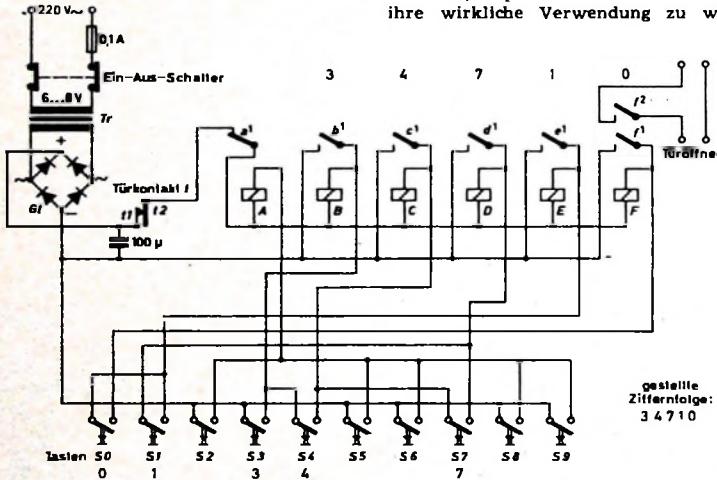


Bild 1. Schaltung eines relaisbetätigten Türöffners mit Zahlenkombination; eingestellte Ziffernfolge: 34710

Mechanik) mit einem Kostenaufwand von etwa 25 DM gebaut werden.

Kurz sei auf verschiedene Anwendungsmöglichkeiten eingegangen. Die einfachste (und vom Verfasser auch durchgeführte) Verwendung ist der Einsatz der Schaltung als „Schlüssel-Ersatz“. Man braucht also keinen Haustürschlüssel mehr, es gibt kein Kramen mehr in den Taschen, man kann auch den Schlüssel vergessen – kurzum, man merkt sich einfach eine Zahl, und die Tür ist damit zu öffnen. In einem großen Wohnhaus, in dem die Haupteingangstür auch tagsüber geschlossen bleiben soll, ist das recht vorteilhaft. Unter anderem würde man eine Vielzahl von Schlüsseln

Im Beispiel nach Bild 1 sind von zehn Ziffern nur fünf ausgenutzt. Sollen alle zehn Ziffern eingesetzt werden, dann ist eine entsprechend höhere Anzahl von Relais notwendig. Fünf Ziffern sind ein guter Kompromiß – denn wer merkt sich schon zehn Ziffern in der richtigen Reihenfolge. Ein unerwünschter Eindringling weiß nie, aus wie vielen einzelnen Ziffern die der Schaltung zugrunde gelegte Zahl wirklich besteht; das ist allein schon für ihn eine große Erschwernis.

Der Stromlaufplan nach Bild 1 ist im betriebsbereiten Zustand gezeichnet. Über den Transformator *Tr* gelangt die auf Niederspannung transformierte Netzspan-

nung zum Gleichrichter *Gl*. Die Höhe der benötigten Gleichspannung (im Beispiel 8 V) richtet sich nach den verwendeten Relais Typen. Statt der angegebenen Brückengleichrichtung kann ohne weiteres auch Einweggleichrichtung verwendet werden. Ein Pol (welcher ist gleichgültig) liegt am Türkontakt *t*. Dieser besteht aus zwei auf dem Türrahmen überlappend montierten Messingblechstreifen *t1* und *t2* (Bild 2), die bei geschlossener Tür gegeneinander gedrückt werden und den Kontakt herstellen. Das Relais *A* braucht nur einen Ruhe-

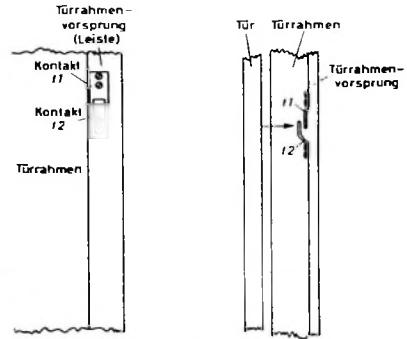


Bild 2. Beispiel der Ausführung eines einfachen Türkontaktes

kontakt zu haben; über diesen Kontakt wird der Strom zu den weiteren Relais geführt. Relais *A* wirkt in erster Linie als Sicherung gegen Öffnungsversuche Unbefugter. Für die nun beschriebenen Schaltvorgänge wurde eine eingestellte Ziffernfolge 34710 angenommen. Die Kontakte, die zu den Drucktasten gehören, werden entsprechend ihrer Ziffernfolge mit dem Relais *B...F*

Liste der Spezialbauteile für die Schaltung nach Bild 1

10 Drucktaster „1001 S 1 A“ (1 Arbeitskontakt) oder „1101 S 1/A-A“ (2 Arbeitskontakte)	Raf
4 Flachankerrelais mit je 1 Arbeitskontakt, 125 Ohm	
1 desgl. mit 2 Arbeitskontakten	
1 desgl. mit 1 Ruhkontakt	
1 Selen-Brückengleichrichter B 30 C 650/350	Siemens
1 Netztransformator, prim. 220 V, sek. 6... 8 V/0,5 A max.	

verbunden, also Taste *S3* mit *B*, Taste *S4* mit *C* usw. Damit ist die Reihenfolge der Ziffern festgelegt. Alle nicht zur eingestellten Kombination gehörenden Ziffern werden an das Relais *A* angeschlossen. Wird also richtig mit Taste *S3* als erste Ziffer 3 gedrückt, dann ist der Stromkreis geschlossen, das Relais *B* zieht an. Da die Tasten nur Momentkontakte haben, wird das Relais über seinen eigenen Arbeitskontakt *b1* gehalten und gibt damit erst den Stromweg für die nächste Ziffer (4) frei. Nach Drücken von Taste *S4* wird das Relais *C* anziehen usw. Das letzte Relais hat zwei Arbeitskontakte, von denen einer (*f2* im Bild 1) für den Türöffner gedacht ist. Die Spule des Türöffners wird also nach Drücken der letzten richtigen Taste vom Strom durchflossen, und zwar so lange, bis die Tür sich öffnet oder geöffnet wird. Erst nach dem Öffnen der Tür unterbricht der Türkontakt *t* den Stromkreis; die Re-



75 Jahre Philips - 75 Jahre Vertrauen

Das Emblem auf dieser Seite weist nicht nur auf das 75jährige Bestehen unseres Unternehmens hin, es sagt gleichzeitig alles über den Weg und das Ziel von Philips. In 75 Jahren entwickelte sich Philips zu einem Unternehmen, das heute in mehr als 80 Ländern über 250000 Menschen zu seinen Mitarbeitern zählt. Forschung, Entwicklung und Produktion auf vielen Gebieten der Elektrotechnik und Elektronik stehen im Dienste des Fortschritts - sie begründen das weltweite Ansehen des Hauses Philips und sichern es auch weiterhin.

Diese Position verdankt Philips insbesondere dem langjährigen Vertrauen des Fachhandels. Diese erfolgreiche Zusammenarbeit hat dazu beigetragen, daß Philips eine so bedeutende Marktstellung in Deutschland erreichte. Dafür möchten wir dem Fachhandel an dieser Stelle unseren Dank sagen und der Hoffnung auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit Ausdruck geben.

DEUTSCHE PHILIPS GMBH

lais fallen ab. Nach dem Schließen der Tür ist die Anlage wieder einsatzbereit.

Es sei der Fall angenommen, daß ein Unbefugter darangeht, das Geheimnis zu lüften. Dann ergibt sich folgendes Bild: Beim Drücken einer nicht zur eingestellten Ziffernfolge gehörenden Taste (zum Beispiel S 2 für die Ziffer 2) öffnet sich für die Zeit des Drückens der Kontakt a^1 , der den Stromkreis also auf alle Fälle unterbricht. Wenn man systematisch weiterdrückt und S 3 und S 4 für die Zif-

können (ebenfalls ohne Zusatzeinrichtungen) bis zu etwa 99 000 verschiedene „Erprobungen“ erforderlich sein. Unter der Annahme, daß man je „Erprobung“ 10 Sekunden benötigt (in der Praxis allerdings etwas mehr), würde ein Unbefugter maximal bis zu etwa 240 Stunden (10 Tage) brauchen, um alle diese Zahlen durchzuprobieren.

Nun noch einiges zu zusätzlichen Behinderungen eines unbefugten Türöffners. Dazu gehört einmal die Möglichkeit, die

Bild 6 ergaben sich folgende Daten: Als Relais wurde ein 125-Ohm-Typ verwendet; die Betriebsspannung war 8 V. Dabei ergab sich unter Verwendung eines Siemens-Anlaß-Heißleiters A 34-2/30 (Kaltwiderstand 5 kOhm) eine Anzugsverzögerung von etwa 2,5 s. Die Schaltung ist allerdings unter anderem auch von der Umgebungstemperatur abhängig und daher nicht sehr genau, doch für diesen Anwendungsfall ausreichend. Für sehr niedrige Umgebungstemperaturen ist die Schaltung nicht geeignet.

