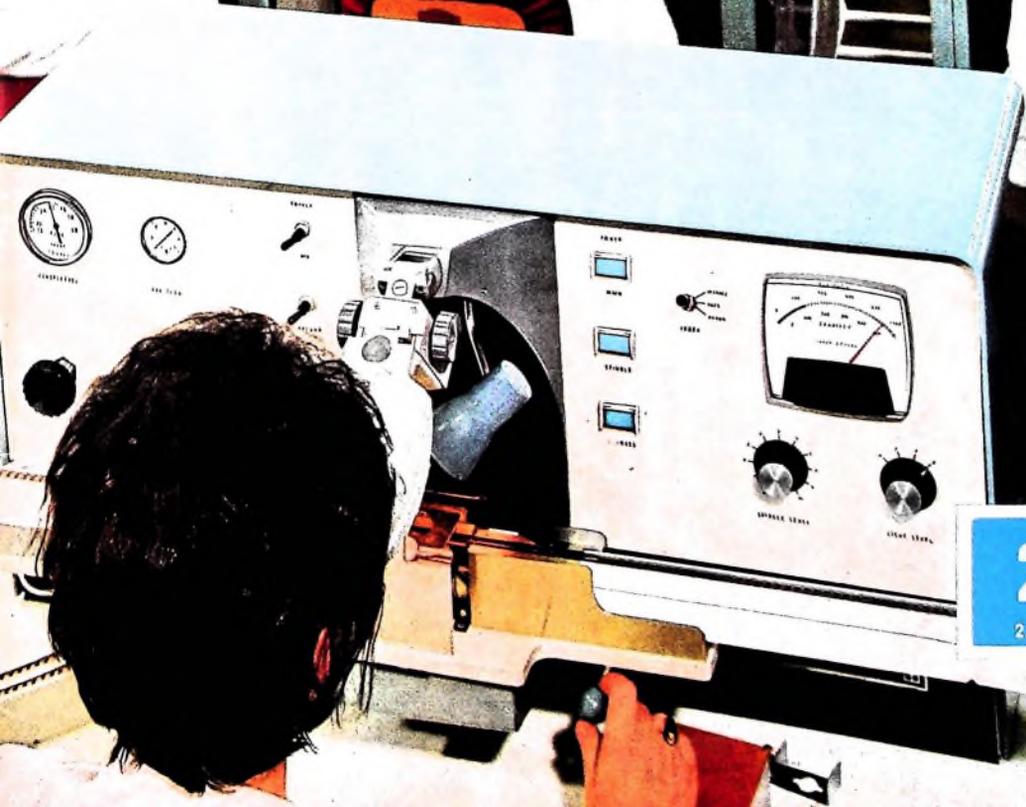




BERLIN

FUNK- TECHNIK

A 3109 D



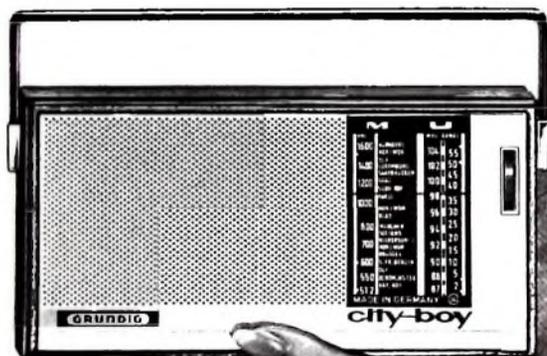
20 | 1966 +
2. OKTOBERHEFT

GRUNDIG

präsentiert jetzt den
einmalig preisgünstigen
UKW/MW-Empfänger

City-Boy

- Kräftiger Klang durch großen Lautsprecher
- Lange Betriebsdauer durch Babyzellen
- ... und made in Germany



Mach Dir's leicht –
verkaufe GRUNDIG!

AUS DEM INHALT

2. Oktoberheft 1966

gelesen · gehört · gesehen	708
FT meldet	710
Vom Kristallgleichrichter zum Leistungsthyristor	715
Halbleiterelektronik im Kraftfahrzeug	717
Transistorprüfgerät nach dem Prinzip der Steilheitsmessung	719
Das Evulvan · Symbol für die technisch-industrielle Entwicklung unseres Jahrhunderts	721
Persönliches	721
Luxusausführung des Autosupers „Köln“ mit Spezial-Fernbedienung	722
Verbesserte stabilisierte Vertikalablenkschaltung für Fernsehempfänger	724
O. Studemund zum 60. Geburtstag	724
Farbfernsehen	
Einführung in die Farbfernsehtechnik	F 49
Für den KW-Amateur	
Die Kurzwellenausbreitung in der Ionosphäre und ihre Vorhersage	727
Elektronische Kamera zum Selbstbau	729
Kurzschlußsicherer Zweipunktregler für Kleinmalaren	734
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund	737
UHF-Empfangsantennen — Typen · Eigenschaften · Anwendung	738
Fernseh-Service	
Bild ist nach kurzer Erwärmung zu hoch und am unteren Bildrand umgeklappt	742
Service an VHF- und UHF-Tunern	742

Unser Titelbild: Halbleiterkristalle werden auf den Gehäuseböden oder auf Zwischenträgern in der sogenannten Band-Technik montiert. Die Verbindungen entstehen unter hoher Temperatur und geeignetem Druck sowie unter Verwendung von Goldzwischenlagen. Nach einem ähnlichen Verfahren werden die Verbindungen zu den Außenkontakten hergestellt.

Aufnahme: Valva GmbH

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 706, 711—714, 723, 725, 726, 731, 733, 735, 736, 743 und 744 ohne redaktionellen Teil

ISOPHON

Kleinet-Kompakt-Box KSB 12/8

vielseitig verwendbar,
komplett anschlussfertig.
Abmessungen 250 x 170 x 200 mm
Spezielllautsprecher bieten
gleichmäßigen Frequenzgang
von 60-20 000 Hz
Anpassung an 4-16 Ohm
Unverbindl. Richtpreis **DM 135,-**



Flach Stereo-Box FSB 15

für Mono- und Stereo-Anlagen.
Als Wand- und Regalbox
verwendbar.
Abmessungen 540 x 330 x 100 mm
Nennbelastbarkeit 15 Watt
Frequenzbereich 70-18 000 Hz
Impedanz, umschaltbar
4 und 16 Ohm
Unverbindl. Richtpreis **DM 238,-**



HiFi-Stereo-Box HSB 20/8

In hochwertigen HiFi-
Stereo-Anlagen verwendbar,
komplett anschlussfertig.
Abmessungen
620 x 280 x 260 mm
Nennbelastbarkeit 20 Watt
Frequenzbereich
40- über 20 000 Hz
Anpassung an 4-16 Ohm
Unverbindl. Richtpreis **DM 320,-**



HiFi-Bausatz BS 35/8

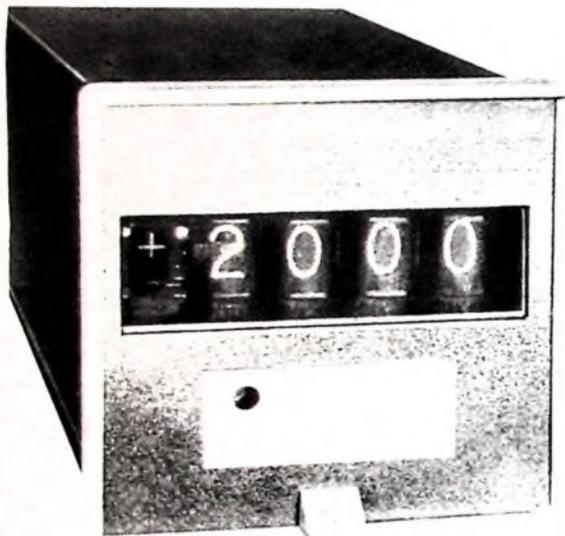
für Betrieb im geschlossenen
Gehäuse. Diese hochwertige
Kombination (45-20 000 Hz)
bietet allen Bastlern
die Möglichkeit,
mit ISOPHON-Kompakt-
Lautsprechern Boxen in
HiFi-Qualität zu bauen.
Spitzenbelastbarkeit 35 Watt
Anpassung an 4-16 Ohm
Unverbindl. Richtpreis **DM 160,-**



ISOPHON-WERKE GMBH BERLIN

Lieferung über den Fachhandel
Prospekte durch unsere Vertretungen

Schalttafel- Digitalvoltmeter Modell A 1454



Hohe Genauigkeit – für Gleich- und Wechselspannungen sowie Gleich- und Wechselströme – robuste, kompakte Bauart – Drucker Ausgang auf Wunsch – äußerst preisgünstig

Unser Lieferprogramm umfaßt ferner:

- Hochstabile Netzgeräte für Spannungs- und Stromkonstanthaltung
- Gleichspannungsnormale
- Gleichstromverstärker
- Kathodenstrahl-Oszillographen für Forschung und Service
- Frequenzdekaden
- Extrem genaue Meßsender
- Frequenzähler
- Labor-Digitalvoltmeter für Gleich- und Wechselspannungen
- Digitale Datenverarbeitungsanlagen
- Analogrechner
- Geräte zur Untersuchung von Frequenzgängen

Wir beraten Sie gern, bitte fordern Sie Prospekte an

SCHLUMBERGER

Meßgerätebau und Vertrieb GmbH

8 München 15, Bayerstr. 13, Tel. 55 82 01-05, Telex 05-22 248

Schweiz: Schlumberger SA, Zürich, Badener Straße 333

Österreich: Schlumberger, Wien 12, Tivoligasse 74



gelesen · gehört · gesehen

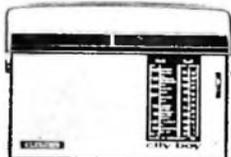


Farbtüchtiger Fernsehsender

Im Rahmen der Vorbereitungen für das Farbfernsehen, an denen die Rundfunkanstalten sowie die Bundespost beteiligt sind, lieferte Siemens an den Süddeutschen Rundfunk einen farbtüchtigen Fernsehsender mit 10 kW Sendeleistung für den Bereich III Einsatzort: Fernsehturm Stuttgart. Der 1955 ebenfalls von Siemens gelieferte bisher betriebene Sender dient jetzt als Reserveanlage.

Neuer Grundig-Reisesuper

Als Zweibereich-Empfänger (UM) in der 100-DM Preisklasse bringt Grundig den neuen Reiseempfänger „City-Boy“ auf den Markt. Rund 20 Prozent des Gehäusevolumens nehmen die vier Babyzellen



(etwa 110 Betriebsstunden) ein. Das schwarze Kunststoffgehäuse mit hellem Rückteil und Metallgrill auf der Frontseite hat die Abmessungen 20 cm X 10 cm X 5 cm, und das Gerät wiegt 0,8 kg.

Zeitschriftenländer mit Musik

Mit dem Gerät „Gazetta 54 F“ stellt Graetz die Kombination eines Rundfunkempfängers mit einem Zeitschriftenländer vor. Eingebaut ist ein ausschließlich mit Transistoren bestücktes Rundfunkchassis (UML +



49-m-Band) mit 4-W-Endstufe und Lautsprecher (26 X 13 cm). Die Antennen sind im Gerät angeordnet, so daß mit Ausnahme des Netzkabels keine störenden Leitungen auf dem Fußboden zu verlegen sind.

Universal-Federwickelgerät

Das Wickelgerät für Spiralfedern „Spring-Winder“ von microtechnic, Frankfurt a. M.,

macht es leicht, Federn in Kleinserien selbst zu wickeln. Das Gerät besteht aus sechs einfach auswechselbaren Teilen ohne empfindliche Mechanik. Rechts- und lingsgängige



Druckfedern, Zugfedern sowie Spiralen mit beliebigem Innendurchmesser lassen sich mit dem Gerät wickeln, und es kann Federstahldraht, Messing-, Bronze-, Widerstandsdraht und ähnliches Material bis zu 4,75 mm Durchmesser verarbeitet werden. Kegelige Federformen und das Wickeln mit rechteckigen und quadratischen Drahtquerschnitten sind ebenfalls möglich.

Germanium-Planar-Feldeffekttransistor

Texas Instruments entwickelte den neuen Germanium-Feldeffekttransistor TIXM 12 im Plastikgehäuse, der den ersten Typ in einer Reihe preisgünstiger Germanium-Planar-Feldeffekttransistoren darstellt, deren Produktion demnächst beginnen soll. Der neue

Epitaxial-P-Kanal-Transistor ist für Verstärker und Mischstufen im VHF-Bereich bestimmt und zeichnet sich durch geringe Kreuzmodulation und niedriges Rauschen aus (etwa 2 dB bei 100 MHz). Infolge der großen Beweglichkeit der Majoritätsträger im Germanium sind die HF-Eigenschaften günstig, und die kleinen dielektrischen Verluste des Plastikmaterials ergeben einen höheren Eingangswiderstand bei Frequenzen oberhalb 50 MHz.

Frequenzselektiver Transistor

Ein von Westinghouse entwickelter Transistor enthält neben der üblichen Halbleiterstruktur eine kleine Fahne aus Gold, die zu mechanischen Schwingungen angeregt wird. Die Länge der Fahne oder Zunge liegt in der Größenordnung vom Doppelten oder Dreifachen des Durchmessers eines menschlichen Haars. Mit Hilfe dieser Transistoren können abgestimmte integrierte Schaltungen (für die Spulen ihrer Größe wegen ungeeignet sind) aufgebaut werden. Bisher sind derartige mechanische Resonatoren mit Eigenfrequenzen von einigen Kilohertz hergestellt worden. Man hofft aber Frequenzen bis 1 MHz zu erreichen. Festabgestimmte Schaltkreise wären zum Beispiel bei



gelesen · gehört · gesehen



Trägerfrequenz- und Selektiv-rufanlagen, aber auch für ZF-Verstärker von Empfängern interessant.

NF-Verstärker-Baustein

4 W Ausgangsleistung an 12 Ohm liefert der NF-Verstärker-Baustein „LP 1162“ von Mullard. Die zugehörige Eingangsspannung ist 85 mV an 40 kOhm. Der Baustein (110 mm x 68 mm x 17 mm) benötigt eine Speisespannung von 24 V und ist mit zusätzlichen Anschlüssen für Höhen- und Tiefenregler ausgestattet.

Breitband-Millivoltmeter mit Feldeffekttransistoren

Die Reihe der transistorbestückten elektronischen Voltmeter der Philips Industrie Elektronik wurde durch das neue Breitband-Millivoltmeter „PM 2451“ ergänzt. Das Meßgerät hat eine Bandbreite von 10 Hz ... 7 MHz (Amplitudenfehler $\leq 0,7$ dB) und kann am Stromversorgungsnetz oder an Bordnetzen betrieben werden. Die Speisefrequenz darf dabei zwischen 40 und 400 Hz liegen. Für netzunabhängigen Betrieb kann die Speisung aus Monozellen oder einem wiederaufladbaren NiCd-Sammler erfolgen.

Das Speiseteil des Voltmeters ist elektronisch stabilisiert, so daß die Batteriespannung von 7 V auf 3 V absinken kann, ohne daß ein zusätzlicher Fehler bei der Messung entsteht. Der Betriebstemperaturbereich für das Gerät ist -10°C bis $+45^{\circ}\text{C}$. Die in der Eingangsschaltung angeordneten Feldeffekttransistoren sind geschützt, so daß eine kurzzeitige Überlastung mit 400 V (bis 10 kHz) in allen Bereichen von 1 mV ... 300 V keinen Schaden verursacht.

Miniatur-Relais für gedruckte Schaltungen

SEL bringt das Miniatur-Relais „A 2600“ für gedruckte Schaltungen mit 2,5 beziehungsweise 2,54 mm Rastermaß auf den Markt, das eine Bauhöhe von 11 mm (ohne Gehäuse) hat. Es ist für eine Schaltspannung von max. 60 V, bei einem max. Schaltstrom von 200 mA ausgelegt und wird für Speisespannungen von 6 ... 48 V geliefert. Die mechanische Lebensdauer des mit vier Umschaltkontakten bestückten Relais liegt bei $2 \cdot 10^6$ Schaltungen.

Hochstabiles Röhrenvoltmeter

Marconi Instruments kündigt das neue elektronische Voltmeter „TF 2604“ hoher Stabilität an. Es ermöglicht genaue

Messungen von Wechselspannungen im Bereich 25 mV bis 300 V von 20 Hz ... 1500 MHz. Der Gleichspannungsbereich ist 1 mV ... 1000 V, und außerdem können Widerstandswerte von 0,2 Ohm ... 500 MOhm gemessen werden. Als Zubehör sind aufsteckbare Teiler zur Messung von bis zu 30 kV Gleichspannung und 2 kV Wechselspannung lieferbar. Für Spannungsmessungen an Koaxialsystemen steht ein aufsteckbares T-Stück zur Verfügung.



außerdem ist auch ein koaxialer 50-Ohm-Abschlußwiderstand lieferbar.

Hohe Anzeigestabilität wird mit einer Längsröhren-Regelschaltung für die Betriebsspannung und einer Transistor-Regelschaltung für die Röhrenheizung erreicht. Die Stabilität ist besser als 4 mV bei Skalendausschlag in allen Bereichen für eine Netzspannungsänderung von 10%. Der Wechselspannungstastkopf enthält eine Scheibendiode-Gleichrichterschaltung (Eingangskapazität 1,5 pF) und ist bis zu 1500 MHz brauchbar.

Datenverarbeitungsanlage für Großverf.

Von der Weser AG erhielt Siemens den Auftrag, für das Rechenzentrum der Bremer Großverf. eine Datenverarbeitungsanlage „4004/35“ zu liefern. Diese Anlage soll neben den üblichen kommerziellen Aufgaben auch die Fertigungssteuerung, die Berechnung von Schiffskörpern und die Programmierstellung für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen übernehmen.

Elektronische Verkehrsregelung

Eine ganze Reihe von Systemen und Ausrüstungen bietet die britische G. E. C. Road Signals Ltd. an, die Anfang des Jahres mit dem Ziel gegründet wurde, Verkehrsregelungsanlagen für den Straßenverkehr zu entwickeln. Das Unternehmen hat vor kurzem Aufträge im Wert von etwa 1 Mill. DM für Detektoren und Fernseh-anlagen erhalten, die das britische Verkehrsministerium für sein Verkehrsregelungs-Experiment in West-London verwenden will.



Dynamic HiFi Mikrofon TM 40

Dieses Mikrofon müssen Sie nicht haben.

Aber wenn Sie es besitzen, können Sie hervorragende Tonaufnahmen machen. Geradliniger Frequenzverlauf über den gesamten Übertragungsbereich (35 bis 16.000 Hz ± 2 dB*). Ausgeprägte nierenförmige Richtcharakteristik. Ein Mikrofon in Ganzmetallausführung, mit eingebautem Windschutz und Sprache-/Musikschaltung – ein Dynamic HiFi Mikrofon der Spitzenklasse.

* Prüfzertifikat liegt jedem Mikrofon bei.

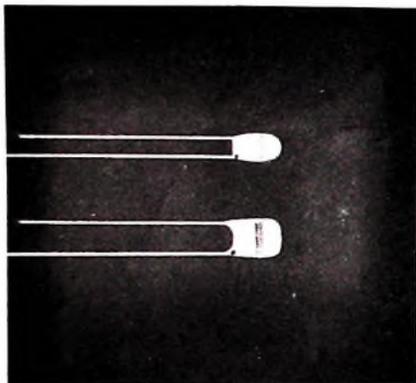
PEIKER acoustic

6380 Bad Homburg - Oberechbach
Postfach 235 Tel. 06172/22086



ERO-TANTAL

TANTAL-KLEINST-KONDENSATOR Typ ETP



Wofür eignet sich der Typ ETP?

Der Typ ETP vereint in sich alle bekannten Vorzüge von Tantal-Kondensatoren und eignet sich zum überwiegenden Teil für die Einsatzfälle, die bisher Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren vorbehalten waren.

Charakteristikum

Günstiger Preis, kleine Abmessungen, gutes Frequenz- und Temperatur-Verhalten, hohe Zuverlässigkeit

Abmessungen

Typ	Kapazitätsbereich µF	Abmessungen L x B x H mm
ETP 1	0,33 - 15	3,5 x 3 x 6
ETP 2	2,2 - 47	5,5 x 3,5 x 7
ETP 3	47 - 100	7,5 x 4 x 9

Temperaturbereich —55 bis + 85° C
Kapazitätsänderung bei —55° C: max. 15%
Scheinwiderstands-Anstieg bei —55° C bezogen auf 20° C: Faktor 2



ERO-TANTAL
KONDENSATOREN GMBH
8300 LANDSHUT/BAYERN
Ludmillastraße 21 - 25 · Postfach 588/89 · Telefon 30 85

F m e l d e t . . . F m e l d e t . . . F m e l d e t . . . F

Funkausstellungs-Ausschnitt tage in Berlin

Zur Vorbereitung der vom 25. August bis zum 3. September 1966 in Berlin stattfindenden Großen Deutschen Funkausstellung trat der Ausstellungs-Ausschnitt am 20. September 1966 zum zweiten Male zusammen. Bei dieser Gelegenheit wurde auch der Entwurf des Plakats vorgestellt. Die vorläufigen Platzanmeldungen haben ergeben, daß sich alle namhaften Hersteller der Rundfunk-, Fernseh-, Phono-, Antennen-, Bauelemente- und Zubehör-Industrie an diesem größten Ausstellungs-vorhaben Berlins im Jahre 1967 beteiligen und zusammen mit den Sendeanstalten und der Deutschen Bundespost eine Gesamthallenfläche von rund 64 000 m² belegen werden.

Fachtagung Elektronik 1967

Der Beirat „Fachtagungen Elektronik Hannover“ setzte für die Fachtagung Elektronik 1967 im Rahmen der Hannover-Messe (29. April bis 7. Mai 1967) das Generalthema „Digitale Datenverarbeitung“ fest. Der Beirat, dem je ein Vertreter des VDE, ZVEI, VDPW der Deutschen Messe- und Ausstellungen-AG, der Elektro-Messehaus GmbH sowie der ETG-Hannover angehört, beauftragte Herrn Dr. K. Steimel, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Ausschusses des VDE, mit der Vorbereitung und der Durchführung der Fachtagung.

Saba rüstet für den Farbfernseh-Start

Bis zum Sommer des nächsten Jahres wird bei Saba in Villingen ein neuer Shed-Bau mit zwei Etagen zu je 3000 m² fertiggestellt sein, der jetzt als direkte Erweiterung des Fernsehwerkes gebaut wird. Im vergrößerten Fernsehwerk werden dann an zwei Fließbändern Schwarz-Weiß-Geräte und an einem Band Farbfernsehgeräte produziert werden.

15 Jahre Regen-Magnetköpfe

Am 1. Oktober 1966 beging die Wolfgang Bogen GmbH das 15jährige Jubiläum ihrer Firmengründung. Am 1. Oktober 1951 wurde dem damals erst 23jährigen W. Bogen die Gewerbe-genehmigung für eine Einzelfirma erteilt, die 1956 in eine GmbH umgewandelt wurde. Aus kleinsten Anfängen entwickelte sich das Unternehmen, das sich auf die Fertigung von Magnetköpfen für alle Anwendungsgebiete der magnetischen Aufzeichnungstechnik spezialisierte und zur Zeit mehr als 200 Magnetkopftypen fertigt, bis zur heutigen Größe von etwa 250 Mitarbeitern 60% der Fertigung werden vorwiegend in das europäische Ausland exportiert.

Austausch von Halbleiter-

Lizenzen zwischen Texas Instruments, Fairchild und SGS-Fairchild
Die Firmen Fairchild Camera and Instruments, SGS-Fairchild und Texas Instruments haben jetzt ein Abkommen über den Lizenz-Austausch ihrer Patente

auf dem Gebiet der Halbleiterbauteile und der zugehörigen Produktionseinrichtungen getroffen. Das Abkommen läuft über zehn Jahre und umfaßt die Patente in sämtlichen Ländern außer Japan. Die Vereinbarungen betreffen auch Lizenzen der Fairchild-Patente für das Planar-Verfahren sowie Patente von Texas Instruments für Integrierte Schaltungen.

Preissenkung für Transistoren, Sonderbauteile und Dioden

Nachdem erst kürzlich eine Preissenkung bis zu 60% für Integrierte Schaltungen erfolgte, hat SGS-Fairchild zum 1. Oktober 1966 auch die meisten Preise für Transistoren, Sonderbauteile und Dioden des militärischen Anwendungsbereiches reduziert. Diese Preissenkungen betragen in vielen Fällen bis zu 50%.

9. Didacta auf dem Messegelände in Hannover

Vom 7. bis 11. Juni 1968 findet auf dem Messegelände in Hannover die 9. Europäische Lehrmittelmesse Didacta statt. Träger der Veranstaltung ist der Deutsche Lehrmittel-Verband e.V. während die Organisation in den Händen der Messe-AG liegt. Vorläufig sind für diese Veranstaltung mit etwa 400 bis 500 in- und ausländischen Ausstellern die Hallen 16 A, 16 B und 16 C im Nordbereich des Messegeländes vorgesehen.

Vorträge der Gewerbeförderungs- anstalt der Handwerkskammer Düsseldorf

Die Gewerbeförderungsanstalt der Handwerkskammer Düsseldorf führt im Herbst 1966 und Frühjahr 1967 für Rundfunk- und Fernsehtechniker folgende Veranstaltungen durch:
22. und 29. November 1966, 19.00 bis 21.30 Uhr: Farbfernsehen in Gemeinschafts-Antennenanlagen;
17. und 18. Januar 1967, 18.30 bis 21.30 Uhr: Projektierung und Planung von Gemeinschaftsantennen;
6. März 1967, 19.30 Uhr: Ritzschutzanlagen.
Alle Vorträge finden in der Gewerbeförderungsanstalt, Düsseldorf, Volmerswerther Straße 75, statt; besondere Anmeldungen sind nicht erforderlich.

Graetz - „Service-Vademecum“
Das „Service-Vademecum“ von Graetz erschien in einer neuen Auflage (DIN A 4, 164 S., Schutzgebühr 3,- DM). Es enthält Schaltbilder für Fernseh-, Rundfunk- und Transistorkofferggeräte von Graetz der letzten Jahre. Für den Servicemann sind weiterhin in diesem Vademecum Funktionsbeschreibungen der Gerätegruppen, Hinweise auf Fehlersuchhilfen, eine Tabelle der Zellentransformatoren und deren Austauschtypen (mit Anleitung für den Umbau), Einbauleitungen für die Autohalte-rungen, eine Montageanleitung für die 5-W-Transistor-Leistungs-Endstufe sowie eine Zusammenstellung des für die verschiedenen Wagentypen empfohlenen Zubehörs interessant.

Philips — wegweisend in der Magnetband- Technik

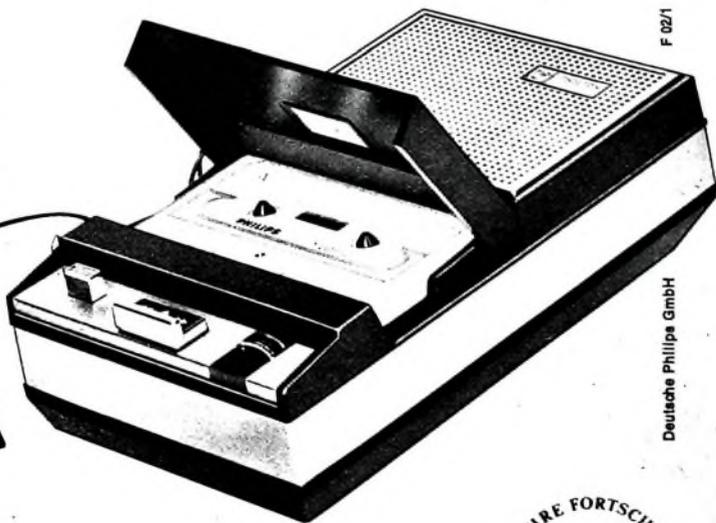
Philips schuf mit der Compact-Cassette den Tonträger mit internationaler Geltung. Den Tonträger, dem die Zukunft gehört. — Und Philips entwickelte den Cassetten-Recorder 3301, den Welterfolg der letzten beiden Jahre. Er ist die Basis für die internationale Verbreitung der Compact-Cassette — in mehr als 3 Millionen Exemplaren.

Neu! Philips Cassetten-Recorder 3302

- noch leistungsfähiger durch erweiterten Frequenzbereich, durch verstärkte Endstufe
- noch vielseitiger durch Anschlußmöglichkeit für Zusatzlautsprecher
- noch attraktiver durch ein neues Gewand
- wirtschaftlicher Batteriebetrieb
- elektronisch geregelter Präzisionsantrieb
- Ein-Tasten-Steuerung



Cassetten-Recorder 3302
mit Tasche und Mikrofon



F 02/1

Deutsche Philips GmbH

...nimm doch
PHILIPS



Telecon-Sprechfunkgerät

ACHTUNG! für Fahrzeuge im 27 MHz-Band



ganz neu! zugleich a. als Traggerät verwendbar - mit FTZ-Nr. postgepr. - zugelassen - FTZ-Serienprüf-Nr. K-563/65
● Leichter Einbau - schnell herauszunehmen!
● 14 Transistoren! ● 2 Kanäle! ● 2 Watt (Input)

Preis DM 980,- (1 Kan. bequartzf) mit Einbauszubehör

Verkaufsangebote - Prospekte - Beratung - Kundendienst - Vertrieb durch Werkverträtungen:

Hessen, Rheinland-Pfalz: Elektro-Versand KG - Telecon AG, W. Basemann 8 Frankfurt/Main-50, Am Eisernen Schlag 22, Tel. 06 11/51 51 01 oder 636 Friedberg/Hessen Hanauer Straße 51 - Tel. 0 60 31/72 26

Saar: Saar-Sprechfunkanlagen-GmbH, 66 Saarbrücken 1, Gersweilerstraße 33-35, Tel. (0681) 4 64 56

Bayern: Hummel Handelsgesellschaft mbH, 8 München 21 Belgradstraße 68, Tel. 33 95 75

Nordrhein-Westfalen: Funk-Technik GmbH, 5 Köln, Rolandstr. 74, Tel. 3 63 91

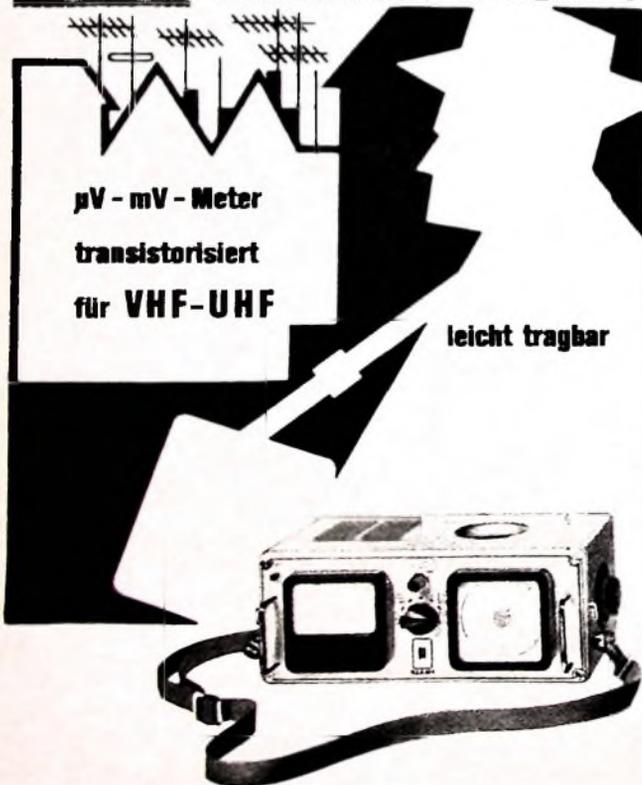
Baden-Württemberg: Horst Neugebauer KG, 763 Lahr im Schwarzwald, Hauptstraße 59, Telefon 0 78 21/26 80

Berlin: Reinhold Lange, 1 Berlin 30, Schöneberger Ufer 87, Tel. 03 11/13 14 07

Niedersachsen, Schleswig-Holstein: TELECON KG, Wenzl Hruby, 2 Hamburg 50, Theodorstraße 41y, Tel. 89 22 88

Schweiz: Noviton AG, In Böden 22, Postf., 8056 Zürich, Tel. (051) 57 12 47

ANTENNENTESTGERÄTE



μ V - mV - Meter
transistorisiert
für VHF-UHF

leicht tragbar

... Mit seiner klaren Darstellung dürfte das Buch - vor allem als gründliche Einführung in den Fernseh-Service - von erheblichem Nutzen sein. Ein ausführliches Sachwörterverzeichnis gestattet eine Verwendung als Nachschlagewerk."

Fachzeitschrift: Der Elektro-Meister

WINFRIED KNOBLOCH
**PRÜFEN
MESSEN
ABGLEICHEN**

Fernsehempfänger-Service

Das Buch trägt der Entwicklung Rechnung, nach der Instandsetzungen von Fernsehempfängern den weitaus größten Anteil der in Reparaturwerkstätten auszuführenden Arbeiten ausmachen. Es soll den Technikern die Erfahrungen vermitteln, die sie befähigen, Fernsehempfänger rationell instand zu setzen. Ferner gibt das Buch auf Sonderfragen nach dem gegenwärtigen Stand der Fernsehtechnik Antwort.

