

A 3109 D

BERLIN

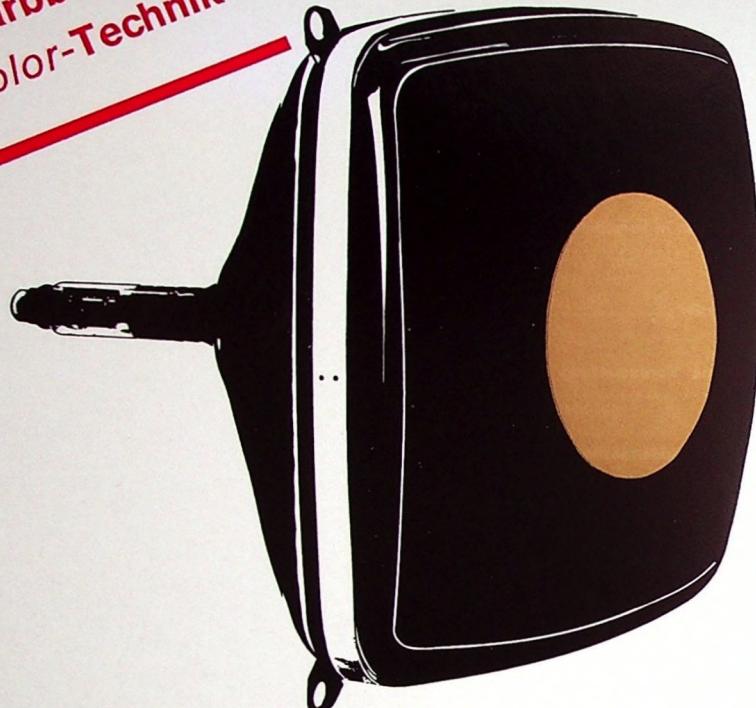
FUNK- TECHNIK

22 | 1968

2. NOVEMBERHEFT

auch 55-cm-Farbbildröhren
in Permacolor-Technik

63011



Warum Gold?

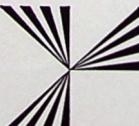
Mit *Permacolor* liegt Gold richtig, denn am goldenen Farbton erkennen Sie am besten die Qualität einer Farbbildröhre. Achten Sie darauf! Unsere neuen Farbbildröhren in *Permacolor*-Technik haben immer die gleiche, brillante Farbwiedergabe, auch gleich nach dem Einschalten. Durch eine spezielle Aufhängung der Lochmaske konnten wir das erreichen. Übrigens, der Zeitaufwand für den Service ist damit wesentlich verringert worden. Das ist für Sie bares Geld! Bisher war der Kontrast bei Farbbildröhren ein Problem. Wir haben jetzt durch besondere Wahl des roten Phosphors die Helligkeit des Schirmbildes um 20 % gesteigert. Damit wird selbst in hellen Räumen Farbfernsehen problemlos. Und nicht zu vergessen: beim Schwarzweiß-Empfang sehen Sie wirklich weiße Flächen.

Hervorragend ist auch die Qualität. Weltweite Erfahrungen und jahrzehntelange Entwicklungen stecken in jeder *Permacolor*-Farbbildröhre. Untersuchungen über die Lebensdauer zeigten Betriebszeiten, die nur mit Langlebensdauer-Röhren vergleichbar sind. Selbstverständlich sind SEL-Farbbildröhren auch in SELBOND®-Technik lieferbar.

Der Vorteile wegen: SEL-Farbbildröhren mit *Permacolor*!

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente
Vertrieb Röhren
73 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112
Telefon: ** (07 11) 351 41, Telex: 7-23 594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband

 **SEL**

2. NOVEMBERHEFT 1968

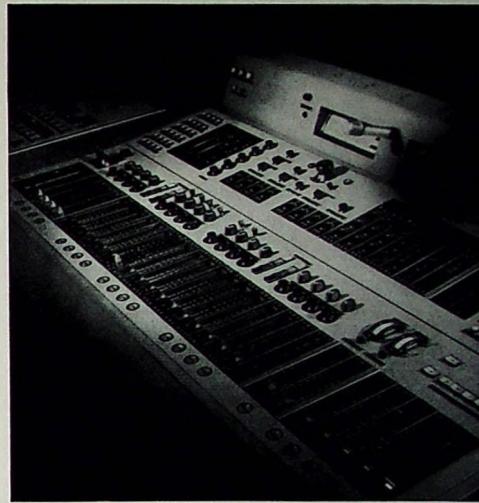
gelesen · gehört · gesehen	836
FT meldet	838
Unternehmerische Problemstellungen in Forschung und Entwicklung	847
Fernsehen	
Semiprofessionelle Video-Recorder	848
Halbleiter	
Integrierte Schaltungen — eine Voraussetzung für die Elektronik in der Zukunft	851
Hi-Fi-Technik	
UKW-HF-Baustein mit 4-Kreis-Diodenabstimmung und Feldeffekttransistoren	853
Elektronik	
Elektronenblitzgerät mit automatischer Lichtregelung	857
Satellitentechnik	
Energieversorgungssystem des Satelliten „Azur“	859
Meßtechnik	
Elektronischer Schalter	861
Persönliches	862
Für den KW-Amateur	
Ein SSB-Sender-Eigenbauprojekt	863
„Super Dry“-Batterien	866
Sender und Programme	866
Für den jungen Techniker	
Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt	868
Ausbildung	873

Unser Titelbild: Frequenzselektive Messungen an der Attrappe des deutschen Forschungssatelliten „Azur“. Hierbei wird die Dämpfung der Hochfrequenz gemessen, die von außen über die beleuchtete Solarzellenanlage in das Innere des Satelliten tritt (s. a. S. 859).

Aufnahme: AEG-Telefunken

Aufnahmen: Verlasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlasser. Seiten 834, 839–846, 865, 867, 869 und 874 bis 876 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31, Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrfkl. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chekkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenteilung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an **VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**, Postscheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die **FUNK-TECHNIK** erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die **FUNK-TECHNIK** darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



TELEFUNKEN- Tonregie-Anlagen sind Individualisten.

TELEFUNKEN - Tonregie-Anlagen stehen in den Funkhäusern der ARD, des ZDF und in vielen ausländischen Rundfunkanstalten*. Man findet sie in Schallplatten-Produktionsstätten ebenso wie in Theatern und privaten Tonstudios auf allen Kontinenten.