Die Anlage läßt sich auch mit den verschiedensten Alarmeinrichtungen ausstatten. Beispielsweise kann beim Drücken einer Leertaste zusätzlich eine Glocke oder dergleichen anschlagen. Das kann sowohl für alle Tasten als auch nur für bestimmte Tasten vorgesehen werden. Die Möglichkeiten sind jedenfalls reichhaltig und noch lange nicht mit den vorstehenden Hinweisen erschöpft.

3. Ausführung und mechanischer Teil

Im Original wurde ein selbstgebauter Türöffner mit 220-V-Magnetspule verwendet. Solche sind aber nicht handelsüblich, es seien daher beispielsweise die Öffner der Firma Porta, von denen es verschiedene Ausführungen¹⁾ gibt, empfohlen. Der Typ „Sesam 99“ kostet zum Beispiel 12 DM. Diese Öffner sind für Spannungen von 3/5/8 V geeignet.

Bei den in der Schaltung nach Bild 1 verwendeten Relais handelt es sich um Flachanker-Post-Ausbautypen; die Dimensionierung des Transformators Tr ist von den Relais abhängig. An Stelle der in der Liste der Spezialbauteile angegebenen Drucktaster können auch Druck- oder Schiebepastenaggregate verwendet werden.

Wechselt man die Ziffernfolgen nicht oft, dann lassen sich alle Verbindungen löten. Wird jedoch öfters gewechselt, dann empfiehlt es sich, die Zuleitungen von den Tasten zu den Relais steckbar zu machen. Wichtig ist auch noch eine schalldichte Montage der Anlage im Innern des Hauses, da andernfalls das geübte Ohr richtige und Leertasten unterscheiden könnte. Eine richtige Taste bewirkt ja entweder ein einmaliges Anziehen eines Relais (oder bei Wiederholung in der Ziffernfolge überhaupt kein Anziehen), die Leertasten ziehen aber bei neuerlichem Drücken das Relais A nochmals an.

Für Gebiete, in denen häufig mit Stromausfällen zu rechnen ist, kann die im Bild 7 gezeigte Umschaltung auf eine Trockenbatterie als Behelfsstromquelle

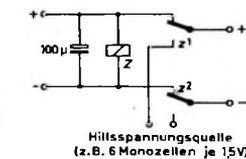


Bild 7. Relaisumschaltung zum Einschalten einer Behelfsstromquelle bei Ausfall der Netzspannung

nützlich sein. Das dazu verwendete Relais Z sollte aber eine sehr geringe Stromaufnahme haben, da es immer in Betrieb ist. Fällt die Netzspannung aus, dann fällt auch das Relais Z ab und schaltet mit Hilfe von zwei Umschaltkontakten z^1 und z^2 die Behelfsstromquelle in den Stromkreis ein.

1) Zu beziehen unter anderem über die Firmen Radio-Völkner, 33 Braunschweig, und H. W. Stter, 1 Berlin 16

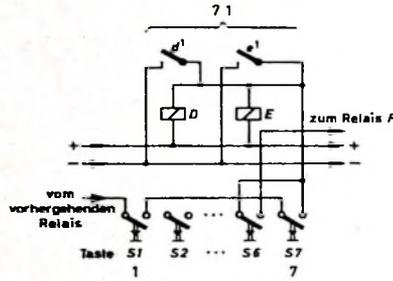


Bild 3. Zusammenschalten von zwei Relais, deren Auslösetasten gleichzeitig gedrückt werden müssen; Beispiel: Tasten S 7 und S 1 für die Ziffern 7 1

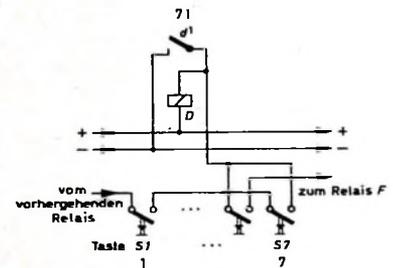


Bild 4. Die Verwendung eines gemeinsamen Relais erfordert das gleichzeitige Drücken von zwei Tasten; Beispiel: Tasten S 7 und S 1 für die Ziffern 7 1

fern 3 und 4 drückt, ziehen die Relais B und C an. Folgt aber darauf nun eine nicht mit einem Relais belegte Taste, dann wird wieder der Ruhekontakt a^1 geöffnet, und die Relais B und C fallen wieder ab. Das Spiel muß also von neuem beginnen.

Wenn eine mit einem Relais belegte Taste nicht in der richtigen Reihenfolge gedrückt wird, dann passiert gar nichts, da an dieser Taste die notwendige Minusspannung erst anliegt, wenn das in der Ziffernfolge vorhergehende Relais angezogen ist. Fest liegen an der Minusspannung stets nur die Taste der eingestellten ersten Ziffer und alle nichtbelegten Tasten.

Beim gleichzeitigen Drücken aller zehn Tasten wird der Stromkreis immer wieder durch die Leertasten unterbrochen. Ohne Einbeziehung aller möglichen Finessen, von denen noch einige gezeigt werden sollen, ergibt sich bei 10 Ziffern die Möglichkeit, fast 10 Milliarden verschiedene Ziffernfolgen einzustellen. Allerdings liegt die praktisch verwertbare Anzahl niedriger.

Es empfiehlt sich, nicht mehr als 5 bis 6 Tasten zu beschalten. Dadurch steigt nämlich der Sicherheitsfaktor erheblich, da ja auch mehr Leertasten für die Auslösung von Kontakt a^1 vorhanden sind. Beim Versuch, die richtige Einstellung einer fünfstelligen Zahl zu ergründen,

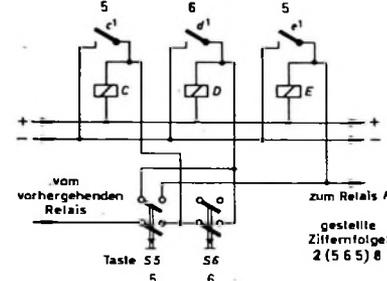


Bild 5. Tasten und Relaiszuordnung bei der Mehrfachausnutzung einer Einzelziffer; Beispiel 25 658

Tasten so zu schalten, daß zwei zugleich gedrückt werden müssen. Im Beispiel nach Bild 3 wurde die Ziffernfolge 85 (71) 6 gewählt; die Tasten S 7 und S 1 für die Ziffern 7 und 1 müssen also zugleich gedrückt werden, um die Relais D und E zum Anziehen zu bringen. Beide Ziffern lassen sich aber auch auf ein gemeinsames Relais legen (Bild 4); man spart dann ein Relais und hat doch fünf Ziffern.

Weiterhin ist es möglich, eine Ziffer auch doppelt oder dreifach zu belegen wie etwa im Beispiel 25 658. Die Schaltung zeigt Bild 5. Man benötigt also an den Zifferntasten nur je einen weiteren Arbeitskontakt.

Noch eine Möglichkeit ist zum Beispiel, ein oder mehrere Relais mit einer Anzugsverzögerung zu versehen, in diesem Falle am einfachsten mit einem Heißleiter (Bild 6). Man muß also nach dem Drücken der Taste, die das verzögerte Relais an-

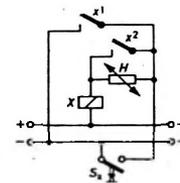


Bild 6. Schaltung für eine „Zwangspause“ vor dem Wählen der nächsten Ziffer; Relaisansprechverzögerung mit einem Heißleiter

sprechen läßt, erst eine der Ansprechverzögerung entsprechende Pause einlegen, bevor man weiterwählt. Zum Ablauf des Vorgangs ist zu sagen: Nach Drücken der Zifferntaste fließt ein Strom durch die Relaispule, der wegen des hohen Kaltwiderstandes des Heißleiters nur ein Teil des notwendigen Ansprechstromes ist. Infolge der Eigenaufheizung des Heißleiters nimmt sein Widerstand allmählich ab; der Strom steigt an, bis der Ansprechstrom erreicht ist. Das Relais X hält sich selbst über Kontakt x^1 und überbrückt mittels eines zweiten Arbeitskontaktes x^2 den Heißleiter H, damit dieser für den nächsten Schaltvorgang wieder abkühlen kann. Für die Versuchsschaltung nach

Internationale Ausstellung für Elektroakustik in Paris

Im Rahmen der alljährlichen Pariser Ausstellung für elektronische Bauelemente fand vom 3. bis 8. Februar zum zweitenmal in getrennten Räumen eine internationale Ela-Ausstellung statt. Die Trennung von Einzelteilausstellern und Ausstellern elektroakustischer Geräte wurde im vergangenen Jahr beschlossen, weil vorher innerhalb der Bauelementeausstellung ein ziemliches Durcheinander aufgetreten war, wobei die Elektroakustik praktisch vernachlässigt wurde.

Die beschlossene Trennung ist aber auch heute noch nicht ganz vollzogen, weil eine wirklich scharfe Abgrenzung nur schwer möglich ist. Ein Lautsprecher kann, um hier nur ein Beispiel zu nennen, ebenso gut als Einzelteil wie auch als Bestandteil der Elektroakustik bezeichnet werden. Dem interessierten Besucher bleibt also auch jetzt nicht erspart, beide Ausstellungen zu besuchen, will er sich einen Gesamteindruck verschaffen.