Aus dem Inhalt:

Prüfen

Fehlererkennung aus dem Schirmbild - Werkstatt-Service

Messen

Statisches Messen - Dynamisches Messen - Messen der Empfängerempfindlichkeit

Ableichen

Ableichen der ZF- und HF-Stufen nach dem Wabbelverfahren - Einstellen der Elektronenoptik - Einstellen der Bildgeometrie - Einstellen der Ablenkstufen und der Synchronisation - Einstellen verschiedener Arbeitspunkte

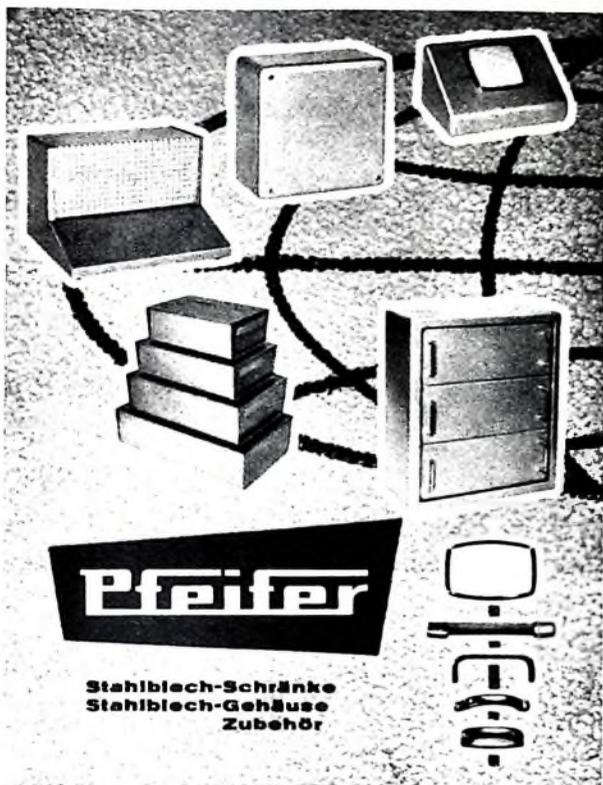
108 Seiten - 39 Bilder - 4 Tabellen - Ganzleinen 11,50 DM

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

Spezialprospekt auf Anforderung

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

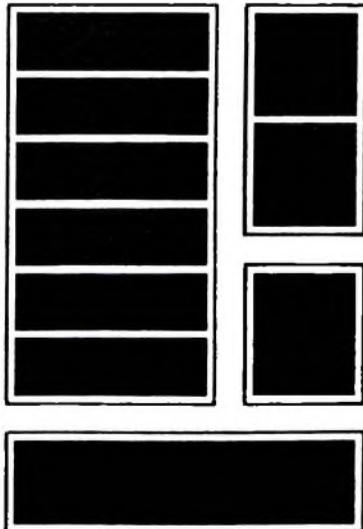
Neuer Produktionszweig: Meßgerätegriffe



Pfeifer
Stahlblech-Schränke
Stahlblech-Gehäuse
Zubehör

fordern Sie bitte **BERNHARD PFEIFER 401 HILDEN / RHLD.**
Stahlblechgehäuse- und Apparatebau · Telefon 35 00 · Postfach 625

metall- gehäuse



nach
DIN 41490
und dem
19" System

Paul Leistner
GmbH
2 Hamburg 50
Klausstr. 4-6
Telefon 381719

LEISTNER

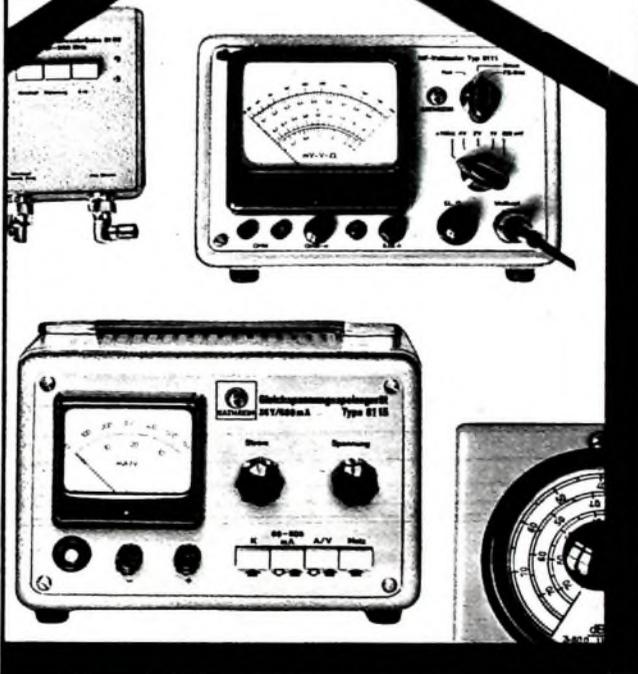
Lieferung über den bekannten Fachhandel

Antennen- Servicegeräte aus der Spezialfabrik für Antennen

Fernseh- und Rundfunkempfang sind nur so gut wie die Antennenanlage. Zur Überprüfung und zur Wartung von Gemeinschafts-Antennenanlagen genügt aber ein „nasser Finger“ nicht mehr. Dazu brauchen Sie passende Servicegeräte, robust für den harten Betrieb - und preisgünstig. Sie brauchen KATHREIN-Antennen-Servicegeräte!

Fordern Sie unsere
Unterlagen S 115 an!

Nr F 0770888



A. KATHREIN 82 ROSENHEIM
Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate
Postfach 260
Telefon (0 80 31) 38 41

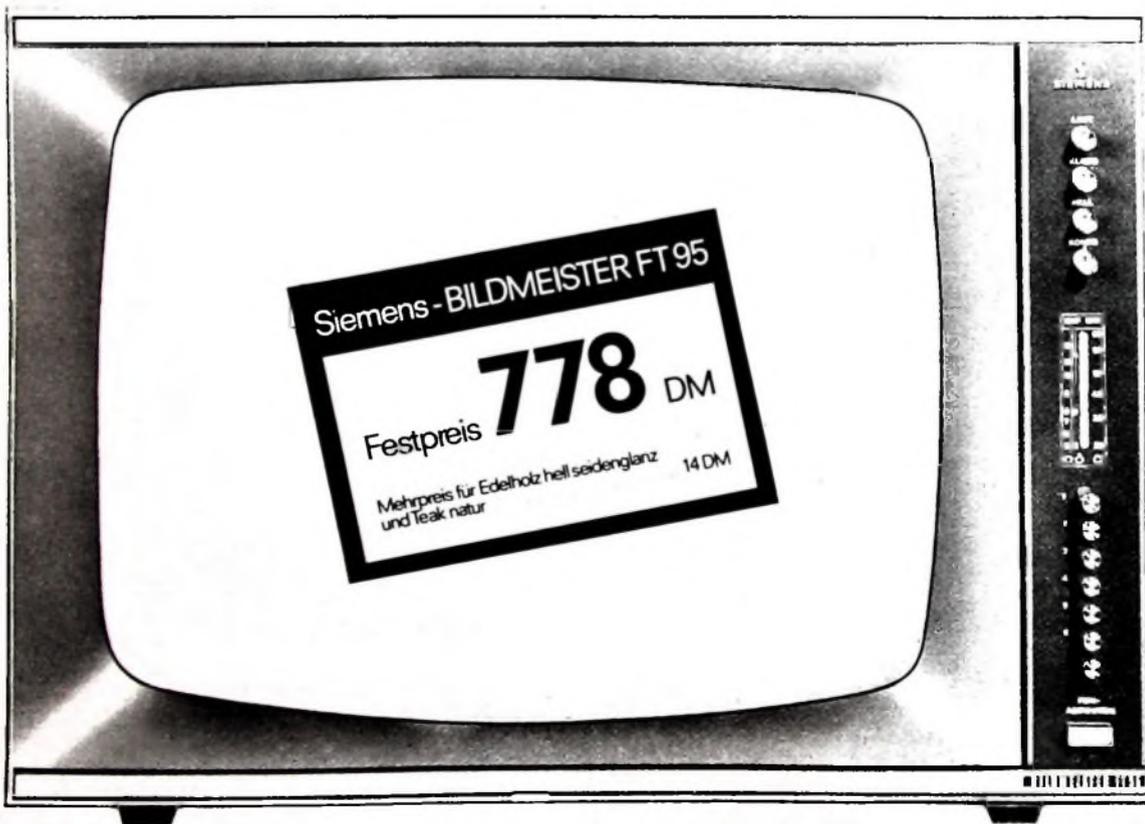


SIEMENS

Hier kann Sie
niemand
unterbieten –

denn das neue Siemens-Fernseh-
gerät **BILDMEISTER FT 95** ist
preisgebunden. In der Ausführung
Edelholz dunkel hochglanz darf es
nur zum Festpreis von 778 DM
verkauft werden – ein Gewinn für
den seriösen Fachhandel.
Ein Gewinn für Ihren Kunden ist die
wohnliche Form – denn auch bei
Sendepause soll das Gerät ein gutes
Bild bieten. Und natürlich die aus-

gereifte Technik: 6 Stationstasten in
Verbindung mit dem transistori-
sierten Allbandwähler erleichtern
die Senderwahl. Die zentrale Fein-
abstimmung sowie zahlreiche
Automatiken unterstreichen den
Bedienungskomfort dieses Gerätes
und gewährleisten stets ein
gestochen scharfes Bild und eine
ausgezeichnete Tonwiedergabe.
BILDMEISTER FT 95





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

E. P. PILS und J. ULLMANN, Siemens AG, München

Vom Kristallgleichrichter zum Leistungsthyristor

Ein weiter Weg liegt zwischen dem ersten Kristalldetektor aus dem Jahre 1895 und einem modernen Leistungsthyristor, der Ströme von fast 1000 A zu schalten vermag. Gemeinsam sind beiden Bausteinen das Grundmaterial, ein Halbleiterwerkstoff, und die Gleichrichterwirkung an einer Übergangsstelle.

Eigentlich aber fing die Geschichte schon viel früher an. Im Jahre 1786 machte der italienische Professor Galvani die aufsehenerregende Entdeckung, daß in einem aus Fröschenkeln und Metallen gebildeten Kreis ein elektrischer Strom fließt. Er glaubte damals an das Vorhandensein „tierischer Elektrizität“. Sein Landsmann, der Physiker Volta, erkannte, aufbauend auf den Galvanischen Versuchen, daß das „Tier“ mit der Entstehung der Elektrizität nichts zu tun hat, sondern daß es dabei lediglich auf die Berührung zweier verschiedener Metalle ankommt. Galvani und Volta hatten seinerzeit die „Kontaktelektrizität“ zwischen elektrischen Leitern entdeckt. Derselbe Effekt verursacht auch bei den modernen Transistoren die zwischen den einzelnen Zonen des Halbleiterkristalls auftretende Diffusionsspannung.

Zunächst aber verging ein ganzes Jahrhundert, bis im Jahre 1874 von Professor Braun der Gleichrichtereffekt an Metallsulfiden und -oxiden entdeckt wurde. Im Jahre 1880 fand Professor Winkler das Element Germanium, das später den Grundwerkstoff für die ersten Transistoren bildete. Der Kristalldetektor, der erste Halbleiter-Gleichrichter, wurde 1895 von Papoff entwickelt, und 1915 wurden grundlegende Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften der Halbleiterwerkstoffe Germanium und Silizium durchgeführt. Im Jahre 1935 entstand der erste Germanium-Delektor.

Das Jahr 1948 ist das Geburtsjahr des Transistors, als es den Amerikanern Bardeen, Brattain und Shockley gelang, die ersten Spitzentransistoren zu bauen und damit erstmals ein aktives Halbleiter-Element darzustellen. Schon zwei Jahre später baute Shockley einen Flächentransistor; in das Jahr 1950 fiel auch die Erfindung der Legierungstechnik zur Herstellung von PN-Übergängen in Halbleitern. 1956 konnte der erste basisdiffundierte Germanium-Transistor nach dem Mesa-Prinzip hergestellt werden, und wenige Jahre später kam mit der Planartechnik ein neues Verfahren zur Herstellung von Diffusionstransistoren aus Silizium hinzu.

Obwohl sich diese Entwicklungen zunächst immer nur auf die Nachrichtentechnik auswirkten, wurden sie in zunehmendem Maße auch für die Starkstromtechnik von Bedeutung. Schon der Gleichrichtereffekt eröffnete die Möglichkeit, den Wechselstrom, der wirtschaftlicher als der Gleichstrom in den Kraftwerken erzeugt und über große Entfernungen übertragen werden kann, dort in Gleichstrom umzuwandeln, wo der Gleichstrom bei der Anwendung dem Wechselstrom entweder überlegen ist oder überhaupt die einzig mögliche Energielform darstellt. Das eine ist zum Beispiel bei Antrieben mit änderbarer Drehzahl, das andere bei der Elektrolyse der Fall, mit der in der chemischen Industrie Grundstoffe gewonnen werden, die in der Natur in der gewünschten Form nicht vorkommen. Die Entwicklung verlief hier vom Maschinenumformer, bei dem ein Drehstrommotor einen Gleichstromgenerator antreibt, über den Quecksilberdampf-Gleichrichter und den mechanisch arbeitenden Kontaklumformer zum Gleichrichter auf Feststoff-Halbleiterbasis. Anders als in der Nachrichtentechnik waren in der Starkstromtechnik jedoch der Wirkungsgrad, der die Verluste bei der Umwandlung berücksichtigt, die Sperrspannung und die zulässige Temperatur maßgebend für die Entwicklung. Hier war das Silizium dem zuerst entwickelten Germanium sogar noch überlegen.

Das vor rund 150 Jahren entdeckte Silizium ist eines der am häufigsten vorkommenden Elemente. Im periodischen System der Elemente hat es die Nummer 14 und zählt dort weder zu der Gruppe der den elektrischen Strom leitenden Metalle noch zu der anderen Gruppe der isolierenden Nichtmetalle. Die Lage im Grenzgebiet zwischen den Metallen und Nichtmetallen eröffnet bei diesen Halbleitern die Möglichkeit, durch geringfügige Zusätze von Fremdatomen richtungsabhängige Leitfähigkeitseffekte zu erreichen. Damit lassen sich Halbleiterelemente herstellen, die den Strom nur in einer Richtung durchlassen. Diese interessante Eigenschaft des Halbleiterstoffes Silizium hat zu ungesteuerten Gleichrichterventilen, den Silizium-Dioden, und zu den steuerbaren Halbleiterventilen, den Thyristoren, geführt, die inzwischen praktisch die gesamte Technik beeinflusst haben und für deren Anwendungsmöglichkeiten noch keine Grenzen abzusehen sind.

Wesentliche Voraussetzung für die Silizium-Dioden und -Thyristoren war die Herstellung von Silizium höchster Reinheit in regelmäßig gewachsenen Einkristallen. Dabei darf das elementare Silizium vom Anfang der Herstellung an bis zum fertigen Einkristall nur mit Stoffen in Berührung kommen, die eine Verunreinigung ausschließen. Im Hause Siemens gelang die Entwicklung eines Herstellungsverfahrens für Silizium-Einkristalle mit einem zuvor unerreichten Reinheitsgrad, bei dem auf 1...10 Milliarden Siliziumatome höchstens 1 Fremdatom kommt. Dabei konnte das Silizium in einem Zonenziehverfahren so gereinigt und die Silizium-Einkristalle konnten zu so großen Flächen ausgebildet werden, daß eine gezielte Fertigung von Siliziumscheiben mit vorbestimmten reproduzierbaren Eigenschaften möglich ist.

Ausgangsmaterial der Feststoff-Halbleitertechnik sind vierwertige Elemente in Kristallform, die bei absoluter Reinheit praktisch nicht leitend sind. Ein Zusatz von Spuren lüftwertiger Elemente, die sogenannte Dotierung, bildet im Kristallgitter Überschusselektronen, so daß der Kristall dann N-leitend wird. Auch eine inverse Dotierung mit Spuren dreiwertiger Elemente ist möglich. Dann bilden sich sogenannte Defektelektronen aus, und der Kristall wird P-leitend. In der Kombinationfolge verschiedener PN-Schichten ergeben sich sehr unterschiedliches elektronisches Leitungsverhalten und spezielle Effekte.

Bei der Schichtfolge P—N zwischen zwei Schichten ergibt der PN-Übergang einen Gleichrichtungseffekt. Die Verwendung von Silizium-Gleichrichterzellen großer Leistung mit Prüfspannungen von 1600 V und einem Gleichstrommittelwert von 200 A ist in den letzten Jahren zum Stand der Technik geworden. Mit diesen Leistungsdiolen werden vorzugsweise große Anlagen zur Gleichstromerzeugung ausgerüstet, zum Beispiel Stromrichteranlagen für Elektrolysen, Gleichrichter-Unterwerke für Gleichstrombahnen des Nahverkehrs und der Werkbahnen sowie Gleichrichter-Lokomotiven, bei denen die Umformung des Wechselstroms aus dem Fahrdrat in Gleichstrom auf dem Triebfahrzeug erfolgt. Allein von Siemens wurden bisher Dioden für über 3000 MW in solchen Anlagen und Geräten installiert beziehungsweise in Auftrag genommen. Die Gleichstromerzeugung hat durch diese Leistungsdiolen einen neuen Aufschwung genommen. Diese Ventile haben einen sehr hohen Wirkungsgrad bis zu 99,5% und ermöglichen den Bau preisgünstiger Geräte, deren Wartung gegenüber anderen Geräten der Stromrichtertechnik außerordentlich einfach ist.

Der Nennstrom der Geräte liegt je nach Anwendungsfall und gemäß den dabei auftretenden Überströmen mehr oder weniger weit unterhalb des Grenzstroms der Dioden. Ähnlich ist es hinsichtlich der Spannungsbeanspruchung. Mit Rücksicht auf Überspannungen wird die Sperrfähigkeit

keit im Nennbetrieb oft nur zu 40% ausgenutzt. Unter diesen Bedingungen müssen in einem Gleichrichter in Drehstrom-Brückenschaltung beispielsweise für 500 V Gleichspannung Dioden mit 1400 V Prüfspannung verwendet werden. Der Prüfspannungswert liegt dabei wiederum stets unterhalb der tatsächlichen Sperrfähigkeit der Diode.

Die Sperrfähigkeit einer Diode wird durch das Einsetzen des steilen Sperrstromanstieges bei Erreichen der sogenannten Durchbruchspannung (Lawinendurchbruch) bestimmt. Werden die Gleichrichterzellen in diesem Spannungsbereich betrieben, so entstehen erhebliche Sperrverluste, die zur thermischen Zerstörung der Zelle führen können, wenn der Sperrstrom im Steilanstieg nicht gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt ist.

Durch eine neuartige Methode bei der Herstellung ist es jetzt gelungen, die Sperrereigenschaften auch bei Gleichrichterzellen extrem hoher Sperrfähigkeit über die ganze Fläche des Elementes homogen zu gestalten. Diese speziellen stoßspannungsfesten Zellen werden einer Stoßspannungsprüfung unterworfen, die der Prüfspannung von 2000 V überlagert ist. Dabei fließt kurzzeitig ein Sperrstrom von 50 A. Da die Sperrfähigkeit der Gleichrichterzellen größer als 2000 V ist, sind sie gegen Überspannungen, die beispielsweise auf Schaltstörungen in der Anlage zurückzuführen sind, weniger empfindlich. Es ist aber auch möglich, den Spannungssicherheitsfaktor auf kleinere Werte zu reduzieren. Das hat zur Folge, daß man die Dioden in den Anlagen mit höheren Nennspannungen einsetzen kann. Stoßspannungsfeste Siliziumzellen werden mit 2000 V geprüft und zunächst mit einem Sicherheitsabschlag von 1:2, also für 1000 V Nennspannung eingesetzt. Mit der Einführung dieser neuen Technik läßt sich die Anzahl der Gleichrichterzellen verringern. Darüber hinaus wird die Betriebssicherheit verbessert, der Wirkungsgrad gesteigert und das Bauvolumen verkleinert.

Bei der Schichtfolge P—N—P—N zwischen vier Schichten wirken die beiden gegeneinander geschalteten PN-Übergänge sowohl in positiver als auch negativer Stromrichtung sperrend. Ein Steuerstrom über einen der äußeren PN-Übergänge läßt die Sperrung des mittleren PN-Überganges zusammenbrechen, so daß mit einem Steuerstromimpuls der Hauptstrom in einer Richtung freigegeben wird. Der Thyristor ist also ein kontaktlos arbeitender Leistungsschalter, der verschleißfrei und mit elektrischer Schaltgeschwindigkeit arbeitet. Dabei kann die Stromstärke — über das Vermögen der herkömmlichen Schalter hinaus — durch Phasenanschnitt der Wechselstromhalbwellen oder durch andauernde Kurzzeitschaltungen von Gleichstrom praktisch verlustlos gesteuert werden.

Die Forschungsarbeit bei Siemens hat inzwischen zu Silizium-Einkristallstäben mit so großem Durchmesser geführt, daß die bisher größten Silizium-Thyristoren mit 32,5 mm Durchmesser gebaut werden können, deren Nennstrom je nach Kühlungsart bis 700 A beträgt. Ihre Nennspannung ist 600 V und die periodisch zulässige Spitzenspannung 900 V. Die konstruktive Voraussetzung für den Bau so großer steuerbarer Ventile war die von Siemens vor einigen Jahren entwickelte Bauform der Silizium-Scheibenzellen.

Mit den leistungsstarken steuerbaren Halbleiterventilen begann eine neue Ära der Starkstromtechnik. Ebenso wie vor Jahren die Transistoren die Elektronik der Nachrichtentechnik tiefgreifend beeinflusst haben, dringen jetzt die Thyristoren in die starkstromtechnischen Bereiche ein. Überall, wo der elektrische Strom und die damit betriebenen Geräte und Maschinen geschaltet, gesteuert oder geregelt werden sollen, sind die elektronischen Halbleiter-Bauelemente entweder den herkömmlichen Geräten wegen ihrer trägheitslosen, wartungsfreien, erschütterungsunempfindlichen und von der Einbaulage unabhängigen Arbeitsweise überlegen oder ermöglichen überhaupt erst technische Lösungen. Die zunehmende Bedeutung dieser Entwicklung hat inzwischen dazu geführt, für diese neue, richtungweisende Technik auf dem Starkstromgebiet den Begriff „Leistungselektronik“ zu verwenden. Anwendungsgebiete der Leistungselektronik sind — vor allem im Zuge der Automation — alle Bereiche von Industrie, Wirtschaft und Verkehr.

Mit dem Thyristor als steuerbarem Halbleiterventil lassen sich alle Schaltungen aufbauen, die bisher dem Quecksilberdampf-Stromrichter vorbehalten waren. Im Vordergrund steht hier das Gebiet der Umkehrantriebe, wie sie zum Beispiel zum Antrieb von Walzenstraßen Verwendung finden. Bei diesen Schaltungen wird der Stromrichter vom vollen Gleichrichterbetrieb bis zum vollen Wechselrichterbetrieb ausgereicht. Einfachere Antriebe erfordern zur Stromversorgung nur einen Stromrichter. Die Umkehr der Drehrichtung erfolgt hierbei durch Polwendung im Gleichstromkreis oder durch Feldumkehr.

Für hohe regeltechnische Anforderungen werden für die Stromversorgung der Antriebsmaschine zwei Stromrichter eingesetzt, für jede Stromrichtung jeweils ein Gerät. Die Umkehr des Drehmoments ist durch einfache, praktisch trägheitslose Umsteuerung der Stromrichter möglich. Je nach der zulässigen „Totzeit“ bei der Umsteuerung unterscheidet man Schaltungen mit und ohne Kreisstrom.

Der Aufbau dieser Umkehrschaltungen mit Thyristor-Bausteinen hat den Vorteil, daß das Stromrichtergerät der geladerten Antriebsleistung und auch der jeweils geladerten Stilleistung durch entsprechende Parallel-

und Reihenschaltung von Thyristoren leistungsgerecht angepaßt werden kann. Das Thyristorgerät ist, unabhängig von der Umgebungstemperatur, jederzeit einschaltbereit und ohne jede Vorbereitung voll belastbar. Der Aufbau der Stromrichtergeräte und der erforderlichen Steuer- und Regleinrichtungen nach dem gleichen Bausteinsystem ergibt einheitliche, übersichtliche und raumsparende Stromrichteranlagen.

In ein anderes weites Anwendungsgebiet führt der drehzahländerbare Drehstromantrieb mit Zwischenkreis-Umrichter. Der robusteste Elektromotor ist der Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer, der sich auch sehr wirtschaftlich herstellen läßt. Er hat keine Stromzuführungen zu bewegten Teilen und daher keinen Kontaktverschleiß. Außerdem kann man ihn in hohem Maße überlasten. Seine Drehzahl ist aber fest an die Netzfrequenz gebunden, so daß dieser Motor im allgemeinen nur für Antriebe mit fester Drehzahl eingesetzt wird.

Um diese robusten Motoren auch für Antriebe verwenden zu können, bei denen eine kontinuierliche Drehzahländerung verlangt wird, werden Umrichter zwischen Netz und Motor angeordnet, die den Motor mit variabler Frequenz speisen. Thyristoren bieten hier die Möglichkeit, auch für kleinere Motorleistungen statische Umrichter zu bauen, die Drehstrom mit gesteuerter Frequenz und davon unabhängiger, gesteuerter Spannung abgeben können. Grundsätzlich bestehen die Umrichter aus drei Funktionseinheiten: In einem netzgespeisten Stromrichter wird die mit Netzfrequenz verfügbare elektrische Energie gleichgerichtet, im Zwischenkreis geglättet und anschließend durch einen selbstgeführten Stromrichter wieder in Drehstromenergie variabler Frequenz und Spannung umgewandelt. Der Aufwand im selbstgeführten Stromrichter ist je nach der gewünschten Frequenz beziehungsweise Drehzahl des zu speisenden Motors unterschiedlich. Zum Beispiel wurde ein Zwischenkreisumrichter für Ausgangsfrequenzen bis 400 Hz in 12-pulsiger Schaltung ausgeführt, der zum Anschluß an 380 V, 50 Hz ausgelegt ist. Die Ausgangsfrequenz läßt sich fast im gesamten Frequenzbereich stetig einstellen. Störungen bei Kurzunterbrechung der speisenden Netzspannung werden durch Pufferung des Gleichstromzwischenkreises vermieden. Der Umrichter speist einen 20-kW-Käfigläufermotor, dessen Drehzahl bis etwa 24000 U/min stufenlos geändert werden kann.

Eine ganz andere Möglichkeit bieten elektronische Gleichstromsteller beispielsweise bei der Stromversorgung von Gleichstrom-Triebfahrzeugen. Die Fahrgeschwindigkeit dieser Fahrzeuge wurde bisher über Vorwiderstände im Ankerkreis der Antriebsmotoren gesteuert. Die Nachteile dieser konventionellen Technik — Verluste in den Widerständen, Zugkraftschwankungen oder -unterbrechungen — werden vermieden, wenn mit den Mitteln der Leistungselektronik eine verlustarme, kontaktlose und stufenlose Spannungssteuerung an den Fahrmotoren erfolgt. Der elektronische Gleichstromsteller, der durch die Entwicklung von Thyristoren auch für große Leistungen möglich geworden ist, verändert durch periodisches Zu- und Abschalten der Spannungsquelle bei variablem Verhältnis Einschalt- zu Ausschaltdauer den Mittelwert der Motorspannung vollkommen stufenlos. Außer dem kontinuierlichen Anfahren ermöglichen die Gleichstromsteller auch ein kontaktloses und damit stufenloses Abbremsen. Dabei ist bei batteriegespeisten Fahrzeugen sogar eine Rückführung der Bremsenergie in die Spannungsquelle möglich. Da diese elektronischen Gleichstromsteller auch leicht mit entsprechenden Reglern für die Geschwindigkeit und Zugkraft kombiniert werden können, läßt sich eine optimale Auslastung der Fahrzeuge erreichen.

Bei Gleichstrom-Triebfahrzeugen, die aus einer Fahrleitung gespeist werden, zum Beispiel O-Bus oder Straßenbahn, treten gegenüber batteriegespeisten Fahrzeugen zusätzliche Probleme infolge der Induktivität der Fahrleitung sowie durch Bigelspringen auf, die aber durch entsprechende Ausbildung der Gleichstromsteller berücksichtigt werden können.

Die Reihe der Anwendungsbeispiele ließe sich leicht weiter fortführen. Grundsätzlich bietet die Leistungselektronik die Möglichkeit, am jeweiligen Verwendungsart der elektrischen Energie die günstigste Stromart zur richtigen Zeit und im richtigen Maß zur Verfügung zu haben, also die elektrische Energie auf wirtschaftlicher Grundlage umzuwandeln und zu steuern. Dabei geht es um die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom mit Gleichrichtern, von Wechselstrom in Wechselstrom veränderbarer Frequenz mit Umrichtern und von Gleichstrom in Wechselstrom mit Wechselrichtern sowie um die Steuerung von Gleich- und Wechselstrom mit Gleich- und Wechselstromstellern.

Welche wirtschaftlichen Vorteile die Leistungselektronik bietet, zeigt schon die Tatsache, daß sich der Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom bis zu 6% verbessern läßt. Das bedeutet zum Beispiel, daß bei einer Tag und Nacht mit 125000 A bei 800 V arbeitenden Elektrolyseanlage, wie sie in der chemischen Industrie zur Erzeugung von Chlor und anderen Grundstoffen in Betrieb ist, bei einem Strompreis von 4 Pfennigen je Kilowattstunde schon durch Verbesserung des Wirkungsgrades um nur 3% jährlich über 1 Mill. DM an Energiekosten eingespart werden können. Es ist bemerkenswert, daß die bei diesem Beispiel vorliegende hohe elektrische Leistung von 100 MW von nur 1 kg Reinstilizium, dem Baustoff für 2000 Siliziumdioden, gleichgerichtet wird.

Halbleiterelektronik im Kraftfahrzeug

Die elektrischen Steuer- und Regelfunktionen im Kraftfahrzeug werden in Zukunft weitgehend von der Halbleiterelektronik übernommen werden. Diese wird heute bereits in größeren Nutzfahrzeugen wie Omnibussen, Lastkraftwagen, Schiffen, bei der Bahn sowie in Personenkraftwagen der oberen Preisklasse und Elektrofahrzeugen angewendet. Im folgenden wird gezeigt, wie bei der elektrischen Energieerzeugung und Energiewandlung im Kraftfahrzeug die elektrischen Funktionen mit Vorteil durch elektronische Mittel ersetzt werden.

1. Elektronik in der elektrischen Energieerzeugungsanlage

Heute erhalten die meisten Kraftfahrzeuge ihre elektrische Energie noch von Gleichstromgeneratoren, deren Spannung von

torraum treten Temperaturen zwischen -20°C (im Norden Europas -40°C) und $+80 \dots +120^{\circ}\text{C}$ (je nach Einbauort) auf. Hinzu kommen häufige Temperaturwechsel, Schüttelbeanspruchungen bis zu 600 m/s^2 , Spritzwassereinwirkungen und Korrosionserscheinungen durch Industrieabgase. Das Salz, das im Winter gestreut wird, übt ebenfalls eine starke Korrosionswirkung auf alle Geräte und Teile aus. Vor allem wegen der hohen Temperaturwechselbeanspruchung müssen hochwertige Halbleiterelemente verwendet werden; die der Unterhaltungselektronik genügen im allgemeinen nicht. Um die Temperaturabhängigkeit der Transistorkennwerte möglichst weitgehend auszuschalten, arbeiten die Schaltungen der Kraftfahrzeugelektronik fast immer im Impulsbetrieb.

Bild 1 zeigt die Schaltung einer elektri-

die Spannung wieder fällt. D 11 und T 2 werden dabei gesperrt, und der Haupttransistor T 1 wird leitend. Die Spannung steigt nun wieder an, und das Spiel beginnt von neuem. Die hier auftretenden Spannungsschwankungen sind sehr gering. Die Löschdiode D 10 sorgt dafür, daß beim Regelvorgang keine induktiven Spannungsspitzen entstehen. Mit dieser einfachen Schaltung erreicht man Regengenauigkeiten bis zu 1%. Einen breiten Einsatz des Transistorreglers und des Drehstromgenerators im Pkw verhindert jedoch der zur Zeit noch zu hohe Preis der Halbleiter.

1.2. Anlagen für Omnibusse und andere Großfahrzeuge

Die Kilometerleistung dieser Fahrzeuggruppe ist teilweise erheblich größer als

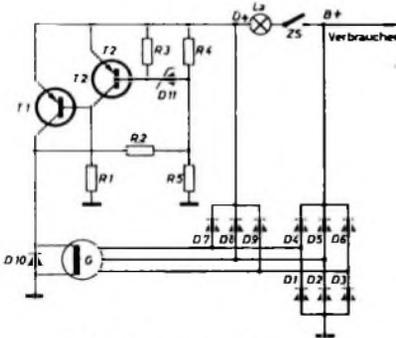


Bild 1. Schaltung eines Drehstromgenerators mit Transistorregler

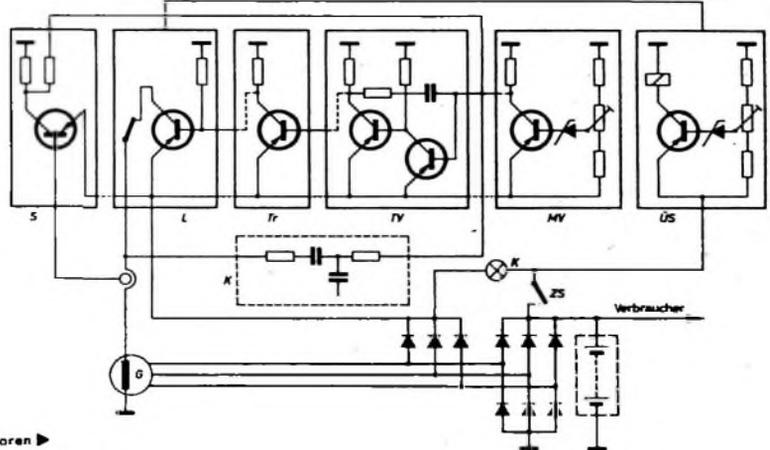


Bild 2. Transistorregler für große Fahrzeuggeneratoren

einem Kontaktregler konstantgehalten wird. Die Einführung des Drehstromgenerators bietet neben geringerem Verschleiß bei gleichzeitig kompakterer Bauweise den Vorteil, daß der Generator bereits im Motorleerlauf Leistung abgibt. Beim heutigen Stadtverkehr mit seinen häufigen und langen Haltepausen wird dadurch die Ladebilanz der Batterie verbessert.

Wegen der hohen Materialausnutzung benötigten Drehstromgeneratoren ab etwa 1 kW so hohe Erregerströme, daß die bisher üblichen Kontaktregler nicht mehr verwendet werden können. Die Spannung dieser Generatoren muß deshalb von elektronischen Reglern konstantgehalten werden, die den Erregerstrom mit Leistungstransistoren oder Thyristoren schalten.