Ihre Vorteile: Individuelle Konzeption
Kompaktbauweise
Ideale Raumausnutzung
Volltransistorisierte Steckkarten-Verstärker (V-300-Technik)
Standardisierte Steckeinsätze
Übersichtlicher Aufbau
Problemloser, schneller Service

Tonregie-Anlagen nach Maß von TELEFUNKEN

* TELEFUNKEN-Tonregie-Anlagen arbeiten u. a. in Ägypten, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Guinea, Holland, Indonesien, Island, Italien, Japan, Luxemburg, Malawi, Norwegen, Polen, Schweden, Sudan, Togo, Türkei, Tunis, UdSSR, Ungarn, Venezuela.

TELEFUNKEN

Neue Geräte**Akkord**

Mit dem „Combiphon TR 1000“ brachte Akkord einen tragbaren Heimempfänger für Netz- und Batteriebetrieb mit eingebautem Cassetten-Tonbandgerät (Aufnahme und Wiedergabe) heraus. Das Gerät (7/10 Kreise, 18 Trans + 11 Halbleiterdioden + 1 Se-Gl) empfängt die Bereiche UKML und hat Anschlüsse für Mikrofon, Tonbandgerät, Plattenspieler, Ohrhörer und Außenlautsprecher. Die Ausgangsleistung ist 1,8 W bei Batteriebetrieb und 2 W bei Netzbetrieb.

Sony

Das Uhrenradio „Digimatic 8 FC-59W“ von Sony ist das erste derartige Gerät auf dem deutschen Markt, das eine Uhr mit Digitalanzeige enthält. Der Rundfunkteil hat die Wellenbereiche UM und eine NF-Ausgangsleistung von 850 mW. Neu ist auch der Mini-Empfänger „ICR 100“, der mit einer integrierten Schaltung und drei Transistoren bestückt ist und eine Ausgangsleistung von 70 mW an den nur 2,8 cm × 1,4 cm großen Lautsprecher abgibt. Der Empfänger hat die Abmessungen 5,8 cm × 3,1 cm ×

1,8 cm. Zur Stromversorgung dienen zwei wiederaufladbare 1,22-V-Zellen, die mit dem in der Tragetasche eingebauten Ladegerät aufgeladen werden können.

Super-Rechteck-Bildröhre A 61-130 W

Die neue Schwarz-Weiß-Bildröhre A 61-130 W von Mazda Belvu hat einen Bildschirm mit besonders stark ausgeprägten Ecken, dessen Form dadurch weitgehend einem Rechteck angenähert ist. Damit umfaßt die Serie der Super-Rechteck-Bildröhren von Mazda Belvu drei Modelle, und zwar neben der A 61-130 W noch die Typen A 44-14 W und A 50-130 W.

Miniaturl-Einstellpotentiometer

Unter der Bezeichnung „12 M“ liefert TWK-Elektronik neue Miniaturl-Einstellpotentiometer, deren Gehäusedurchmesser und Befestigungsmaße denen der luftdichten Ausführung „B 12 B“ entsprechen. Das Gehäuse besteht aus eloxiertem Leichtmetall, die Achse mit Schraubenzieherschlitz aus Kunststoff. Durch einen getrennt aufschraubbaren Feststeller kann der eingestellte Wert gesichert werden. Die rückseitigen An-

schlüsse sind im Rasterabstand 2,5 mm angelegt.

Neuer Si-Brückengleichrichter

Der neue preisgünstige Siemens-Si-Brückengleichrichter B 40 C 1500/1000 hat ein Kunststoffgehäuse mit den Abmessungen 24 mm × 9,8 mm × 5 mm und Anschlußfahnen für die Snap-in-Technik. Bei Strömen bis 1 A reicht die normale Konvektionskühlung aus, während bei Belastungen zwischen 1 und 1,5 A der Gleichrichter mit Kühlrahmen versehen oder auf ein Metallchassis montiert werden muß.

Ringmodulator als integrierte Schaltung

Der neue Ringmodulator von Ditratherm, der als integrierte Schaltung ausgeführt ist, besteht im Gegensatz zu der üblichen Bauweise mit vier Dioden aus vier Transistoren, so daß er das Signal verstärken kann. Durch die bei der Herstellung angewandte Diffusionstechnik ergibt sich außerdem eine sehr geringe Exemplarstreue der Bauelemente.

Resonanzmeter „TR 300“ mit Feldeffekttransistoren

Das Resonanzmeter „TR 300“, das Grundig auf der Interkama

vorstellt, eignet sich für einfache Laboraufgaben, Servicewerkstätten und Funkamateure. Als Gridipper erlaubt es die Bestimmung der Resonanzfrequenz von passiven Schwingkreisen aller Art. Ebenso kann die Frequenz schwingender Oszillatoren gemessen werden (Wellenmesser). Der eingebaute Verstärker mit Feldeffekttransistoren ermöglicht Messungen auch bei nur geringer Leistung. In der Betriebsart „Senden“ zur Fehlersuche durch Signalverfolgung ist der Sender mit etwa 1 kHz Amplitudenmoduliert. Der Frequenzbereich von 1 bis 300 MHz ist in sieben Bereiche unterteilt. Als Typ „TR 30“ ist das Resonanzmeter auch mit dem Frequenzbereich 100 kHz ... 30 MHz lieferbar.

Vielfachmeßinstrument „Elmes 20“

Ein neues Vielfachmeßinstrument mit Feldeffekttransistoren in der Eingangsschaltung und insgesamt 49 Meßbereichen (Gleich- und Wechselspannung 30 mV ... 1000 V, Gleich- und Wechselstrom 10 µA ... 3 A, Widerstand 5 kOhm ... 5 MOhm) ist das „Elmes 20“ von Staub & Co. Bei Spannungsmessungen bis 300 mV ist der Innenwiderstand 1 MOhm, darüber 10 MOhm;

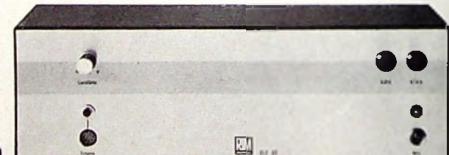
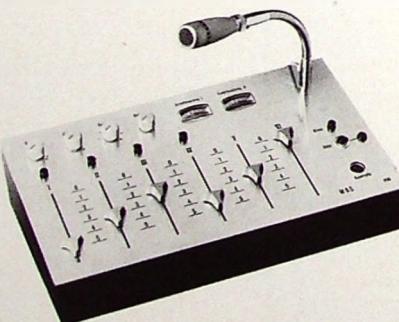


Das neue RIM-Electronic-Jahrbuch '69

Soeben erschienen. Umfangreicher denn je! 520 Seiten — Format 16,5 × 24 cm.