Es ist auch nicht von der Hand zu weisen, daß man noch dabei ist, den richtigen Weg zu suchen. Im Hinblick darauf, daß ebenfalls in Paris alljährlich die Hi-Fi-Stereo-Ausstellung stattfindet, und zwar kurz nach der hier erwähnten Ausstellung, scheinen viele namhafte Firmen die Ela-Ausstellung nicht zu honorieren. So ist es also ein oftmals recht lückenhaftes Angebot, das hier zu sehen ist, und es muß gesagt werden, daß man keinesfalls einen Gesamteindruck des internationalen Angebots bekommt.

Nach Meinung des Verfassers müßte es möglich sein, Abhilfe zu schaffen und durch Koordination der verschiedenen Ausstellungen auf diesem Gebiet zu einer gemeinsamen Manifestation zu gelangen, die auch durchaus im Interesse der Aussteller und nicht zuletzt auch im Interesse der Besucher liegt. Daß hier natürlich große Schwierigkeiten zu überwinden sein werden, liegt schon in der Natur der Dinge, denn einmal kann eine Ela-Ausstellung mit keiner anderen verglichen werden. Elektroakustik muß vorgeführt werden, anders geht es nicht, und das verlangt ruhige Räume. Zum anderen aber muß der Besucher auch in der Lage sein, das ganze Angebot zu überblicken. Die Lösung wäre vielleicht eine eigenständige Ausstellung mit einem Vorfürteil und daneben einer ruhigen Ausstellungshalle, in der das gesamte Angebot in Ruhe betrachtet und besprochen werden kann. Vielleicht bringen die nächsten Jahre eine solche Idealausstellung.

Der Trend der vergangenen Jahre war auch diesmal wieder erkennbar, das heißt, der Popularisierung des Hi-Fi-Gedankens müssen entsprechende Maßnahmen folgen. Hierbei denke man an die Verkleinerung der Lautsprecherboxen, an leichter zu bedienende Geräte und nicht zuletzt an erschwingliche Preise. Die zunehmende Ballung der Wohnzentren stellt Anforderungen, denen viele Hersteller insofern entgegenkommen, als sie den Kopfhörer wiederentdecken. Daneben bringt aber auch die Sache als solche gewisse Schwierigkeiten mit sich, die leicht in einer Qualitätsminderung des Angebots ihren Niederschlag finden könnten. In dem Augenblick nämlich, in dem alles „Hi-Fi“

Eingang zum Salon International des Composants Electroniques und zum Salon International de l'Electro-acoustique



genannt wird, sind für den Käufer keine absoluten Qualitätskriterien mehr vorhanden. Man kann einwenden, daß Ela ja nicht unbedingt Hi-Fi zu sein braucht, aber es ist doch heute wohl so, daß auf allen Gebieten der Elektroakustik die Tonalität so hoch ist, daß man dann auch bemüht sein kann, wirkliche Hi-Fi-Qualität zu erreichen.

Nach diesen einleitenden Überlegungen soll ein Rundgang durch die Ausstellung zeigen, was in diesem Jahr interessant war. Elektroakustische Anlagen kann man als eine Kette von Geräten betrachten, deren Zentrum ein Verstärker ist, um den herum eine Reihe anderer Geräte gruppiert sind, um eine Gesamtanlage zu erhalten. Man bemerkt, daß besonders zwei Glieder einen Wandel durchmachen: der Plattenspieler, immer noch eine der beliebtesten Tonquellen, und der Lautsprecher. In beiden Fällen fehlt es nicht an Experimenten. Besonders beim Plattenspieler wird laufend nach Verbesserungen gesucht. Eines der viel beachteten Geräte war hier der „1019“ von Dual mit seiner sinnvollen und doch einfachen Antiskating-Vorrichtung, über die bereits ausführlich berichtet wurde¹⁾.

Endeffekt ist immer die Verringerung von Kräften, die der Abtastung der Schallrille entgegenwirken können. Daher müssen auch Lagerreibungen des Tonarms so niedrig wie möglich gehalten werden. In dieser Hinsicht hat sich die französische Firma ERA etwas ganz Neues einfallen lassen. An Stelle einer Drehachse für die horizontale Aufhängung des Tonarmes hat man hier durch Verwendung von vier Blattfedern eine rein fiktive Drehachse geschaffen. Vier gekreuzte Blattfedern sind so angeordnet, daß sie für den Tonarm eine horizontale Aufhängung bilden, die keinerlei Reibung mehr aufweist. Da es sich um Blattfedern handelt, kann mit Hilfe dieser Aufhängung auch gleich noch die Auflagekraft eingestellt werden. Außerdem gibt es bei ERA einen vierkantigen Tonarm, bei dem Eigenresonanzen weitgehend ausgeschaltet sein sollen. Das mit diesem neuen Tonarm ausgerüstete Abspielgerät hat nur die Drehzahlen 33 und 45 U/min, was normalerweise auch

ausreicht. Ein Synchronmotor treibt mittels eines Kunststoffriemens einen leichten Plattenteller an. Man hat hier bewußt auf einen schweren Plattenteller verzichtet, weil die Verwendung eines Synchronmotors Geschwindigkeitsschwankungen unmöglich macht, solange die Frequenz konstant ist. Ob das in der Praxis stets der Fall ist, bleibt natürlich dahingestellt. Das neue Gerät, das in wenigen Wochen herauskommt, trägt die Bezeichnung „ERA MK 3“. Das Vorläufermodell „MK 2“ wird weitergefertigt und hat ebenfalls einige exklusive Merkmale wie eingebauten Tonarmlift und photoelektrische Abschaltung.

BSR bringt im Rahmen seiner reichhaltigen Produktion zwei neue Geräte: den Kleinwechsler „UA 50“ und das Modell „UA 70“, das als Hi-Fi-Plattenspieler bezeichnet wird. Der „UA 50“ hat die Abmessungen 302 mm x 213 mm und kann bis zu sechs Platten mit gemischtem Durchmesser abspielen. Er hat vier Geschwindigkeiten und kann mit allen BSR-Systemen bestückt werden. Je nach Verwendungszweck ist der „UA 50“ mit Netz- oder Batteriemotor bestückt. Die Gleichlaufgenauigkeit ist $\pm 0,35\%$. Mit einem Gewicht von nur 2 kg ist der Wechsler für kleine tragbare Geräte besonders geeignet. Der große Wechsler „UA 70“ hat einen Tonarm mit Gegengewicht, der mit Auflagekräften bis herunter zu 2 p betrieben werden kann. Außerdem ist dieses Gerät mit einer automatischen Tonarmverriegelung ausgerüstet, die nach Abspielen der letzten Platte betätigt wird. Eingebaut wird in diesen Wechsler je nach Wunsch ein 2- oder 4-Pol-Asynchronmotor.

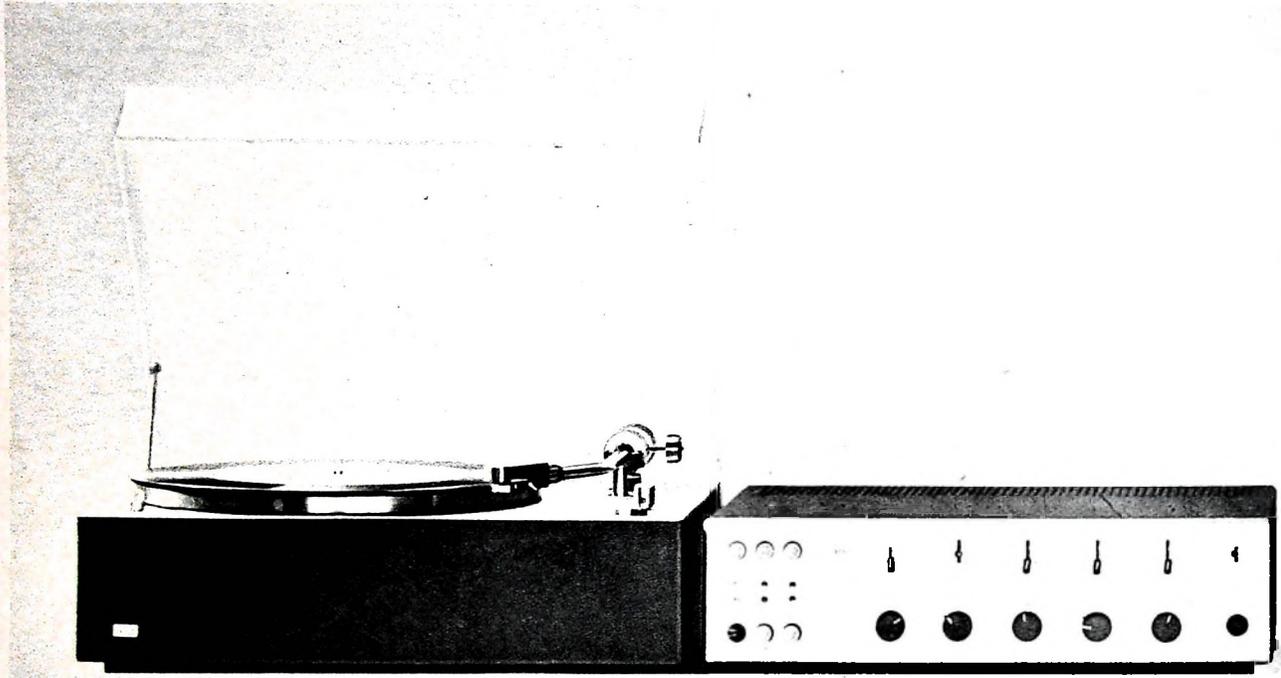
Der Plattenspieler „TD 124“ von Thorens wird jetzt in der neuen Version „Serie II“ hergestellt und mit dem neuen Tonarm „TP 14“ ausgerüstet. Dieser Tonarm, der auch getrennt lieferbar ist, hat eine Feinregelung für die Auflagekraft zwischen $\frac{1}{4}$ und 4 p, seine Eigenresonanz liegt unter 10 Hz. Außer einer Antiskating-Vorrichtung hat der Tonkopf noch eine Präzisionseinstellung für den Abtastwinkel. Ein Tonarmlift ermöglicht das sichere Absenken des Tonarms auf die Platte.