1.1. Pkw- und kleine Lkw-Anlagen

Hier kommt es neben der üblichen hohen Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit auf äußerste Preiswürdigkeit der Anlage an. Die Regelschaltungen dürfen deshalb nur wenige Bauteile enthalten.

Die Halbleiterelemente, die im Kraftfahrzeug eingesetzt werden, müssen hohen Beanspruchungen gewachsen sein. Im Mo-

torraum treten Temperaturen zwischen -20°C (im Norden Europas -40°C) und $+80 \dots +120^{\circ}\text{C}$ (je nach Einbauort) auf. Hinzu kommen häufige Temperaturwechsel, Schüttelbeanspruchungen bis zu 600 m/s^2 , Spritzwassereinwirkungen und Korrosionserscheinungen durch Industrieabgase. Das Salz, das im Winter gestreut wird, übt ebenfalls eine starke Korrosionswirkung auf alle Geräte und Teile aus. Vor allem wegen der hohen Temperaturwechselbeanspruchung müssen hochwertige Halbleiterelemente verwendet werden; die der Unterhaltungselektronik genügen im allgemeinen nicht. Um die Temperaturabhängigkeit der Transistorkennwerte möglichst weitgehend auszuschalten, arbeiten die Schaltungen der Kraftfahrzeugelektronik fast immer im Impulsbetrieb.

Unterhalb der Sollspannung leitet der Haupttransistor T 1, da sein Basiswiderstand R 1 an Masse liegt, so daß sich der Generator durch Remanenz über das Feld selbst erregen kann. Steigt die Drehzahl des Generators an, so wird schließlich die Sollspannung erreicht. Der Spannungsteiler R 4, R 5 ist so eingestellt, daß jetzt die Zenerdiode D 11 und damit auch der Transistor T 2 leitet. Der Haupttransistor T 1 wird dadurch gesperrt, und der Generator beginnt sich zu entladen, wodurch

beim Pkw. An die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der Stromerzeugungsanlage werden daher noch höhere Anforderungen gestellt. Da man in steigendem Maße in diese Fahrzeuge auch empfindliche elektronische Geräte einbaut, sind oft strenge Forderungen bezüglich des statischen und dynamischen Verhaltens der Spannungsregelung einzuhalten. Es ist leicht einzusehen, daß hierfür ein größerer Aufwand erforderlich ist. Bild 2 zeigt eine derartige Regelschaltung mit dem zugehörigen Generator.

Die gesamte Schaltung ist in verschiedene Funktionseinheiten aufgeteilt. Der Meßverstärker MV verstärkt die Differenz zwischen Soll- und Istwert der Spannung und führt diese in Form eines eingepprägten Stroms dem Taktverstärker TV zu. Dieser erzeugt daraus Rechteckimpulse, deren Tastverhältnis dem zugeführten Strom proportional ist. Sie werden von der Treiberstufe Tr so weit verstärkt, daß der Haupttransistor der Leistungsstufe L damit periodisch gesperrt werden kann. Bei der jeweils vorhandenen Drehzahl wird der Mittelwert des Erregerstroms durch das Tastverhältnis der Spannungsimpulse (Bild 3) so eingestellt, daß die zu

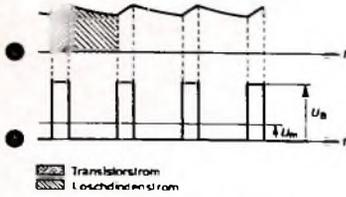


Bild 3. Impulssteuerung: a) Stromverlauf in einer induktiven Last, b) Spannungsimpulse an der induktiven Last (U_R Batteriespannung, U_m mittlere Gleichspannung)

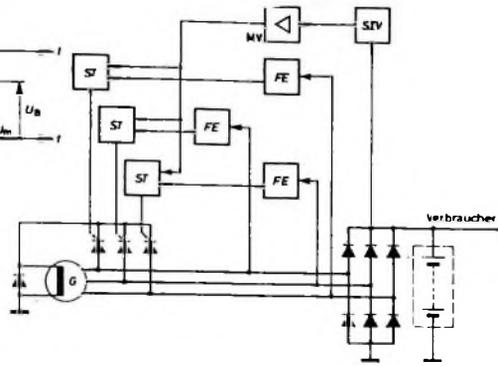


Bild 4. Thyristorregler für große Fahrzeuggeneratoren

regelnde Spannung konstant bleibt. Mit der Rückführung K kann man dem Regler das gewünschte Proportional-, Integral- oder Differentialverhalten geben.

Ein der Spannungsregelung unterlagener Regelkreis S begrenzt den Erregerstrom und damit indirekt den Laststrom auf einen bestimmten Maximalwert, damit der Generator und vor allem die Gleichrichterdioden nicht überlastet werden. Der Überspannungsschutz ÜS entregt den Generator, wenn die Spannung infolge eines Defektes in der Generatoranlage zu hoch wird. Auf diese Weise lassen sich Folgeschäden, zum Beispiel die Überladung der Batterie oder der Ausfall spannungsempfindlicher Geräte, vermeiden.

Elektronische Geräte erreichen einen hohen Grad an Robustheit und Sicherheit gegen Kurzschlüsse und Spannungsspitzen, wenn man für die leistungssteuernden Glieder an Stelle der Transistoren Thyristoren verwendet, die durch Zündimpulse gesteuert werden. Bild 4 zeigt einen Thyristorregler mit dem zugehörigen Generator. Der im jeweiligen Betriebszustand benötigte Mittelwert der Feldspannung wird durch drehstromseitigen Phasenanschnitt der Halbwellen eingestellt, das heißt, der Regler arbeitet in Dreiphasen-Anschnittsteuerung. Eine Soll-Istwert-Vergleichsschaltung SIV mißt die Höhe der Spannung. Die Abweichung vom Sollwert verstärkt der nachfolgende Meßverstärker MV. Der in dem jeweiligen Betriebszustand des Generators erforderliche Zündzeitpunkt für die gesteuerten Erregergleichrichter kann durch den Vergleich einer Sägezahnspannung mit der vom Meßverstärker ge-



Bild 6. Pkw-Generator mit eingebautem Regler

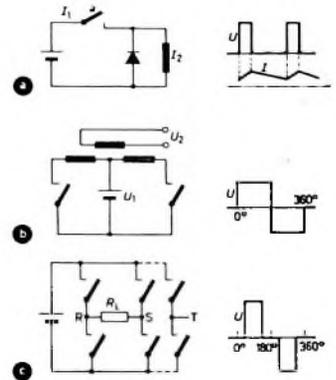


Bild 7 (oben). Prinzipschaltungen für Wandler: a) Gleichstrom - Gleichstrom (Impulssteuerung), b) Gleichspannung - Einphasenwechselspannung, c) Gleichspannung - Dreiphasenwechselspannung

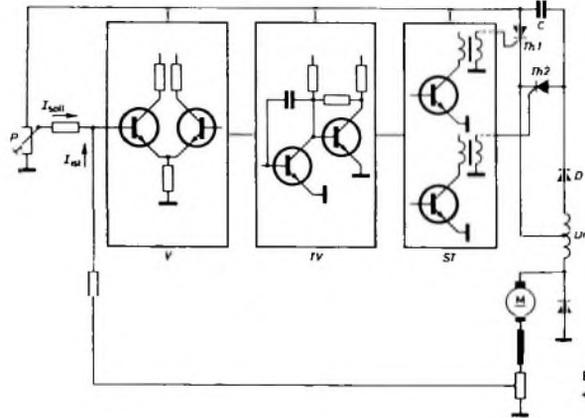


Bild 8. Blockschaubild eines Impulswandlers

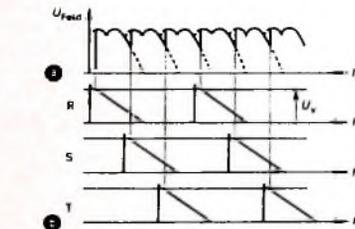


Bild 5. Dreiphasen-Anschnittsteuerung: a) am Erregerfeld liegende Spannung, b) Zündzeitpunktverstellung in den Phasen R, S und T (U_v Vorspannung)

lieferten Gleichspannung erfolgen (Bild 5). Im Gegensatz zur Starkstromtechnik arbeiten Fahrzeuggeneratoren mit stark wechselnder Frequenz. Es genügt hier also nicht, eine Sägezahnspannung konstanter Neigung zu verwenden, denn der Zündzeitpunkt muß mit der Frequenz so ver-

schieben werden, daß der Zündwinkel konstant bleibt. Diese Aufgabe übernehmen die Frequenzerkennungsglieder FE im Bild 4. Der Zündzeitpunkt wird somit von den Steuergliedern ST für jeden Thyristor abhängig von der augenblicklichen Frequenz und der Sollwertabweichung eingestellt und der Zündimpuls an den jeweiligen Thyristor geliefert.

1.3. Weitere Entwicklung

Das günstige Temperaturverhalten der Siliziumtransistoren und -dioden erlaubt es, den Regler in den Generator mit einzubauen. Bild 6 zeigt einen Pkw-Generator mit Einbauregler. Auf der Rückfront des Reglers liegt die gedruckte Leiterplatte, die vergessen wird. Die Vorteile dieser

Bauweise sind: Fortfall der Verdrahtung im Fahrzeug zwischen Regler und Generator, Platzersparnis, Vermeidung eines falschen Regleranschlusses, vereinfachte Montage.

2. Steuerung großer Leistungen zum elektrischen Antrieb von Fahrzeugen

2.1. Gleichstromwandler

Der rein elektrische Antrieb mit einer Speicherbatterie als Energiespeicher ist heute nur bei Fahrzeugen mit kleinem Aktionsradius und kleinen Fahrgeschwindigkeiten wirtschaftlich, zum Beispiel bei Hubstaplern oder Fahrzeugen für den inneren Werktransport. Das Anfahren und die Geschwindigkeitssteuerung erfolgen hier noch überwiegend mit Hilfe von Vorwiderständen, die in Stufen geschaltet wer-

den. Da die Fahrzeuge vor allem im Rangierbetrieb eingesetzt sind, geht in den Vorwiderständen jedoch sehr viel Energie verloren.

Um diese Anfahrverluste zu vermeiden, wurde die sogenannte Impulssteuerung entwickelt, die im Prinzip verlustfrei arbeitet (Bild 7a). Die Speisespannung wird dabei in Rechteckimpulse zerhackt. Das Tastverhältnis dieser Spannungsimpulse ist veränderbar, so daß dem Fahrmotor ein in der Höhe einstellbarer Gleichstrommittelwert angeboten wird. Da die Induktivität des Motors als Energiespeicher wirkt, fließt in den Schaltphasen der Strom im Motor über die sogenannte Läschiode - wenn auch zeitlich abnehmend - weiter (s. Bild 3a).

Bild 8 zeigt das Blockschaltbild eines ausgeführten Impulswandlers. Der im Bild 7 angedeutete Schalter *a* ist hierbei als Thyristor *Th 1* ausgeführt. Die Steuerung des Drehmoments des Motors wurde als Regelkreis aufgebaut, wobei man den Motorstrom durch Verstellen des Sollwertes am Potentiometer *P* verändert. Die Abweichung des Sollwertes vom Istwert wird verstärkt und einem Taktverstärker *TV* zugeführt, der eine Rechteckspannung mit entsprechendem Tastverhältnis erzeugt. Die Rechteckimpulse gelangen zum Steuerglied *ST*, das abwechselnd die Thyristoren *Th 1* und *Th 2* zündet. Das eigentliche Schaltglied im Leistungsteil ist der Thyristor *Th 1*, während *Th 2* nur zur Sperrung des Hauptthyristors *Th 1* dient.

Wird *Th 1* gezündet, so liegt der Motor an Spannung. Gleichzeitig wird in der Drossel *Dr* eine Spannung induziert, die über die Diode *D* den Kondensator *C* auflädt. *Dr* und *C* bilden einen Schwingkreis, so daß sich der Kondensator *C* auf die doppelte Betriebsspannung auflädt. Durch die Diode *D* wird die Schwingung in diesem Zeitpunkt unterbrochen und die Entladung verhindert. Zu irgendeinem Zeitpunkt zündet der Thyristor *Th 2*, so daß *Th 1* dann mit der doppelten Betriebsspannung umgepolt und gesperrt wird. Anlagen dieser Art arbeiten zweckmäßigerweise mit einer Taktfrequenz von einigen hundert Hertz. Durch den Einsatz der Impulssteuerung können mit einer Batterie Ladung wesentlich längere Betriebszeiten erreicht werden.

2.2 Gleichspannungs-Wechselspannungs-Wandler

Nach der heutigen Sicht der Dinge wird ein Teil der Kraftfahrzeuge in der Zukunft elektrisch angetrieben werden. Energiequelle wird dabei eine Brennstoffzelle sein, die direkt Kraftstoffe durch kalte Verbrennung in Elektrizität umwandelt. Dadurch ist ein wesentlich höherer Wirkungsgrad als mit den heute üblichen Wärmekraftmaschinen möglich.

Da die Brennstoffzellen Gleichspannung erzeugen, liegt es nahe, zum Antrieb des Kraftfahrzeugs einen Gleichstrommotor zu verwenden, dessen Drehmoment mit Hilfe des Gaspedals über den im Abschnitt 2.1. beschriebenen Impulswandler gesteuert wird. Diese Steuerungsart ist mit verhältnismäßig kleinem Aufwand zu realisieren. Der Gleichstrommotor muß aber, um mit dem Gewicht eines Ottomotor-Antriebes konkurrieren zu können, relativ klein sein. Das bedeutet jedoch hohe Drehzahl und damit starkes Bürstenfeuer und erheblichen Bürstenverschleiß.

Wesentlich günstigere Eigenschaften hat der robuste und verschleißarme Asynchronmotor. Zu seinem Antrieb muß die Gleichspannung jedoch in eine Dreiphasenspannung umgeformt werden. Das Prinzip dieses Wandlers ist im Bild 7c dargestellt. Als Schaltglieder werden hierbei Thyristoren verwendet.

Zur Drehzahlsteuerung des Asynchronmotors genügt es nicht nur, die Höhe der Spannung zu verändern, sondern es müssen Frequenz und Amplitude der Versorgungsspannung gleichzeitig gesteuert werden können. Man sieht, daß bei dieser Lösung das Problem in dem hohen Steuerungsanfang liegt. Welches der beiden Antriebssysteme - auf die Dauer gesehen - die wirtschaftlichere Lösung darstellen wird, muß die Zukunft zeigen.

W. SCHULTZ

Transistorprüfgerät nach dem Prinzip der Steilheitsmessung

Neben der Ermittlung der Restströme von Transistoren hat sich die Prüfung der Stromverstärkung (Großsignalverstärkung) *B* eingebürgert. Im Prinzip wird in die Emitter-Basis-Strecke ein bestimmter Strom eingespeist und der sich ausbildende Kollektorstrom gemessen. Es ist dabei gleichgültig, ob ein reiner Gleichstrom oder Gleichstromimpulse verwendet werden. Hält man bei der Messung den Basisstrom konstant, so kann das Anzeigensymbol direkt in *h_{FE}*-Werten geeicht werden. Dieses Verfahren ist zwar einfach, hat aber bestimmte Nachteile.

Die Notwendigkeit, den Strom konstant zu halten, bedingt eine hochohmige Einspeisung des Prüfsignals. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind das aber nicht die normalen Arbeitsbedingungen der Transistoren. Der Arbeitspunkt der meisten Transistoren wird in der Praxis mit Hilfe eines Emitterwiderstands automatisch stabilisiert. Dabei wird die Basisspannung an einem mittelohmigen Spannungsteiler abgegriffen.

Das oben genannte Meßverfahren berücksichtigt diese Arbeitspunktstabilisierung nicht, da die Signaleinspeisung sehr hochohmig erfolgt und der hohe Quellwiderstand bei der Ansteuerung der Stabilisierung mittels Emitterwiderstands entgegenwirkt. Es zeigte sich, daß Transistoren, die nach dem erstgenannten Transistorprüfverfahren als „schlecht“ ermittelt wurden, in vielen Gebrauchsschaltungen noch zufriedenstellend arbeiteten. Das trifft besonders bei Transistorschaltungen im ZF-Bereich zu, bei Emitterschaltungen also, deren Basisspannungsteiler niederohmig bis mittelohmig sind. Hier stellt sich (selbst bei nicht ganz intakten Transistoreingängen) infolge der Arbeitspunktstabilisierung der Arbeitspunkt auf noch brauchbare Werte ein.

Mit der Ermittlung der Steilheit als kennzeichnender Größe der Verstärkereigenschaften der Transistoren ist ein Meßverfahren gegeben, das den praktischen Betriebsbedingungen der Transistoren viel besser Rechnung trägt.

Als Steilheit wird allgemein das Verhältnis von Ausgangskurzschlußwechselstrom *i₂* zur Eingangswchselspannung *u₁* verstanden, wobei dieser Wert auf den Kollektor- beziehungsweise Emitterstrom bezogen werden kann. Die Steilheit in *mA/V* ist also

$$S = \frac{i_2}{u_1} = \frac{h_{21}}{h_{11}} = \frac{\text{Kleinsignalverstärkung}}{\text{Eingangswiderstand}} = \frac{\beta}{r_1}$$

Die Steilheitsmessung ermöglicht sowohl bei ausgebauten wie auch bei den noch ganz oder teilweise mit der Schaltung verbundenen Transistoren eine Qualitätsbeurteilung. Auf Grund der sehr niederohmigen Ansteuerung am Prüflingseingang (Gleichstrominnenwiderstand der Steuerquelle annähernd 0 Ohm, Wechselstromausgangswiderstand etwa 10 mOhm) ist beim ausgebauten Prüfling eine extreme Arbeitspunktstabilisierung möglich, und bei einem in der Schaltung verbliebenen Transistor ist die Möglichkeit vorhanden, ohne Rücksicht auf die Schaltelemente die

notwendige Eingangssteuerspannung zu erzwingen.

1. Meßprinzip bei ausgebauten Prüflingen

Im Bild 1 ist die Meßschaltung für ausgebauten Prüfling angedeutet. Die extreme Arbeitspunktstabilisierung ist darin zu sehen, daß als Basisspannungsteiler Batterien mit geringem Innenwiderstand ver-

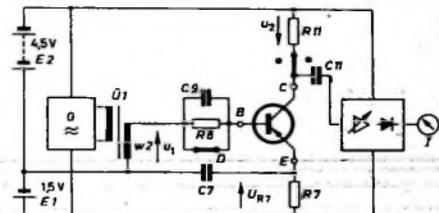


Bild 1. Meßprinzip bei ausgebauten Prüflingen

wendet werden und an der Ausgangswicklung *u₂* des Steuertransformators *U 1* durch den Basisgleichstrom nahezu kein Spannungsabfall hervorgerufen wird. Der Emitterwiderstand *R 7* ist in Verbindung mit der Spannung der Batterie *E 1* für die maximale Größe des Kollektorstroms (Emitterstroms) verantwortlich. Der Spannungsabfall am Emitterwiderstand ist dem Kollektorstrom annähernd proportional; die Differenz aus der Spannung der Batterie *E 1* (1,5 V) und dem Spannungsabfall *U_{R7}* am Emitterwiderstand ist die treibende Emitter-Basis-Spannung, durch die der Basisstrom hervorgerufen wird. Der fließende Basisstrom ergibt - multipliziert mit dem Stromverstärkungsfaktor *B* - die Größe des Kollektorstroms. Durch die niederohmige Einspeisung des Basisstroms wird selbst bei defektem beziehungsweise teilweise defektem Eingang des Prüflings der notwendige Emitterstrom erzwingen und damit der Arbeitspunkt automatisch eingestellt.

Diese Maßnahme vereinfacht das Prüfverfahren und ermöglicht einen unmittelbaren Vergleich der Meßergebnisse von Exemplar zu Exemplar und auch der Steilheitswerte der verschiedenen Typen untereinander. Zieht man in Betracht, daß für normale Emitterströme die Steilheit aller Germanium-Transistoren annähernd proportional dem Kollektor- beziehungsweise dem Emitterstrom ist, so ist die Steilheit eine Meßgröße, die für die Qualitätsbeurteilung ideal ist. Auch hat die Umgebungstemperatur auf das Meßergebnis in dieser Schaltung kaum einen Einfluß, was übrigens in vermindertem Maße auch für den Normalfall des Einsatzes des Prüflings in der Schaltungspraxis gilt.

Nun ist aber in der Praxis der Grad der Arbeitspunktstabilisierung mittels Emitterwiderstands aus Gründen des Aufwands bei weitem nicht so extrem, und es ist deshalb zweckmäßig, durch simulierte Verschlechterung der Stabilisierung den Prüfvorgang den Gegebenheiten der Praxis anzupassen. Das geschieht gemäß Bild 1 mit dem Schalter *D*, der die RC-

Kombination R 8, C 9 in der Basisleitung freigibt. Der Kondensator C 9 ist so bemessen, daß an ihm bei geöffnetem Schalter D fast keine Wechselspannung abfällt; der Widerstandswert von R 8 entspricht dem Mittelwert der Innenwiderstände der am häufigsten vorkommenden Basisspannungssteiler. Durch diese Maßnahme wird die Stabilisierung des Arbeitspunktes der Praxis entsprechend angepaßt, die Einspeisung der Wechselspannung dagegen in voller Größe beibehalten. Damit läßt sich die Stromverstärkung des Transistors beim Betätigen der Taste D testen, wobei der Emittierstrom bei intakten Prüflingen nur geringfügig und bei schlechten Exemplaren sehr stark zurückgeht. Das äußert sich in den angezeigten Steilheitswerten der Meßschaltung. Der Rückgang des Emittierstroms ist auf den am Vorwiderstand R 8 auftretenden Spannungsabfall zurückzuführen, der bei kleinerer Gleichstromverstärkung B größer ist. Die Größe der Steilheitsminderung kann als indirektes Maß für die „Stabilisierungsfähigkeit“ des Prüflings gelten und ist unter bestimmten Voraussetzungen auch eine Aussage über das wechselstrommäßige Eingangsverhalten des Prüflings.

Ist dagegen die Ausgangsstrecke (Basis-Kollektor-Strecke) defekt, dann steigt bei Betätigung der Taste D der Emittierstrom und mit ihm die gemessene Steilheit des Transistors an. Selbst bei geringer Beschädigung der Sperrschicht (sie bildet dann einen hochohmigen Widerstand) ist ein geringer Steilheitsanstieg wahrnehmbar; in solchen Fällen ist der Transistor unbedingt zu ersetzen.

Hat der Transistor eine Unterbrechung an den Anschlüssen, so kann überhaupt keine Steilheit gemessen werden. Mit dieser einfachen Schaltung ist es möglich sowohl die Verstärkerfunktion wie auch die Stabilisierbarkeit von Transistoren zu messen und (durch Betätigung der Taste D) festzustellen, welche Fehlerursache vorliegt.

Gemäß Bild 1 wird am Transistor einseitig eine kleine Wechselspannung u_1 eingespeist und der Spannungsabfall am Widerstand R 11 als u_2 abgegriffen und dem Verstärker der Meßschaltung zugeführt. Die Wechselspannung wird am Ausgang des Verstärkers gleichgerichtet und vom Instrument I angezeigt.

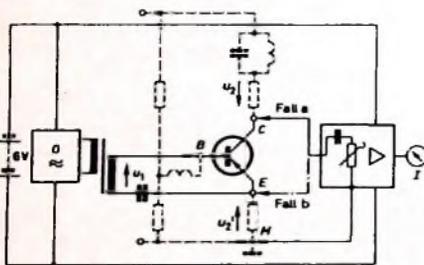
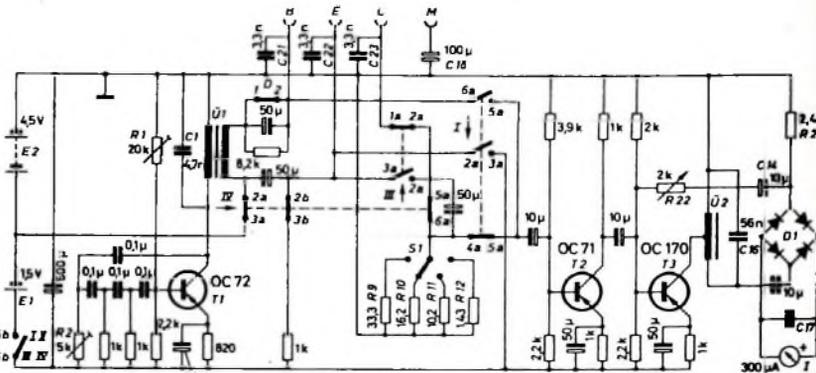


Bild 2. Meßanordnung zur Prüfung eingebauter Transistoren

2. Meßprinzip bei eingebauten Prüflingen

Bild 2 zeigt das Meßprinzip bei eingebauten Transistoren. Hierbei kann man zwei Fälle unterscheiden. Im Fall a werden mit einer vierpoligen Verbindungsleitung die drei Transistorpole und die Masseleitung angetastet, und über einen Trennkondensator wird der Basis-Emitter-Strecke des

Transistors eine kleine Wechselspannung u_1 zugeführt. Die Einspeisung erfolgt mit Spannungssteuerung so niederohmig, daß die gestrichelt angedeuteten Schaltelemente des in der Schaltung verbliebenen Transistors keinen Einfluß darauf haben. Die Spannungsversorgung des Prüflings – die Einstellung seines Arbeitspunktes – erfolgt durch die Gegebenheiten des zu untersuchenden Geräts im eingeschalteten Zustand. Am Kollektor beziehungsweise Emittier wird die verstärkte Wechselspannung abgegriffen und über einen Trennkondensator dem Eingangswiderstand des Meßverstärkers zugeführt. Dieser Eingangswiderstand ist definiert und klein gegenüber dem in der Schaltung verbliebenen Kollektor- beziehungsweise Emittierwiderstand, so daß der Kollektor- oder Emittierwechselstrom fast ausschließlich über den Eingangswiderstand des Meßverstärkers fließt und an ihm einen proportionalen Spannungsabfall hervorruft. Zur (dekadischen) Meßbereichumschaltung ist dieser Widerstand stufenweise unterteilt.



I Eichen
II Emittier-
III Basis-
IV Prüfung ausgebaut (Taste gedrückt)
Schaltung (Prüfung eingebaut)

Mit dieser Meßschaltung kann man sowohl im HF- wie auch im NF-Gebiet Eignungsprüfungen von Transistoren im eingebauten Zustand durchführen und aus der gemessenen Steilheit auf die Größe des Kollektorstroms schließen.

Die zweite Möglichkeit, Transistoren im eingebauten Zustand prüfen zu können, veranschaulicht Bild 2, Fall b. Sie unterscheidet sich von der ersten (Fall a) nur durch die Wechselstromauskopplung, die hier am Emittier vorgenommen wird. Mit diesen beiden Prüfanordnungen kann man die Steilheit S der Transistoren in allen Stufen (NF, HF, ZF) ermitteln, da sich für eine Meßfrequenz von 800 Hz alle Stufen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, auf diese beiden Grundschaltungen zurückführen lassen.

Die Hauptprüfmöglichkeit – die Steilheitsermittlung an ausgebauten Transistoren – wurde bereits an Hand von Bild 1 geschildert. Es sei noch darauf hingewiesen, daß man diese Prüfung auch mit teilweise eingebauten Prüflingen durchführen kann, wobei man nur den Kollektoranschluß ablötet und die Wechsel- und Gleichspannungsspeisung des Prüflings vom Meßgerät aus vornimmt. Man braucht also nicht alle drei Transistoranschlüsse abzulöten. Diese Prüfung käme besonders dann in Frage, wenn eine Messung nach

Fall a oder b nicht die erforderlichen Steilheitswerte erbrächte, der Fehler aber nicht durch den Transistor selbst, sondern durch einen falschen Arbeitspunkt in der Schaltung verursacht worden wäre.

3. Eichung des Geräts

Bild 3 veranschaulicht den Eichvorgang für das Gerät. Zu diesem Zweck wird die Steuerspannung u_1 direkt auf den Verstärkereingang gegeben und die Verstärkung des Meßverstärkers so korrigiert, daß das Instrument Vollausschlag anzeigt. In diesem Fall hängt die Meßgenauigkeit der Anordnung nur von der Genauigkeit des Eingangswiderstandswerts des Meß-

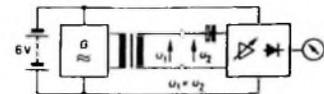


Bild 3. Anordnung zum Eicheln des Indikators

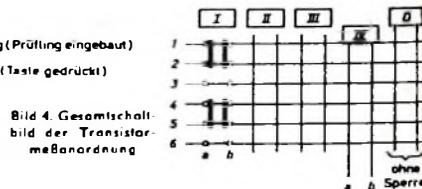


Bild 4. Gesamtschaltbild der Transistormeßanordnung

verstärkers ab. Für die Errechnung der Eingangswiderstände R 9 ... R 12 (Bild 4) gilt die Beziehung

$$R_x = \frac{1}{S_{max}}$$

Darin ist $R_x = R 9 \dots R 12$ und S_{max} der Steilheitswert jeweils bei Vollausschlag, und es gilt $u_1 \cdot S_{max} \cdot R_x = u_2 = u_1$ sowie $S_{max} \cdot R_x = 1$.

4. Schaltung des Meßgeräts

Bild 4 zeigt die Gesamtschaltung. Der Transistor T 1 dient zur Erzeugung der 800-Hz-Steuerspannung. Die Stufe ist als RC-Generator mit viergliedriger Phasenkette aufgebaut. Im Kollektorweg ist der Übertrager U 1 angeordnet, dessen Sekundärwicklung die nötige niederohmige Speisequelle darstellt. Mit C 1 ist die Impedanz des Übertragers primärseitig für die Meßfrequenz reell abgestimmt, um eine zusätzliche Phasendrehung zu vermeiden. Die Frequenz des Generators wird dadurch eindeutig nur durch die Bemessung



Bild 5. Ansicht des Mustergarträtes

der Phasenkette bestimmt. Mit den beiden Stellern R1 und R2 können die Form der Ausgangsspannung und die Frequenz eingestellt werden. Der Übertrager hat ein Übersetzungsverhältnis von 500:1, die Ausgangsspannung beträgt etwa 2,3 mV. Der Oszillator wird mit 6 V gespeist, vier Monozellen liefern die Speisespannung. Der Anzeigeverstärker ist mit den Transistoren T2 und T3 zweistufig ausgeführt. Am Verstärkereingang befinden sich - mit dem Schalter S1 umschaltbar - die Widerstände R9...R12. Die Größe der Widerstandswerte errechnet man nach der Beziehung

$$R_x = \frac{1000 \cdot R_c}{S_{\max} \cdot R_c - 1000}$$

Die Größen sind in Ohm beziehungsweise in mA/V einzusetzen.

Dabei ist R_c der Eingangswiderstand des Indikators, der in der Versuchsanordnung 550 Ohm hat. Die in der Schaltung an-

Tab. 1. Meßwiderstände R_x und zugehörige Maximalteilheiten S_{\max}

R_x	1,43	10,3	16,2	33,3	Ohm
S_{\max}	636	100	63,6	31,8	mA/V

gegebenen Werte für R_x beziehen sich auf die in Tab. 1 zusammengestellten Maximalteilheiten.

Für T3 wird ein Transistor mit kleinem Ausgangsleitwert h_{22} (großem R_c) verwendet und dessen Kollektorgleichstrom über einen verlustarmen Schwingkreis U2, C16 für 800 Hz geleitet. Der Resonanz-

widerstand dieses Schwingkreises ist im Muster etwa 60 kOhm. Parallel zu diesem Schwingkreis liegt die Eingangsseite des Brückengleichrichters D1 in Reihe mit dem Widerstand R21. Dieser Zweig ist gegenüber dem Schwingkreisausgang von T3 sehr niederohmig. Es fließt also ein der Steuerspannung von T3 proportionaler Wechselstrom, der vom Wechselstromeingangswiderstand des Brückengleichrichters annähernd unabhängig ist. Dieser Widerstand ist infolge der Kennlinienkrümmung der Dioden von D1 besonders bei kleinen Spannungen sehr stark spannungsabhängig und führt zu einer gewissen Nullpunktunterdrückung des Skalenvorgangs. Mit der angegebenen Schaltung wird der Skalenvorgang fast vollständig linearisiert, und eine Umzeichnung der linearen Skala von I ist nicht erforderlich.

Der Spannungsabfall an R21 wird über den Steiler R22 und den Kondensator C14 dem Eingang des Transistors T3 als Gegenkopplungsspannung zugeführt. Man stellt in Stellung „Eichen“ mit R22 Vollauschlag des Instruments ein und erhält durch diese, den Ausgangsstrom stabilisierende Gegenkopplung eine weitere Verbesserung der Linearität der Skala.

Die Schaltung wurde beim Mustergerät (Bild 5) eingehend erprobt und lieferte gute Ergebnisse. Die Stromaufnahme beträgt bei Messung „Prüfung ausgebaut“ etwa 8 mA und bei den anderen Verwendungsmöglichkeiten rund 7 mA. Zum Anschluß externer Prüflinge wird eine Diodenbuchse verwendet, für das Aufklemmen der ausgebauten Prüflinge findet eine Schnellklemmenanordnung Anwendung. Der Masseanschluß M des Geräts ist über den bipolaren Kondensator C18 herausgeführt, die Klemmen E, R und C sind mit Keramikkondensatoren C21, C22 und C23 gegen Schwingneigung abglockt. In Stellung „Eichen“ wurde die Marke für Vollauschlag des Instruments im mehrteiligen, ununterbrochenen Einsatz immer mit guter Genauigkeit erreicht.

Der eingeschaltete Zustand kann akustisch dadurch angezeigt werden, daß ein Kleinsprechers durch die Generatorspannung erregt wird. Ringt man alle vier Drucktasten in Ruhestellung, dann ist das Gerät abgeschaltet.