Es bringt sämtliche neuen und bewährte ältere RIM-Modelle aus der HF-/NF- und Meß- u. Prüftechnik, interessante technische Informationen und preisgünstige Industrieangebote mit einkalkulierten Mengenrabatten. Schulzgebühr DM 4,50; Nachn. Inland DM 6,30. Vorkasse Ausland (Postscheckkto. München Nr. 137 53) DM 6,40.

Zum Ausbau von Ela-Anlagen und zum Bau von Diskothek-Stereo-Anlagen ein praktischer Baustein



Das ideale Regel-Mischpult für das Amateur-Studio und für Disc-Jockeys • Transistor-Stereo-Mischpult und Vollstereo-Mixer „M 6 S“

Hauptmerkmale:

- Verwendbar für Mono- und Stereo-Tonquellen bei sämtlichen Eingängen
- 6 miteinander mischbare Eingänge, davon 4 mit Mikrofonempfindlichkeit und auf TA magnetisch umschaltbar
- Sämtliche 6 Eingänge mit Stereo-Flachbahnreglern ausgerüstet
- Getrennte Höhen- und Baßregelung für Mono- und Stereo-Summensignal
- Balance- und Summen-Lautstärkeregler
- Niederohmiger Mischpultausgang zum Anschluß und zur Aussteuerung mehrerer Verstärker
- Separater Ausgang für Stereo-Tb-Aufnahme
- 2 beleuchtete Aussteuerungsinstrumente
- Monitor-Kontrollausgang zum Anschluß von dynamischen HiFi-Kopfhörern
- Mono-/Stereo-Umschaltung u. a. mehr

Technische Daten:

- Frequenzgang: 20–20 000 Hz ± 1,5 dB.
- Klirrfaktor: 0,5 % bei 1000 Hz
- Ausgang: 0,775 V niederohmig

Stabiles Pultgehäuse mit gebürsteter Frontplatte für Vorder- u. Rückseite. Maße: L 370 × T 210 × H 90 mm.

Kompletter Bausatz ohne Mikrofon DM 497,—
Ausführliche Baumappe DM 5,—

Betriebsfertiges Gerät ohne Mikrofon mit Garantie DM 590,—

Dynamisches Kommando-Mikrofon
»Beyer M 64 SH« mit Schwanenhals
DM 100,—

40/35 Watt — Leistungsstufe »RLE 40«

Diese Endstufe kann an jede nieder- oder hochohmige Steuereinheit — Verstärker, Rdf- oder Tb-Gerät — angeschlossen werden. Bei Verwendung von 2 Endstufen kann z. B. mit dem Mischpult „M 6 S“ eine leistungsstarke Stereo-Diskotheksanlage aufgebaut werden.

Technische Daten:

- Frequenzbereich: 20–20 000 Hz ± 2 dB
- Sprechleistung: 35 W Sinus-Daueroton (1000 Hz)
- Musikleistung: 40 W
- Klirrfaktor: 0,5 % bei 1000 Hz/35 W
- Lautsprecherausgang: 5–15 Ω/100 V
- Netz: 220/110 V ~. Maße: L 35,5 × B 24 × T 12 cm
- Gewicht: etwa 11,3 kg
- **Kompletter Bausatz** DM 248,—; **Baumappe** DM 4,—
- **Betriebsfertig** DM 340,—



der Spannungsabfall in allen Strombereichen ist 30 mV. Im kleinsten Widerstandsbereich liegt der Wert 50 Ohm in der Skalenmitte. Die Genauigkeit entspricht der Klasse 2 für Gleichstrom- und -spannungsmessungen, der Klasse 3 bei Wechselstrom- und -spannungsmessungen. Für Messungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 75 MHz ist ein HF-Tastkopf lieferbar.

Mikrowattmeter für Leistungsmessungen bis 7 GHz

Das Mikrowattmeter „41 A“ von Boonton Electronics ist mit einem Diotentastkopf ausgestattet, wodurch eine erheblich größere Dynamik und höhere Stabilität als bei den üblichen thermischen Meßmethoden erreicht wird. Das Gerät hat sieben Meßbereiche von 0,01 µW bis 10 mW und eine Genauigkeit von $\pm 0,5$ dB für den Frequenzbereich 0,1 MHz ... 7 GHz. Die Empfindlichkeit im niedrigsten Bereich beträgt 0,001 µW. Messungen bis 10 µW erfolgen im quadratischen Bereich der Diodenkennlinie, wobei unabhängig von der Schwingungsform der Mittelwert der Leistung angezeigt wird. Bei Messungen über 10 µW ist das Gerät auf IMittelwertanzeige für sinus-

förmigen Spannungsverlauf geeicht.

Bearbeitungslaser hoher Leistung

Der gute Wirkungsgrad des CO₂-Hochleistungslasers „LG 106“ von Siemens ermöglicht die sehr hohe Dauerstrichleistung von 100 W im mittleren Infrarotbereich bei 10,6 µm Wellenlänge. Für das Bearbeiten von Glas, Quarzglas, Keramik, Asbest und den meisten Kunststoffen, die bei 10 µm Wellenlänge stark absorbieren, werden damit völlig neue, wirtschaftliche Möglichkeiten erschlossen. Bei niedrigen Betriebskosten hat der Laser als Werkzeug eine nahezu unbegrenzte Standzeit.

Das 100. Bildsender-Meßgestell „UMVF“

Vor kurzem wurde der Fernsehsender Gaisberg (Salzburg) in Österreich mit einem Bildsender-Meßgestell „UMVF“ ausgerüstet. Damit hat Rohde & Schwarz in 2½ Jahren 100 Meßgestelle der 2. Generation gefertigt und ausgeliefert. Alle Fernsehsendestellen der Deutschen Bundespost und viele in Norwegen, Schweden, Frankreich und Österreich arbeiten mit solchen Meßanlagen. Die

fahrbare Meßeinrichtung wird mit nur einem Stecker über ein Mehrfachkabel an den Fernsehsender angeschlossen. Dann können vom Drucktastenfeld aus alle video- und hochfrequenten Meßpunkte des Senders überwacht werden.