Ein neuartiges Tonabnehmersystem wird von Euphonic unter der Bezeichnung „Miniconic“ angeboten. Es handelt sich um ein Magnetsystem, bei dem der extrem kleine und leichte Wandler direkt am

¹⁾ Haase, H.-J.: Hi-Fi-Plattenspieler mit kontinuierlich einstellbarer Skating-Kompensation. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 3, S. 85-87

BRAUN

Beispielloser Bedienungskomfort,
Stereophonie mit allen Feinessen,
feinfühligste Klangregelung,
Superlative in technischen Daten...



Einfach, schnell und zuverlässig wird die hochentwickelte Anlage mit nicht mehr Bedienungsaufwand als einem leichten Antippen der Kommandotasten gesteuert.

Betriebsart wählen, Wellenbereich umschalten, Tonarm absenken, Band umpulen . . . die Tasten lösen auf leichtes Berühren über Relais elektrisch alle erforderlichen Schaltvorgänge aus.

Elektronisch arbeitende Automaten übernehmen wichtige Bedienungsfunktionen.

Die UKW-Abstimmung, die den gewählten Sender auf bestmögliche Einstellung bringt und dort festhält, schaltet sich automatisch aus, wenn der Drehknopf für die Sendersuche berührt wird.

„Eine Anlage für Stereo-Feinschmecker“, schrieb die Presse über Studio 1000.

Die Raumwirkung der Stereowiedergabe kann man mit einem Basisbreitenregler verbreitern oder verengen, ohne die Lautsprecher zu verrücken.

Vielerlei Korrekturen am Klangbild sind möglich, um auch mit unvollkommenen Schallquellen eine ausgeglichene Wiedergabe zu schaffen.

Einschaltbare elektronische Filter begrenzen den Übertragungsbereich des Verstärkers von Überbreite (20 . . . 30 000 Hertz) auf den eigentlichen Hörbereich (40 . . . 20 000 Hertz) oder auf einen noch schmäleren Ausschnitt (80 . . . 8000 Hertz), wenn störende Nadelgeräusche, Trittschall usw. unterdrückt werden sollen.

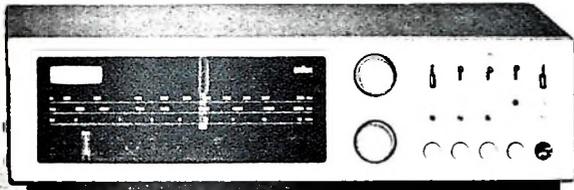
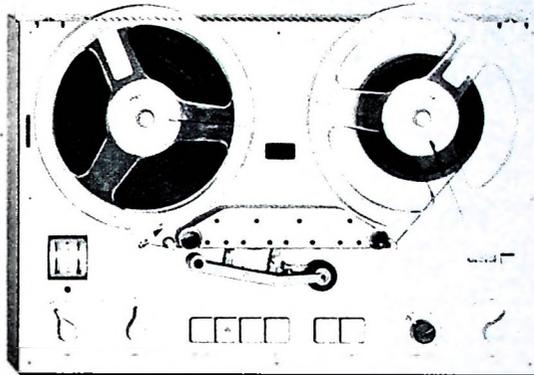
Konstruktion und technische Daten des Studio 1000 setzen neue Maßstäbe.

Die Anlage ist durchgehend transistorisiert. Die Gesamtbestückung umfaßt mehr als 150 Transistoren und Dioden. Der mit 50 Silizium-Transistoren bestückte Verstärker liefert zweimal 55-Watt-Dauerton-Ausgangsleistung. Die Verzerrungswerte von Verstärker und Tuner liegen im gesamten Übertragungsbereich unter 0,5%.

Braun Studio 1000

»dürfte wohl die Spitzen-HiFi-Anlage aus deutscher Fertigung sein«, sagt die Fachpresse.

Plattenspieler PS 1000	DM 1200.-
Tuner CE 1000	DM 2200.-
Verstärker CSV 1000	DM 2400.-
Tonbandgerät TG 60	DM 1980.-
Lautsprechereinheit L 700	DM 580.-
Lautsprechereinheit L 80	DM 1195.-
Lautsprechereinheit L 1000 m. F.	DM 3500.-



Durch das mühelose Tasten, die hohe Umspulgeschwindigkeit und blitzschnellen Stop ist auf dem Tonbandgerät das Band so einfach und flink zu handhaben wie eine Schallplatte auf dem Plattenspieler.

Kontrollampen an den Geräten zeigen das eingestellte Programm und den Betriebszustand an.

Eine Fotozelle im Plattenspieler löst den Abschaltvorgang am Ende einer Schallplattenseite aus. Anders als bei mechanisch bewirktem Abschalten gibt es bei der elektrischen Steuerung mit Lichtstrahl keine verzerrenden Rückwirkungen auf den Abspielvorgang.

Elektronisch „selbstdenkend“ schaltet der Tuner auf Stereoempfang, wenn die eingestellte Station eine stereophone Sendung ausstrahlt.

Raumakustische Unterschiede zwischen der linken und rechten Hälfte der „Stereobühne“ lassen sich durch getrennte Klangregelung für den linken und den rechten Lautsprecher ausgleichen.

Mit einer einschaltbaren „Pseudostereophonie“ können auch Monoplatten mit stereo-ähnlicher Raumwirkung wiedergegeben werden.

Ein Präsenzscharter macht ein dumpfes, verschwommenes Klangbild durchsichtig und verbessert schlechte Sprachverständlichkeit.

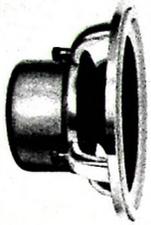
Sind die akustischen Verhältnisse perfekt und die Schallquellen keiner Korrektur bedürftig, können die klangändernden Einflüsse aller Regler und Filter durch einen Linearschalter wirkungslos gemacht werden.

Bei Schallplattenwiedergabe läßt sich die Tonhöhe durch Feinregulierung der Drehzahl genau abstimmen.

Plattenspieler und Tonbandmaschine haben weniger als 0,1% Gleichlaufschwankungen. Der Tuner empfängt UKW ab 0,8 Mikrovolt Eingangsspannung und trennt dicht zusammenliegende Stationen auch dann einwandfrei, wenn die eine sehr schwach, die andere sehr stark empfangen wird.

Die individuell gemessenen Leistungswerte jedes einzelnen Gerätes werden in beigegebenen Meßprotokollen dokumentiert.

Ende der Abtastnadel angebracht ist. Bei einem so kleinen System genügt die abgegebene Spannung natürlich nicht zur Aussteuerung eines Verstärkers. Deshalb sind direkt in das System zwei Silizium-



Breitbandlautsprecher „Omni-tex 21“ von Vega

halbleiter eingebaut. Bei der Kleinheit ist anzunehmen – obwohl darüber keine Auskunft zu bekommen war –, daß es sich um einen Festkörperschaltkreis handelt. Das Stromversorgungsteil wird mitgeliefert und kann am Plattenspieler befestigt werden. Mit dieser Konstruktion erhält man einen linearen Frequenzgang bis 50 kHz und eine hohe Ausgangsspannung von 25 mV. Das Eigengewicht dieses Systems beträgt 1,5 g, der Abtastwinkel ist 15° und die Auflagekraft 0,5...0,75 p. Dieses System gibt es in verschiedenen Versionen mit den Typenbezeichnungen „TK 15 LS“, „CK 15 LS“ und „U 15 LS“. Die elliptische Diamantnadel mit den Verrundungen 5 und 23 µm kann man leicht selbst auswechseln. Die Nadelnachgiebigkeit ist in beiden Ebenen $25 \cdot 10^{-4}$ cm/dyn bei 24°C. Der Hersteller gibt eine Übersprechdämpfung von 25 dB bei 1 kHz und von 10 dB bei 15 kHz an.