Persönliches

Prof. Dr. K. Holzamer 60 Jahre

Am 13. Oktober 1904 vollendete Prof. Dr. Karl Holzamer, Intendant des Zweiten Deutschen Fernsehens, sein 60. Lebensjahr. Nach dem Abitur studierte er an den Universitäten München, Paris und Frankfurt sowie an der Pädagogischen Akademie in Bonn Philosophie, Romanistik, Germanistik und Pädagogik und promovierte 1928 in München. Im November 1931 kam Professor Holzamer zum Rundfunk, und zwar als Assistent der Pädagogischen Abteilung beim Westdeutschen Rundfunk in Köln. Nach 1933 war er beim Reichssender Köln vorübergehend als Sachbearbeiter verantwortlich für den gesamten Schulfunk, später dann für den Sprachenfunk und für ländliche Sendungen sowie bis 1938 für die religiösen Morgenfeiern.

Nach dem Kriege übernahm K. Holzamer zunächst als außerordentlicher und 1952 als ordentlicher Professor für Philosophie, Psychologie und Pädagogik einen Lehrstuhl an der Universität Mainz. Seit 1946 war er auch wieder aktiv an der Rundfunkarbeit beteiligt, und zwar bis 1960 als Vorsitzender des Rundfunkrates des Südweserts in Baden-Baden. Am 12. Mai 1962 erfolgte seine Wahl zum Intendanten des Zweiten Deutschen Fernsehens. Den Fernsehschauern des ZDF ist er längst kein Unbekannter mehr, denn seit dem Sendebeginn am 1. April 1963 hält der Intendant durch das „Gespräch mit den Zuschauern“ Kontakt mit dem Fernsehpublikum.

L. Rohde 60 Jahre

Am 4. Oktober beging Dr. phil. nat., Dr.-Ing. E. h. Lothar Rohde, Mitinhaber der Firma Rohde & Schwarz, seinen 60. Geburtstag. Gemeinsam mit seinem Studienfreund Dr. Schwarz gründete er Anfang der dreißiger Jahre in München ein physikalisch-technisches Entwicklungslaboratorium, aus dem die Rohde & Schwarz OHG mit zur Zeit 4000 Mitarbeitern hervorging. Das Produktionsprogramm der Firma, das zunächst nur Meßgeräte umfaßte, enthält seit 1945 auch Sender, Empfangsanlagen und Antennen. Dr. Rohde gab den Impuls zum Bau des ersten deutschen UKW-Rundfunksenders (1949) und einer der ersten vollautomatisch arbeitenden Wetterstellten-Empfangsanlagen (1964). Im Jahre 1954 verließ ihm die Technische Hochschule München für seine Verdienste auf dem Gebiet der HF-Technik die Ehrendoktorwürde, und die Regierung des Freistaates Bayern zeichnete ihn 1962 mit dem Bayerischen Verdienstorden aus.

E. Zielke 60 Jahre

Erich Zielke, Leiter der Abteilung Fernseh-Betriebsdisposition des Westdeutschen Rundfunks, wurde am 7. September 1966 60 Jahre. Zielke trat im August 1934 als Toningenieur bei der Reichsrundfunkgesellschaft ein. Nach dem Kriege nahm er 1954 seine Tätigkeit beim Rundfunk wieder auf, und zwar als Planungsingenieur beim NWDR Hamburg. Seit 1956 ist er beim WDR tätig, bei dem er 1958 die Leitung der Fernseh-Betriebsdisposition übernahm.

H. H. Pilsch †

Am 5. September 1968 starb nach längerer Krankheit im Alter von 55 Jahren Dipl.-Ing. Hans H. Pilsch, Inhaber der Firma Hans H. Pilsch, Fabrikation elektronischer Geräte, Vilmheim-Gödingen.

H. H. Pilsch wurde am 23. April 1911 im Sudetenland geboren. Nach seinem Studium an der Technischen Hochschule in Brünn arbeitete er bei mehreren Firmen der Radio-Industrie. Nach dem Kriege verbrachte er einige Jahre in Amerika und war nach seiner Rückkehr in die Bundesrepublik als freier Mitarbeiter für die Firmen AEG, Heuke, Kathrein und Siemens tätig. Vielen Rundfunk- und Fernsehtechnikern ist er durch die von ihm durchgeführten Lehrgänge über UKW-, Fernseh- und Meßtechnik bekannt.

Das Evoluon Symbol für die technisch-industrielle Entwicklung unseres Jahrhunderts

Dem 75jährigen Jubiläum der Firma Philips verdankt die Stadt Eindhoven ein neues Wahrzeichen. „Evaluon“ heißt das einer riesigen liegenden Untertasse ähnelnde Gebäude, das sich inmitten der Stadt auf 12 V-förmigen Betonbeinen über 30 Meter hoch erhebt. Hier wurde am 24. September eine Ausstellung eröffnet, die mehr als eine Leistungsschau des Unternehmens ist. Man hat

den Versuch unternommen, ein Spiegelbild der technisch-industriellen Entwicklung unseres Jahrhunderts zu geben. Der Besucher erhält ein eindrucksvolles Bild der stürmischen technischen Evolution, in deren Mittelpunkt immer wieder der Mensch als Schöpfer, Beherrscher und Nutznießer aller technischen Erfindungen steht.

Die Ausstellung ist auf drei übereinanderliegenden Galerien und zwei balkonartigen Plattformen im Innern des Evaluons (Durchmesser 77 Meter) untergebracht. Ein gläserner Lift bringt die Besucher zu den einzelnen Etagen. Die Ausstellung ist in verschiedene Themen unterteilt, die beispielsweise über Freizeit und Kultur, Leben und Gesundheit, Bildung und Wissen, Kommunikation und Verkehr, Industrie, natur- und lebenswissenschaftliche Forschungen sowie über die Technik und ihre vielschichtigen Auswirkungen auf die menschliche Gesellschaft informieren. Ein kleiner Teil der Ausstellung ist speziell dem Philips-Unternehmen gewidmet und bringt dem Besucher die Tätigkeit dieses Konzerns näher.

Jährlich wird etwa ein Fünftel aller Objekte dieser Dauerausstellung ausgewechselt, um den neuesten Stand der Entwicklung von Technik und Wissenschaft präsentieren zu können.



Luxusausführung des Autosupers „Köln“ mit Spezial-Fernbedienung

Der Autosuper „Köln“ von Blaupunkt mit Suchlauf, Stationstasten, vier Wellenbereichen, 7 W Ausgangsleistung (bei 12 V) und Fernbedienung für den Suchlauf wird nun auch in einer Sonderausführung mit umfangreichem Bedienungskomfort angeboten. Das Kennzeichen dieser Luxusausführung ist ein Fernbedienungsteil (Bild 1) mit Lautstärke- und Klangregler, Stationsuchttaste, Ein-Aus-Schalter und Kontrolllampe, das an der Rücklehne des Vordersitzes befestigt oder in die Armstütze der hinteren Sitzplätze eingebaut werden kann (Bild 2). Diese Fernbedienung erforderte einige Änderungen des Originalgerätes „Köln“, die zwar im

Wesentlichen nur die Anschluß- und Umschaltleitungen zwischen Fernbedienung und Empfänger betreffen sich jedoch am „normalen“ Gerät „Köln“ nachträglich nicht durchführen lassen. Für das Gerät mit Fernbedienung wurde daher eine Sonderausführung geschaffen, die aber nur für 12 V Batteriespannung lieferbar ist. Bei der Luxusausführung des „Köln“ lassen sich bei dem im Armaturenbrett eingebauten Empfängerteil genauso wie bei der Normalausführung Lautstärke und Klang regeln; ferner kann man den Stationsuchlauf einschalten und die Abschalttempfindlichkeit sowie die Bereiche umschalten. Die zuletzt genannten heiden Umschaltmöglichkeiten sind nicht fernbedienbar. Bei ausgeschalteter Fernbedienung arbeitet nur der Frontlautsprecher mit reduzierter Ausgangsleistung. Hierbei wird die Lautstärke durch einen dem Frontlautsprecher FL parallel geschalteten Widerstand R 3 (Bild 3) herabgesetzt. Schaltet man das Hauptgerät über die Fernbedienung ein, so wird gleichzeitig der Hecklautsprecher HL zu- und der Dämpfungswiderstand R 3 abgeschaltet. Die vom Frontlautsprecher abgestrahlte Leistung ist dann etwa genauso groß wie beim Betrieb ohne Fernbedienung, jedoch ist die gesamte Ausgangsleistung, die sich auf Front- und Hecklautsprecher verteilt, größer (maximal 7 W). Das Lautstärkeverhältnis zwischen Front- und Hecklautsprecher kann mit Hilfe eines zusätzlichen Überblendreglers eingestellt werden. Die Empfangsleistungen der beiden Ausführungen des „Köln“ sind in jeder Hinsicht gleich, denn auch zwischen den Schal-

über c dem Frontlautsprecher FL parallel geschaltet und der Dämpfungswiderstand R 3 abgeschaltet. Ist die Fernbedienung nicht in Betrieb, so ist der Hecklautsprecher abgeschaltet, und R 3 liegt parallel zum Frontlautsprecher. Dadurch bleibt die Lautstärke, mit der der Frontlautsprecher arbeitet, unabhängig von der Betriebsart etwa konstant.

Der Kontakt d gehört zu dem Suchlaufrelais im Hauptgerät, d ist geschlossen, wenn der Empfänger selbsttätig Stationen sucht, damit die Suchlaufgeräusche nicht hörbar werden. Die Stationsuchttaste S 3 der Fernbedienung liegt parallel zu der Suchlauttaste im Empfängerteil.

Die Fernbedienung hat einen einfachen Einschalter S 1. Die Luxusausführung des Empfängerteils enthält an Stelle des einfachen Ein-Aus-Schalters der Normalausführung einen Umschalter S 2.

Ist der Empfängerteil mit S 2 ausgeschaltet, so liegt der Pluspol der Batterie am Schalter S 1 der Fernbedienung, so daß mit S 1 die gesamte Anlage ein- und ausgeschaltet

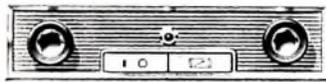
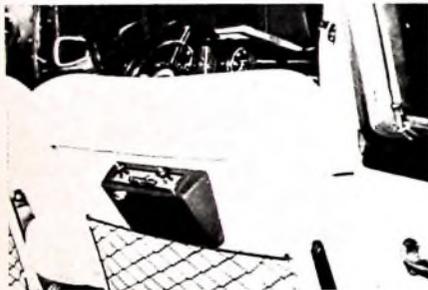


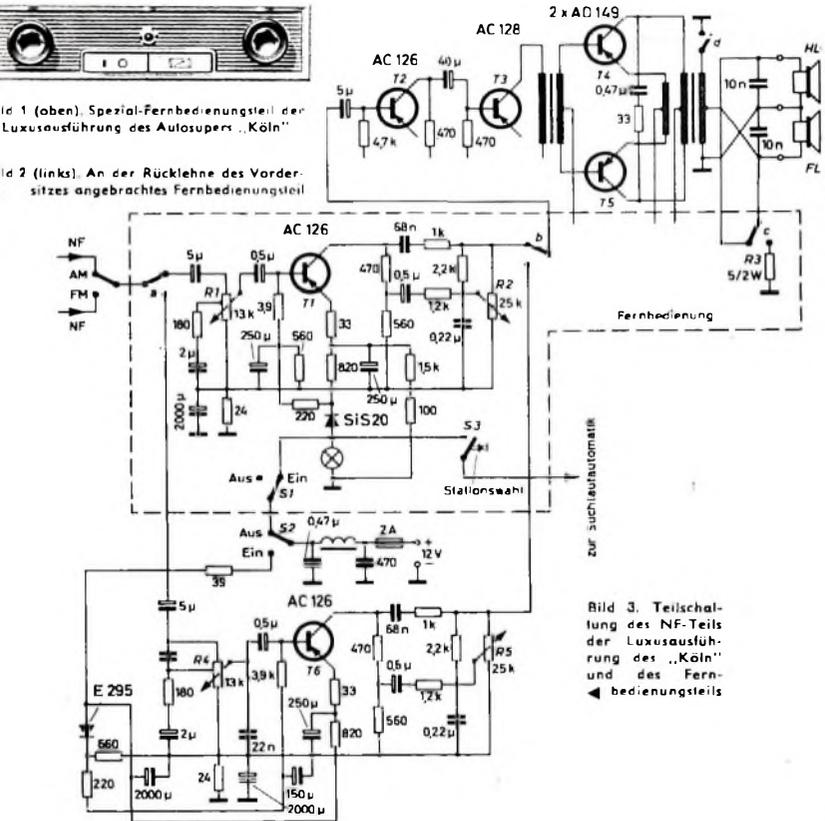
Bild 1 (oben), Spezial-Fernbedienungsteil der Luxusausführung des Autosupers „Köln“

Bild 2 (links), An der Rücklehne des Vordersitzes angebrachtes Fernbedienungsteil

wesentlichen nur die Anschluß- und Umschaltleitungen zwischen Fernbedienung und Empfänger betreffen sich jedoch am „normalen“ Gerät „Köln“ nachträglich nicht durchführen lassen. Für das Gerät mit Fernbedienung wurde daher eine Sonderausführung geschaffen, die aber nur für 12 V Batteriespannung lieferbar ist.

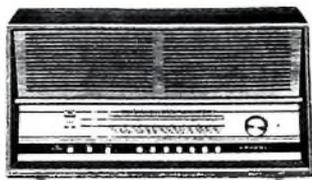
Bei der Luxusausführung des „Köln“ lassen sich bei dem im Armaturenbrett eingebauten Empfängerteil genauso wie bei der Normalausführung Lautstärke und Klang regeln; ferner kann man den Stationsuchlauf einschalten und die Abschalttempfindlichkeit sowie die Bereiche umschalten. Die zuletzt genannten heiden Umschaltmöglichkeiten sind nicht fernbedienbar. Bei ausgeschalteter Fernbedienung arbeitet nur der Frontlautsprecher mit reduzierter Ausgangsleistung. Hierbei wird die Lautstärke durch einen dem Frontlautsprecher FL parallel geschalteten Widerstand R 3 (Bild 3) herabgesetzt. Schaltet man das Hauptgerät über die Fernbedienung ein, so wird gleichzeitig der Hecklautsprecher HL zu- und der Dämpfungswiderstand R 3 abgeschaltet. Die vom Frontlautsprecher abgestrahlte Leistung ist dann etwa genauso groß wie beim Betrieb ohne Fernbedienung, jedoch ist die gesamte Ausgangsleistung, die sich auf Front- und Hecklautsprecher verteilt, größer (maximal 7 W). Das Lautstärkeverhältnis zwischen Front- und Hecklautsprecher kann mit Hilfe eines zusätzlichen Überblendreglers eingestellt werden.

Die Empfangsleistungen der beiden Ausführungen des „Köln“ sind in jeder Hinsicht gleich, denn auch zwischen den Schal-

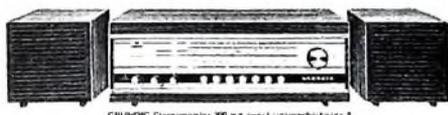


Je nach Betriebsart wird jeweils einer der beiden Vorverstärker mit Relais, die sich im Fernbedienungsteil befinden, eingeschaltet. Wenn die Fernbedienung in Betrieb ist, dann ist der im Fernbedienungskästchen untergebrachte Verstärker T 1 über den Kontakt a mit dem Demodulatorteil des Empfängers verbunden. Der Ausgang des Vorverstärkers liegt über dem Kontakt b am NF-Teil des Hauptgerätes. Außerdem ist der Hecklautsprecher HL

werden kann. Ist der Empfängerteil dagegen mit S 2 eingeschaltet, so liegt keine Spannung am Fernbedienungsteil. In diesem Fall kann man den Empfänger nicht über die Fernbedienung ausschalten. Da hierbei die Fernbedienung außer Betrieb ist, sind die Relais abgefallen und der Eingang von T 6 über a mit dem Demodulatorteil des Empfängers verbunden. Der NF-Verstärkereingang liegt dann über b am Ausgang von T 6.



Guter Klang ...



neue Form ...

Endlich ein neues Radio!

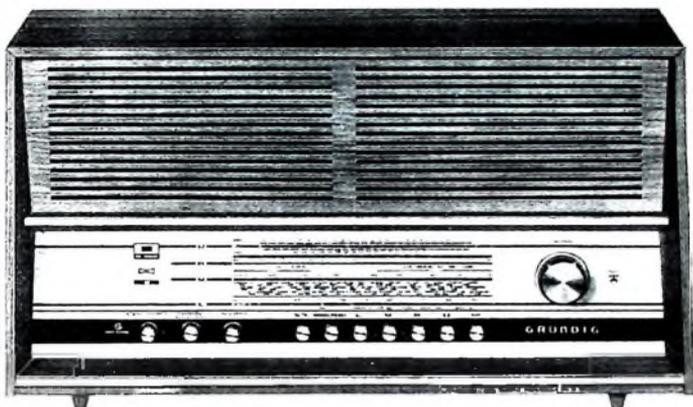
Warum eigentlich nicht? Das gute alte Radio von gestern hat mit dem Rundfunkgerät von heute doch nur noch wenig gemeinsam. Technik und Form haben sich entscheidend gewandelt. Hier haben die Ultra-Kurzwellen und die Rundfunk-Stereophonie neue Maßstäbe gesetzt. Dort ist der Wunsch, schöner zu wohnen, auch beim Rundfunkgerät verwirklicht worden. Unsere Ingenieure und Formgestalter haben diese Entwicklung durch imponierende Leistungen mitbestimmt. Für jeden Raum und für jeden Geschmack bauen wir das passende Gerät. Zwei Beispiele stehen hier für viele. Sehen Sie sich die neuen GRUNDIG Rundfunkgeräte einmal bei Ihrem Fachhändler an und vergleichen Sie Form und Technik mit Ihrem Empfänger zuhause. Oder fordern Sie zunächst mit diesem Gutschein oder per Postkarte die neue, 52-seitige GRUNDIG revue an. Vielleicht sind auch Sie dann der Meinung: „Jawohl, endlich ein neues Radio!“

Millionen hören und sehen mit GRUNDIG

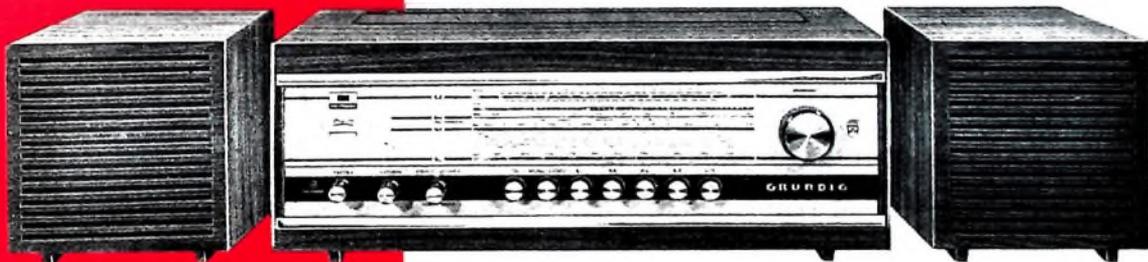
GRUNDIG

GUTSCHEIN für eine kostenlose GRUNDIG revue.
Bitte an: GRUNDIG, Postfach 1000, D-4000 Düsseldorf 1.
Für und Entschuldig.
Einschicken an: GRUNDIG, Postfach 1000, D-4000 Düsseldorf 1.

Endlich ein neues Radio!



GRUNDIG Konzertgerät RF 160



GRUNDIG Stereomeister 300 mit 2 Boxen 8

Endlich ein neues Radio! Das ist die Devise unserer Verbraucherwerbung für Rundfunkgeräte in diesem Herbst. Sie als Fachhändler wissen warum. Das Rundfunk-Geschäft braucht neue Impulse. Die Meinung, „der alte tut's noch“, ist falsch. UKW und Rundfunk-Stereophonie haben neue technische Maßstäbe gesetzt. Der Wunsch, schöner zu wohnen, erfaßt auch das Rundfunkgerät mehr und mehr.

Sie wissen das alles. Der Verbraucher weiß es nicht. Deshalb sagen wir es ihm mit der obigen Anzeige. In Illustrierten und Publikums-Zeitschriften mit Millionen-Auflagen werben wir für unsere Rundfunkgeräte. Wir bereiten Ihren Verkauf vor. Rüsten Sie sich für die Saison. Disponieren Sie GRUNDIG Rundfunkgeräte!

GRUNDIG

Verbesserte stabilisierte Vertikalablenkschaltung für Fernsehempfänger

Die Vertikalablenkschaltung der Telefunken-Fernsehempfänger des Baujahres 1966 ist im Hinblick auf noch größere Stabilität gegenüber Netzspannungsschwankungen weiterentwickelt worden. Mit der geänderten Gegenkopplungsschaltung nach Bild 1 können die üblichen Stabilisie-

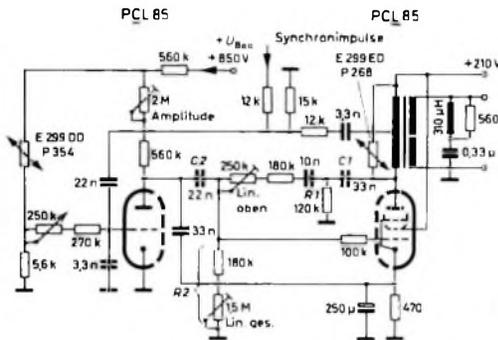
quenz des Koppelgliedes am Gitter des Pentodensystems der PCL 85 vorwiegend die untere Bildhälfte beeinflusst, kann durch diese Schaltung in Verbindung mit entsprechender Dimensionierung der Gegenkopplung für den oberen Rand der Tangensfehler beseitigt werden Bild 2a

zeigt die unverzerrte Steuerspannung und Bild 2b die gegengekoppelte Spannung mit überlagerter unverzerrter Steuerspannung. Im Bild 2c ist die verzerrte Steuerspannung und im Bild 2d die gegengekoppelte Spannung mit überlagerter verzerrter Steuerspannung dargestellt. Der für eine deutlichere Darstellung vergrößert gezeichnete S-förmige Verlauf im Bild 2d läßt die Wirksamkeit dieser Schaltung für die Tangensverzerrung erkennen. Die Stabilisierungsschaltung ist gegen Strahlstrom- und Netzspannungsschwankungen so ausgelegt, daß die geringen Restschwankungen ein seitengleiches Raster auf dem Bildschirm ergeben.

Die Rückkopplung der selbstschwingenden Schaltung entspricht weitgehend der Schaltung des Chassis „205“ von Telefunken. Auch hier ist ein Saugkreis zur Unterdrückung eingekoppelter Zeilenspannung an der Vertikalablenkschaltung vorhanden.

Das zweite Integrierglied für den Synchronimpuls wird vom Integrierglied im Rückkopplungsweg gebildet.

Bild 1. Gesamtschaltung des verbesserten stabilisierten Vertikalablenkteils



rungsmethoden mit einem VDR-Widerstand durch Vorwärts- oder Rückwärtsregelung noch verbessert werden.

Eine zu schwache Gegenkopplung führt bei Netzspannungsschwankungen zu Geometrieänderungen. Wenn die Gegenkopplung verstärkt wird, muß die Steuersägezahnspannung erhöht werden. Das führt zu einer stärkeren Belastung der Boosterstufen. Ein weiteres Problem bei verstärkter Gegenkopplung ist die Zunahme des Tangensfehlers. Deshalb wird in der neuen Schaltung die Geometrie nicht mehr am Differenzglied R_1, C_1 des Gegenkopplungsnetzwerkes geregelt, sondern am Gitterableitwiderstand der Röhre.

Das Differenzglied der Gegenkopplung wird auf maximale Dehnung am unteren Bildrand eingestellt. Der Frequenzgang des Koppelgliedes R_2, C_2 zum Gitter der Endröhre ist mit dem Maximalwert des Ableitwiderstandes so eingestellt, daß der



O. Studemund zum 60. Geburtstag

auch in den Dienst übergeordneter Gremien stellt, dafür ist die Fachwelt ihm an seinem 60. Geburtstag besonders dankbar. So erlauchen sich die Fachnormenausschüsse Elektrotechnik und Röhren sowie die Fachabteilung Röhren und Halbleiter im ZVEI ebenso wie die International Electric Commission der VDI und VDE sowie die NTG und FTG schon seit vielen Jahren seiner Mitarbeit.

O. Studemund gilt überall in der Fachwelt als Ingenieur hohen Grades. Neben allen seinen beruflichen Leistungen steht bei seinen Freunden und Bekannten aber immer der Mensch Studemund. Obwohl in Italien geboren und bis zu seinem neunten Lebensjahr dort ansässig, hat er sich doch bis auf den heutigen Tag seine niederdeutsch-hamburgische Art erhalten. Besonnenheit ist eine seiner hervorstechendsten Eigenschaften. In der hamburgischen Atmosphäre wurzelt auch sein stets gegenwärtiger Humor, der seine frei gehaltenen Vorträge würzt und komplizierte Sachverhalte verständlicher macht. In Diskussionen und geschäftlichen Besprechungen läßt dieser Humor auch ärgerliche Tatbestände in einem freundlich-verständlichen Licht erscheinen. Studemunds Einstellung zu den Dingen ist dabei niemals leichtfertig, jedoch immer gegen eine Überbewertung der Fakten gerichtet. Es ist der Kampfdruck des literarischen Ernst. Auf diesem humorigen Boden gedeihen beständige Freundschaften, die sich nicht zuletzt auch im Geschäftsleben günstig auswirken konnten.

Konkurrenz hat Studemund stets geschätzt, und die Konkurrenz schätzt ihn. Er ist kontaktfähig, ohne auf Kontakte aus zu sein. Diese ergaben sich in den vielen Jahren seiner Tätigkeit aus eigener Kraft, denn er hat zwar nicht die Radiotechnik von ihren Ursprüngen an, jedoch die Industrialisierung dieser Technik von Anfang an mitgemacht. Sein geheimes Kummer ist, daß er sich von der eigentlichen Technik, der er mit seinen sechs Lebensjahrzehnten nach mit jugendlichem Elan anhängt, durch seine Tätigkeit am Schreibtisch in der Hauptniederlassung immer mehr entfremdet. Diesen Kummer kompensiert er durch die Förderung und Heranbildung des Techniker-Nachwuchses im Unternehmen. Seine Menschenkenntnis bewirkt, daß er sich in der Wahl seiner Mitarbeiter nur selten irrt.

Mögen Otto Studemund noch viele erfolgreiche Jahre beschieden sein — erfolgreich nicht nur für die Firma, der er seit mehr als 32 Jahren angehört, sondern erfolgreich auch für die Technik, der er sich mit Haut und Haar verschrieben hat.

Am 17. Oktober 1966 vollendete Otto Studemund, Chef der technisch-kommerziellen Koordination und Mitglied der Geschäftsleitung der Valvo GmbH, das 60. Lebensjahr. Sein Name ist seit vielen Jahren weit über die Grenzen Deutschlands hinaus mit der Röhren- und Halbleitertechnik auf das engste verbunden. Seit über 30 Jahren steht er im Dienste seiner Firma, und wesentliche Erfolge sind seinem Wissen und Können, seiner Initiative und seinem ausgeprägten Sinn für sich anbahnende technische Entwicklungen zuzuschreiben. Schon 1937 wurden ihm als Hauptabteilungsleiter des E-Labor und die Prüfläden der damaligen Radioröhrenfabrik Hamburg unterstellt, die er auch während des Krieges leitete, als er zusätzlich noch in der Berliner Zentrale des Unternehmens tätig war. Nach Kriegsende widmete er sich ganz dem Aufbau des Lackleder Werkes. Seinem Weitblick verdanken in jenen Jahren drei Valvo-Laboratorien ihre Entstehung: das Technologische Labor, das Entwicklungs-Labor und das Applikationslabor. Zur selben Zeit entstand auch der Technische Kundendienst, der sich insbesondere auch auf die enge Zusammenarbeit mit den Geräteherstellern ausgewirkt hat. Anlaß 1949 wechselte er endgültig zur Valvo-Hauptverwaltung über, da der Aufbau der technisch-kommerziellen Organisation ihm immer stärker in Anspruch nahm. Auf seine Anregung hin wurde damals auch die Dokumentations-Abteilung eingerichtet, die inzwischen zu einem Verbindungsglied von internationaler Bedeutung zwischen dem Unternehmen und seinen Kunden geworden ist. Seit dem 1. Januar 1966 ist O. Studemund als Mitglied der Valvo-Geschäftsleitung mit der technisch-kommerziellen Koordination beauftragt. Daß er sich mit seinen umfangreichen Kenntnissen und Erfahrungen

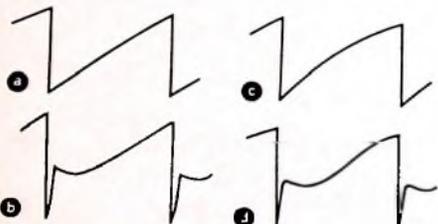
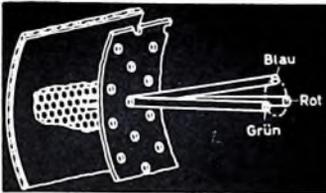


Bild 2. Spannungsverläufe am Gitter der Endröhre. a) ohne Gegenkopplung; b) mit Gegenkopplung; c) ohne Gegenkopplung, jedoch mit R_2 getrimmt; d) wie c), jedoch mit Gegenkopplung

am Ladekondensator erzeugte Steuersägezahn nicht nennenswert verfälscht wird. Macht man den Gitterableitwiderstand kleiner, dann wird der Steuersägezahn in seiner Linearität derart verzerrt, daß die durch die Gegenkopplung verursachte Dehnung am unteren Bildrand aufgehoben ist. Da die Erhöhung der Grenzfrequenz



Einführung in die Farbfernsehtechnik*)

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 10, S. F 48

Zur Messung und Prüfung des für die Farbe wichtigen Teils eignet sich besonders gut der geträgerte 20-T-Impuls (Bild 139). Der Impuls setzt sich aus einem tieffrequenten 20-T-Impuls (Halbwertbreite 2 μ s) und dem mit 4,4 MHz geträgerten 20-T-Impuls zusammen. Das Spektrum des tieffrequenten Impulses reicht von 0...500 kHz, das des geträgerten ist 4,4 MHz \pm 500 kHz. Laufzeit- und Amplitudenunterschiede zwischen Hel-

Verstärkung. Sie verengen sich beim Farbträger auf 0,85. Der maximale differentielle Phasenfehler muß kleiner als $\pm 3^\circ$ sein. Diese Werte müssen von 10% (Weiß) bis 80% des maximalen Trägers und nicht nur bis 70% (Schwarz) eingehalten werden, da auch das Farbsynchronsignal, das auf der Schwarzschiene sitzt, unverzerrt übertragen werden soll.

Für die verbesserte Entzerrung der Linearität muß die Modulationskennlinie selbst möglichst gut eingestellt werden; der Restfehler wird dann mit dem Kennlinienentzerrungsgerät korrigiert. LinearitätSENTZERRUNGSSCHALTUNGEN enthalten im allgemeinen einstellbare Kombinationen aus Dioden und Widerständen. Vor allem bei älteren Sendern dürfte eine frequenzabhängige LinearitätSENTZERRUNG notwendig sein. Zur Entzerrung der differentiellen Phase benutzt man Geräte, die einstellbare pegelabhängige Phasenänderungen erzeugen. Dies erreicht man beispielsweise durch geeignete Tiefpaßschaltungen mit Silizium-Kapazitätsdioden. Hierbei ändert sich in Abhängigkeit von der Videospannung die Kapazität und damit die Laufzeit des Tiefpasses. Da die Laufzeit direkt proportional zur Phase ist, erhält man definierte differentielle Phasenfehler.

Die Messung dieser Fehler erfolgt mit einem vom Schwarz- bis zum Weißpegel reichenden zeilenfrequenten Sägezahn, dem ein etwa 10% großer Farbträger überlagert ist. Mit einem Vektroskop oder einem anderen geeigneten Meßgerät wird die hochfrequente Schwingung ausgesiebt und zur Messung der differentiellen Verstärkungsverzerrung auf dem Oszillografen abgebildet. Die Amplitudenänderung ist dabei direkt proportional der Steilheitsänderung.

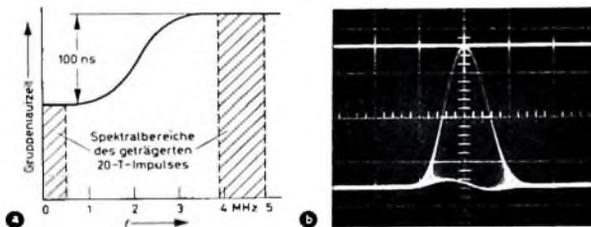
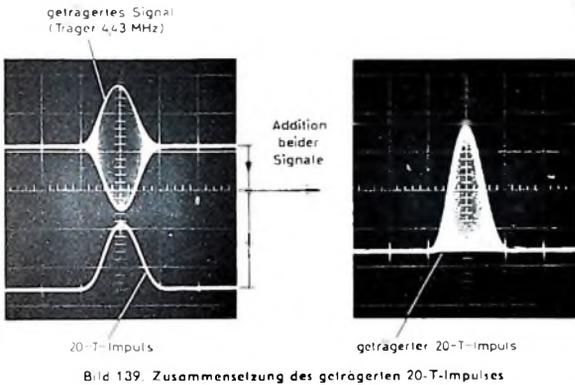


Bild 140 Verformungen des 20-T-Impulses bei Laufzeitunterschieden zwischen Helligkeits- und Farbsignal; a) Gruppenlaufzeitgang, b) verzerrter Impuls

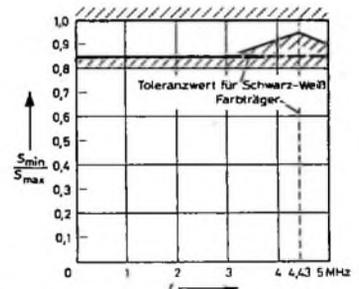


Bild 141 Toleranzschema für den Steilheitsverlauf der Modulationskennlinie von Fernsehsendern

ligkeits- und Farbsignal sowie Verzerrungen im Farbbereich selbst werden von diesem Signal angezeigt und können an Hand der Verzerrung gemessen werden.