Weltraum-Eignungsprüfung bestanden

Die Weltraum-Eignungsprüfung der Qualifikationsmodelle und Prototypen der von AEG-Telefunken für den deutschen Forschungssatelliten „Azur“ entwickelten Sende- und Empfangseinrichtungen konnte jetzt mit Erfolg abgeschlossen werden. Die Prüfung beider Gerätegruppen erstreckte sich über einen Zeitraum von acht Wochen. Während die Qualifikationsgruppe auf die grundsätzliche Eignung der Geräte für das „Azur“-Projekt untersucht wurde, erfolgte die Prüfung der Prototyp-Gruppe auf deren Tauglichkeit für den Einbau in den Satelliten-Prototyp.

Anrufbeantworter mit Fernabfrage

Unter der Bezeichnung „Alibinota“ hat Zettler einen Anrufbeantworter auf den Markt gebracht, der eine Fernabfrage (die jetzt erstmals von der Bun-

despost zugelassen wurde) ermöglicht. Nach Durchgabe eines vorher eingestellten Codes kann der Fernsprechteilnehmer von unterwegs telefonisch abhören, wer in seiner Abwesenheit angerufen hat und was die Anrufer wollten. Die Wiedergabe wird, damit das Gerät bei vorzeitigem Auflegen nicht weiterbelegt bleibt, in Intervallen durchgeführt. Alle 30 Sekunden ist ein Kontrollton hörbar, der mit einem langgezogenen Ton, zum Beispiel „jaaa“, beantwortet werden muß.

Größtes Funktelefon der Welt

Eine drahtlose Fernsprechverbindung über eine Entfernung von mehr als 2000 km wird zur Zeit zwischen Port Pirie in Südaustralien und Northam in Westaustralien hergestellt. Über diese Kurzwellen-Telefonverbindung, die die größte und längste der Welt sein wird, können gleichzeitig 600 Telefongespräche abgewickelt werden.

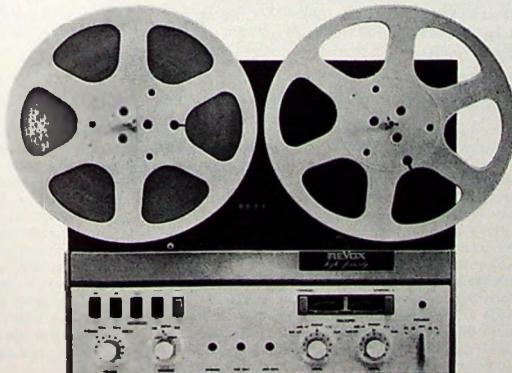
Vermessung mit Lasergeräten

Bei der kartografischen Neuaufnahme Australiens werden erstmals mit Lasern arbeitende Geräte eingesetzt. Damit lassen sich Entfernung und Höhenunterschiede noch exakter als bisher messen.

REVOX

Alle Geräte aus dem REVOX Hi-Fi Programm sind für den Dauerbetrieb konstruiert. Sie sind robust gebaut und enthalten nur Bauteile, die eine hohe Lebensdauer versprechen.

EIN JAHR GARANTIE



Die Technik ist so gewählt, dass nur wenige Teile einer mechanischen Abnutzung unterliegen. Der Aufbau der Elektronik ist absolut servicefreundlich und gestattet eine einfache und rationelle Fehlerbehebung, die sich meistens nur auf das Auswechseln einer steckbaren Druckschaltungsschaltung beschränkt. Dies sind Faktoren, wie sie in ihrer Gesamtheit nur in der professionellen Studiotechnik üblich sind. Deshalb sind auffallend viele REVOX-Geräte im professionellen Einsatz anzutreffen. Die günstigen Service-Erfahrungen haben uns bewogen, die Garantieleistungen auf ein Jahr auszudehnen. Diese Massnahme gilt auch rückwirkend für alle in der Bundesrepublik verkauften Tonbandgeräte REVOX A77. — Nur zuverlässige Hi-Fi Geräte sind auch preisgünstige Geräte . . .

Neuerscheinung



Kretzmann

Handbuch der Elektronik

Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik

Herausgeber:

Dr. Reinhard Kretzmann

Mitautoren:

Ing. Paul Gerke · Ing. Franz Kunz

A U S D E M I N H A L T

Einleitung
Bauelemente und ihre Grundschaltungen
Verstärker- und Senderöhren
Dioden und Transistoren
Leistungsgleichrichter
Thyristor
Gasentladungsröhren
Photoelektronische Bauelemente
Katodenstrahlröhre
Elektronische Bausteine und Integrierte Schaltungen
Elektronische Geräte für industrielle Zwecke
Elektronische Relais
Elektronische Zählschaltungen

Photoelektronische Einrichtungen
Schaltkreise und logische Kreise
Elektronische Zeitgeberschaltungen
Gleichspannungswandler
Wechselrichter
Transistoroszillator- und -verstärkerschaltungen
Industrielle Steuer- und Regelschaltungen
Elektronische Schweißzeitsteuerung
Hochfrequenzwärmung
Digitaltechnik in Industrieanlagen
Schlüsselwort
Schriftum / Sachwörter

529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen · Ganzt. 42,- DM

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

**VERLAG FÜR
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
1 BERLIN 52**

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

Grundig verkauft
Triumph und Adler
an Litton Industries (USA)

Die **Grundig Bank GmbH** (Alleingeschäftiger Konsul Dr. Max Grundig) hat die zu 98,4 % in ihrem Besitz befindlichen Aktien der **Triumph Werke Nürnberg AG** einschließlich der bei dieser Firma liegenden Aktien der **Adlerwerke** an die US-amerikanische Firma **Litton Industries** zu einem Preis von über 200 Mill. D-Mark verkauft. Diese Transaktion umfaßt auch die **Grundig Bürotechnik GmbH** sowie die zu diesem Bereich gehörenden Gesellschaften in den USA, Frankreich und Australien. Durch diesen Verkauf ist **Grundig** in die Lage versetzt, schon länger geplante große Bauvorhaben in Frankreich und Italien sowie die Vergrößerung der Fabriken in Nordirland und Portugal zu verwirklichen, um zu einer optimalen europa-bedingten Gruppierung zu kommen.