Wie schon erwähnt, wird das Angebot kleiner Lautsprecherboxen ständig erweitert; man muß sagen, daß man heute mit solchen Entwicklungen oftmals eine Wiedergabe erreicht, die noch vor wenigen Jahren nur mit sehr großen Gehäusen möglich war. Die Größe der Lautsprechergehäuse ist ein Faktor, von dem die Popularität des Hi-Fi-Gedankens abhängt.

Vega zeigte die Box „Minimex“, die mit nur 30 cm × 15 cm × 23 cm gut in kleineren Wohnräumen unterzubringen ist. Sie enthält einen Breitbandlautsprecher (19 cm × 12 cm) und einen Hochtonlautsprecher mit 9 cm Durchmesser. Die mit 10 W belastbare Box hat einen Frequenzbereich von 40...15 000 Hz. Dieselbe Firma bringt den neuen Breitbandlautsprecher „Omni-tex 21“ mit 21 cm Membrandurchmesser heraus, der in der Box „Fidelitex“ eingebaut ist.

Nachdem Audax bereits im vergangenen Jahr verschiedene Kleinboxen auf den Markt brachte, zeigte die Firma in diesem Jahr praktisch keine Neuheit. Interessant jedoch war ein Lautsprecher, der sich allerdings noch in der Entwicklung befindet. Es ist ein 24-cm-Modell besonderer Form. Um alle Luftwirbel hinter der Membran zu vermeiden, wurde der Korb aus Aluminiumdruckguß in Form von Rippen ausgebildet, die dem Lautsprecher zwar eine große Einbautiefe geben, aber hier sehr zweckmäßig sind. Die Membran ist durch eine besondere Aufhängung besonders weich gelagert und erlaubt Bewegungen in beiden Richtungen von mehr als einem Zentimeter. Wegen der besonderen Form des Korbs, der diese Bezeichnung eigentlich gar nicht mehr verdient, liegt auch die hintere Aufhängung, deren besonders großer Durchmesser sofort auf-

fällt, frei. Es handelt sich um einen Breitbandlautsprecher, der eine Eigenresonanz von weniger als 20 Hz und eine obere Grenzfrequenz von 15 000 Hz hat.

Die französische Firma Cabasse zeigte ein umfangreiches Neuheitenangebot mit verschiedenen Boxen, von denen hier das Flachgehäuse „216“ genannt sei. Es hat bei einer Höhe von 58 cm und einer Breite von 38 cm eine Tiefe von nur 15 cm und enthält einen 21-cm-Lautsprecher. Der Frequenzbereich ist 40...15 000 Hz. Bislang schien es sehr schwierig, ein solches Flachgehäuse mit befriedigender Baßwiedergabe zu bauen. Es scheint jetzt aber gelungen zu sein, wobei es sich vor allem darum handelte, die leicht entstehenden Resonanzstellen zu vermeiden.

Auf dem Verstärkersektor gab es wenig Neues, nicht etwa deshalb, weil man sich mit dem bisher Erreichten zufrieden gibt, sondern einfach deswegen, weil nur sehr wenige Geräte gezeigt wurden, und dann handelte es sich meistens um gute Bekannte. Cabasse zeigte mit dem Modell „Polaris 20 T“ einen volltransistorisierten Stereo-Verstärker mit 2 × 20 W Dauerleistung, der nach dem Bausteinprinzip aufgebaut ist und sich durch geringe äußere Abmessungen auszeichnet.

Bemerkenswert (vor allem wegen ihrer extrem flachen Form) sind auch die Verstärker von Highkit, die ebenfalls vollständig mit Transistoren bestückt sind und auffallend viele Eingänge haben. In ihren Daten entsprechen sie dem internationalen Standard mit 2 × 20 W und weniger als 1/10 Klirrfaktor.

Eine sehr interessante Entwicklung stellen die Verstärkerbausteine der Firma Compelec dar. Es gibt davon verschiedene Typen, allen aber ist der kompakte Aufbau gemeinsam. Es handelt sich um Transistorverstärker in steckbarer gedruckter Ausführung, wie sie von logischen Systemen der industriellen Elektronik bekannt sind. Für allgemeine Anwendungen stehen die Typen „BF 19“ bis „BF 22“ zur Verfügung mit Ausgangsleistungen von 1,3...2,5 W. Sie kommen vor allem für Phonokoffer und Rundfunkgeräte in Frage. Die Betriebsspannung ist 9 oder 12 V. Jeder Baustein wiegt etwa 100 g und hat die Abmessungen 70 mm × 46 mm × 25 mm. Daneben hat Compelec aber auch einen Hi-Fi-Verstärker im Programm, der eine Sprechleistung von 10 W abgibt. Das Gehäuse für die Endtransistoren ist bei diesem transformatorlosen Verstärker mit insgesamt sieben Transistoren allseitig mit Kühlrippen umgeben. Er ist für den Anschluß von Lautsprechern mit einer Impedanz von 5 Ohm geeignet. Die Eingangsempfindlichkeit für 10 W Ausgangsleistung ist 60 mV. Der Klirrfaktor bei 1 kHz ist bei Nennleistung 0,4%, und der Frequenzgang ist -1 dB zwischen 20 und 20 000 Hz, -3 dB zwischen 0 und 40 kHz. (Gewicht 350 g, Abmessungen 70 mm × 47 mm × 98 mm, Stromversorgung 24 V, 600 mA bei Vollaussteuerung.)

Die Produktion von dynamischen Kopfhörern für Hi-Fi-Wiedergabe hat bedeutend zugenommen. Waren es bisher nur einige Firmen, die solche Kopfhörer ausstellten, so sind nun erstmals auch französische Firmen hinzugekommen. Das Hören mit Kopfhörern ist zwar noch ein umstrittenes Problem, Tatsache ist jedoch, daß die Klangqualität derjenigen der besten Lautsprecherkombinationen ebenbürtig ist und vor allem lautstarke Wiedergabe zuläßt, ohne dabei die Nachbarn zu stören.

Hier wird also aus der Not eine Tugend gemacht. Inwieweit sich der Kopfhörer in größerem Umfang einbürgern kann, muß die Zukunft erweisen. Eine Neuentwicklung von Plastia sei hier noch vermerkt, die mit ihren Eigenschaften zwischen Lautsprecher und Kopfhörer liegt. Es ist eine Kopfstütze für Polstersessel, die in der Form von Großvaters Ohrensessel zwei Lautsprecher enthält. Ein mitgeliefertes Anschlußkästchen erlaubt den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Hörer.

Bei diesen „Hörseßeln“ hat man natürlich keine besonders hohe Wiedergabe gut angestrebt, vielmehr sollen sie vor allem zur Wiedergabe des Fernsehtones dienen. Auch auf dem Gebiet der kommerziellen Elektroakustik sind einige Geräte zu erwähnen. Bei Simplex-Electronique sah man das „Tempophon“, ein im Prinzip bekanntes Gerät, das es erlaubt, bei Wiedergabe oder Aufnahme von Magnetbandaufzeichnungen die Geschwindigkeit ohne Tonhöhenveränderung zu erhöhen oder zu reduzieren. Es arbeitet mit einer Bandgeschwindigkeit von 38,1 cm/s. Außerdem ist auch der umgekehrte Effekt möglich, das heißt, die Tonhöhe ist einstellbar ohne daß die Laufzeit sich ändert.

Die Funktion des Gerätes bei einer Ver-ringerung der Wiedergabedauer beruht darauf, daß aus einer Aufzeichnung kleine Teile der Modulation weggelassen werden. Dagegen werden diese kleinen Ausschnitte zweimal hintereinander wiedergegeben, wenn es sich um eine Verlängerung der Wiedergabedauer handelt. Das Gerät arbeitet in Verbindung mit einer normalen Studiomaschine, jedoch wird der Tonkopf der Maschine durch den rotierenden Magnetkopf des Gerätes ersetzt, der vier um jeweils 90° versetzte Polpaare hat. Dieser Kopf rotiert zur Verkürzung der Wiedergabe in Bandlaufrichtung und zur Verlängerung in entgegengesetzter Richtung. Die Dauer der entnommenen oder zugefügten Fraktionen darf die Dauer der kürzesten Töne bei Musik oder Sprache nicht überschreiten und liegt in der Größenordnung von 30 ms.

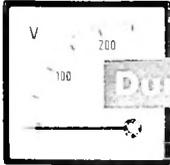


Tonhöhen-schwankungs-messer „WFM“ (Nagra-Kudelski)

Nagra-Kudelski zeigte das neue Synchronisiergerät „SLO“ für ein Tonbandgerät der Firma. Das Gerät arbeitet nach dem bewährten Pilottonsystem und ist zur leichteren Überwachung mit einer Kato-denstrahlröhre versehen. Nagra-Kudelski stellte (ebenfalls als Neuheit) das Gleichlaufmeßgerät „WFM“ zur genauen Messung von Gleichlauf Fehlern aller Art bei Tonbandgeräten aus.