Bild 140 zeigt die für Gruppenlaufzeitfehler typische Verzerrung des Impulsbodens. Die Größe der Verzerrung ist ein Maß für die Störungen im Bild. Bei reinen Amplitudenfehlern ist die Bodenverzerrung symmetrisch.

65 Anforderungen an die Linearität des Fernsehensenders bei der Farbübertragung. Im Übertragungsbereich von Schwarz bis Weiß (10...70% des maximalen HF-Trägers) sind für die Schwarz-Weiß-Übertragung verhältnismäßig große Abweichungen von der Linearität der Modulationskennlinie zugelassen (das Linearitätsmaß muß über den gesamten Frequenzbereich von 0...5 MHz mindestens 0,85 sein). Im Bild wirken sie sich als Gradationsfehler aus. Aussteuerungsabhängige Laufzeit- oder Phasenfehler spielen bei der Schwarz-Weiß-Übertragung nur eine untergeordnete Rolle. Ganz anders verhält es sich dagegen bei der Farbübertragung. Hier müssen im Bereich um 4,4 MHz erheblich engere Toleranzen gefordert werden. Größere Abweichungen von der Linearität oder Steilheit (differentielle Amplitude) führen unter anderem zu Sättigungsfehlern. Pegelabhängige Phasenfehler bei 4,4 MHz (differentielle Phase) verursachen je nach System Farbverfälschungen, Sättigungsfehler und so weiter.

Bild 141 zeigt die für die Farbübertragung geforderten Toleranzwerte der Steilheit beziehungsweise der differentiellen

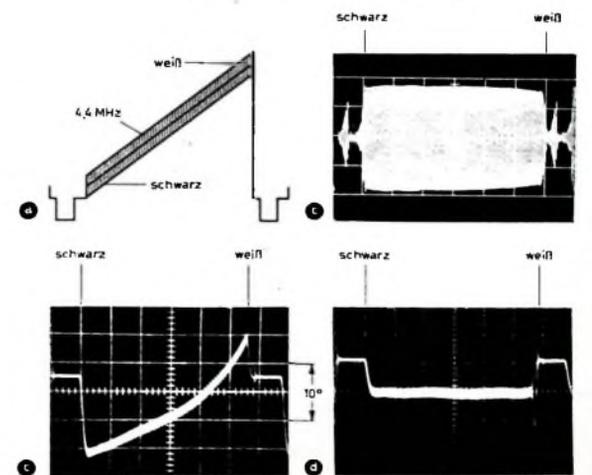


Bild 142 a) Messsignal für differentielle Phase und Amplitude (zeilenfrequenter Sägezahn mit überlagertem Farbträger); b) typischer differentieller Amplitudenverlauf eines Senders; c) typischer differentielle Phasenverlauf eines Senders; d) wie c), jedoch mit differentiellem Phasentzerrer

*) Die Autoren sind Angehörige des Instituts für Rundfunktechnik München (Direktor: Prof. Dr. Richard Thelle); Koordination der Beitragsreihe: Dipl.-Ing. H. Flix

Zur differentiellen Phasenmessung wird mit dem ausgesiebten Farbträger ein Nachlaufoszillator synchronisiert und die damit erhaltene mittlere Phase mit der Momentanphase verglichen. Die Differenz ist der differentielle Phasenfehler.

Bild 142 zeigt das Meßsignal für differentielle Phase und Amplitude sowie typische Meßergebnisse vom Verlauf der differentiellen Amplitude und differentiellen Phase von Fernsehsendern

6.6 Vorentzerrung der im Empfänger entstehenden nichtlinearen Quadraturfehler

Die frequenzbandsparende Restseitenbandübertragung weist typische Verzerrungen auf. Die Entzerrung der Laufzeitfehler ist heute an allen Fernsehsendern eine eingeführte Technik, dagegen steht man mit der Entzerrung der Quadraturfehler noch am Anfang.

Überträgt man an Stelle der beiden Seitenbänder nur noch eines oder zwei unsymmetrische, so entstehen die im Bild 143 dargestellten Verzerrungen. Bild 143a zeigt die typischen Einseitenbandfehler einer Sinusschwingung und Bild 143b die Verzerrungen der 250-kHz-Rechteckspannung bei Restseitenbandübertragung

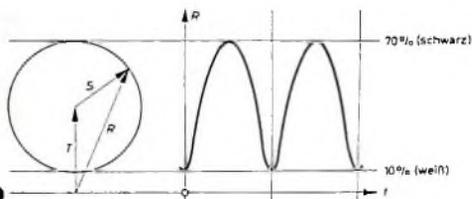


Bild 143 a) Einseitenbandverzerrung einer 800-kHz-Sinusschwingung, b) Restseitenbandverzerrung einer 250-kHz-Rechteckspannung

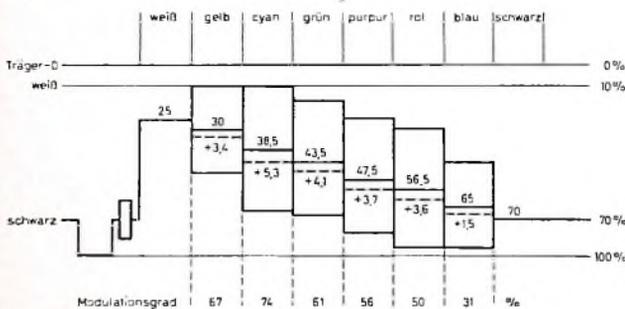


Bild 144 Gleichstromverschiebung infolge der Quadraturfehler (Farbbalken mit 75% Sättigung)

Im Bild wirken sie sich als Überschwinger im Schwarzen und Verschleifung im Weißen aus. Überträgt man eine höherfrequente Sinusschwingung, zum Beispiel den 4,4-MHz-Farbträger, so bleibt infolge der 5-MHz-Bandbegrenzung nur noch eine Gleichstromverschiebung als Restfehler übrig. Das bedeutet, daß dann der relativ große Farbträger, der dem Helligkeitssignal überlagert ist, zu Gleichstrom- und damit zu Helligkeitsverschiebungen im Fernsehbild führt.

Bei der Übertragung von Farbbalken mit 75% Sättigung entstehen die im Bild 144 dargestellten Helligkeitsverschiebungen beziehungsweise Gradationsfehler. Der Fehler beträgt bei Cyan, der Farbe mit dem größtem Modulationsgrad etwa 5% in Richtung Schwarz.

Alle diese Fehler lassen sich durch den sogenannten Trägerzusatz bei der Demodulation im Empfänger beseitigen. Dieses Verfahren scheidet jedoch für Heimempfänger wegen der hohen Kosten aus. Eine zweite Möglichkeit ist der sogenannte Quadraturentzerrer. Dieses Gerät entzerrt diese Fehler bereits videofrequenter am Fernsehsender vor, so daß alle Empfänger in den Genuß der Verbesserung kommen. Das Gerät enthält einen

direkten und einen Korrekturzweig. In letzterem werden vom Modulationssignal abhängige Korrektursignale gebildet, die zum direkten Signal addiert werden. Alle Quadraturfehler kann man mit diesem Gerät weitgehend korrigieren.

Zusätzlich zu diesen Signalverzerrungen treten Phasenschwankungen des Trägers auf, die sich bei der Demodulation direkt auf den Farbträger als Phasenfehler übertragen. Überlagert man einem tieffrequenten Schwarz-Weiß-Signal (zum Beispiel 100-kHz-Signussignal) einen kleinen Farbträger, so können Phasenfehler bis 48° entstehen, die sich als Übersprecheffekt zwischen Schwarz-Weiß und Farbsignal auswirken und zu Farbverzerrungen an Kanten führen.

6.7 Vergleich der verschiedenen Sendertypen unter Berücksichtigung der Farbübertragung

Bezüglich des Grundprinzips unterscheidet man zwischen Sendern mit ZF-Modulation und solchen, die direkt auf der Endfrequenz moduliert werden. Bei den ZF-modulierten Sendern wird das Videosignal auf einen 38,9-MHz-ZF-Träger kleiner Leistung moduliert und dann auf die Endfrequenz umgesetzt. Vorteile des ZF-Senders sind:

1. Geringere Verzerrungen, da Modulation bei niedriger Leistung.
2. Für alle Sendefrequenzen sind der Modulator und das in der ZF liegende Restseitenbandfilter gleich.
3. Die Laufzeitentzerrung ist in der ZF-Ebene möglich; sie führt zu einer besseren Korrektur, da auch zum Träger unsymmetrisch liegende Laufzeitfehler entzerrt werden können.

Vorteile des auf der Endfrequenz modulierten Senders

1. Keine Umsetzung notwendig.
2. Nur ein Quarzoszillator bestimmt die Frequenzkonstanz, bei ZF-Modulation werden zwei Quarzoszillatoren benötigt.

Bei den auf der Endfrequenz modulierten Sendern unterscheidet man die für die Farbübertragung vorteilhafte Vorstufenmodulation und die Endstufenmodulation. Bei den endstufenmodulierten Sendern treten besondere Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Linearitätsforderungen auf, da zum Aussteuern eine sehr hohe Videoleistung (600 W) erforderlich ist. Außerdem muß das Restseitenbandfilter für die volle Leistung ausgelegt sein. Bei Vorstufenmodulation folgt auf die modulierte Vorstufe eine breitbandige Endstufe.

In Endstufenverstärkern werden heute für die Bereiche I und III vorwiegend Tetroden, für den Bereich IV/V Tetroden und Klystrons verwendet. Für die Farbfernsehübertragung ergeben sich dabei nur unwesentliche Unterschiede. Infolge der hohen Verstärkung des Klystrons kommt man mit geringerer Ansteuerleistung aus. Die Linearität im Synchronbereich, das heißt auch für das Farbsynchronsignal (Burst), ist jedoch beim Klystron etwas schlechter.

Im Gegensatz zum normalen Modulator verbessert der bei modernen Sendern verwendete Gegentaktmodulator die Linearität im Pegelbereich um den Weißwert erheblich. Dies bringt besondere Vorteile bei der Übertragung von hellen, stark gesättigten Farben, zum Beispiel von strahlendem Gelb.

6.8 Farbfernsehübertragung über Fernsehumsatzer

Man unterscheidet zwei Umsatzerarten: Umsatzer mit gemeinsamer Bild- und Tonumsetzung (vorwiegend bei kleinen Leistungen) und Umsatzer mit getrennter Bild- und Tonumsetzung (vorwiegend bei größeren Leistungen). Die größten Schwierigkeiten bei der gemeinsamen Bild- und Tonumsetzung bereiten bei der Farbübertragung die Kreuzmodulationsprodukte zwischen Farb- und Tonträger. Als resultierende Störung erhält man bei nichtlinearen Umsatzern ein 1,1-MHz-Moiré. Da man mehrere Umsatzer hintereinander schalten will, darf die gesamte Störung nicht die Erträglichkeitsgrenze überschreiten, die bei etwa 30 dB Störabstand liegt. Als unterste Grenze für den Störabstand werden deshalb für einen Umsatzer mindestens 34 dB gefordert. Infolge der gemeinsamen Bild- und Tonumsetzung muß schon von Haus aus die Bandbreite des Umsatzers bis mindestens 5,5 MHz reichen, so daß dann die Gruppenlaufzeit- und Amplitudenfehler im Farbbereich sehr klein sind und nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Anders verhält es sich bei Umsatzern mit getrennter Bild- und Tonumsetzung. Hier wird das empfangene HF-Signal in Bild- und Tonanteil getrennt und in verschiedenen Stufen weiterverstärkt. In den Bildstufen muß der 5,5-MHz-Tonträger unterdrückt werden, was zu Amplituden- und Laufzeitfehlern am oberen Randende, also im Farbbereich, führt. Diese Laufzeit-

fehler sind so erheblich, daß sie eine gute Farbübertragung nicht zulassen.

Da im Umsetzer nicht demoduliert wird, sondern bei den Umsetzern größerer Leistung das HF-Signal in die ZF-Ebene umgesetzt wird, ist eine Laufzeitverzerrung in der ZF, das heißt bei etwa 35 MHz, notwendig. Diese Verzerrungen sind in ihrem Aufbau komplizierter als die Videophasenverzerrung des Senders, sie können jedoch heute ohne Schwierigkeiten auch für die ZF gebaut werden. Außerdem muß man bei diesen Umsetzern auf guten Amplitudengang und geringe differentielle Phasen- und Amplitudenfehler achten. Die zuletzt genannten Forderungen lassen sich meistens schon durch geringfügige Verminderung der Ausgangsleistung erreichen.

Die Linearität ist bei gemeinsamer Bild- und Tonumsetzung infolge der strengen Kreuzmodulationsforderung schon bei Schwarz-Weiß-Übertragung automatisch besser als die der Umsetzer mit getrennter Umsetzung.

Ob überhaupt und wie viele Umsetzer in Reihe geschaltet werden können, ergibt sich aus den jeweiligen Qualitätsparametern. Da man Umsetzer schon für die Versorgung von sehr kleinen Gebieten errichtet, ist die Übertragungsqualität eine Frage des Aufwandes und der Kosten.

7. Ausbreitungsprobleme bei der Ausstrahlung von Farbfernsehsignalen

S. DINSEL und H. HOPF

7.1 Mechanismus der Wellenausbreitung im Meter- und Dezimeterwellenbereich (VHF und UHF)

Wegen der großen Bandbreite kommen für die Übertragung von Fernsehsignalen die „klassischen“ Wellenbereiche Langwelle, Mittelwelle und Kurzwelle nicht in Betracht. Eine genügend große Anzahl von Programmkänen kann nur im Bereich der Meter- und Dezimeterwellen (VHF und UHF) angeboten werden. Der Mechanismus der Wellenausbreitung dieser verhältnismäßig kurzen Radiowellen unterscheidet sich jedoch weitgehend von dem der längeren Wellen und nähert sich in vielen Beziehungen dem der Lichtwellen. Dies erklärt auch den häufig verwendeten Ausdruck „quasi-optische Ausbreitung“.

7.1.1. Ungestörte Ausbreitung

Für die Feldstärke eines $\lambda/2$ -Dipols im freien Raum gilt die einfache Beziehung

$$E_0 = 7,02 \frac{\sqrt{P_s}}{d} \quad (7.1)$$

Darin ist E_0 die freie Feldstärke in V/m, P_s die Senderleistung in W und d die Entfernung in m. Wird die Entfernung in km angegeben, dann ergibt sich die Feldstärke direkt in mV/m. Die Formel (7.1) gilt auch dann, wenn man als Sendeantenne ein komplizierteres Gebilde verwendet; dann ist lediglich als Leistung P die effektive Strahlungsleistung

$$P_{\text{ERP}} = P_s \cdot G \quad (7.2)$$

(ERP = effective radiated power, G = Leistungsgewinn der Sendeantenne) einzusetzen. Der durch Bündelung der Energie

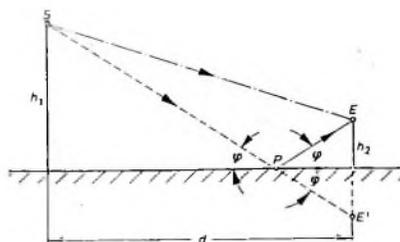


Bild 145 Interferenz zwischen direktem und am Boden reflektiertem Strahlungsanteil; SE = direkter Strahl, S'E' = reflektierter Strahl (Δ S'E')

in eine schmale horizontale oder nahezu horizontale Scheibe hervorgerufene Antennengewinn wird üblicherweise auf die Strahlung eines $\lambda/2$ -Dipols bezogen.

Aus Gl. (7.1) ergibt sich, daß die freie Feldstärke umgekehrt proportional der Entfernung d zwischen Sender und Empfänger ist; die Feldstärke nimmt also ziemlich langsam ab, wenn der Empfangsort vom Sender abrukt. Derartige Verhältnisse sind jedoch nur in Ausnahmefällen vorhanden, zum Beispiel dann, wenn Sende- beziehungsweise Empfangsantenne sich sehr hoch über dem Erdboden befinden (Funkverbindung zu Satelliten).

Im Normalfall besteht außer dem direkten Strahl (der Verbindungslinie der beiden Antennen) ein zweiter Weg über eine reflektierende Ebene am Erdboden (Bild 145). Der Anteil der direkten Strahlung E_0 ist durch Gl. (7.1) gegeben. Zu diesem Anteil kommt ein an der Ebene im Punkt P reflektierter Anteil hinzu, dessen Feldstärke am Empfangsort ebenfalls nach Gl. (7.1) unter Berücksichtigung der Reflexion an der spiegelnden Fläche berechnet wird. Der Reflexionskoeffizient hängt dabei ab von der Leitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante des Erdbodens, von der Frequenz, dem Einfallswinkel φ und der Polarisationsrichtung der Strahlung. Für den praktisch wichtigsten Fall des nahezu streifenden Einfalls ergibt er sich für horizontale Polarisation zu -1 , das heißt, der am Boden reflektierte Strahl erfährt keine Schwächung, wohl aber eine Phasendrehung um 180° .

Für die resultierende Feldstärke, die sich aus der vektoriellen Zusammensetzung der beiden Anteile ergibt, ist die Phasendifferenz Δ zwischen direktem und reflektiertem Strahl von Bedeutung. Sie errechnet sich aus dem Wegunterschied der beiden Strahlen mit ausreichender Genauigkeit zu

$$\Delta = \frac{4\pi \cdot h_1 \cdot h_2}{\lambda \cdot d} \quad (7.3)$$

In dieser Gleichung bedeutet Δ die Phasendifferenz im Bogenmaß, h_1 die Höhe der Sendeantenne in m, h_2 die Höhe der Empfangsantenne in m über der reflektierenden Ebene, d die Entfernung in m und λ die Wellenlänge in m.

Da in der Praxis die geringen Wegunterschiede zwar zu einem Phasenunterschied, nicht aber zu einem Amplitudenunterschied führen, erhält man die Feldstärke E am Empfangsort, indem man die freie Feldstärke E_0 mit dem Reflexions-Umwegfaktor F_r multipliziert

$$E = E_0 \cdot F_r = E_0 \cdot 2 \sin \frac{\Delta}{2} \quad (7.4)$$

Die Formel für die Empfangsfeldstärke über ebener Erde ergibt sich aus den Gleichungen (7.3) und (7.4), wenn man für kleine Werte von Δ den Sinus gleich seinem Argument setzt, zu

$$E = 88,1 \cdot \frac{h_1 \cdot h_2 \cdot \sqrt{P}}{d^2} \quad (7.5)$$

Die Empfangsfeldstärke ist also bei genügender Entfernung zwischen Sender und Empfänger umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung und gleichzeitig direkt proportional der Höhe von Sende- und Empfangsantenne.

Feldstärkevorausagen jenseits des optischen Horizontes, besonders auch in dessen Umgebung, erfordern einen erheblich höheren Rechenaufwand. Dieser Fall soll daher hier nicht behandelt werden.

7.1.2. Beugung

Mit ungestörter Ausbreitung wird man nur verhältnismäßig selten rechnen können. Vielmehr werden in der Mehrzahl der Fälle Hindernisse zwischen Sende- und Empfangsantenne eine Schwächung der Strahlung bewirken. Derartige Hindernisse müssen nicht nur natürlicher Art sein wie Berge, Waldkanten usw. Auch die in den Großstädten in zunehmender Anzahl entstehenden Hochhäuser können ähnliche Effekte hervorrufen.

Wenn im Schatten eines solchen Hindernisses überhaupt Empfangsenergie ankommen soll, dann müssen die Wellen „irgendwie um das Hindernis herumkommen“. In Analogie zu ähnlichen Vorgängen in der Optik nennt man diese Erscheinung Beugung. Daß jede Beugung mit einem Energieverlust, das heißt mit geringerer Feldstärke am Empfangsort, verbunden ist, leuchtet ein. Diese Tatsache ist jedoch nicht so schwerwiegend, wie sie bei flüchtiger Beobachtung scheinen mag. Wesentlich wichtiger ist der Umstand, daß die Gefahr einer Verschlechterung der Bildqualität durch Mehrwegeempfang um so größer wird, je mehr der direkte Strahl durch Beugungseffekte geschwächt wird.

Eine ausführliche Behandlung der Beugungstheorie würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Wenn man sich darauf beschränkt, den durch den Vorgang der Beugung bedingten Schwächungsfaktor für den direkten Strahl zu ermitteln oder doch wenigstens abzuschätzen, kommt man auch ohne höhere Mathematik aus.

Bild 146 stellt schematisch den Strahlengang bei der Beugung an einer Kante dar, wie sie zum Beispiel durch einen Berg- oder Hügelrücken gegeben ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß die beugende Kante K in der Nähe des Empfangspunktes E liegt.

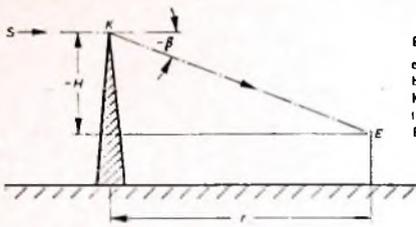


Bild 146. Beugung an einer Kante. SKE = gebeugter Strahl, β = Knickwinkel (im Schattengebiet negativ), H = Beugungshöhe (im Schattengebiet negativ)

Dies ist meistens der Fall, da man die Sender möglichst auf hohe Berge stellt oder - in der Ebene - Antennenmaste bis zu 300 m Höhe verwendet. Der Beugungsverlust kann für diesen Fall als Funktion einer Größe z dargestellt werden, die von der Wellenlänge λ , der Entfernung r zwischen Kante und Empfangsantenne sowie dem Beugungswinkel β oder der Höhe H der Kante abhängt:

$$z = \beta \cdot \sqrt{\frac{r}{\lambda}} = \frac{H}{\sqrt{\lambda \cdot r}} \quad (7.6)$$

$$z \sim \beta \sim H \quad (7.6a)$$

Hierbei ist β der Knickwinkel im Bogenmaß, H die Höhe der beugenden Kante in m und r die Entfernung Kante - Empfänger in m.

Die sich ergebende Beugungsdämpfung |S| in dB in Abhängigkeit von dieser Größe z ist im Bild 147 dargestellt. Es mag überraschen, daß für streifenden Einfall, das heißt $z = 0$, schon eine

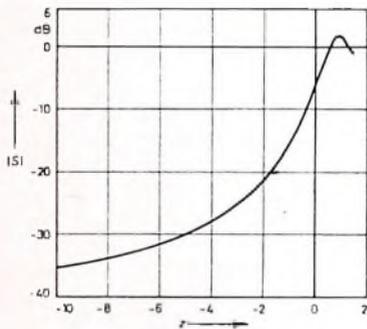


Bild 147. Beugungsdämpfung |S| als Funktion von

$$z = \beta \cdot \sqrt{\frac{r}{\lambda}} = \frac{H}{\sqrt{\lambda \cdot r}}$$

Beugungsdämpfung von 6 dB entsteht. Geht der Strahl frei über die Kante hinweg, und zwar so, daß $z = +1$ vorhanden ist, dann ist theoretisch sogar ein Beugungsgewinn von etwa 1,5 dB zu erwarten.

Im Bild 146 ist nur der Weg des direkten Strahls Sender - Kante - Empfänger eingezeichnet. Man ermittelt also mit Hilfe des Diagramms im Bild 147 den Schwächungsfaktor des direkten Strahls. Mit anderen Worten: Man bestimmt die freie Feldstärke E_0 gemäß Gl. (7.1), vermindert um die Beugungsdämpfung |S|. Im Falle einer Bodenreflexion zwischen Kante und Empfänger verwendet man die Gleichungen (7.3) und (7.4). An die Stelle der Höhe h_1 der Sendeantenne tritt dann die Höhe der Kante über der Reflexionsebene. Die Beugungsdämpfung für den am Boden reflektierten Strahl wird nach Ermittlung des zugehörigen Knickwinkels getrennt bestimmt.

Das Verfahren erlaubt auch für den Fall der Mehrfachbeugung die Abschätzung der Beugungsdämpfung. Nach Ermittlung der verschiedenen Knickwinkel β (die sich einzeln bestimmen lassen), greift man für die entsprechenden z-Werte aus Bild 147 die einzelnen Beugungsdämpfungen ab. Die Gesamtdämpfung ergibt sich dann zu

$$S_{\text{gesamt}} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots \quad (7.7)$$

Beispiel: Für $\lambda = 0,5$ m ($f = 600$ MHz), $r = 1000$ m, $H = 100$ m, $\beta = 0,1$ ($\cong 5,7^\circ$) ergibt sich

$$z = -0,1 \cdot \sqrt{\frac{1000}{0,5}} = -0,1 \cdot 45 = -4,5$$

oder auch

$$z = -\frac{100}{\sqrt{0,5 \cdot 1000}} = -4,5.$$

Aus Bild 147 ermittelt man

$$|S| = -20 \text{ dB} \approx \frac{1}{28}$$

Dies bedeutet, daß die Feldstärke am Empfängsort nur noch etwa 3,5 % beträgt

7.1.3. Mehrwegeempfang

In Abschnitt 7.1.1. wurde der Fall behandelt, daß die Empfangsantenne außer vom direkten Strahl auch noch von einem zweiten Strahl erreicht wird, der am Erdboden reflektiert wurde. Da die Wegdifferenz hierbei normalerweise nur klein ist (kleiner als die Wellenlänge), ändert sich lediglich der Absolutwert der Feldstärke; eine Beeinflussung der Bildwiedergabe erfolgt nicht. Erst wenn der Umweg größer als ein Bildpunkt ($0,1 \mu\text{s}$) ist, zeigen sich im Fernsehbild gewisse Störungen.

Der sogenannte Mehrwegeempfang ist dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung nicht nur über den direkten Weg, sondern



Bild 148. Entstehung von Reflexionen (Mehrwegenempfang): QRE = Wegdifferenz = Umweg

auch noch über einen oder mehrere indirekte Wege zur Empfangsantenne gelangt. Dazu müssen allerdings genügend große und ungünstig liegende Reflexionsflächen im Raum zwischen Sender und Empfänger vorhanden sein. Bild 148 veranschaulicht an einem Beispiel den Weg des direkten und des reflektierten Strahles zur Empfangsantenne E. Als Reflektor R wurde hier ein Gebäude angenommen. Der Weg des indirekten Strahles ist um die Strecke QRE länger als der des direkten Strahles. Unter entsprechenden Bedingungen können durchaus Umwege von mehreren Kilometern zustande kommen.

Während man bei der Reflexion am Boden in der Praxis meistens mit einem Reflexionsfaktor von -1 rechnen kann, gilt dies für den Fall der Reflexion an Gebäuden, Bergrücken und dergleichen nur ausnahmsweise. Hier wird normalerweise eine erhebliche Schwächung des indirekten Strahles eintreten, und das ist ein Glück, denn sonst wäre der Fernsehempfang an vielen Stellen unmöglich oder doch kaum lohnend.

Die Gründe für die Schwächung des reflektierten Strahles sind mannigfaltig. Meistens wird man damit rechnen müssen, daß die Reflexionsflächen schräg liegen und gekrümmt sind (Bergänge), vielfach sind die Flächen bewachsen und daher nicht ausreichend homogen. Hinzu kommt noch, daß der Einfallswinkel meistens verhältnismäßig groß ist, was eine Verkleinerung des Reflexionsfaktors zur Folge hat.

Eine Reflexion ohne Schwächung des indirekten Strahles kommt am ehesten noch in der Großstadt vor; Hochhäuser, vor allem dann, wenn sie mit Metall verkleidet sind, reflektieren die Fernsehwellen besonders gut und sind daher gefürchtet. Das ist vielfach auch der Grund dafür, daß ganze Gebiete einer Großstadt reflexionsverseucht sein können, obwohl direkte Sicht zum Sender besteht. Abhilfe können hier nur Empfangsantennen mit besonders guter Bündelung bringen.

Natürliche Reflexionsflächen, zum Beispiel bewaldete Bergrücken, dämpfen den indirekten Strahl so stark, daß bei Sichtverbindung zum Sender keine Beeinträchtigung der Bildqualität möglich ist. Tritt jedoch der (häufige) Fall ein, daß der direkte Strahl durch Beugung geschwächt ist, während die Reflexion an einer Waldkante hoch am Berg erfolgt, dann kann durchaus die Reflexionsdämpfung des indirekten Strahles geringer als die Beugungsdämpfung des direkten Strahles sein. Da im bergigen Gelände Beugungsempfang zumindest in den Tälern den Regelfall darstellt, ist die Gefahr von Mehrwegeempfang hier besonders groß.

Wie kann man nun der Gefahr der Bildverschlechterung durch Echosstörungen begegnen? Auf der Empfängerseite ist das wirksamste Mittel immer noch eine Antenne mit gutem Vorwärts-Rückwärts-Verhältnis bei gleichzeitig möglichst kleinen Nebenzipfeln. Mit modernen Antennen erreicht man ein Vorwärts-Rückwärts-Verhältnis von > 26 dB, womit auch unter schwierigen Bedingungen noch ein annehmbarer Empfang möglich ist. (Fortsetzung folgt)

100:2

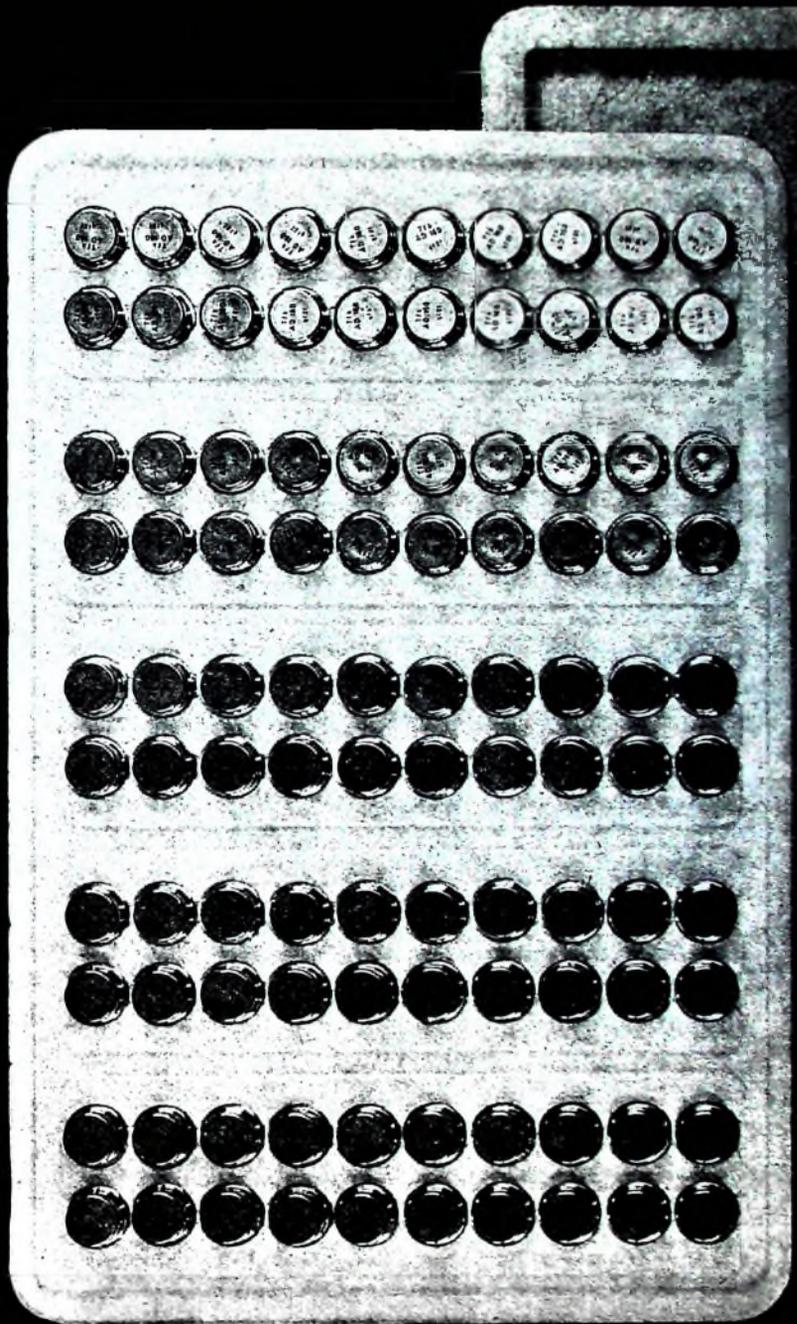
Diese Relation spricht für STYROPOR!

Bitte zählen Sie nach:
100 Kleinteile,
nicht nur rüttelsicher,
sondern auch übersichtlich,
in zwei aus STYROPOR gefertigten
Schaumstoff-Halbschalen verpackt.

Schaumstoffverpackungen
aus STYROPOR
bieten aber noch eine Reihe
weiterer Vorteile:
Niedrige Frachtkosten durch
geringes Verpackungsgewicht.
Zeitgewinn
durch schnelles Verpacken,
Entleeren und Wiederverpacken.
Raumersparnis durch Stapelfähigkeit
und geringen Platzbedarf
der Verpackung.
Leichte Übersichtlichkeit.

Haben Sie für Ihre Erzeugnisse
schon die richtige
Schaumstoffverpackung
aus STYROPOR?

Ausführliche Unterlagen
lassen wir Ihnen
gerne zukommen. Bitte schreiben
Sie uns.



Styropor **BASF**

Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG
Verkauf/Werbeabteilung
6700 Ludwigshafen am Rhein

Bitte senden Sie mir weiteres Informationsmaterial über
Verpackungen aus STYROPOR und Herstelleranschriften

Name

A 197-VP 2 4502

Beruf

Anschrift



Eine Idee spart Zeit (und damit Ihr Geld)

Die Idee der Einknopf-Bedienung nämlich. Sie erinnern sich: Wir hatten sie schon früher einmal verwirklicht. Millionen GRUNDIG Tonbandgeräte wurden so gebaut — und vom Fachhändler erfolgreich verkauft. Denken Sie an die großen Erfolgsschlager vergangener Jahre: TK 5, TK 7, TK 20, TK 24 usw. „Warum sollen wir Bewährtes und Erfolgsgewohntes nicht noch weiter verbessern können?“ Diese Frage stellten sich unsere Ingenieure — und machten sich an die Entwicklungsarbeit. Das Ergebnis ist die Einknopf-Bedienung in neuer technischer Konzeption: robust, einfach, unkompliziert. So einfach und bequem zu handhaben, wie es der Kunde wünscht. Denn wir haben festgestellt: Geräte dieser Preisklasse werden vor allem vom „Tonband-Neuling“ gekauft. Und ihm sollte alles so leicht wie möglich gemacht werden. Ebenso Ihrem Kundendienst (Justieren entfällt). Also haben wir die Einknopf-Bedienung perfektioniert und wieder gebaut. Weil so viel für sie spricht.