Preissenkung bei linearen integrierten Schaltungen

Die **Motorola Halbleiter GmbH**, Wiesbaden, hat die Preise für eine große Serie der linearen integrierten Schaltungen (hauptsächlich Operationsverstärker) erheblich gesenkt. Auch diese Preise sind nach Mengen von 1-24, 25-99 und 100-999 Stück gestaffelt. Sämtliche Typen dieser linearen integrierten Schaltungen sind sofort ab Lager lieferbar.

Stolle-Test '68

In der zur Zeit durchgeföhrten 3. Runde des **Stolle-Tests '68** wird der "automatic-Rotor" getestet. Nach langjähriger Entwicklung arbeitete Stolle als erstes europäisches Unternehmen diesen automatischen Rotor vor. Gleichzeitig schloß die Firma einen langjährigen Liefervertrag mit einem der größten amerikanischen Konzerne ab.

SGS Deutschland GmbH verlegt Firmensitz

Die **SGS Deutschland GmbH** wird bis Mitte 1969 ihren Firmensitz von Stuttgart nach Wasserburg/Inn verlegen. In Wasserburg befindet sich seit Ende 1964 das Produktionswerk der Gesellschaft, und hier wurde auch mit dem Bau eines neuen Werkes begonnen, das im August dieses Jahres die Produktion von Halbleiterbauelementen aufnahm. Diese Zentralisierung ist eine wesentliche Voraussetzung für die 1969 geplante Erweiterung der Produktionskapazität.

Eltronik tagte in Luxemburg

Vor kurzem veranstaltete die **Robert Bosch Elektronik und Photokino GmbH** in Luxemburg ihre erste Internationale Studientagung. Thema der Tagung, an der die kaufmännischen und technischen Leiter der Eltronik-Vertretungen von 12 Ländern teilnahmen, war die zukünftige Entwicklung auf dem Gebiet der Gemeinschafts- und Ortsanten-Technik.

Neue Firmenbezeichnung für Bayer-Vertriebsgesellschaft

Die **J. M. Steel & Co. Ltd.**, die auf dem britischen Markt für die weltverarbeitende Industrie Chemikalien-Produkte von **Bayer** verkauft, führt seit 1. Oktober 1968 die Bezeichnung **Bayer Chemicals Ltd.** Das Verkaufsprogramm der **Bayer Chemicals Ltd.**, die ihren Sitz in London hat, enthält unter anderem Wärmeübertragungsmittel, Elektroisolierstoffe, synthetischen Kautschuk, Kautschuk-Chemikalien, Kunststoffe sowie Kunststoffvor- und -hilfsprodukte.

Hubschrauber ergänzt Werksverkehr

Für schnelle Verbindungen zu den einzelnen Werksleitungen im süddeutschen Raum hat die **Grundig-Gruppe** jetzt einen modernen Hubschrauber vom Typ „Bell A 206 Jet Ranger“ in Dienst gestellt. Insgesamt dreizehn Landepätze bei den verschiedenen **Grundig-Werken** ermöglichen es den Führungskräften, rasch und bequem wichtige Besprechungen an Ort und Stelle durchzuführen. Auch Materialengpässe können so auf dem Luftwege beseitigt werden. Zur Verbindung mit den **Grundig-Auslandsarbeiten** in Nordirland und Portugal sowie für andere Geschäftsreisen steht außerdem schon seit längerer Zeit eine zweistrahlig Düsenmaschine „Hawker Siddeley 125“ zur Verfügung.

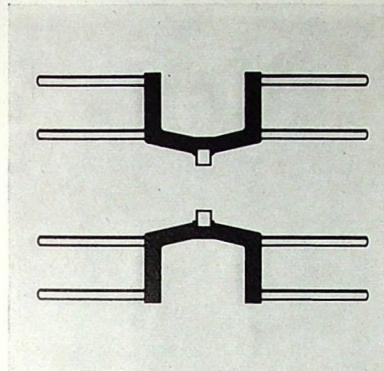
Ergänzung zum Verzeichnis der Fernsehstationen

Das technische Zentrum der **EBU** (European Broadcasting Union) in Brüssel gab jetzt die Ergänzung 13-C (Stand: 1. September 1968) zum Verzeichnis der Fernsehstationen der Europa-Zone heraus. Sie enthält die Daten von Fernsehsendern der Bundesrepublik, Österreichs, Bulgariens, Frankreichs, Ungarns, Italiens, Norwegens, der Niederlande, Schwedens, der Schweiz und der UdSSR.