Trotz einer gewissen Anzahl Aussteller von Mikrofonen und Zubehör konnte man auf diesem Gebiet nichts absolut Neues entdecken, und die meisten Typen waren bereits bekannt.

W. Schaff



Durch Messen zum Wissen

P. ALTMANN

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 4, S. 138

3.10. Anpassung

Auch bei Anpassungsproblemen im Niederfrequenzbereich treten grundsätzlich die gleichen Fragen auf, die wir bereits unter 2.9. erörtert haben. Einem Niederfrequenzgenerator wird immer dann ein Höchstmaß an Leistung entzogen, wenn sein Innenwiderstand gleich dem Außenwiderstand ist. Diese Leistungsanpassung kann man nach Bild 30 leicht dadurch herstellen, daß man den Nieder-

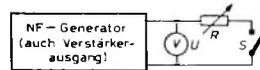


Bild 30. Meßschaltung zur Bestimmung von Wirkungsgrad und Innenwiderstand sowie Anpassung bei Niederfrequenz

frequenzgenerator, also einen Tonfrequenzgenerator oder auch einen Verstärker ausgang, mit einem variablen Widerstand R belastet. Dieser Widerstand kann mit dem Schalter S ab- und angeschaltet werden. Zunächst wird die im Leerlauf herrschende Spannung U bei offenem Schalter S gemessen. Dann schließt man den Schalter S und regelt R so ein, daß am Voltmeter die Hälfte der vorher ermittelten Leerlaufspannung angezeigt wird. Man weiß jetzt, daß R genau dem Innenwiderstand entspricht, denn bei Gleichheit dieser beiden Widerstände verteilt sich die Leerlaufspannung jeweils zur Hälfte auf den Innen- und Außenwiderstand. Da wir es im Niederfrequenzgebiet praktisch mit ohmschen Widerständen zu tun haben, können wir die Leistungskurve, die die Leistung als Funktion des Außenwiderstandes zeigt, nach den in den Abschnitten 2.7., 2.8. und 2.9. gegebenen Richtlinien ermitteln.

Bei Niederfrequenz-Stromquellen brauchen wir natürlich nicht einen Ersatzinnenwiderstand, wie er zum Beispiel im Bild 19 als R_i angedeutet ist. Dieser Widerstand war nur nötig, um die Stromquelle nicht zu zerstören. Bei den Innenwiderständen üblicher Tonfrequenzgeneratoren braucht man mit solchen Zerstörungen nicht zu rechnen, da die Innenwiderstände groß und die abgegebenen Leistungen klein sind. Deshalb kann man auch die Anpassung nach der Schaltung Bild 30 ohne Bedenken messen; selbst wenn die Leerlaufspannung auf den halben Wert oder sogar bis auf Null herabgeht, ist nicht mit einer Zerstörung des Meßobjektes zu rechnen, abgesehen allerdings von leistungsfähigen Transistorverstärkern, bei denen die Endtransistoren gegenüber ausgesprochenen Fehlanpassungen sehr empfindlich sind. Darüber muß man sich also von Fall zu Fall Rechenschaft ablegen. Hat man einen solchen Transistorverstärker, so wird man gegebenenfalls nur den Innenwiderstand nach der im Abschnitt 2.7. beschriebenen Methode bestimmen und dann den Außenwiderstand so bemessen, daß er mit dem errechneten Innenwiderstandswert übereinstimmt. Leistungsanpassung ist dann gegeben.

Noch ein praktischer Hinweis zu der Schaltung nach Bild 30, wenn wir mit ihr experimentieren wollen: Selbstverständlich muß darauf geachtet werden, daß vor dem Instrument V keine Gleichspannungskomponente auftritt. Man darf daher die Anordnung nicht etwa zwischen die Anode und die Katode einer Leistungs-Endröhre schalten; dort herrscht die volle Anodengleichspannung, die nicht nur zu einer vollständigen Fehlmessung führen, sondern auch das angeschlossene Instrument zerstören würde. Deshalb muß der Ausgang der Schaltung von der Meßschaltung durch einen Kondensator genügender Größe gegenüber Gleichspannungen verriegelt werden. Hierfür eignen sich Kondensatoren hinreichender Durchschlagsfestigkeit und ausreichender Kapazität. Der kapazitive Widerstand $1/\omega C$ des Kondensators muß jedenfalls verschwindend gering gegenüber dem Wert des Belastungswider-

standes sein. Nur dann wird man richtig messen. Achtet man nicht darauf, so geht an C ein erheblicher Spannungsabfall verloren, um den die Spannung an R verkleinert erscheint, so daß die Messung mit einem erheblichen Minusfehler behaftet ist.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß es zur Bestimmung der Ausgangsleistung nach der Bild 29 entsprechenden Methode spezielle Ausgangsleistungsmesser gibt, die man auch Outputmeter nennt. Sie enthalten im Inneren gewöhnlich bereits einen Belastungswiderstand, der für alle am Outputmeter einzustellenden Meßbereiche gleich groß ist. Solche Ausgangsleistungsmesser sind in der Niederfrequenztechnik sehr nützliche Meßinstrumente.

3.11. Messung des Innenwiderstandes im Niederfrequenzgebiet

Die hierfür erforderliche Schaltung haben wir bereits bei Bild 14 besprochen. Die Messung des Innenwiderstandes geht derart vor sich, daß man R bei eingeschaltetem Schalter S so lange ändert, bis U auf die Hälfte des Wertes der Leerlaufspannung zurückgegangen ist. Anschließend mißt man R mit einem Widerstandsmeßgerät, beispielsweise einem einfachen Gleichstrom-Ohmmeter. Der eingestellte Widerstand an R entspricht dann dem Innenwiderstand des Meßobjektes, vorausgesetzt, daß es sich um ohmsche Widerstände handelt. Davon kann man bei den üblichen Niederfrequenzgeräten im allgemeinen ausgehen.

Bei Messungen an Niederfrequenzgeneratoren und Leistungsverstärkern nicht so großer Leistung ist auch ohne weiteres die bereits bei den Gleichstrom-Innenwiderstandsmessungen erwähnte Kurzschlußmethode möglich. Bei den gewöhnlichen Gleichstromquellen läßt sie sich aus den früher erörterten Gründen nicht durchführen. Der Innenwiderstand von Leistungsverstärkern, Tongeneratoren und dergleichen ist jedoch meistens so groß, daß man auch den Kurzschlußstrom leicht bestimmen kann. Man schaltet also parallel zum Ausgang einen Niederfrequenz-Strommesser, was bei Verwendung unserer Vielfachinstrumente nur über den Umweg eines Meßwiderstandes, wie schon häufig beschrieben, möglich ist. Ist der Kurzschlußstrom I , so ist der Innenwiderstand $R_i = E/I$, wobei E die Leerlaufspannung des betreffenden Generators bedeutet. Bei Messungen dieser Art ist allerdings eine gewisse Stromabhängigkeit des Innenwiderstandes zu beachten; es ist empfehlenswert, den Innenwiderstand einmal versuchsweise nach der Methode von Bild 30 und anschließend nach der Kurzschlußmethode zu bestimmen. Man wird sehen, daß beide Werte voneinander abweichen, denn die elektrischen Daten eines Niederfrequenzgenerators gleich welcher Art hängen weitgehend von seiner Belastung ab. Bei starker Belastung ergeben sich andere Innenwiderstände als bei geringfügiger Belastung. Deshalb wird man den Innenwiderstand möglichst bei solchen elektrischen Daten messen, die in der Größenordnung der üblichen Betriebsdaten liegen. Dieser Fall trifft bei der Messung nach Bild 30 mehr zu als bei der Kurzschlußmethode.

3.12. Frequenzmessungen im Niederfrequenzbereich

Für die Messung von Niederfrequenzen gibt es sehr verschiedene und unterschiedliche Verfahren. Man kann sie grob in Vergleichsverfahren und in unmittelbare Meßverfahren einteilen. Die Vergleichsverfahren beruhen darauf, den Wert der zu messenden Frequenz mit einem bekannten Frequenzwert zu vergleichen und daraus Rückschlüsse auf den Wert der zu messenden Frequenz zu ziehen. Zum Verständnis dieses Vorgehens sei eine ganz einfache Frequenzmessung erwähnt, für die man außer einem Tongenerator veränderbarer Frequenz nur einen Lautsprecher und ein Klavier braucht. Es sei die Aufgabe gestellt, die unbekanntes Frequenzen des Tongenerators, beispielsweise eines soeben fertiggestellten Selbstbaugerätes, durch Vergleich mit Klaviertönen genau zu eichen. Der Tongenerator muß dann eine Ausgangsleistung haben, die den Betrieb eines Lautsprechers mit mindestens Zimmerlautstärke erlaubt. Tongenerator und Lautsprecher stellt man unmittelbar neben das Klavier und erzeugt nun eine „Normalfrequenz“ durch Anschlagen einer Taste. Jede Saite eines gut gestimmten Klaviers liefert mit ziemlicher Genauigkeit eine

auch für ganz Neue



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

Lieferung nur an Fernschweksletten (Privat-Besteller bleiben unbelleert)

Ersatzteile durch Henger

der Saite zugeordnete Frequenz, die man für den Vergleich heranziehen kann. Als Beispiele seien genannt: $C_1 = 65,41$ Hz, $c = 130,81$ Hz, $c^1 = 261,6$ Hz, $c^2 = 253,3$ Hz, $c^3 = 1046,5$ Hz, $c^4 = 2093$ Hz, $c^5 = 4186$ Hz. Jeder der genannten Töne ist etwa doppelt so hoch wie der vorhergehende, das heißt, die Töne unterscheiden sich jeweils um eine Oktave.