Die Steuerzentrale der neuen GRUNDIG Tonbandgeräte. Ein verschleißfestes Kunststoffteil mit hervorragenden Gleiteigenschaften. Robust und betriebssicher. Alle Funktionen in einer Hand. Hier kann nichts „falsch“ bedient werden. Sicher das wichtigste Verkaufsargument für Sie!

GRUNDIG

Die Kurzwellenausbreitung in der Ionosphäre und ihre Vorhersage

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Rd. 21 (1966) Nr. 19, S. 691

Auch die Längenausdehnung der Gebiete exzessiver Absorption scheint begrenzt zu sein. Vergleicht man nämlich die Absorption an einzelnen Tagen in Europa und Nordamerika, so erhält man eine negative Korrelation [11]. Bei Funklinien, die über große Entfernungen führen, wird sich demnach der Einfluß auf die Empfangsfeldstärke längs der Strecke teilweise ausgleichen, während bei kürzeren Linien der Unterschied zwischen Tagen mit normaler und mit exzessiver Absorption stärker ausgeprägt ist.

4.5. Die sporadische E-Schicht
Als sporadische F-Schicht (E_s -Schicht) bezeichnet man eine zeitlich und örtlich sehr unregelmäßig (sporadisch) auftretende Ionisierung in Höhe der normalen E-Schicht. Die Ionisationsursache ist offenbar nicht ultraviolette Sonnenstrahlung, da die E_s -Schicht auch nachts auftritt.

Es handelt sich im allgemeinen um sehr dünne Schichten, die dazu noch eine wolkenartige Struktur aufweisen: In eine mehr oder weniger starke Grundionisierung sind „Wolken“ mit größerer Elektronenkonzentration eingelagert. Das führt dazu, daß die E_s -Schicht häufig in einem gewissen Frequenzbereich nur partiell reflektiert; man kann also gleichzeitig an den Wolken reflektierte E_s -Echos und F-Echos, die die E-Schicht zwischen den Wolken durchdrungen haben, erhalten. Die höchste Frequenz, auf der E_s -Echos zu beobachten sind, ist daher leistungabhängig; sie kann bei senkrechtem Einfall bis über 20 MHz, bei schräger Übertragung bis 90 MHz ansteigen. Manchmal werden auch zwei oder mehr getrennte (übereinander liegende) E_s -Schichten beobachtet. Die horizontale Ausdehnung der E_s -Schichten liegt meist bei einigen

100 km, die Lebensdauer reicht von Minuten bis zu Stunden. Die geringe Ausdehnung und die partielle Durchlässigkeit ermöglichen u. a. auch Ausbreitungswege in Form eines M (Bild 9). Im Bild 27 ist eine Monatsstatistik der Grenzfrequenz für die E_s -Schicht dargestellt.

Man unterscheidet mehrere Typen der E_s -Schicht. Die äquatoriale E_s -Schicht tritt meist tagsüber in der Umgebung des erdmagnetischen Äquators auf; sie ist sehr stark durchlässig. Die Polarlicht- E_s -Schicht zeigt sich meist nachts im Zusammenhang mit Ionosphärenstörungen. Die E_s -Schicht mittlerer Breiten unterliegt starken jahreszeitlichen Unterschieden. Man kann die Eigenschaften der verschiedenen Typen nur statistisch beschreiben; Bild 28 gibt ein Beispiel.

Die außerordentlich starke Unregelmäßigkeit der E_s -Schicht macht eine Einbeziehung in die Prognose sehr schwierig. Für große Strecken muß man sich vielfach damit begnügen, ihren Einfluß in dem empirischen MUF-Korrekturfaktor (vgl. Abschnitt 3.4.1.) mit zu erfassen.

5. Ausbreitungsvorhersagen für monatliche Medianwerte

In den Abschnitten 2. bis 4. wurden die Grundlagen für die Aufstellung von Funkprognosen behandelt. Hier sollen nun noch einige Angaben zur praktischen Durchführung der Berechnung folgen. Es ist aber im Rahmen dieses Beitrags nicht möglich, eine vollständige Anleitung mit allen dazu notwendigen Unterlagen zu geben, die den Leser in den Stand setzen könnte, selbst Prognosen für Verbindungen zu berechnen, und zwar aus drei Gründen:

1. Die modernen Methoden benutzen elektronische Rechenmaschinen.
2. Es gibt auch grafische Methoden. Die dafür benötigten grafischen Darstellungen, Karten und Nomogramme sind jedoch für eine Reproduktion viel zu umfangreich, und es können hier jeweils nur einige Beispiele gegeben werden.
3. Wie schon erläutert (Abschnitt 3.4.1.), ergeben die Rechnungen nur die Standard-MUF (EJF), einen Näherungswert für die klassische MUF (JF). Um daraus die Betriebs-MUF, die höchste praktisch brauchbare Frequenz, zu erhalten, müssen durch Erfahrung gewonnene Korrekturfaktoren angewandt werden. Diese Faktoren muß man auf Grund von laufenden systematischen Beobachtungen ständig verfeinern, da es bisher noch nicht möglich ist, die Ursachen zusätzlicher Übertragungsmöglichkeiten getrennt zu erfassen.

Die Übersicht wird sich vorwiegend an die Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) der Deutschen Bundespost benutzten Verfahren halten, die teilweise vom Institute for Telecommunication Sciences and Aeronomy (ITSA) in Boulder, USA (frühere Bezeichnung: Central Radio Propagation Laboratory), übernommen worden sind. Die hier gebrachten Beispiele sind zwar den grafischen Verfahren entnommen, jedoch sind die tatsächlich benutzten numerischen Verfahren völlig äquivalent. Die amerikanischen Verfahren sind von Da-

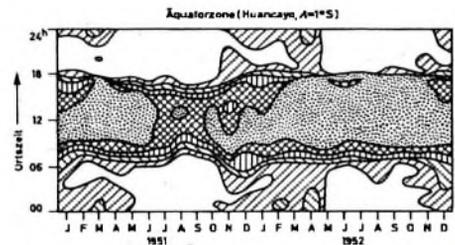
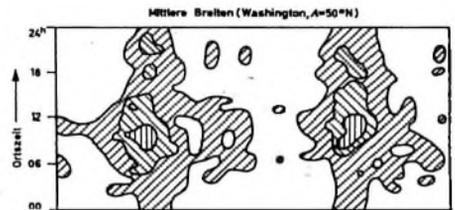
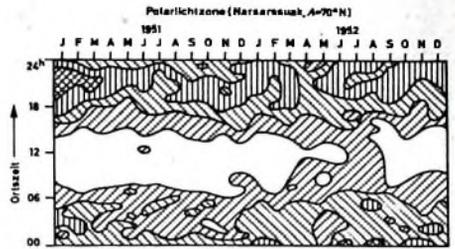


Bild 28. Häufigkeitsstatistik für das Auftreten von senkrechten E_s -Reflexionen über 5 MHz in den Jahren 1951 und 1952 (nach [2]).

vies [2] beschrieben; für die deutschen ist eine Beschreibung in Vorbereitung.

Es ist üblich und zweckmäßig, in den monatlichen Prognosen die normalen oder mittleren Ausbreitungsbedingungen für einzelne Funklinien darzustellen. Als „normal“ wird dabei der Medianwert (Zentralwert) angesehen, das heißt der Wert, der in 50% der Fälle (an 15 Tagen des Monats) erreicht oder überschritten wird. Die Abweichungen von diesem Medianwert können dann durch kurzfristige Vorhersagen erfaßt werden.

5.1. Vorhersage der Sonnenaktivität

Ausgangspunkt der monatlichen Prognose ist die Abschätzung der Sonnenaktivität, meist ausgedrückt durch die Sonnenfleckenzahl R . Bild 29 stellt zusammenfassend die Abhängigkeit der Grenzfrequenzen von R in Lindau (Harz) dar. Für die Vorhersage von R ist man immer noch auf statistische Verfahren angewiesen, da die einzelnen Sonnenfleckenzyklen sehr verschieden verlaufen (Bild 30) und die zugrundeliegenden physikalischen Vorgänge noch unbekannt sind. Vorhersagen werden von verschiedenen Seiten veröffentlicht [9, 12].

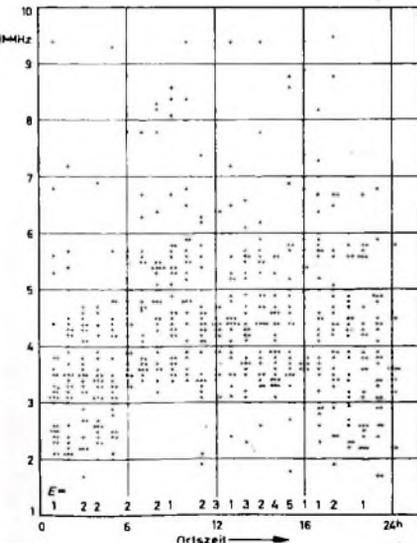


Bild 27. Monatsstatistik von f_{0E_s} (stündliche Werte), Breisach, Juli 1954; $E =$ Anzahl der Werte unter 1,25 MHz

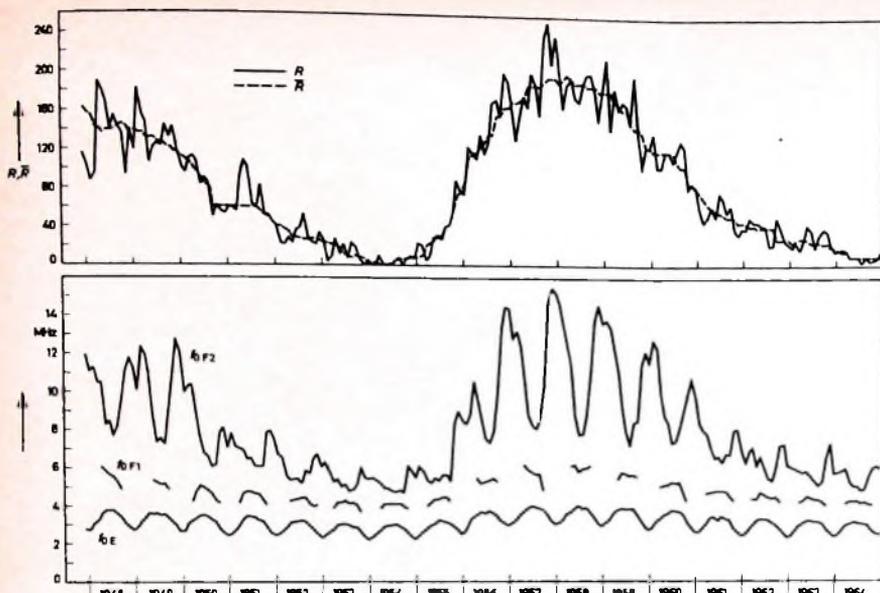


Bild 29 (oben). Monatsmittel von f_{0F2} , f_{0F1} und f_{0E} (Mittagswerte) über Lindau/ Harz, verglichen mit den Monatsmittelwerten R und den 12-Monats-Mitteln \bar{R} der Sonnenleckenzahl von 1948 bis 1964

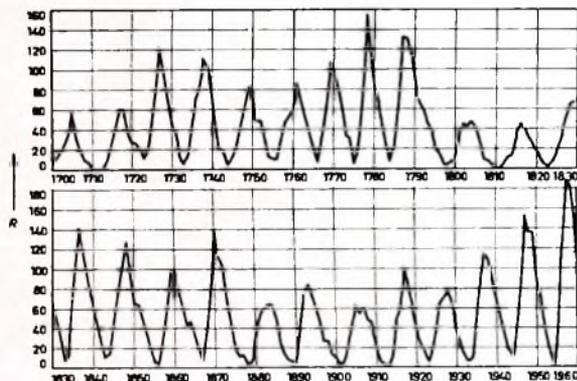


Bild 30 Jahresmittelwerte der Sonnenleckenzahl von 1700 bis 1960 (nach [2])

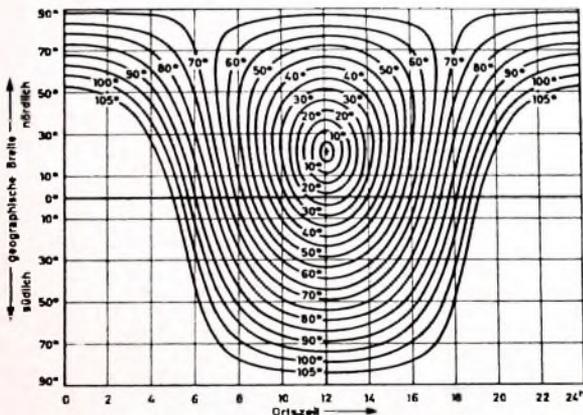


Bild 31 Sonnenstandswinkel χ im Juli (nach [2])

5.2 Darstellung des Ionosphärenzustandes

Nach der Vorhersage der Sonnenaktivität folgt als nächster Schritt die Darstellung der einzelnen Ionosphärencharakteristiken, soweit sie für die Berechnung gebraucht werden, in Abhängigkeit von Tageszeit, geographischer Länge und Breite.

Für die D-, E- und F1-Schicht werden diese Einflüsse zusammen durch den Sonnenstandswinkel χ erfaßt. χ ist in [13] in zwölf Karten dargestellt, von denen Bild 31 ein Beispiel gibt. Aus χ lassen sich

nach Gl. (6) und Gl. (7) die Grenzfrequenzen f_{0E} und f_{0F1} und mit Hilfe der Bilder 12 und 11 die D-Schicht-Absorption (bei senkrechter Reflexion) ermitteln. Die Winteranomalie der Absorption ist gegebenenfalls durch einen zusätzlichen Faktor [2] zu berücksichtigen.

Für die F2-Schicht werden in den USA monatliche Hefte mit 24 Weltkarten herausgegeben, die die Grenzfrequenz und den $M(3000)$ -Faktor in zweistündigem Abstand weltweit darstellen [9]. Dabei wird eine bestimmte vorhergesagte Sonnenfleckenzahl zugrunde gelegt. Für ein

ganzes Jahr erhält man also $12 \cdot 24 = 288$ Karten. Es gibt auch Kartensätze, aus denen man die Werte für niedrige und hohe Sonnenaktivität ermitteln kann [14]. Im Prinzip sind dafür zwei vollständige Jahressätze, also 576 Karten, erforderlich, zwischen denen interpoliert wird. Ein Beispiel solcher Karten wurde schon in Bild 24 gezeigt.

Eine kurze Bemerkung zur numerischen Darstellung: Dabei wird zunächst der Tagesgang von f_{0F2} beziehungsweise von $M(3000)$ in eine Reihe nach Fourier entwickelt. Jeder der 16 Fourierkoeffizienten ist seinerseits von der geographischen Länge l und Breite b abhängig. Er wird daher nach Funktionen der Form

$$\sin^n \delta \cdot \cos^m \delta \begin{cases} \sin(ml) \\ \cos(ml) \end{cases}$$

mit $n = 0, 1, 2, 3, \dots, m = 0, 1, 2, 3$

entwickelt. Das Ergebnis ist ein Satz von einigen hundert Koeffizienten, „numerische Karte“ genannt, der die ganze tageseitliche und geographische Variation der betreffenden Charakteristik enthält [2]. Es ist jedoch ohne elektronische Rechenmaschine praktisch unmöglich, auch nur einen Wert für eine bestimmte Uhrzeit und geographische Position aus dieser „numerischen Karte“ zu errechnen. Auch die geographischen Weltkarten, von denen vorher die Rede war, werden automatisch aus den numerischen Karten berechnet und gezeichnet. (Schluß folgt)

Weiteres Schrifttum

- [1] ● Gerson, N. C.: Radio wave absorption in the ionosphere. Abschnitt „The anomaly in ionospheric absorption“ von L. Thomas, Pergamon Press, 1962
- [2] Telecomm J. (monatlich herausgegeben von der Internationalen Fernmelde-Union UIT, Genf)

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDschau

bringt im Oktoberheft unter anderem folgende Beiträge:

Elementare Operationen und einige Fehlerinflüsse von Operationsverstärkern

Wabbelmethoden bei Frequenzgangmessungen

Dynamisches Verhalten einer elektrischen Winkelübertragungseinheit (elektrische Welle) unter Berücksichtigung verschiedener Nichtlinearitäten
Der Gunn-Effekt-II - Gunn-Effekt-Elemente und ihre Anwendungen

Klimatische Beeinflussung der Dämpfung bei unterirdischer Wellenausbreitung

Gerät zum automatischen Prüfen passiver Logikschaltungen

Elektronik in aller Welt - Angewandte Elektronik - Persönliches - Neue Erzeugnisse - Industriedruckschriften - Kurznachrichten

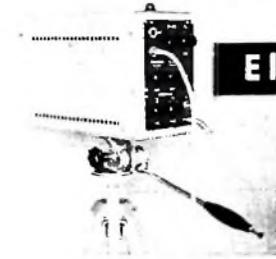
Format DIN A 4 - Monatlich ein Heft
Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde, Postfach 1111, 1000 Berlin 52

Elektronische Kamera zum Selbstbau

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 21 (1966) Nr. 19, S. 684



Die Kompensation des Höhenabfalls erfolgt durch frequenzabhängige Stromgegenkopplung in den Katoden- und durch Induktivitäten in den Anodenkreisen. Der dafür notwendige Induktivitätswert L_9 ergibt sich aus der Beziehung

$$L_9 = q \cdot R_{91} \cdot C_{G6a}$$

(L_9 in μH , R_{91} in $\text{k}\Omega$, C_{G6a} in pF), wobei

$$C_{G6a} = C_6 + C_8 + [C_{6a}(1 + \beta)]$$

Ist für C_{G6a} kann man bei Trioden einen Wert von 50 pF und bei Pentoden von 40 pF einsetzen. Der Faktor q kann zu $0,3$ gewählt werden. Hierbei liegt das Überspringen unter 1% . Bei einem q -Wert von $0,5$ beträgt das Überspringen etwa $0,5\%$. Oft ist jedoch ein gewisses Überspringen erwünscht, da es zu einer scheinbar größeren Konturenschärfe führt. Die Prüfung des Verstärkers kann sowohl mit einem Sinus- als auch mit einem Rechteckgenerator erfolgen. Während bei der Messung mit Sinusschwingungen der Frequenzgang festgelegt werden kann, läßt sich mit Hilfe von Rechteckschwingungen, die eine Grundfrequenz von etwa 500 kHz haben sollten, die Sprungkennlinie ermitteln. Diese Messungen entsprechen jedoch nur dann den tatsächlichen Verhältnissen, wenn eine Ersatzschaltung, die das Vidikon nachbildet, an den Verstärkeranschluß angeschlossen wird. In der Praxis sollte man deshalb die Einstellung mit Testbild und Monitor oder Oszillograf durchführen. Für Abgleicharbeiten wurde der Anodenkreis von $Rö6$ regelbar ausgeführt (P 12, L 4).

Während man in der Ela-Technik bestrebt ist, die nichtlinearen Verzerrungen möglichst unter 1% zu halten, spielen sie beim Videoverstärker nur eine untergeordnete Rolle. Teilweise sind sie sogar erwünscht, denn sie bestimmen bei der Bildübertragung die Gradation. Man spricht hier von dem sogenannten γ -Wert, der bei Aufnahmeöhren den exponentiellen Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Signalstrom darstellt. Hat ein Verstärker $\gamma = 1$, so besteht zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung ein linearer Zusammenhang ($U_a = K \cdot U_e$). Bei der zur Wiedergabe verwendeten Bildöhre ist $\gamma = 1$. Für eine einwandfreie Übertragung aller Grauwerte müßte die Aufnahmeöhre $\gamma = 0,5$ haben. Ist das nicht der Fall, so muß im Verstärker eine Gradationsentzerrung erfolgen. Das Vidikon hat jedoch eine so günstige Kennlinie ($\gamma = 0,5 \dots 0,7$), daß ohne Gradationsentzerrung Bilder mit guter Gradation erreicht werden, das heißt, die Bildöhrenkennlinie wird gut kompensiert. Die vor der Röhre $Rö6$ liegende Diode $D5$ verhindert Schwankungen der Grundhelligkeit bei Netzspannungsschwankungen und sorgt außerdem für die Übertragung der mittleren Bildhelligkeit (einfache Schwarzsteuerung).

Der Röhre $Rö8$ werden über das Potentiometer $P13$ die positiven Synchronsignale zugeführt und am gemeinsamen Außenwiderstand $R78$, $L6$ von $Rö7b$ und $Rö8$ mit dem Bildsignal additiv gemischt. Das so entstandene BAS-Signal gelangt über die Impedanzwandlerstufe $Rö9$ zur Ausgangsbuchse $Bu1$. Der Innenwiderstand dieser Stufe liegt bei etwa 200Ω . Der Ausgang ist für den Anschluß der Video-Endstufe eines Fernsehgerätes ausgelegt (Monitorschaltung). Das Bildsignal hat an dieser Stelle positive Polarität, so daß nach nochmaliger Phasenumkehr in der Video-Endstufe die Katode der Bildröhre angesteuert werden kann.

Das zur Aussteuerung des Modulators notwendige Signalgemisch wird an den parallel geschalteten Katoden von $Rö7b$ und $Rö8$ abgenommen. Neben kleinerer Signalamplitude hat das Bildsignal hier negative Polarität. Das entspricht der Norm, die eine negative Amplitudenmodulation des Trägers vorschreibt.

7. HF-Teil mit Modulator

Der Aufbau des HF-Generators erfolgte zusammen mit dem Modulator auf einer Epoxydharz-Platte, die an der Rückseite der Kamera befestigt wurde (Bilder 13 und 14). Der HF-Generator, der in Basischaltung arbeitet, erzeugt eine im Bereich I liegende Trägerfrequenz, die sich je nach Kanal zwischen 48 und 62 MHz einstellen läßt. Der genaue Abgleich erfolgt mit $C66$

und $L7$ (Bild 11). Für die Frequenzwahl läßt sich entweder ein Drehkondensator oder ein Umschalter mit drei Festkondensatoren verwenden. Die Kondensatoren sollten aus verlustfreiem Material (Keramik) bestehen.

Zur Modulation dient die Diode $D6$. Die durch die Spule $L8$ ausgekoppelte HF-Spannung liegt an der Katode der Diode, während zur Anode über das HF-Sperrfilter $C68$, $L9$ das BAS-Signal gelangt. Das modulierte Signal wird an der Diodeanode abgenommen und über $C69$ dem ohmschen Spannungsteiler $R95$, $R96$ zugeführt, der an den HF-Ausgang $Bu2$ eine Spannung von etwa $30 \text{ mV}_{\text{eff}}$ abgibt. Die Verbindung zum Empfänger erfolgt durch ein $75\text{-}\Omega$ -Koaxialkabel. Da die meisten Fernsehgeräte einen symmetrischen $300\text{-}\Omega$ -Ringang haben, muß am Ende des Kabels ein breitbandiger Symmetrierübertrager mit einem Übersetzungsverhältnis von $1:2$ (als Antennenzubehör erhältlich) angebracht werden. Um die Frequenz des Generators von Spannungsschwankungen unabhängig zu machen, wurde die Versorgungsspannung durch eine Zenerdiode im Netzteil stabilisiert.

5) Zum Betrieb eines HF-Generators innerhalb des eigenen Grundstücks ist eine Genehmigung der Deutschen Bundespost dann nicht erforderlich, wenn für die Übertragung ein abgeschirmter Weg verwendet wird und außerdem durch Abschirmmaßnahmen sichergestellt ist, daß der Generator selbst nicht strahlen kann.

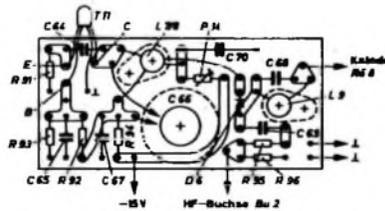


Bild 13 (oben). Druckplatte für den HF-Generator mit Modulator (Maßstab 1:2)

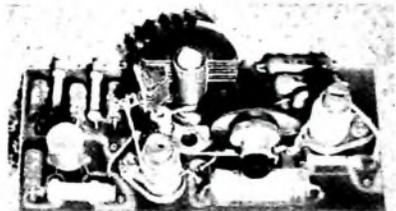


Bild 14 (oben). HF-Generator mit Modulator

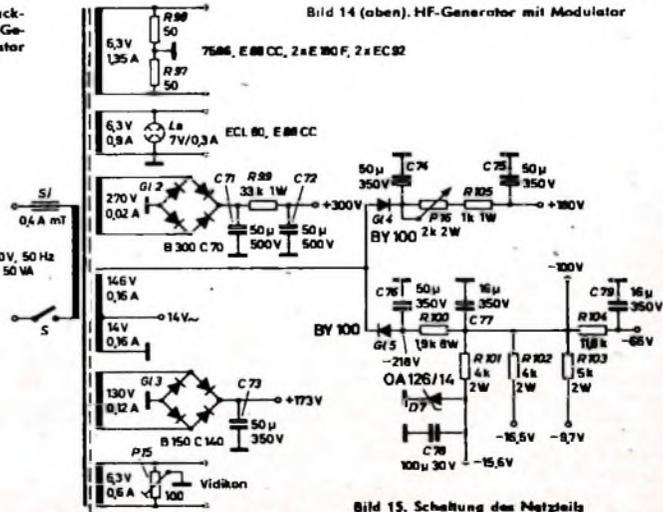
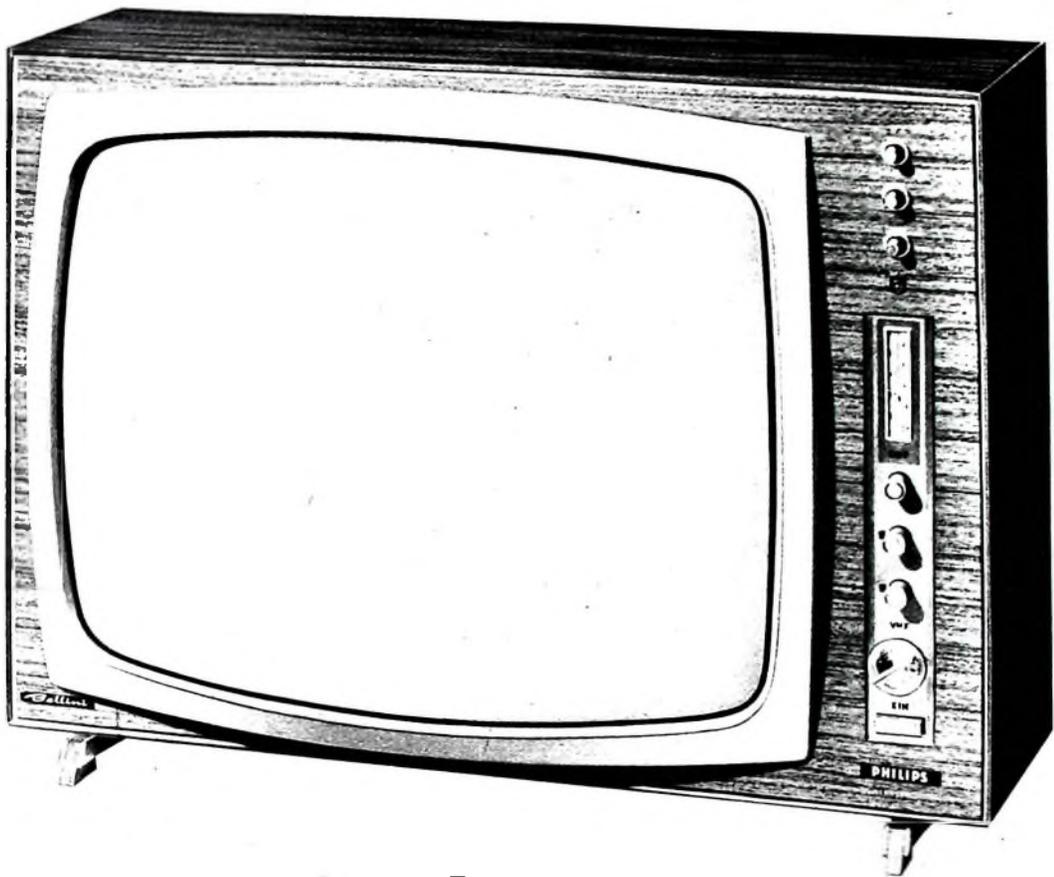


Bild 15. Schaltung des Netzteils



Das ist der neue Philips Bellini!

Und das sind Ihre Verkaufsargumente:

- Fernseh-Tischgerät in modernem Stil.
- Zwei Programme vorwählbar durch Drucktasten für JHF und VHF. Empfangsbereit für alle Programme.
- Durch moderne P-Röhre und vorgezogenen Bildschirm großes kontrastreiches Fernsehbild.
- Stabiles Kompaktgehäuse (67 cm x 51 cm x 41 cm), laubbaumfarbig. Geringes Gewicht, nur 25 kg.
- Anschlußbereit für Außenlautsprecher und Fernbedienung, Typ 67 mit Ohrhörer.

FER 5430

...nimm doch **PHILIPS** Fernsehen



wird diese Arbeit jedes Fotolabor übernehmen. Die Befestigung der Bedienungsplatte erfolgt mit Hilfe der Sechskantmuttern der Potentiometer. Für die Befestigung der HF-Generator-Platte wurden keine besonderen Bohrungen vorgesehen. Auf den Gewindeansatz des Schalters beziehungsweise Drehkondensators wird lediglich eine Distanzbuchse von etwa 3...4 mm Länge geschoben und dann die gesamte Einheit an der Rückseite des Gehäuses mit Hilfe der Sechskantmuttern befestigt. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, sollte vor dem Einbau der Druckplatte die Innenseite der Kamerarückwand mit ausreichend großer Kunststoffolie beklebt werden.

10. Inbetriebnahme und Einstellung

Zur ersten Inbetriebnahme und Einstellung der Kamera sind ein Voltmeter mit 100 kOhm/V Innenwiderstand, ein kalibrierter Meßoszillograf (die Zeitablenkung braucht nicht getriggert zu sein), ein Fernsehgerät und einige Testbilder erforderlich. Zu den Testbildern muß erwähnt werden, daß Papierbilder eine maximale

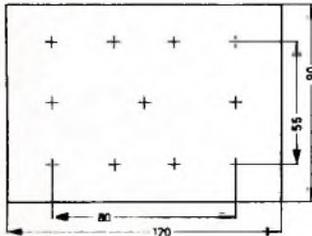


Bild 20 Anordnung der Glühlampen im Lichtkasten

Kontrastwiedergabe von etwa 1:30 erlauben, während Diapositive einen Kontrast von rund 1:300 wiederzugeben gestalten. Der Verfasser stellte sich daher einige Testdias auf 9 cm x 12 cm großen Diapositivplatten selbst her. Die Beleuchtung der Dias erfolgte in einem Lichtkasten, der 11 Glühlampen (18 V, 0,1 A) enthält (Bild 20). Die in Serie geschalteten Lampen werden über einen 200-Ohm-Widerstand (2 W) direkt aus dem 220-V-Netz gespeist. Um den VDE-Bestimmungen zu genügen, empfiehlt sich die Verwendung eines Trenntransformators. Die angegebene Anordnung der Glühlampen gewährleistet eine gleichmäßige Ausleuchtung der Dias. Hinter dem Dia sitzt in etwa 1 cm Abstand eine 9 cm x 12 cm große Mattscheibe möglichst feinkörniger Struktur. Der Abstand der Glühlampen von der Mattscheibe muß einige Zentimeter betragen.

Die Inbetriebnahme der Kamera erfolgt zunächst ohne Vidikon. Nach dem Anlegen der Netzspannung werden mit dem Voltmeter alle in den Schaltungen angegebenen Spannungen kontrolliert. Die an den Ablenkstufen liegende Spannung sollte auf 180 V eingestellt werden. Die Spannung an der Vidikonplatte wird auf etwa +20 V und an g1 auf rund -80 V gebracht. Zur Fokussierung müssen an g3/g4 etwa +300 V und an der Fokussierspule +60 V liegen.

Nachdem alle Spannungen an ihren Sollwert überprüft wurden, muß mit Hilfe des Oszillografen eine Impulskontrolle erfolgen. Besonders wichtig sind dabei die an der Ablenkeinheit liegenden Impulsamplituden. Sie müssen mit den Potentiometern

P10 und P3 auf die angegebenen Werte gebracht werden. Nach Abtrennen der Kondensatoren C14 und C16 (Ausfall der Synchronisation) lassen sich die Frequenzen mit dem Oszillografen messen. Sie müssen etwa 2...5% unterhalb 50 beziehungsweise 15 625 Hz liegen, um eine einwandfreie Synchronisation zu gewährleisten. Sollten sie wesentlich von diesen Werten abweichen, so sind die Kondensatoren C13 beziehungsweise C15 zu ändern. Stimmen Frequenz und Amplitude, dann kann auch eine oberflächliche Kontrolle der Impulsformen erfolgen. Die Einstellung der Linearität kann jedoch erst bei der Testbildwiedergabe durchgeführt werden.

Bei noch abgetrennten Synchronisationskondensatoren kann anschließend eine Kontrolle der transistorisierten Impulsstufen erfolgen. Die Kontrolle erstreckt sich auf die Messung der Impulsbreiten und der Impulsfrequenz (beim Horizontalimpulsteil). Die Frequenz sollte ungefähr dem Sollwert entsprechen. Ein genauer Abgleich wird mit einem Fernsehgerät durchgeführt. Die Kondensatoren C14 und C16 können dann wieder angelötet werden.