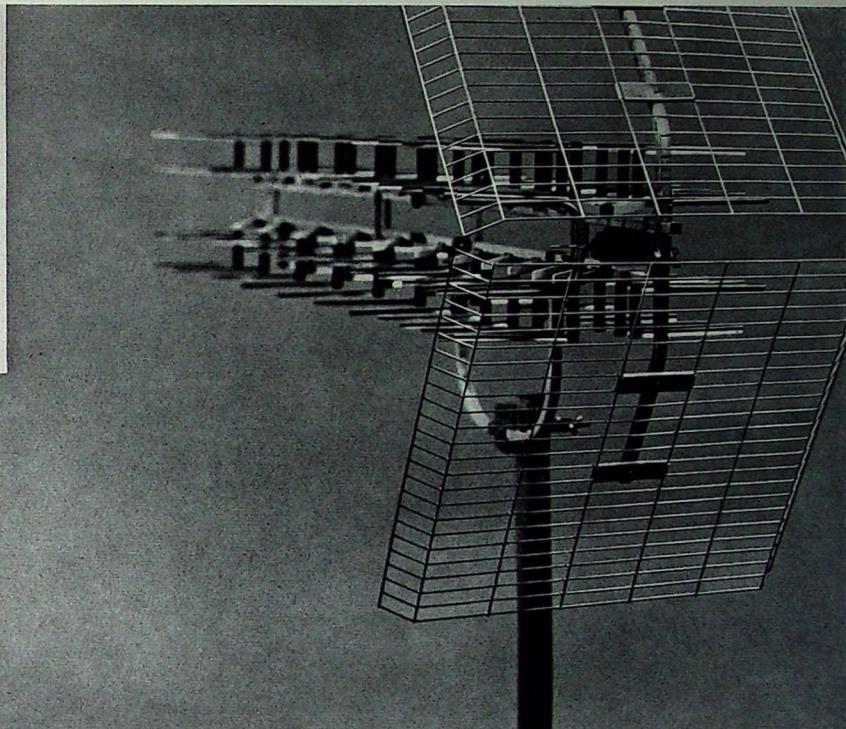
Interkama '68 ein voller Erfolg

In allen drei Teilbereichen der Interkama, die eine Fachmesse, eine technisch-wissenschaftliche Tagung und ein Instrumentenkursprogramm umfassen, wurden ausgezeichnete Ergebnisse gemeldet. Den **Interkama-Kongreß** besuchten 2480 Fachleute aus Deutschland, dem übrigen Europa und Übersee. Sie diskutierten insgesamt 56 Vorträge (16 aus dem Ausland), die in drei simultan stattfindenden Sitzungsprogrammen geboten wurden. Die fachliche Qualifikation der Besucher wurde von 88% der Aussteller mit gut oder sehr gut bewertet, und den geschäftlichen Erfolg ihrer Interkama-Beteiligung bewerteten 50% aller Aussteller mit gut oder sehr gut. Die nächste Interkama im Jahre 1971 soll bereits in den Hallen des neu gebauten Düsseldorfer Messegeländes stattfinden. Sie wird verschiedene bedeutsame Erweiterungen und Umformungen erfahren, durch die sichergestellt sein wird daß die Düsseldorfer Veranstaltung ihren hohen fachlichen Rang und ihre internationale Bedeutung steigern kann. So plant man eine Lehrschau über die mit Automatisierung in Betrieb und Labor zusammenhängenden Fragen und wird auch das Messeangebot — dem Stand der Technik angepaßt — neu ordnen.

Diamantklarer UHF-Empfang mit der gebündelten Leistung von acht Yagi-Antennen: Eltronik Ultra-8.



ELTRONIK
ULTRA-8



Ultra-kompakte Bauweise

Wo eine Yagi-Antenne mehr als 2 m, eine Vierfachantenne noch immer über 1 m lang sein muß, bringt eine Eltronik Ultra-8 schon mit nur 61 cm einen vergleichbaren Gewinn

Farbechtes Fernsehbild

Keine Farbsäume durch Reflexionen dank praktisch nebenzipfelfreier Richtcharakteristik

Kein Schnee im Bild

Mit Spitzengewinn von 17 dB rauschfreier Empfang auch bei schwierigen Empfangsverhältnissen

Keine Geisterbilder

Keine Zündfunkenstörungen

Extrem gutes Vor-Rückverhältnis bis 30 dB und besonders kleine Öffnungswinkel in beiden Ebenen ermöglichen sauberen Empfang auch unter ungünstigen Verhältnissen

Haltbare, wetterfeste Ausführung

Allseitig geschlossener Oberflächenschutz verhindert Korrosion, alterungsbeständige Kunststoffteile garantieren Stabilität

Werkzeugfreie Montage

Scharnier-Klappsystem für leichte

Montage. Eingebauter, schraubenloser Steck-Symmetriübertrager zur wahlweisen Verwendung von 240-Ohm-Leitung oder 60-Ohm-Kabel

... und nicht zuletzt:

Eltronik Ultra-8-Antennen sind umsatzaufwändig

Nur 7 Typen in drei Leistungsklassen entsprechen allen Anforderungen der Praxis. Vier der sieben Typen sind Vormast-Antennen. Alle sieben Typen kommen dem Wunsch des Verbrauchers nach dem Besonderen entgegen.

ELTRONIK
Fernsehantennen

Robert Bosch Elektronik
und Photokino GmbH

Mitglied der Bosch-Gruppe

SONY®

Qualitätsmarke mit Weltgeltung

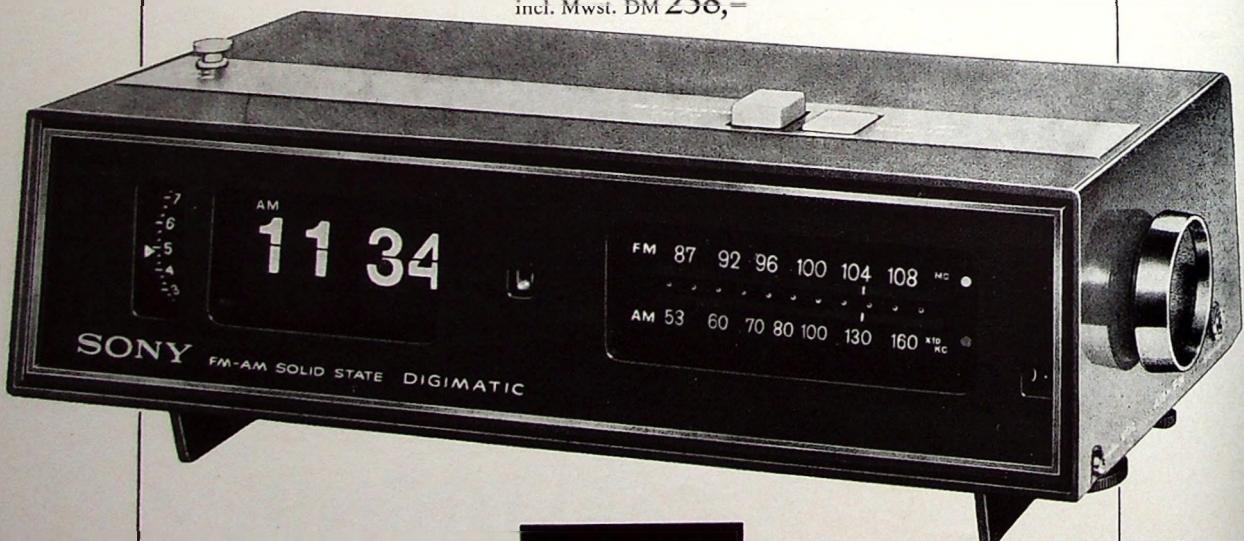
Neuer Umsatz, mehr Gewinn durch SONY DIGIMATIC

Mit der DIGIMATIC bietet SONY einen echten Verkaufs-Schlager: zu einem günstigen Preis - für eine breite Käuferschicht. Die SONY DIGIMATIC ist - ganz kurz gesagt - ein volltransistorisiertes Rundfunk-Gerät mit moderner Digital-Uhr und Schalt-Automatik. Jeder, der dieses SONY-Gerät zum ersten mal sieht (und hört!) ist begeistert von seiner Leistung. Sie werden es auch sein. Für einen brillanten Empfang auf UKW und MW sorgt modernste, ausgefeilte Transistor-Technik. Minute für Minute zeigt die Digital-Uhr die genaue Zeit. Niemals kann sie falsch gehen, denn sie läuft synchron mit der Netz-frequenz. Und die Möglichkeiten der Schalt-Automatik . . . sind verblüffend.