Mit den angegebenen Werten kann man bereits sehr gut eine wenigstens grobe Eichung eines Tongenerators durchführen. Das geht folgendermaßen vor sich: Man stellt die Lautstärke des beispielsweise rechts vom Klavier angeordneten Lautsprechers so ein, daß sich im rechten Ohr der gleiche Lautstärkeindruck vom Lautsprecher wie im linken Ohr vom Klavier ergibt. Nun wird unter Betätigung des Klavierpedals „Forte“ zunächst der Ton C_1 angeschlagen, der eine Zeitlang fortönt. Gleichzeitig dreht man die Skala des Tongenerators durch und beobachtet beide Töne genau. Sobald sich die Tonhöhen einander nähern, muß man sehr gut aufpassen. Man wird nämlich bald ein mehr oder weniger schnelles scheinbares Abschwellen der Lautstärke feststellen, das um so langsamer wird, je mehr sich die beiden Tonhöhen einander nähern. Man stellt infolge der nichtlinearen Kennlinie des menschlichen Ohres eine „Schwebung“ fest, die der Differenz der beiden Tonfrequenzen entspricht. Ist diese Schwebung sehr langsam oder verschwindet sie vollkommen, so stimmen beide Töne überein. Man weiß dann, daß zu der betreffenden Einstellung des Tongenerators genau die Frequenz $C_1 = 65,41$ Hz gehört. Ebenso verfährt man mit den anderen, jeweils um eine Oktave höherliegenden Tönen und wird bei einiger Aufmerksamkeit stets das Auftreten der Schwebungen feststellen. Dadurch erhält man dann, wenn man die angegebenen Zahlen verwertet, sieben Eichpunkte, die bereits zur annähernden Eichung des Generators genügen. Man darf aber keineswegs jetzt die sieben Eichpunkte auf der Skala auftragen und die Zwischenräume zwischen den Eichpunkten durch Striche in regelmäßigem Abstand ausfüllen. Das wäre zu ungenau. Vielmehr muß man die Eichkurve zunächst auf dem Papier zeichnen, also den Zusammenhang zwischen der Klaviertonhöhe und der jeweiligen Stellung der Frequenzskala des Tongenerators. Je nach Bauart des Generators kann diese Kurve einen recht unterschiedlichen Verlauf haben; sie kann in den ersten Teilen stark steigen, späterhin flach werden, sie kann aber auch umgekehrt verlaufen. Wir stellen das sofort fest, wenn wir die Eichkurve gezeichnet haben. Sie erlaubt uns jetzt die Festlegung beliebiger Frequenzen, die wir mit dem Klavier gar nicht erzeugen konnten.

Es ist zweckmäßig, wenn man die vorhin beschriebene Eichung ein paarmal wiederholt und Mittelwerte daraus bildet, um ein möglichst genaues Ergebnis zu bekommen. An Hand der Zahlenwerte muß die Kurve natürlich sorgfältig gezeichnet werden; durch die Lage der Punkte auf dem Papier liegt die „Kurventendenz“ bereits fest, und man wird daher die Punkte so verbinden, daß sich ein geschlossener, die Tendenz möglichst genau erfassender Verlauf ergibt. Nunmehr kann man auf der Frequenzskala gerade Werte (beispielsweise 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 und 4000 Hz) aufsuchen und dazu an Hand der Kurve jeweils den zugehörigen Skalenwert auf der Frequenzskala des Tongenerators bestimmen. Das gibt wieder eine kleine Tabelle, die uns nun die Zeichnung der Skala erlaubt. Sind die Kurvenstücke, die zwischen den einzelnen Meßpunkten liegen, einigermaßen linear, so können wir zwischen den Meßpunkten eine gleichmäßige Skalenteilung vorsehen. Sind die Kurvenstücke dagegen gekrümmt, so muß man durch Aufsuchen weiterer Zwischenwerte aus der Frequenzkurve eine noch feinere Unterteilung anstreben, und zwar so lange, bis die Kurven-Teilstücke einigermaßen linear verlaufen. Erst dann ist eine lineare Skalenteilung möglich, ohne einen allzu großen Fehler zu begehen. Geht man entsprechend sorgfältig vor, so erhält man eine Frequenzzeichnung mit hinreichender Genauigkeit.

Die höchste, mit einem Klavier erzeugbare Frequenz ist, wie wir gesehen haben, beschränkt. Der Ton c^5 ist auf vielen Klavieren schon gar nicht mehr vorhanden. Will man daher bei noch höheren Frequenzwerten eichen, so muß man versuchen, eine Schwebung zwischen der Oberwelle eines Klavertones und dem Lautsprecher zustande zu bringen. Das Vorgehen ist dasselbe wie beschrieben, aber es gehört einiges Geschick dazu, die Schwebung richtig zu hören. Wer das fertigbringt, kann den Frequenzbereich bis etwa 10 000 Hz noch erfassen. Selbstverständlich lassen sich auch Zwischentöne innerhalb der Oktaven zur genaueren Eichung anschlagen, wovon man gegebenenfalls Gebrauch machen wird.

Andere Musikinstrumente eignen sich für die hier beschriebene Eichung nach dem Gehör weniger, da sie obertonreicher sind und da die Frequenzen nicht genau festliegen. Erwähnt sei, daß manche Rundfunksender auch Töne definierter Frequenz für Prüfzwecke ausstrahlen, die man ebenfalls verwenden kann.

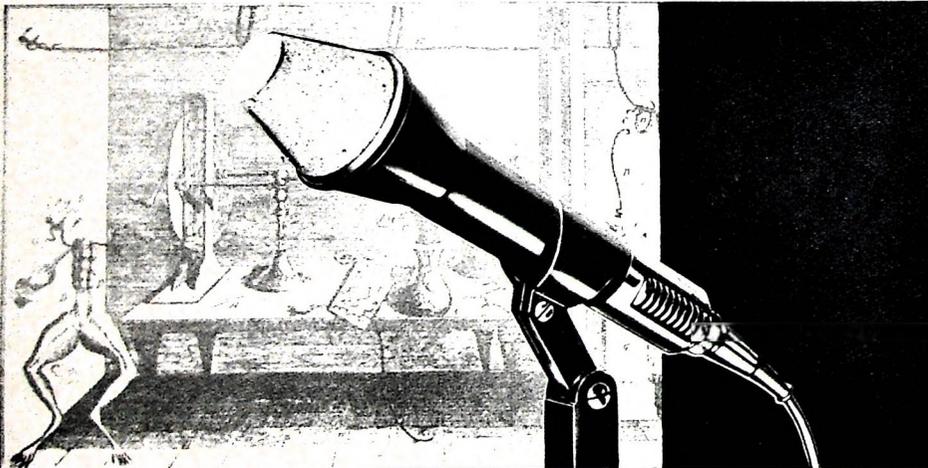
Besitzt man bereits einen geeichten Tongenerator, so wird die Bestimmung unbekannter Frequenzen natürlich wesentlich erleichtert. Man schaltet dann diesen Tongenerator auf einen zweiten Lautsprecher und geht im übrigen genauso vor, wie vorstehend beschrieben. Die Schwebungen erscheinen nunmehr ausgeprägter,

65

66

67

Systematische Forschung führt zum Erfolg

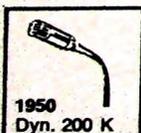


... eine zukunftsweisende Neuschöpfung

Sound-Rocket D 202

Dynamisches Richtmikrofon mit Zweiwegsystem. Aufteilung des Übertragungsbereiches auf je einen Hoch- und Tiefton-Schallwandler. Völlig ebener Frequenzgang und streng nierenförmige Richtcharakteristik im gesamten Hörbereich. Naturgetreue Übertragung auch bei geringem Besprechungsabstand.

Galvanis Forschungen der elektrischen Entladung an Frohschenkeln.



AKG-Marksteine in der Entwicklung der Mikrofon-Technik

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



Wir vergrößern unseren Mitarbeiterstab in der
Entwicklung Elektronik. Wir suchen

Ingenieure

und

qualifizierte Techniker

mit Interesse und Erfahrung in der Entwicklung
von Lautsprecherchassis und Lautsprecherkombinationen.

Wir helfen bei der Wohnraumbeschaffung und
übernehmen Umzugskosten.