Nach diesen Messungen kann man das Vidikon in die Ablenkeinheit schieben. In etwa 1 m Abstand wird nun eine Bildvorlage aufgestellt, die mit einer 100-W-Lampe aus etwa 50 cm Entfernung beleuchtet wird. Das Objektiv muß dabei voll aufgeblendet sein. Schließt man jetzt den Oszillografen an den BAS-Ausgang an, dann müssen auf dem Bildschirm die Synchronimpulse sichtbar werden. Zwischen den einzelnen Impulsen muß man eine gerade, durchgehende Linie erkennen können, die dem Schwarzwert entspricht.

Die Ablenkfrequenz am Oszillografen muß zur Sichtbarmachung einer Zeile beziehungsweise aller Zeilen übereinander etwa 8 kHz betragen. Da die Synchronimpulse negative Polarität haben, ist der Synchronisationsschalter am Oszillografen auf „-“ zu stellen.

Der Regler für die Synchronisationsamplitude (P13) wird nun in Mittelstellung gebracht und der Regler für den Strahlstrom (P4) dann langsam so weit zurückgedreht (bis maximal etwa -20 V), bis auf dem Oszillografenschirm das Videosignal erscheint. Hierbei müssen auch die Bild- und die Zeilenaustastung sichtbar werden, das heißt, das Bildsignal darf sich erst etwas hinter der Rückflanke des Synchronimpulses erheben.

Nach diesen Überprüfungen mit Voltmeter und Oszillograf wird an den BAS-Ausgang ein als Monitor geschalteter Fernsehempfänger angeschlossen. Dazu ist das Gitter der Video-Endstufe im Fernsehgerät vom Videodemodulator und den Entzerrgliedern abzutrennen und über einen Gitterableitwiderstand von etwa 100 kOhm auf Massepotential zu legen (je nach Schaltung gegebenenfalls auch an die Katode der Video-Endröhre). Zur Verbindung zwischen Fernsehgerät und Kamera dient ein kurzes, unabgeschirmtes Kabel. Zuvor überzeuge man sich jedoch, ob das Chassis des Fernsehgerätes auf Erdpotential liegt. Andernfalls muß der Netzstecker umgepolt oder ein Trenntransformator verwendet werden.

Arbeitet die Kamera einwandfrei, so mußten jetzt die Umrisse eines Bildes sichtbar sein. Durch abwechselndes Nachstellen des Objektivs und der magnetischen Fokussie-

rung muß nun die optimale Bildschärfe eingestellt werden. Sollte sich am Empfänger keine einwandfreie Zeilensynchronisation ergeben, so sind bei Mittelstellung des Zeilenfängerelementes am Fernsehgerät die Kondensatoren C33, C34 zu ändern. Eine eventuell erforderliche Drehung des Bildes kann an der Ablenkeinheit erfolgen. Sollte der Kontrast des Bildes zu gering sein, so ist die Signalplattenspannung etwas zu erhöhen. Die Spannung an g1 des Vidikons, die den Strahlstrom bestimmt, muß dann jedoch ebenfalls nachgestellt werden. Sie soll aber so negativ wie möglich sein, da anderenfalls die Bildqualität merklich verschlechtert wird; bei den hellsten Bildpunkten muß gerade eine vollständige Ladung der Bildpunkt-kapazität erfolgen.

Auch die Signalplattenspannung sollte bei gegebener Lichtintensität möglichst klein sein, da sich sonst ein sehr ungünstiges Verhältnis Dunkelstrom zu Signalstrom einstellt. Dabei treten Inhomogenitäten der Schicht besonders stark hervor, was sich als ungleichmäßiger Untergrund im Bild bemerkbar macht. Bei einer Signalplattenspannung von 8 Lux ist dieses Verhältnis zum Beispiel 1:10, während sich bei 100 Lux ein Verhältnis von 1:150 ergibt. Das bedeutet, daß die Blende so weit zu öffnen ist, wie es die erforderliche Tiefenschärfe gerade noch zuläßt. Auch sollte ein möglichst lichtstarkes Objektiv eingesetzt werden. Im Mustergerät wurde ein Objektiv mit einer Lichtstärke von 1:2,8 verwendet, das gebraucht sehr preisgünstig erworben wurde. Neben 16-mm-Schmalfilmobjektiven läßt sich auch jedes Objektiv einer Kleinbildkamera (f=50 mm) verwenden. Die Brennweite richtet sich nach dem Verwendungszweck. Bei 45 mm Brennweite erhält man bereits eine Telewirkung von etwa 1:2. Eine sehr starke Aufhellung einer Bildecke kann durch Verschieben des auf der Ablenkeinheit sitzenden Korrekturmagneten beseitigt werden. Die Einstellung ist richtig, wenn die Bildmitte bei Veränderung des Stroms durch die Fokussierspule nicht seitlich auswandert.

Sind alle diese Einstellungen erfolgt, so müssen noch die Ablenkamplituden und die Linearität eingestellt werden. Zunächst vergrößert man die Ablenkamplituden mit den Reglern P10 und P3 so weit, daß auf dem vorher nach einem Sendertestbild einwandfrei eingestellten Fernsehempfänger ein Kreis erscheint. Dieser Kreis stellt infolge der starken Überschreibung des Abtaststrahls die äußere Begrenzung des Vidikons dar. Nun werden beide Amplituden so weit verringert, bis diese Begrenzung in den Bildecken gerade verschwindet. Sollte die Begrenzung nicht in allen vier Ecken gleichmäßig verschwinden, so muß die Bildlage an P1 und P8, P9 nachgestellt werden. Wird eine Maske nach Bild 10 zur Erzeugung der Schwarzschildern verwendet, so erfolgt die Einstellung analog.

Nun kann mit Hilfe einer Vorlage, die einen großen Kreis enthält, die Linearität mit den Reglern P2 und P6 nachgestellt werden. Die Amplitude ist danach jeweils wieder zu korrigieren. Es ist darauf zu achten, daß die Ablenkamplituden nicht zu klein werden dürfen, da sonst unter Umständen eine Zerstörung der Schicht eintreten kann. Auch besteht bei nicht bewegten Vorlagen und sehr großer Helligkeit die Gefahr des Einbrennens.

(Schluß folgt)

TELEFUNKEN



D 8 - 11 GJ

eine neue TELEFUNKEN Elektronenstrahlröhre
mit geringer Heizleistung für Transistor-
Oszillographen

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

Wir senden Ihnen gern Druckschriften mit technischen Daten
TELEFUNKEN Fachbereich Röhren Vertrieb 7900 Ulm

Kurzschlußsicherer Zweipunktregler für Kleinmotoren

Elektronische Regler für Gleichstrommotoren, die als mit Netzfrequenz sich öffnende und schließende Schalter arbeiten, haben den Vorteil einer sehr geringen Verlustleistung. Die Halbleiterelemente können dann ohne Kühlblech montiert werden, und der Aufbau wird dadurch einfach und unkritisch. Besonders bei Anwendung für Modelleisenbahnen ist es wichtig, daß der Regler völlig kurzschlußsicher arbeitet. Es genügt dabei nicht, wenn im Kurzschlußfall der Strom auf einen Maximalwert begrenzt wird, da dann wieder eine hohe Verlustleistung im Reglelement auftreten würde. Der abgegebene Strom muß vielmehr im Kurzschlußfälle auf einen sehr geringen Wert zurückgehen. Obwohl Thyristoren fast ideale Zweipunktregler darstellen, ist es einfacher und wirtschaftlicher, eine entsprechende Schaltung mit Transistoren aufzubauen, zumindest wenn mit Betriebsspannungen < 50 V gearbeitet wird. Die Schaltung nach Bild 1

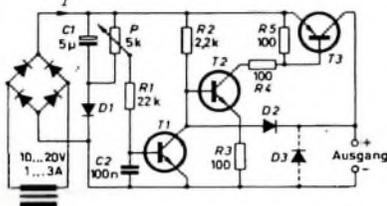


Bild 1 Schaltung des elektronischen Reglers

eignet sich für eine in Vollweggleichrichtung erhaltene, ungesieberte Speisespannung. Die darin enthaltene Wechselspannungskomponente wird über C1 an D1 gelegt. Durch die Gleichrichterwirkung von D1 lädt sich C1 auf eine Gleichspannung auf, die etwa gleich dem Spitzenwert der Speisespannung ist. Diese Gleichspannung liegt an den Klemmen des Potentiometers P. C1 bewirkt jedoch auch, daß die am Schleifer von P erhaltene Wechselkomponente von der Stellung dieses Schleifers unabhängig ist. Über R1 erhält somit die Basis von T1 einen Wechselstrom, der einem mit P einstellbaren Gleichstrom überlagert ist. Befindet sich der Schleifer von P an der Speisespannung (oben in der Schaltung), so ist T1 dauernd leitend, das Komplementärpaar T2, T3 bleibt gesperrt, und der Ausgangsstrom ist Null. Wenn man den Schleifer von P etwa auf Mittelstellung bringt, dann wird die von C1 abgegebene Gleichspannung den Transistor T1 zu Anfang und zu Ende der Halbwelle sperren; T2 und T3 werden während dieser Zeit leitend. In der Mitte der Halbwelle wird jedoch der Augen-

blickswert der Wechselkomponente die an P abgegriffene Gleichspannung übersteigen. T1 wird dann leitend, und der Ausgangsstrom wird unterbrochen. In der anderen Endstellung von P (unten in der Schaltung) ist T1 dauernd gesperrt, und T2, T3 leiten ständig.

Diesem Zustand entspricht das im Bild 2 oben gezeigte Oszillogramm der Ausgangsspannung, in der die vom Gleichrichter gelieferte Wellenform vollständig enthalten ist. Bei zunehmender Drosselung wird dann jede Halbwelle in der Mitte während einer ständig steigenden Dauer unterbrochen. Die entsprechenden Oszillogramme gelten für 80, 50, 10 und 1% des bei Vollast gemessenen Mittelwertes. Im letzten Falle (1%) wurde zwecks deutliche-

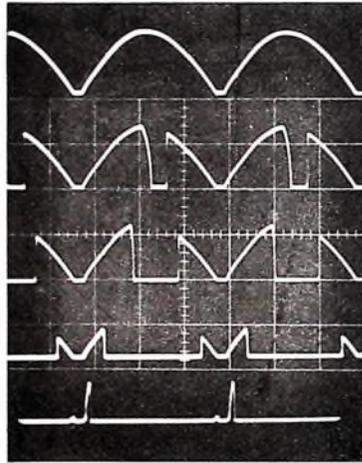


Bild 2 Oszillogramme der Ausgangsspannung für (von oben nach unten) 100, 80, 50, 10 und 1% des bei Vollast gemessenen Mittelwertes

rer Darstellung die Vertikalempfindlichkeit des Oszillografen auf das Fünffache erhöht.

Zur Kurzschlußsicherung wird nur die Diode D2 benötigt. Bei Kurzschluß am Ausgang sperrt sie die Basis von T2, und damit wird auch T3 stromlos. Wenn die vorgesehene Anwendung zwischen Normalast und Kurzschluß liegende Überlastungsfälle ausschließt, kann die Schaltung ohne Rücksicht auf die Daten der Halbleiterelemente übernommen werden. Andernfalls wird man R3 und R4 so wählen, daß bei Übersteigen des Nominalstromes Kollektorbegrenzung in T3 auftritt. Bezeichnet man mit I_n und mit U die Effektivwerte des Nominalstromes und der

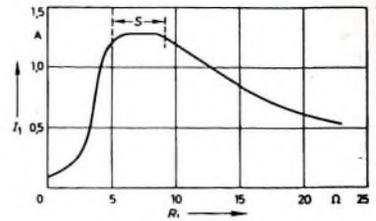


Bild 3 Speisestrom I_1 in Abhängigkeit von der Last R_L

Speisespannung, dann läßt sich setzen

$$R_3 = R_4 = \frac{U \cdot \beta_3}{2 \cdot I_n}$$

wenn β_3 die bei $\sqrt{2} \cdot I_n$ zu erwartende Stromverstärkung von T3 ist.

Damit T2 voll gesättigt werden kann, ist

$$R_2 < \frac{U \cdot \beta_2 \cdot \beta_3}{2 \cdot I_n}$$

zu wählen

An einem für $U = 14 \text{ V}$ und $I_n = 1,2 \text{ A}$ dimensionierten Gerät wurde eine Kurve (Bild 3) aufgenommen, die den Speisestrom I_1 in Abhängigkeit vom Lastwiderstand R_L zeigt. Für $R_L > 10 \text{ Ohm}$ verläuft die Kurve nach dem Ohmschen Gesetz. Bei stärkerer Belastung beobachtet man zunächst ein Sättigungsgebiet S, in dem der Speisestrom etwa konstant bleibt. Wenn (ab etwa $R_L < 5 \text{ Ohm}$) der Spannungsabfall an T3 die Hälfte der Speisespannung übersteigt, dann wird D2 leitend, und der Strom nimmt schnell ab. Wenn häufiges oder längeres Arbeiten im Sättigungsgebiet S zu erwarten ist, dann ist T3 auf eine Kühlfläche zu montieren. Seine Verlustleistung übersteigt in keinem Fall die Hälfte der Nominalleistung $U \cdot I_n$. Bei der Wahl der Transistoren ist von den Spitzenwerten der Betriebsgrößen auszugehen. Die Maximalwerte von Kollektorstrom und -spannung sind somit

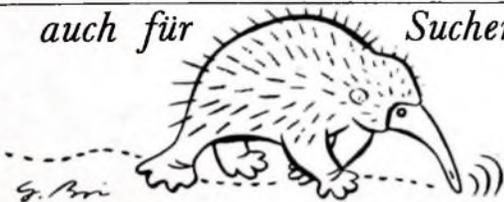
$$\sqrt{2} \cdot I_n \text{ und } \sqrt{2} \cdot U \text{ für } T3, \sqrt{2} \cdot I_n / \beta_3 \text{ und } \sqrt{2} \cdot U \text{ für } T2, \sqrt{2} \cdot U / R_2 \text{ und } \sqrt{2} \cdot U / 2 \text{ für } T1.$$

Rückkopplungserscheinungen, die über den Innenwiderstand der Speisequelle auftreten könnten, werden durch C2 verhindert. Bei induktiver Last ist es empfehlenswert, eine Siliziumdiode D3 als Überspannungsschutz an die Ausgangsklemmen zu legen. Im Mustergerät wurden für T1, T2 Transistoren 2N1304 verwendet; für T3 eignet sich ein TI3027 (Texas Instruments). Als Dioden dienten OA 80 (D1, D2) und 1N550 (D3).

Eine zwischen 0 und 5 V veränderbare Gleichspannung, die über einen Widerstand von 4,7 kOhm an Basis und Emitter von T1 gelegt wird, kann auch zur Steuerung des Ausgangsstromes benutzt werden. Stellt man P auf Maximalstrom, so wird der Ausgangsstrom mit steigender positiver Basisvorspannung an T1 abnehmen. Ebenso ist es möglich, P auf Minimalstrom zu belassen und mit einer gegen den Emitter von T1 negativen Steuerspannung zu arbeiten.

H. Schreiber

auch für Suchende



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



Lieferung nur an Fernwerkstätten (Privat-Besteller bleiben unbefehligt)

Ersatzteile durch **heninger**

Wichtige Information für alle Rundfunk- und Fernseh-Händler und Antennenbauer

Ihr Kunde ist nicht antennen-bewußt. In der Regel weiß er nicht, welche Antenne sein Fernsehapparat hat oder braucht. Er verläßt sich ganz auf Ihren Rat.

Sie können ihn fachkundig aufklären. Hirschmann hilft Ihnen dabei. Durch eine großangelegte Werbekampagne in der Bild-Zeitung und in der Tagespresse.

Hirschmann, der Pionier in der Antennentechnik, erklärt Ihrem Kunden, daß er bei der Wahl der Antennenmarke ruhig mitbestimmen soll, daß er mit einer hochwertigen Hirschmann-Antenne einen technisch perfekten Empfang hat, in Schwarz-Weiß und Farbe.

Diese große Aufklärungskampagne fördert das Antennen-Interesse zum Nutzen des Handels. Sie liegen jetzt richtig mit Hirschmann-Antennen.

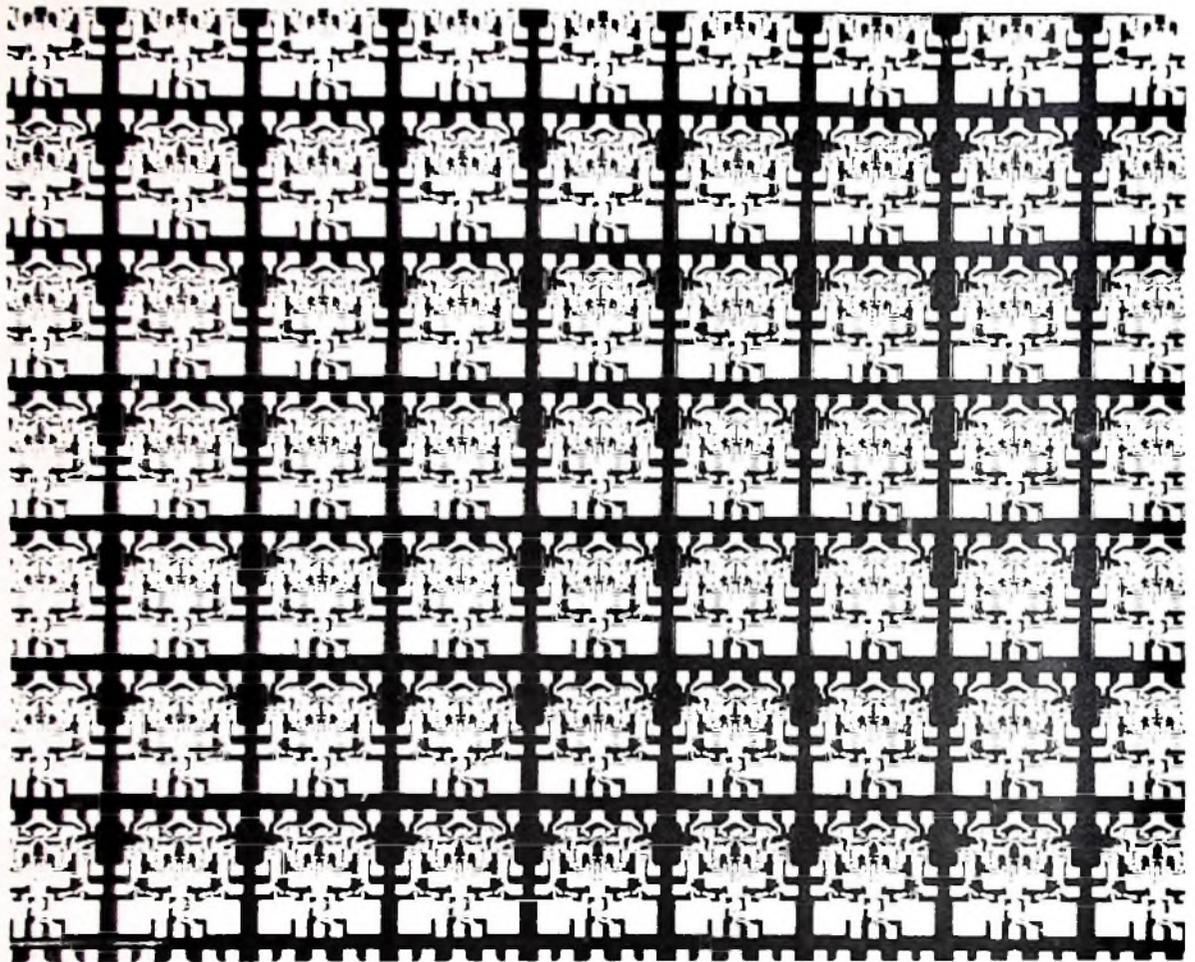
(Interessierten Experten wird die Hirschmann-Broschüre »Die Brücke zum Kunden« Nr. 49 mit interessanten Beiträgen zum Thema Farbempfang empfohlen. Bitte schwarzes Dreieck beachten.)



Hirschmann

Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk 73 Esslingen/N. Postfach 110

GUTSCHEIN
Zum kostenlosen Erhalt
der Broschüre
»Die Brücke zum Kunden«
(Ausschneiden, auf Postkarte
mit Absender kleben
und einwerfen.)
F 452 11 107/80



Nutzen Sie die Vorteile einer rationellen Großserienfertigung

durch den Einsatz der integrierten DTL-Schaltungen von INTERMETALL.

Das erweiterte Programm bietet Ihnen preisgünstige Standard-Typen im flat-pack-Gehäuse und im dual-in-line-Gehäuse. Alle Bauelemente sind für zwei Temperaturbereiche lieferbar.

Die weltweit erprobten Schaltungen sind für die hohen Anforderungen der digitalen Elektronik gebaut: Beschleunigungstest – zyklischer Temperaturtest – Dichtetest – sind nur 3 der vielen Prüfungen, denen jedes System unterzogen wird.

Verlangen Sie technische Unterlagen über INTERMETALL-Halbleiterbauelemente direkt von uns oder von der nächsten SEL-Geschäftsstelle.
 INTERMETALL 78 Freiburg Postfach 840
 Telefon *50120 Telex 772716

	Typ	Funktion
	MIC 930	2 NAND/NOR-Gatter mit je 4 Eingängen
	MIC 932	2 Impedanzwandler mit je 4 Eingängen
	MIC 933	2 Erweiterungsglieder mit je 4 Eingängen
Neu	MIC 944	2 Exklusiv-OR-Gatter mit je 4 Eingängen
	MIC 945	1 bistabile Kippstufe (RS- oder JK-Flip-Flop)
	MIC 946	4 NAND/NOR-Gatter mit je 2 Eingängen
Neu	MIC 948	1 bistabile Kippstufe (RS- oder JK-Flip-Flop)
Neu	MIC 949	4 NAND/NOR-Gatter mit je 2 Eingängen
Neu	MIC 950	1 bistabile Kippstufe (RS-Flip-Flop)
Neu	MIC 951	1 monostabiler Multivibrator mit 2 Eingängen
Neu	MIC 961	2 NAND/NOR-Gatter mit je 4 Eingängen
Neu	MIC 962	3 NAND/NOR-Gatter mit je 3 Eingängen
Neu	MIC 963	3 NAND/NOR-Gatter mit je 3 Eingängen

SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Mozart, Die Entführung aus dem Serail; Bastien und Bastienne

Ralf Boysen (Basso Selim); Erika Köth (Constanze); Lilla Schäde (Blonde); Fritz Wunderlich (Belmonte); Friedrich Lenz (Pedrillo); Kurt Böhm (Osmin); Chor und Orchester der Bayerischen Staatsoper München unter Eugen Jochum

Adele Stalte (Bastienne); Peter Schreier (Bastien); Theo Adam (Calas); Kammerorchester Berlin unter Helmut Kach

Zum Beginn der neuen Schallplattensaison legte die Deutsche Grammophon eine Neuauflage der „Entführung“ vor. Mit Spannung sah man dieser Aufnahme entgegen, denn die Hauptdarsteller sind auf der Bühne der Bayerischen Staatsoper zu Hause. Rudolf Hartmann führte die Dialog-Regie, und München ist wegen mancher beispielhaften Aufführung dieser Oper berühmt. Um das Ergebnis vorwegzunehmen: es entstand eine Aufnahme dieser Oper, die zu den besten gehört. Fritz Wunderlich verleiht mit seiner ausdrucksvollen und im Ansatz reinen Tenorstimme der Rolle des Belmonte lebendige Züge, und Erika Köth als Constanze bewährt sich einmal mehr als Mozart-Sängerin von Weltruf. Ihre Arie „Mötern aller Art“ ist einer der Höhepunkte dieser Aufnahme. Neben diesen beiden Rollen aber ist Kurt Böhm mit stimmgewaltigem Baß die musikalische Hauptfigur. Man höre sich nur an, wie im 1. Akt sein Gesang von dem Lied „Wer ein Liebchen hat gefunden“ zu der Arie „Solche hergelauenen Laffen“ mit dem Höhepunkt seines Zornesausbruchs „Erst geköpft, dann gehangen“ übergeht. Das ist so überzeugend in Darstellung und musikalischer Gestaltung gemächt, daß man der Stereo-Regie Anerkennung zollen muß für den begrenzten, aber vielleicht deshalb gerade so eindrucksvollen Einsatz der Mittel der Stereophonie.

Mozarts Musik ist brillant aufgenommen. Überzeugend schon die Ouvertüre mit ihren schnellen Tempi, dem scharfen Wechsel zwischen piano und forte und den Anklängen an eine Janitscharenmusik, bei der auch jeder Triangelsschlag sitzt. In dem großen Quartett am Ende des 2. Aktes löst sich das Klangbild der Stimmen sauber auf; sie stehen scheinbar plastisch vor dem musikalischen Hintergrund der Musik. Die Aussteuerung ist durchweg gut, und hinsichtlich der Wiedergabe des gesamten musikalisch wichtigen Frequenzbereichs sind alle Wünsche erfüllt. Nichts geht vom Schmelz der Stimmen verloren, und Geigen wie Holzbläser klingen gleicher-

maßen gut. Wenn ein gelegentlich auftretendes schwaches Rumpeln empfindliche Ohren stören sollte, genügt das Einschalten eines schwachen Rumpelfilters. Eine Beeinträchtigung des musikalischen Genusses ist damit nicht verbunden, da die Musik kaum tiefe Töne unterhalb der Grenzfrequenz des Rumpelfilters enthält.

Gekuppelt ist die „Entführung“ mit Mozarts „Bastien und Bastienne“, einem leichten und unbeschwernten Singspiel. Die Aufnahme-technik vermittelt hier akustisch jene Atmosphäre, die dem kleinen Werk und seinem Bühnengeschehen zukommt.

Deutsche Grammophon
SLPM 139 213/15 (Stereo)

Konrad Philipp Schuba
an der Orgel der Basilika Unserer Lieben Frau zu Konstanz

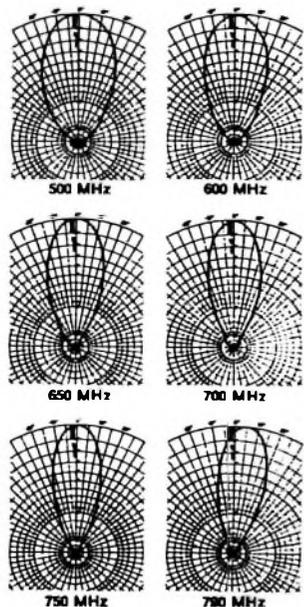
Gute Orgelaufnahmen gehören zu den „Parade“-Platten vieler Hi-Fi-Freunde. Die vorliegende Platte ist einmal bemerkenswert wegen ihrer vorzüglichen Aufnahmequalität. Makellos gibt sie den ganzen Klangreichtum der großen Orgel in der Basilika zu Konstanz wieder. Der Orgelfreund begrüßt auch das Bild des Spieltisches auf der Rückseite des Albums mit den ausführlichen Angaben über das aus der berühmten Orgelwerkstatt Johannes Klais in Bann stammende Werk. Die Platte ist zum anderen aber auch bemerkenswert durch das Spiel des nach nicht vierzigjährigen Schuba, der einer der glänzendsten Organisten der jungen Generation ist. Regers Toccata und Fuge a-moll, eines der bedeutendsten Orgelstücke, und die Orgelsonate Nr. 2 c-moll von Mendelssohn-Bartholdy erklingen hier in hervorragender Interpretation und Wiedergabe. Sehr gut herausgearbeitet ist der Gegensatz zwischen dem Allegro maestoso e vivace des dritten Satzes mit seinem emporsteigenden Schwung und punktierten Rhythmus zu dem vorangegangenen Adagio mit seiner kantablen Melodie. Aus dem kompositorischen Schaffen des Organisten am Münster zu Konstanz hört man gut ausgewählte Beispiele auf der 2. Plattenseite. Zwei freie Improvisationen über das Adventslied „O Heiland reiß die Himmel auf“ und den gregorianischen Hymnus „Te Deum laudamus“ sowie sechs 1964 entstandene Choralsvorspiele zeigen Schuba nicht nur als Konzertorganisten, sondern auch als eigenschöpferischen Musiker und einen Meister der Improvisation.

Eine vom Inhalt her anspruchsvolle Platte für den anspruchsvollen Musik- und Hi-Fi-Freund.

Saba SB 15 070 A (Stereo)



unter der Lupe



Die Horizontaldiagramme der Luba XS 43 D, gemessen bei den jeweils angegebenen Frequenzen, bestätigen eine der wesentlichen, guten Eigenschaften des Luba x-Systems: Das Fehlen aller störenden Nebenzipfel. Gemeinsam mit dem hohen Gewinn und dem außerordentlich guten Rückverhältnis die Gewähr für ausgezeichneten Empfang aller Schwarz-Weiß- und Farbsendungen.



**ANTENNEN FÜR HEUTE
UND MORGEN**

UHF-Empfangsantennen

Typen · Eigenschaften · Anwendung

Im Zusammenhang mit der Verbreitung der UHF-Fernsehtechnik sind zur Zeit eine ganze Reihe von UHF-Empfangsantennentypen im Gespräch beziehungsweise auf dem Markt.

In diesem Beitrag sollen die verschiedenen Antennen hinsichtlich der Typen, der Wirkungsweise, der speziellen Eigenschaften und der sinnvollen Anwendung diskutiert werden. Diese Aufgabe wird dabei an Hand der Grundprinzipien, die für jeden Typ gelten, gelöst, unabhängig von der speziellen Ausführung und damit dem Hersteller der Antenne. Einige der hier betrachteten Antennen sind auch durch die VHF-Empfangsantennentechnik bekannt geworden. Das trifft besonders bei Yagi-antennen zu. Aus den Anfängen der VHF-Technik sind außerdem auch noch die Gruppenantennen mit Ganzwellendipolen als gespeisten Strahlern bekannt. Sie wurden meist als 16- oder 24-Element- Breitbandantennen aufgebaut. Ein Beispiel einer 16-Element-Antenne zeigt Bild 1. Diese Antennen konnten sich im VHF-Bereich jedoch nicht durchsetzen, da sie bedeutende Nachteile gegenüber Yagi-antennen hatten, beispielsweise war es nicht möglich, ein gleichmäßig hohes Vor-Rück-Verhältnis in einem größeren Frequenzbereich zu erreichen. Diese Eigenschaft liegt in den Resonanzbedingungen zwischen den Ganzwellendipolen und den Halbwellenreflektoren begründet. Will man über einen größeren Frequenzbereich ein relativ hohes Vor-Rück-Verhältnis erreichen, so ist das nur bei Verwendung einer aperiodischen Reflektorwand an Stelle der Halbwellenreflektoren möglich.

Eine solche Konstruktion ist für den VHF-Bereich jedoch viel zu aufwendig. Wegen der relativ kleinen Betriebswellenlänge im UHF-Bereich hat diese Antennenausführung in abgewandelter Form hier Bedeutung erlangt. Durch die relativ kurze Wellenlänge bei UHF ist es überhaupt erst möglich, verschiedene Antennentypen für diesen Bereich zu dimensionieren, die im VHF-

Bereich wegen des sich dabei ergebenden hohen mechanischen Aufwandes nicht vertretbar sind. Andererseits werden auch im UHF-Fernsehbereich Antennen verwendet, die ihren Ursprung im oberen Dezimeterwellenbereich, also der Richtfunktechnik, haben.

Hinsichtlich des Anwendungsbereiches von Antennen unterscheidet man auch im UHF-Bereich zwischen Schmal- und Breitbandanwendungen. Bei Schmalbandanwendungen (Kanalgruppenantennen) findet man im UHF-Bereich fast ausnahmslos Yagi-antennen als optimal geeigneten Antennentyp. Unter Breitbandantennen sollen hier Antennen verstanden werden, die den gesamten UHF-Bereich (Bereich IV/V) überdecken. Diese An-

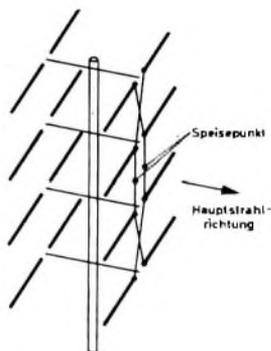


Bild 1. 16-Element-Antenne in vier Ebenen mit vier gespeisten Ganzwellendipolen und acht Halbwellenreflektoren

tennen bezeichnet man oft als Zweibereich- oder Superbreitbandantennen.

Die größte Bedeutung haben derzeit und wohl auch in der Zukunft die Breitbandantennentypen, daher werden die folgenden Betrachtungen in der Hauptsache auf diese Typen beschränkt. Es zeigt sich, daß auch in diesem Anwendungsfall die Yagi-antennen am weitesten verbreitet sind, nachdem man gelernt hat, diese für Breitbandanwendungen zu dimensionieren. Im



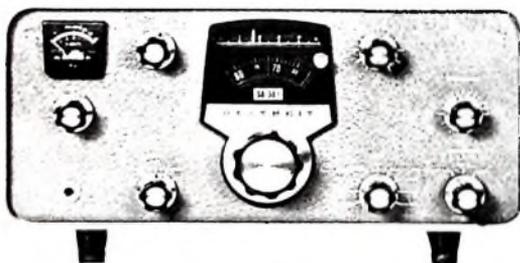
stellt vor: **SSB-Amateurempfänger SB - 301 E**

Der Nachfolger unseres in aller Welt bekanntesten SB-300

Ein neuer SSB-Empfänger der internationalen Spitzenklasse für den verwöhnten Amateur mit allen technischen Schikanen und vielen Verbesserungen.