Einschalten einer Radio-Sendung zu einer vorgewählten Zeit? Automatisch! Wieder abschalten? Automatisch! Abschalten auch nach dem Einschlafen? Automatisch! Wecken mit Musik oder Summer? Automatisch! Und noch ein wichtiger Vorteil: Im Gegensatz zu den herkömmlichen Geräten, bei denen sich der Schaltvorgang alle 12 Stunden wiederholt, wird die Einschalt-Automatik bei SONY DIGIMATIC nur einmal innerhalb von 24 Stunden ausgelöst - wenn es gewünscht wird - Tag für Tag regelmäßig zur gleichen Zeit, ohne das Gerät neu einstellen zu müssen. Sie wollen mehr wissen?

Wir informieren Sie gern. Informieren Sie sich bald. Die Nachfrage ist groß.

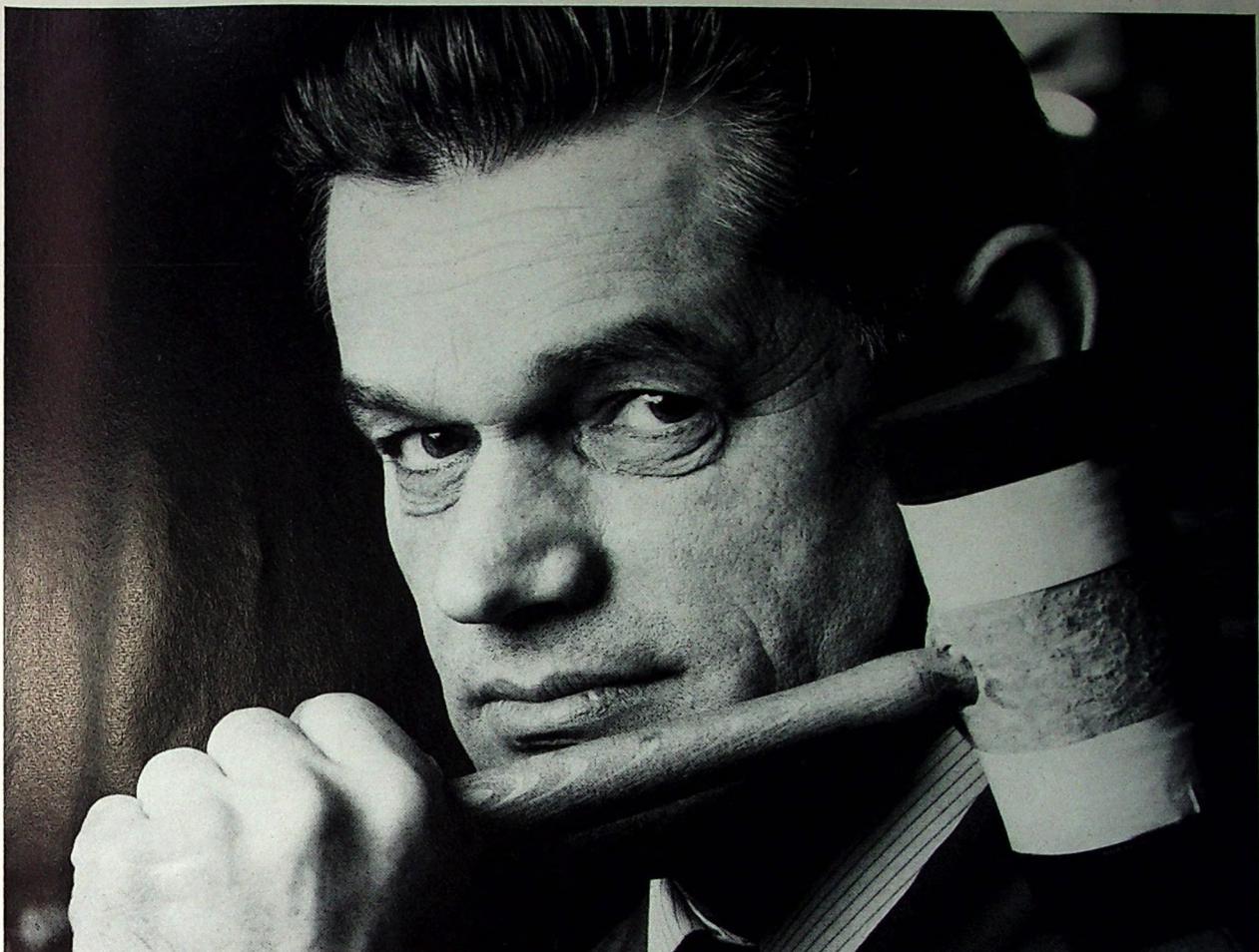
Festpreis
incl. Mwst. DM 238,-



ELAC

ELECTROACUSTIC GMBH

2300 KIEL Westring 425-429



Karl Stahl, Graetz-Werk Bochum

Jedes unserer Fernsehgeräte kommt bei ihm unter den Hammer

Wenn er auch nur einen Gummihammer hat: Manchmal kommt es trotzdem vor, daß ein Gerät seine harte Behandlung bei der Funktions- und Gehäuseprüfung nicht übersteht.

Dem Prüfer mit dem Hammer ist deswegen keiner gram. Im Gegenteil! Ein Gerät, das seine Schläge nicht aushält, verdient unsere **Prüfgarantiekarte** nicht. Und ohne Prüfgarantiekarte kommt es nie aus dem Werk. Das ist eisernes Gesetz, auf das nicht nur unser „Hammermann“ pocht. Genauso streng sind über hundert andere Prüfungen bei jedem einzelnen Fernsehgerät. Weil für uns ein Gerät erst dann perfekt ist, wenn alle Einzelteile und Funktionen ihre unbedingte Zuverlässigkeit bewiesen haben.

Darin sind wir heute besonders erbarmungslos. Wie unser **Prüfsystem**. Damit Sie und Ihre Kunden sich unbedingt auf die Qualität jedes Graetz-Gerätes verlassen können. Wir wissen: Unsere Verpflichtung heißt Qualität.