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

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

BRAUN

Konstrukteure

der Fachrichtung Feinwerktechnik für vielseitige,
selbständige Aufgaben auf dem Entwicklungssektor im
Artikelbereich Elektronik gesucht.

Geräteprogramm: Rundfunk-, Fernseh-, Phono-,
Tonbandgeräte, HiFi-Anlagen, Elektronenblitzgeräte,
elektronische Meß- und Regelgeräte.

Aufstiegschancen zum Gruppen- oder Abteilungsleiter
sind gegeben.

Hilfe bei der Wohnraumbeschaffung und Übernahme der
Umzugskosten wird zugesichert.

Wir bitten um Kurzbewerbung, eine Seite DIN A 4,
handgeschrieben, mit den wichtigsten Angaben aus dem
Lebenslauf, möglichst Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltswunsch
und frühestem Eintrittstermin.

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

BRAUN

Ein Rundfunk- und Fernseh- Meister von Format

Wir sind ein führendes Handelsunternehmen im Rhein-Main-Gebiet mit einer ganz modernen Rundfunk- und Fernseh-Abteilung (Hi-Fi-Stereo-Studio u. a.). Ständig steigende Umsätze und wachsender Markt stellen auch an die Kundendienstabteilung (Werkstatt, Auslieferung, Montage und Service-Leistungen) immer höhere Anforderungen.

Diesem Aufgabengebiet ist nach unserer Auffassung nur ein energischer, wendiger und junger – oder jung gebliebener – Rundfunk- und Fernseh-Meister mit organisatorischen Fähigkeiten gewachsen. Selbst ein versierter Fachmann wird hier, zumindest in der Anfangszeit, auf neue Probleme stoßen. Er findet aber bei der Geschäftsleitung stets die notwendige Unterstützung und im Verkaufsleiter dieser Abteilung einen offenen und verständnisvollen Gesprächspartner. Es ist vorgesehen, die Rundfunk- und Fernseh-Werkstatt zu vergrößern und mit den modernsten technischen Hilfsmitteln auszustatten, wobei wir die Vorschläge des neuen Werkstattleiters nach Möglichkeit berücksichtigen möchten. Selbstverständlich ist die Position entsprechend dotiert. Auch bei der Wohnraumbeschaffung sind wir gern behilflich. Alles in allem – in unserem Unternehmen kann man durchaus arbeiten und weiterkommen! Richten Sie bitte Ihre Bewerbungen mit handschriftlichem Lebenslauf, einem Lichtbild jüngeren Datums und unter Angaben von Referenzen, der Gehaltswünsche und des frühesten Antrittstermins an

BIEBERHAUS, 6 Frankfurt/Main 1, Zeil 17–19 oder 605 Offenbach/Main, Bieberer Str. 74–76

Wir sind eine bekannte AG der
Elektrofeinmechanik mit Sitz in südwestdeutscher
Großstadt und suchen als Mitarbeiter

Entwicklungsingenieure und -techniker Konstrukteure

mit Erfahrungen auf dem Gebiet der
Auto-Empfänger bzw. Magnettontechnik.
Wir bieten interessante, ausbaufähige
Dauerstellung. Bei Eignung sind
Aufstiegsmöglichkeiten zum Gruppenleiter
gegeben.

Hilfe bei der Wohnungsbeschaffung wird
zusichert.

Bitte senden Sie eine handschriftliche
Kurzbewerbung mit tabellarischem Lebenslauf
– und falls vorhanden – ein Lichtbild,
Zeugnisabschriften, Gehaltswunsch und frühestem
Eintrittstermin an **F. N. 8479**

Kaufgesuche

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

Labor-Meßinstrumente aller Art, Char-
lottenburger Motoren, Berlin W 35

Widerstände 0,1–4 W achsial meist
mit Farbcode gängig sortiert
1000 St. 21,50 2500 St. 45,-

1 kg Kondensatoren Styroflex, Ke-
ramik, Rollelektrolyt, gut sort. 29,50

Siemens AF 139, 1 St. 8,50, 10 St.
à 7,95, 25 St. à 7,50, 100 St. à 6,50

TEKA, 8450 Amberg, Georgenstr. 3
Ruf: 36 26

GÖRLER

**Bausteine für
Labors
Werkstätten
Amateure**

u.a. Transistor-UKW-Tuner, Stereo-
ZF-Verstärker, Stereo-Decoder. Aus-
führliche Beschreibungen mit Bild
und Schallplan in der RIM-Baustein-
fibel DM 3,-. Bei Nachnahme
DM 4,30.

RADIO-RIM

Abi. F. 2

8 München 15 • Postfach 275

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio-
und Fernsehtechnik durch Christiani-Fern-
kurse Radiotechnik und Automation. Je
25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur
und Abschlusszeugnis. 800 Seiten DIN A4.
2300 Bilder. 350 Formeln und Tabellen.
Studienmappe 8 Tage zur Probe mit
Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang
bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut
Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

Geschäftsverkäufe

Komplett eingerichtete Reparaturwerkstatt der Fernsehbranche in
Berlin aus Altersgründen zu verkaufen oder zu verpachten.
Langjähriger, von mir betreuter, umfangreicher Kundenstamm
kann mit übernommen werden.

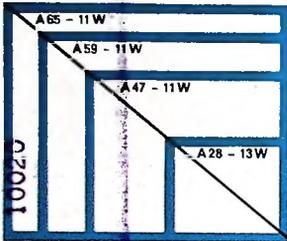
Angebote erbeten unter **F. O. 8480**

Wer schreibt
der bleibt

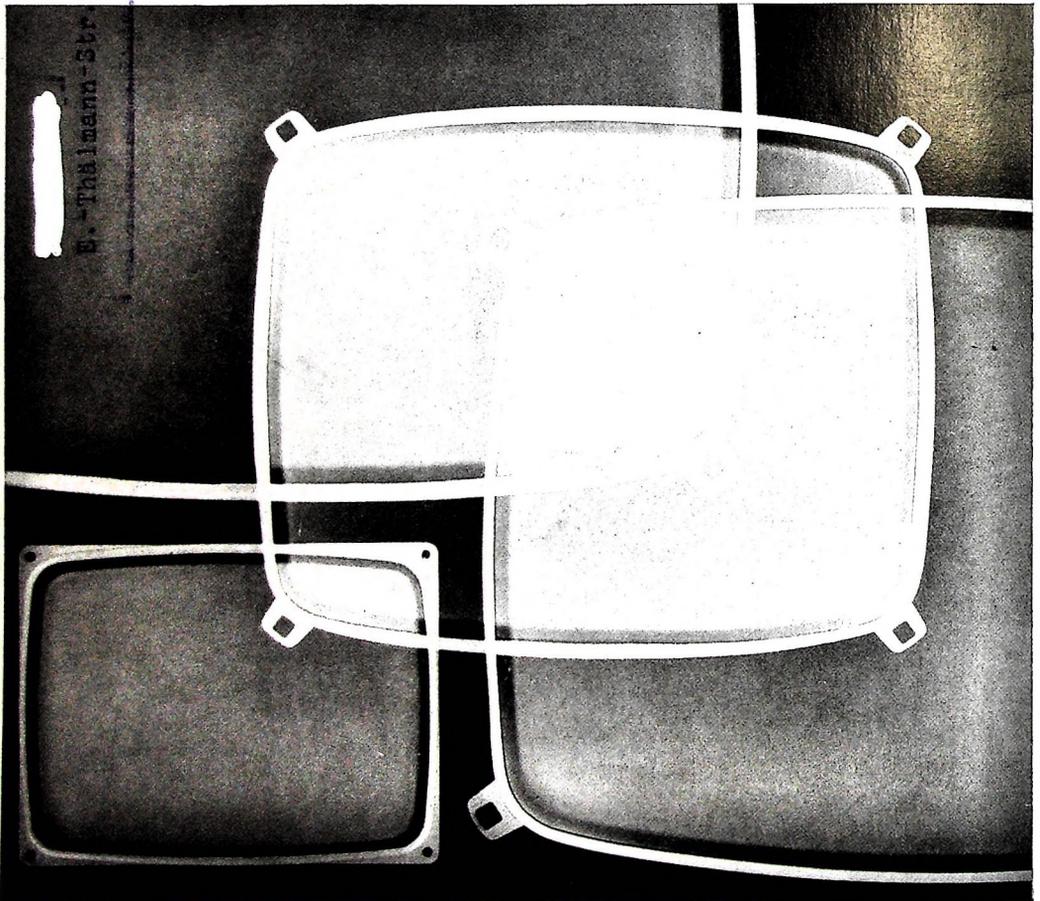
Mogler-Kassen halten schnell + = fest,
erläutern, gliedern auf, sichern autom.
und alles ist nach Sparten getrennt zur
schnellen Abrechnung zur Verfügung. Fordern
Sie bitte unverbindlich Prospekt 168
Mogler-Kassenfabrik-71 Heilbronn

VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK



4 Bildröhren in schuttscheibenloser Ausführung Ein ausgewogenes Programm



VALVO GMBH HAMBURG

A 0166 / 696f