Hier nur einige seiner Vorzüge:

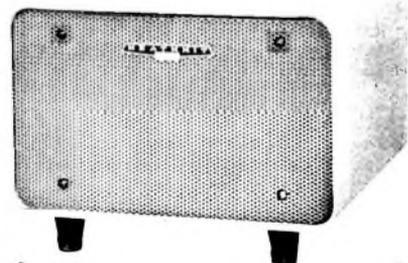
- 9 Frequenzbereiche 3,5–30 MHz (80–10 m)
- Wesentlich erhöhte Eingangsempfindlichkeit (0,3 µV bei 10 dB SNR)
- Betriebsartenschalter mit zusätzlicher „RTTY“-Stellung
- Zusätzliches WWV-Band (15,0–15,5 MHz)
- Schalter für 2- und 6-m-Einbaukonverter an der Frontplatte
- Verbesserter Produktedetektor
- Leistungsfähigere NF-Endstufe
- Erhöhte Trennschärfe
- Genauerer Skalenantrieb



- Höhere Frequenzstabilität
- BFO, LMO, ANL, AGC, Antri-Trip-Anschluß für Panorama-Adapter, Slack-Lösungen für zwei Einbau-Converter
- Eingebautes, stabilisiertes Universal-Netzteil für 110/220-V-Betrieb
- Vereinfachter Selbstbau durch neuartige Baugruppen-Aufteilung

Bausatz: DM 1650,- betriebsfertig: DM 2575,-

(einschl. Quarzatz und SSB-Filter)
AM- und CW-Filter gegen Aufpreis ebenfalls lieferbar



SSB-Stationslautsprecher SB 600

Ein in Form und Farbgebung unseren SSB-Geräten angepaßter leistungsstarker 8-Ohm-Ovallautsprecher mit hervorragendem Frequenzgang. Stabiles Gehäuse mit Unterbringungsmöglichkeit für das beim Betrieb des Lautsprechers mit dem SSB-Transceiver SB-100 erforderliche Universal-Netzteil HP-13E.

Bausatz: DM 115,-

Ein ausführliches Datenblatt mit Schaltbild sowie den großen HEATHKIT-Katalog mit über 150 weiteren Modellen erhalten Sie kostenlos und unverbindlich auf Anfrage.

Alle HEATHKIT-Bausätze und Fertigeräte über DM 100,- auch auf Teilzahlung lieferbar. Unsere Teilzahlungsbedingungen erfahren Sie auf Anfrage.

HEATHKIT Geräte GmbH 6079 Sprendlingen bei Frankfurt/M
Robert-Bosch-Straße 32–38, Tel. (06103) – 6 89 71, -72, -3

Zweigniederlassung: HEATHKIT Elektronik-Zentrum
8 München 23, Wartburgplatz 7, Tel. (0811) – 33 89 47

VHF-Bereich sind Yagi-antennen allen anderen Antennentypen hinsichtlich Eigenschaften und Aufwand überlegen. Es soll zunächst untersucht werden, ob das auch im UHF-Bereich der Fall ist.

Alle Antennen kann man grundsätzlich in zwei große Kategorien einordnen, in Längsstrahler und Querstrahler. Damit wird die Hauptstrahl-(Hauptempfangs-)Richtung in bezug auf die größte mechanische Ausdehnung einer Antenne gekennzeichnet. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß es sich bei allen hier betrachteten Antennen um reziproke Antennen handelt, bei denen es gleichgültig ist, ob man sie als Empfangs- oder Sendantennen betrachtet oder betreibt. Die Eigenschaften sind in beiden Fällen sinngemäß gleich.

Zu den Längsstrahlern gehören neben den Yagi-antennen noch die logarithmisch-periodischen Dipolantennen und je nach Auffassung auch relativ lange Backfire-Antennen. Es sei hier jedoch schon darauf hingewiesen, daß letztere eine Zweiterstellung einnehmen; man kann Backfire-Antennen auch den Querstrahlern zuordnen.

Zu den Querstrahlern gehören grundsätzlich die Flächenantennen (Aperturantennen), die oft als Gitterantennen ausgeführt und auch so bezeichnet werden. Als Ausführungsformen der Querstrahler sind hauptsächlich die Parabolantennen, Gitterwandantennen, Cornerantennen sowie unter bestimmten Umständen die Backfire-Antennen, besonders jedoch die Short-Backfire-Antennen bekannt. Im UHF-Bereich sind dabei aus Herstellungsgründen Typen mit ebener Reflektorwand verbreitet, die bei Antennen mit hohem Gewinn von mehreren Dipolen erregt werden müssen (Mehrfachspeisung).

1. Grundsätzliche Antenneneigenschaften

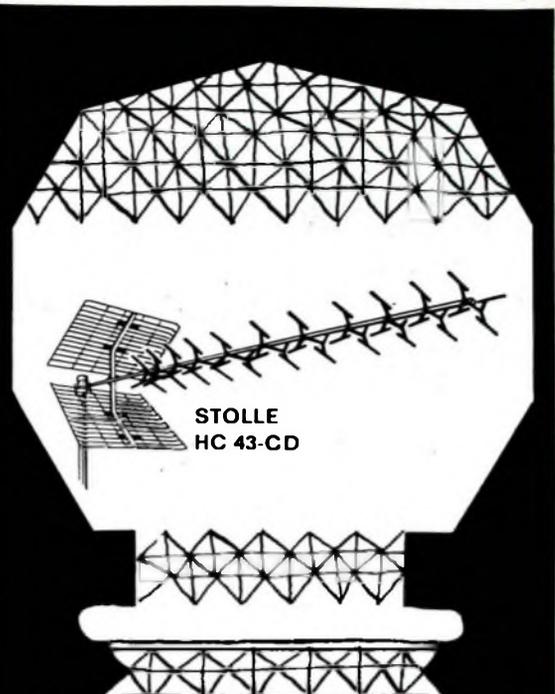
Bei Antennen ist zwischen zwei Haupteigenschaften zu unterscheiden: Impedanzeigenschaften und Strahlungseigenschaften [1, 2]. Auf die Impedanzeigenschaften soll hier nicht eingegangen werden, sie bieten keine Besonderheiten.

Die ausführlichste Beschreibung der Strahlungseigenschaften ist das Strahlungsdiagramm, aus dem alle Kennwerte entsprechend den Definitionen abzuleiten sind, wie zum Beispiel Gewinn, Öffnungswinkel, Vor-Rück-Verhältnis, Nebenzipfeldämpfung usw. Es scheint notwendig, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß mit der Angabe des Gewinns einer Antenne gleichzeitig auch eine Aussage über die Richtwirkung gemacht ist. Eine Antenne mit hohem Gewinn nimmt zwangsläufig aus allen anderen Richtungen außer der Hauptempfangsrichtung entsprechend wenig Energie auf.

Grundsätzlich wird durch das Strahlungsdiagramm einer Antenne das Richtwirkungsverhalten exakt beschrieben. Dagegen wird durch die alleinige Angabe von zum Beispiel maximalen Nebenzipfeln und Vor-Rück-Verhältnis das Richtverhalten einer Antenne nur unzureichend beschrieben. Ist also das exakte Diagramm einer Antenne nicht gegeben, so ist der Gewinn der alleinige und beste Maßstab für die Richtwirkungen (siehe auch [1] und [2]).

Bei der Angabe des Vor-Rück-Verhältnisses ist besonders zu beachten, daß dieser Wert nicht einheitlich definiert wird. Häufig ist das Vor-Rück-Verhältnis ein Mittelwert aus dem Strahlungsanteil bei 180° und dem maximalen rückwärtigen Nebenzipfel des Diagramms im Verhältnis zur Hauptkeule. Diese Definition hat jedoch für den Anwender einer Antenne keinerlei praktischen Wert, da dazu ergänzende Angaben fehlen (Lage und Größe der Nebenzipfel usw.). In diesem Zusammenhang wird daher als Vor-Rück-Verhältnis das Verhältnis der Spannungen bei 0° und 180° des Diagramms als aussagekräftiger Wert zugrunde gelegt (s. auch [1] und [2]). Als Mittelwert wird dabei der Mittelwert des Frequenzganges des Vor-Rück-Verhältnisses gebildet. Ein Beispiel soll die vorstehend skizzierten Zusammenhänge erläutern.

Es sei der Fall betrachtet, daß in einem gut versorgten Gebiet (Sendernähe) an der Empfangsstelle starke Reflexionen aus verschiedenen Richtungen auftreten (Industriegebiet oder gebirgige Gegend). Hinsichtlich der Empfangsspannung wäre nur eine kleine Antenne mit niedrigem Gewinn erforderlich. Zwangsläufig ist aber das Richtwirkungsverhalten einer solchen Antenne relativ schlecht, so daß vorhandene Reflexionen des Signals sich sehr störend bemerkbar machen. In diesem Fall muß also eine relativ große Antenne mit entsprechend besserer Richtwirkung und damit zwangsläufig höherem Gewinn verwendet werden, obwohl der Gewinn hier nicht die primäre, das heißt bedeutungsvollste Kenngröße für den Empfang ist. Es kann sogar erforderlich sein, vor den Empfänger ein Dämpfungsglied zu schalten, wenn die Eingangsspannung zu groß geworden ist. Die Richtwirkung der Antenne bestimmt dabei jedoch die Empfangsqua-



TV-COSMETIC

(Was Sie unter „Einwandfreiem Bild“ verstehen, verstehen wir unter „TV-Cosmetic“)

Ein Fernsehbild sollte wie ein Mädchengesicht sein. Schön. Attraktiv. Ohne Makel. Mit dezentem Make up. Das Bild darf nicht schwammig wirken. Nicht neblig. Und „rennen“ darf es auch nicht. Wer es versteht, mit Cosmetic umzugehen, der beherrscht auch die Kunst, aus einem Gesicht viele Gesichter zu machen. Und aus einem eintönigen Gesicht ein farbiges. Soweit hergeholt ist also der Vergleich gar nicht. Der einzige Unterschied: eine Frau braucht viele Töpfchen und Flacons. Sie aber nur eine einzige Antenne. Eine richtige Antenne. Eine Qualitäts-Antenne. Eine Stolle-Antenne. Wählen Sie unter 3 Typen der TV-Cosmetic-Serie!

STOLLE HC 23-CD - Bruttopreis: DM 49,50

Kanäle	21-28	29-37	38-48	49-60
Gewinn (dB)	9	9,5	11,5	13
Horiz. Öffn. Winkel (°)	47	44	39	37
Vor-Rückverhältnis:	26 dB			

STOLLE HC 43-CD - Bruttopreis: DM 69,-

Kanäle	21-28	29-37	38-48	49-60
Gewinn (dB)	10	11,5	13,5	14,5
Horiz. Öffn. Winkel (°)	43	37	31	25
Vor-Rückverhältnis:	27 dB			

STOLLE HC 91-CD - Bruttopreis: DM 98,-

Kanäle	21-28	29-37	38-48	49-60
Gewinn (dB)	12	14	16,5	17
Horiz. Öffn. Winkel (°)	35	30	25	19
Vor-Rückverhältnis:	28 dB			



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



präsentiert das neue

Universalmeßgerät

MODELL 680 E

20000 Ohm/Volt



Jetzt mit

- Eingebautem Wechselstrombereich 0—2,5 A ■ Spiegelskala
- Drehspulinstrument 40 μ A mit Kernmagnet (keine induktiven Einflüsse mehr) ■ 1000fachem Überlastungsschutz in allen 49 Meßbereichen ■ Garantie 6 Monate ■ Genauigkeit Gleichspannung $\pm 1\%$, Wechselspannung $\pm 2\%$

Preis komplett mit Tasche und Prüfschnur 124,— DM

Generalvertretung
der Bundesrepublik

Erwin Scheicher & Co. OHG
8000 München 59, Brunnsteinstraße 12

lität (Geisterbilder), so daß also der Gewinn die aufschlußreichste Kenngröße ist.

In diesem Rahmen kann auf Einzelheiten der Kenngrößen nicht eingegangen werden. Ein sehr wichtiger Punkt, die erforderliche Frequenzabhängigkeit des Gewinns einer Zweibereich-UHF-Antenne, sei jedoch noch erwähnt. Ausführlichere Angaben dazu sind in [3] und [4] gemacht. Es wird hier zusammengefaßt, daß eine gleich gute Empfangsqualität beim Fernsehteilnehmer als konstantes Signal-Rausch-Verhältnis am Empfängereingang verstanden werden kann.

Die frequenzabhängige Ausbreitungsdämpfungszunahme der UHF-Frequenzen ergibt sich nach [5] zu

$$\Delta a_0 = 20 \lg \frac{f}{f_0} = 20 \lg \frac{\lambda_0}{\lambda} \quad (1)$$

wobei f_0 die Bezugsfrequenz und λ_0 die Bezugswellenlänge ist. Zu beachten ist hier, daß es sich um die Dämpfungszunahme bei geradliniger Ausbreitung handelt. Die Darstellung dieses Frequenzganges, bezogen auf $f_0 = 470$ MHz zeigt Kurve a im Bild 2.

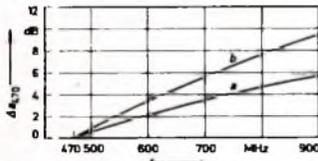


Bild 2 a Frequenzgang der Streckendämpfungszunahme zwischen Sende- und Empfangsantenne, bezogen auf 470 MHz; b Frequenzgang der gesamten durchschnittlichen Übertragungsverluste bei Fernsehübertragungen, bezogen auf die Frequenz 470 MHz

Berücksichtigt man außerdem den durchschnittlichen Frequenzgang der Dämpfungszunahme einer Anlage mit Koaxialkabel (als günstigster Ausführung), die Veränderung der Rauschzahl des Tuners (Transistoren) sowie die erforderlichen Symmetrierglieder, so erhält man Kurve b im Bild 2.

Soll also die Übertragung in allen Kanälen des Bereiches IV/V gleich gut sein (bei gleichen Strahlungsleistungen und Standorten von Sendern mit verschiedenen Programmen), so muß der Gewinn einer Zweibereich-UHF-Empfangsantenne mindestens einen Frequenzgang entsprechend Kurve b nach Bild 2 haben. Bei Weitempfang genügt diese Bedingung meistens noch nicht, da bisher die Zusatzdämpfung infolge Beugung der Wellen hinter dem Horizont noch nicht berücksichtigt wurde. In diesen Fällen muß also ein noch steilerer Anstieg des Gewinns einer Zweibereichantenne angestrebt werden.

Werden die vorgenannten Bedingungen von der Empfangsantenne nicht erfüllt, so werden die Sender auf höheren Kanälen meistens mit merkbar schlechterer Qualität empfangen gegenüber den Sendern auf den niedrigen UHF-Kanälen.

2. Querstrahler und Flächenantennen

Es wurde oben bereits erwähnt, daß Querstrahler als Dipolgruppenanordnungen (s. Bild 1) besonders hinsichtlich des Vor-Rück-Verhältnisses bei größeren Bandbreiten ungünstig sind. Man verwendet daher im UHF-Bereich ausschließlich Flächenantennen als Querstrahler; damit sind relativ günstige Richteigenschaften zu erreichen. Bei Flächenstrahlern erregt man mit Primärstrahlern auf einer Fläche eine solche Verteilung eines elektromagnetischen Feldes, daß sich dadurch im Fernfeld der Antenne eine Bündelung der Strahlung und damit ein Gewinn ergibt. Ist die mechanische Gestalt der zu erregenden Fläche eben, so kann man diese Fläche der Dimensionierung der Antenne direkt zugrunde legen (ebener Flächenstrahler).

Ist die mechanische Gestalt der zu erregenden Fläche dagegen nicht eben, so legt man meist die Projektion dieser Fläche in Hauptstrahlrichtung beziehungsweise eine entsprechend abgeleitete virtuelle Fläche oder Apertur bei der Dimensionierung solcher Antennen zugrunde. Bei ebenen Flächenantennen kann die erregte Fläche mit der Apertur gleichgesetzt werden. Die Strahlungseigenschaften und damit besonders der Gewinn einer Flächenantenne werden von der Form und Größe der Apertur und ihrer Erregung nach Amplitude und Phase bestimmt. Sind diese Parameter bekannt, so kann man das Strahlungsdiagramm der Antenne als Funktion dieser Parameter ermitteln.

Den maximal möglichen Gewinn einer Flächenantenne erhält man direkt als Funktion der Größe der Apertur (Fläche) bei Erregung mit konstanter Amplitude und gleicher Phase. In der Praxis wird auch oft mit nach den Rändern der Apertur zu abnehmender Amplitude (auch als geringere Ausleuchtung entsprechend optischen Betrachtungsweisen bezeichnet) gearbeitet. Dadurch verringern sich die Nebenzipfel des Diagramms in ihrer Größe (höhere Nebenzipfeldämpfung); gleichzeitig verringert sich jedoch auch der Gewinn der Antenne.

Flächenantennen haben grundsätzlich eine bemerkenswerte Eigenschaft. Die sogenannte Wirkfläche als Antennenkenngröße, die in direkter Beziehung zur Apertur steht, bleibt nämlich nahezu frequenzunabhängig bei günstiger Erregung einer Flächenantenne. Damit entnimmt eine Flächenantenne einem gegebenen Feld bei jeder Frequenz die gleiche Wirkleistung, das heißt, diese Antennen haben einen mit steigender Frequenz ansteigenden

Wir haben auf der »electronica 66« einen

Informationsstand

in Halle 1 über die

japanische elektronische Industrie

JETRO (Japan External Trade Organization)

4 Düsseldorf Berliner Allee 32 Tel.: 123 51 Telex: 858 7449

Gewinn. Damit kann also im günstigsten Fall die oben erläuterte Frequenzabhängigkeit der Ausbreitungsdämpfung ausgeglichen werden.

Durch den Zusammenhang zwischen den Antennenkenngrößen Gewinn G und Wirkfläche ergibt sich mit der Flächenausnutzung q und der geometrischen Fläche der Apertur A die Abhängigkeit

$$G = \frac{8 \cdot \pi \cdot q \cdot A}{3 \cdot \lambda^2} \quad (2)$$

Dabei ist der Gewinn G auf den Elementardipol bezogen. Ist die Apertur eine Kreisfläche mit dem Durchmesser D , so erhält man entsprechend für den Gewinn G , bezogen auf den Halbwellendipol

$$G = 6q \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \quad (3)$$

oder

$$G = 10 \lg 6q \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \text{ in dB}$$

Ist die Apertur der Antenne quadratisch mit der Kantenlänge a , so erhält man für den Gewinn, bezogen auf den Halbwellendipol

$$G = 10 \lg 7,66 q \left(\frac{a}{\lambda} \right)^2 \text{ in dB} \quad (4)$$

und mit der allgemeinen Fläche der Apertur A gilt

$$G = 10 \lg 7,66 q \frac{A}{\lambda^2} \text{ in dB} \quad (5)$$

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß sich mit kreisförmigen Aperturen geringere Nebenzipfelgrößen ergeben

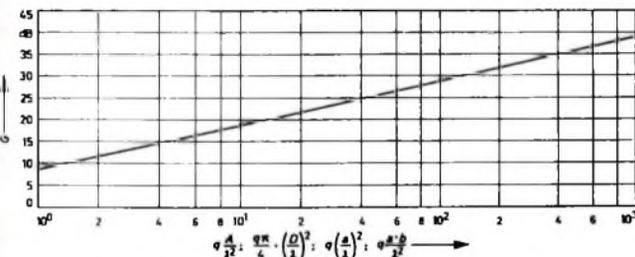


Bild 3 Abhängigkeit des Antennengewinns (bezogen auf den $\frac{\lambda}{2}$ -Dipol) einer Flächenantenne von der Aperturfläche, der Wellenlänge und der Flächenausnutzung

als bei rechteckigen oder quadratischen Aperturen. Die grafische Darstellung von Gl (5) zeigt Bild 3

Die Flächenausnutzung q kann maximal den Wert 1 erreichen. Man sieht, daß der Gewinnanstieg von Flächenantennen in gleicher Weise frequenz- beziehungsweise wellenlängenabhängig ist wie die Zunahme der Übertragungsdämpfung bei der Wellenausbreitung

Eine optimale Flächenausnutzung erreicht man, wenn die gesamte geometrische Fläche (Apertur) einer Flächenantenne mit konstanter Amplitude und gleicher Phasenlage erregt wird. Diese Bedingung ist also das Kernproblem der Dimensionierung von Flächenantennen. Um sie zu realisieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die jeweils zu speziellen Ausführungsformen von Flächenantennen führen, die in den nächsten Abschnitten kurz erläutert werden. (Fortsetzung folgt)

Schrifttum

- [1] Spindler, E.: Eigenschaften von VHF- und UHF-Richtantennen und ihre Messung. radio und fernsehen Bd. 14 (1965) Nr. 5, S. 133-134, Nr. 6, S. 165-167, u. Nr. 7, S. 201-203
- [2] Rothe u. Spindler, E.: Antennenpraxis. 2. Aufl. Berlin 1966, VEB Verlag Technik
- [3] Spindler, E.: Yagi-antennen als Spezialfall allgemeiner längsstrahlender Strukturen. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 3, S. 81-84, Nr. 4, S. 127-128, u. Nr. 5, S. 165-166
- [4] Ehrenspeck, H. W.: Die „Short-Backfire“-Eine neuartige Empfangsantenne für das gesamte UHF-Fernsehband. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 1, S. 21-23
- [5] Megla, C.: Dezimeterwellentechnik. 5. Aufl. Berlin 1963, VEB Verlag Technik

THORENS



Der hörbare Unterschied

Plattenspieler sind erst dann ihren Preis wert, wenn sie zuverlässig sind. Deshalb finden Sie in HiFi-Anlagen so selten »preiswerte« Plattenspieler. Musikfreunde, Schallplatten-Studios oder Techniker, die HiFi-Geräte testen, bevorzugen Plattenspieler von Thorens. Warum? Weil Thorens-Plattenspieler zuverlässig sind und mögliche Fehler unmöglich machen.

Weil Thorens-Plattenspieler durch präzise Verarbeitung lange Lebensdauer und einwandfreie Funktion garantieren.

Den Unterschied bei einem Thorens-Plattenspieler können Sie hören. Fragen Sie jemanden, der ihn besitzt — er wird nie den Wunsch haben, sich einen besseren Plattenspieler kaufen zu wollen.

Thorens
High-Fidelity-Geräte von Welt
Paillard-Bolex GmbH., Abt. Thorens
8000 München 23, Leopoldstraße 19



ANTENNENSTECKER UND BUCHSEN

NACH IEC- UND DIN-NORM

Kein Löten!

Montage der Stecker durch einfache und zeitsparende Quetschverbindung

UHF



2 M



F M

Kein Schrauben!

Buchse eindrücken und schon fester Sitz im Chassis durch Einrasten von 2 federnden Keilen

VHF



Schnell · Bequem · Fortschrittlich

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61
GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

Alle Einzelteile und Bausätze für elektronische Orgeln
Bitte Liste T66 anfordern!

DR. BÖHM
495 Minden, Postfach 290140

Rundfunk-Transformatoren

für Empfänger, Verstärker, Meßgeräte und Kleinsender

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

Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt für Schreibmaschinen aus Vorführung und Retouren, trotzdem Garantie & Dienstleistung. Kleinstes Retouren-Fach für Sie Grünsackweg 4 901

NOTHEL Deutschland, größte Schreibmaschinenhaus
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

LAUTSPRECHER

rund und oval in Serien- und Spezialausführung vielseitig verwendbar
Reparaturen aller in- und ausländischen Modelle werden ausgeführt.

Helaton Lautsprecher Joh. Michalaki
783 Emmendingen-Baden
Karl-Friedrich-Str. 15
Telefon, Vorwahl 0 76 41 - 95 36

Fernseh-Service

Bild ist nach kurzer Erwärmung zu hoch und am unteren Bildrand umgeklappt

Nach dem Einschalten des Fernsehempfängers war die Bildgeometrie zunächst einwandfrei. Nach etwa 5 Minuten begann das Bild in vertikaler Richtung zu wachsen und klappte schließlich am unteren Bildrand um (Bild 1). Synchronisation und Ton blieben normal. Hier liegt zunächst der Schluß nahe, daß der Fehler im Gegenkopplungszweig der Vertikal-Endstufe liegt. Messungen an der Vertikal-Endröhre ergaben abweichende Werte an Kathode und Steuergitter. Laut Schaltbildangabe ist die Kathodenspannung +18 V. Im fehlerhaften Gerät war sie jedoch +35 V. Ebenso soll die Spannung am Steuergitter etwa 0 V sein. Gemessen wurden jedoch +25 V. Außerdem wurde der Kathodenwiderstand sehr hoch.

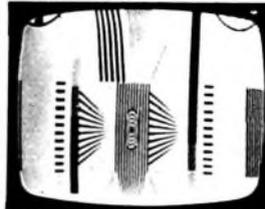


Bild 1 (oben): Bild ist in vertikaler Richtung stark gedehnt und am unteren Bildrand umgeklappt. Bild 2 (rechts): Schaltung der Vertikal- und Horizontal-Endstufe mit Stabilisation des Bildformates

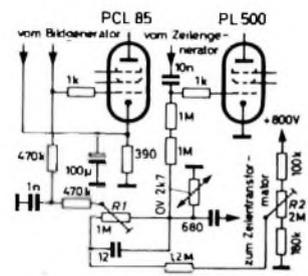


Bild 2 zeigt die Schaltung der Vertikal-Endstufe und den Gitterkreis der Horizontal-Endstufe mit den beiden Stabilisationsreglern R 1 und R 2. Vom Schleifer des Reglers R 1 wird über zwei 470-kOhm-Widerstände dem Steuergitter der Vertikal-Endröhre eine positive Spannung zugeführt, die die Gittervorspannung auf etwa 0 V festlegt. Die Stabilisationsspannung ist von der einwandfreien Funktion der Zeilen-Endstufe und der damit verbundenen Gittervorspannung der PL 500 sowie der Boosterspannung abhängig. Die Gittervorspannung der Zeilen-Endstufe ist bei einwandfreier Funktion der Zeilen-Endstufe etwa -54 V. Bei dem fehlerhaften Gerät war sie nur -38 V. Untersuchungen an den Kopplungskondensatoren der Bild- und Zeilen-Endstufe sowie die Aufnahme der Ansteuerungsschilogramme verliefen ergebnislos. Das Auswechseln der Zeilen-Endröhre PL 500 beseitigte jedoch den Fehler. Mit dem Regler R 1 konnte die Kathodenspannung der Vertikal-Endstufe wieder auf +18 V eingestellt werden.

Service an VHF- und UHF-Tunern

In der Werkstatt werden nach Eingang des Reparaturgerätes zuerst dessen Funktionen geprüft, um festzustellen, welcher Teil fehlerhaft sein kann. Nicht selten stellt der Prüfer fest, daß entweder der VHF- oder der UHF-Bereich ausgefallen ist. In diesem Falle kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen Tunerfehler geschlossen werden. Zuerst tauscht man bei Röhren-Tunern die Röhren aus. Beim VHF-Tuner ist vielfach die Misch- und Oszillatorröhre defekt. Der Trioden-Teil der PCF-Typen arbeitet als Oszillator. Läßt die Oszillatoramplitude infolge Alterung der Röhre nach, dann wird das Bild schwächer, das Rauschen auf einem Leerkanal verringert sich, oder der VHF-Empfang fällt ganz aus. Kann kein Röhrenfehler festgestellt werden und sind die Spannungen am Tuner mit den Angaben der Service-Schrift gleich, liegt ein Fehler im Tuner selbst vor. Hier empfiehlt es sich, den Tuner auszubauen und bei den Kundendienststellen des Herstellers einen Austausch-tuner anzufordern.

Bei UHF-Röhrentunern gilt sinngemäß das gleiche. Hier kommen Röhrenschäden bei älteren Geräten, die längere Zeit nur im VHF-Bereich betrieben wurden, häufiger vor. Die UHF-Röhren heizten mit, erhielten jedoch keine Anodenspannung. Es konnte so im Laufe der Jahre Zwischenschichtbildung an der Kathode entstehen.

Defekte Transistor-Tuner sollten grundsätzlich durch Austausch-tuner ersetzt werden, vorausgesetzt, die Versorgungsspannungen aus dem Fernsehgerät sind einwandfrei.

Bei Tunern mit Abstimmelementen, die Schleifkontakte enthalten, tritt ein zusätzlicher Fehler auf. Es kann hier nach einiger Betriebszeit durch Verharzung der Kontaktfette zu Kontaktschwierigkeiten kommen. Diese äußern sich durch Flackererscheinungen und wechselhafte Bildauflösung sowie Instabilitäten während des Abstimmvorganges. Dieser Fehler ist in der Werkstatt ohne größere Schwierigkeiten selbst zu beheben. Zunächst werden nach Entfernen des Abschirmdeckels die Schleiferbahnen mit einem Gemisch aus 50 % Spiritus und 50 % Waschbenzin gereinigt. Dann schleift man leicht mit Schmirgellein (Nr. 500) über die Bahnen, um restliche Harze und eventuelle Oxidschichten zu entfernen. Danach werden die Bahnen mit „Kontakt 61“ leicht eingerieben. Dieses Mittel entfernt Schleifreste und verhindert weitere Oxidation des Metalls. Von Fall zu Fall muß man Abnehmerfedern vorsichtig nachbiegen.

Diese Arbeiten sind mit größter Sorgfalt durchzuführen, um keine Bauelemente im Tuner zu beschädigen oder zu verlegen. Steht ein VHF- oder UHF-Wobbler zur Verfügung, dann sollte nach Abschluß der Arbeiten die Tuner-Durchlaufkurve überprüft werden.

Betriebsstunden- zähler „Horacont“

Einbau: 25 x 50 mm
Type 550 = DM 34,-



Unentbehrlich für einen wirtschaftlichen Austausch von Abtastsystemen u. Tonköpfen bei Hi-Fi- und Bandgeräten. Höchste Aufnahme- u. Wiedergabe-Qualität sind somit jederzeit gewährleistet.

Kontrolluhrenfabrik Julius Bauser
7241 Empfingen, Horberg 34

Widerstände 0,1-2 W axial, meist mit Farbcode, gangig sortiert
1000 Stck 21,50 2500 Stck 45,-
1 kg Kondensatoren Styroflex, Keramik, Rollelektrolyt, gut sort. 29,50

Siemens Trans. AF 139
1 Stck 10 Stck 3 33 Stck à 100 Stck à
5,85 5,40 5,10 4,75

JJC 123 Noris-Trans-Converter
Linearskala UHF/VHF-Umschalter
65,-

GT 18 Telefunken-UHF-Tuner
2 Tel.-Rö. ausgebaut, gopr.,
betriebsber. 26,50

T E K A - 8450 Amberg
Georgenstraße 3 - Ruf 3626

Kaufgesuche

HANS HERMANN FROMM bittet um Angebote kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3. Telefon: 87 33 95 / 96. Telex: 1-84 509

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

Bitte fordern Sie unser Sonderangebot B/66 kostenlos und unverbindlich an. Nachstehend einige Preisbeispiele:

Transistoren AF 6 = AC 151	DM 1,00
Transistoren GP 30 = AD 133	DM 3,00
Transistoren RF 5 = AF 114	DM 1,30
Transistoren RF 8 = AF 117	DM 0,80
Dioden VR 8 = Z 8	DM 1,60

Ihr Lieferant für Halbleiter und Röhren:

E. Q. EUGEN QUECK, Ing.-Büro, Elektro-Rundfunk-Großhandel
8500 Nürnberg - Augustenstraße 6 Tel.: (0911) 44 75 83

Wir sind ein Großunternehmen des Einzelhandels und suchen für den Bereich Rundfunk und Fernsehen einen

Abteilungsleiter

Zu seinem Aufgabengebiet gehören Einkauf, Verkauf und die verantwortliche Personalführung

Er soll auf Grund seiner Vorbildung und planerisches Können mit einem gehörigen Schwung Talkraft vereinen.

Wir erwarten eine außergewöhnliche Leistung und bieten dafür ein weit über dem Durchschnitt liegendes Einkommen

Firmensitz ist eine deutsche Großstadt mit regem gesellschaftlichem und sportlichem Leben und allen schulischen Möglichkeiten (Universität).

Wir bitten nur solche Herren, sich um diese Position zu bewerben, die sicher sind, unseren hohen Anforderungen gerecht zu werden und bei uns ihre Lebensstellung finden wollen.

Bitte senden Sie Ihre Bewerbungen mit den für eine Beurteilung notwendigen Unterlagen, einem Lichtbild jüngeren Datums sowie Angaben über Ihre Gehaltsvorstellungen und dem möglichen Antrittstermin unter F.V. 8487

Vertrauliche Behandlung Ihrer Bewerbung sicher wir Ihnen schon jetzt zu.

Suche für baldmöglichsten Termin

1 jüngeren Rundfunk- und Fernsehmeister

Breite Höchstgehalt und Umsatzbeteiligung
Arbeitsgebiet Nahe Stuttgart

Angebote erbeten unter F. X. 8489

Trial Antennen

Besonders preisgünstig
Stabile Ausführung

VHF K 5-12	
6 Elemente	DM 12,-
8 Elemente	DM 16,-
13 Elemente	DM 25,-

UHF K 21-65	
12 Elemente	DM 15,-
SUPER-CORNER	DM 26,-

Einbauweichen	
240 od. 60 Ohm	DM 4,-
Geräteweiche 240 Ohm	DM 3,95
Geräteweiche 60 Ohm	DM 4,50

Kleinverstärker für 1., 2. und 3. Programm je 15 db Breitband, eingeb. Weiche, mit Netzteil u. Gehäuse DM 130,-

dto. ohne VHF-Verstärker mit Weiche DM 100,-

Dr. Th. Dumke KG.
Antennenfabrik
Rheydt, Postfach 75

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch Christiani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich Lehrpläne und Probelehrbrief. Bitte gewünschten Lehrgang angeben. Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani 775 Konstanz Postfach 1857

BLAUPUNKT-AUTORADIO 1966/67

Hildesheim	DM 93,-	Bremen	DM 120,-
Hamburg	DM 155,-	Heidelberg	DM 180,-
Essen	DM 185,-	Frankfurt K	DM 235,-
Köln K automatic	DM 370,-	Kofferradio Derby 660	DM 208,-
Koff. Riv.-Omnimat 95800	DM 245,-	Autohalterung Derby Riv	DM 31,-

6 Monate Garantie. Zubehör für viele Kraftfahrzeuge preiswert lieferbar. Beispiel: Einbausatz VW 1200/1300 mit Lautspr. DM 24,60. Hirschmann VW-Versenkantenne DM 18,00. Einbausatz Opel Rekord 67 DM 24,00. Nachnahmeversand an Händler und Fachverbraucher ab Aachen. Prospekte mit Preisliste über Kofferempfänger, Tonbandgeräte und weitere Autoradio-Einbausätze auf Anfrage kostenlos.

Wolfgang Kroll, Radiogroßhandlung, 51 Aachen - Postfach 865, Tel. 3 67 26