Graetz

Begriff des Vertrauens



Messen ein Vergnügen

Neu

mit dem Vielfachinstrument

METRAVO

dank der sinnfälligen Schaltung als
Vierpol

In den Leitungszug zwischen Spannungsquelle und Verbraucher wird das METRAVO mit seinen zwei Eingangs- und zwei Ausgangsklemmen (Vierpol) einfach eingeschaltet.

Durch Drehen des Meßbereichumschalters können dann unmittelbar nacheinander Strom und Spannung (und damit die Leistung) gemessen werden.

Zwei Ausführungen stehen zur Verfügung:

METRAVO 2 für den Elektroniker

27 Meßbereiche, $R_i = 10\,000\,\Omega/V$

METRAVO 3 für den Elektriker

22 Meßbereiche, $R_i = 1666\,\Omega/V$

Weitere Vorteile sind:

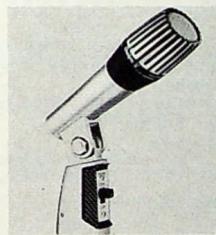
- Gemeinsame, linear geteilte A, V-Skala für alle Gleich- und Wechselstrombereiche
- Einfacher Anschluß bei kombinierter Strom-Spannungsmessung
- Umpoler für Gleichstrom
- Eingegebauter Stromwandler
- Geringer Eigenverbrauch
- Durchgangsprüfung mit optischer Anzeige
- Skalenbeleuchtung
- Zerstörungsschutz durch Schmelzsicherung



RUF:
0911/51051
FS:
06-22924

METRAWATT AG · NÜRNBERG · Schoppershofstraße 50-54

Shure Unidyne, eine Mikrophon-Familie von Weltruf, berühmt für ihre Klangqualität, geschätzt wegen ihrer Zuverlässigkeit, bevorzugt wo eine gleichmäßige Nierencharakteristik unerlässlich ist, wo Rückkopplung vermieden, Störschall ausgeblendet, Halligkeit unterdrückt werden muß.



Unidyne IV

Nimmt die Spitzenstellung innerhalb der Unidyne Serie ein und erfüllt professionelle Ansprüche. Höchste Übertragungsgüte, echte, achsensymmetrische Nierencharakteristik. Elegantes Stahlgehäuse, professionelle Cannon-Steckverbindung. Hoch- oder niederohmig anschließbar. Modell 548 als Stabmikrophon, Modell 548 S mit fest verbundenem Ständer-Kippgelenk und Ein-Aus-Schalter.



Unidyne III

Weitbekannt und überall anzutreffen wo hohe Ansprüche gestellt werden. Hervorragende Wiedergabe-eigenschaften, echte Nierencharakteristik, für die Shure bekannt ist (zur Beherrschung der gefürchteten Rückkopplung). Moderne Kompaktform. Hoch- oder niederohmig anschließbar. Modell 545 als Stabmikrophon, Modell 545 S mit fest verbundenem Ständer-Kippgelenk und Ein-Aus-Schalter.



Unidyne A

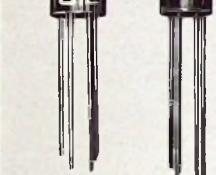
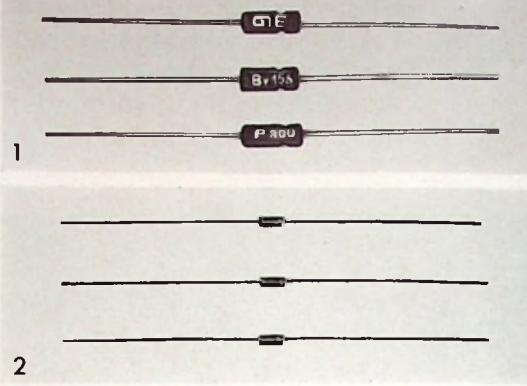
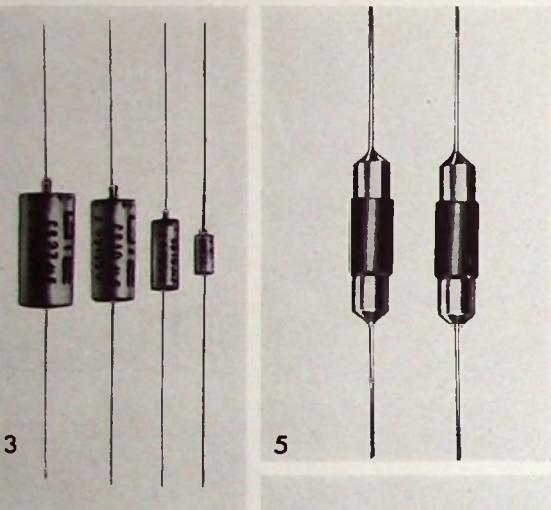
Unidyne der mittleren Preisklasse mit ausgezeichneten Leistungsdaten. Ganz besonders robust. Serie 580: Qualitätskabel fest angeschlossen. Serie 581: Qualitätskabel abnehmbar. Modelle 580 A/581 SA hochohmig, Modelle 580 SB/581 SB niederohmig. Ein-Aus-Schalter, separates Ständer-Kippgelenk.



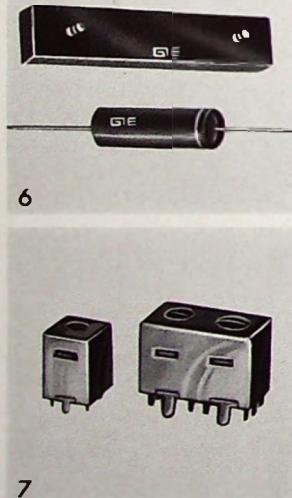
Unidyne B

Die preiswerteste Unidyne mit allen wichtigen Merkmalen der «großen» Unidynes: dieselbe prägnante Wiedergabe, Nierencharakteristik, Präzision, Robustheit und Zuverlässigkeit, jedoch ohne zusätzliche Eigenschaften, die der Flexibilität bei professioneller Verwendung dienen. Modell 515 SA hochohmig, Modell 515 SB niederohmig. Ein-Aus-Schalter. Qualitätskabel fest angeschlossen.

**GENERAL
INSTRUMENT
EUROPE**



**HALBLEITER
BAUELEMENTE VON
GENERAL INSTRUMENT EUROPE
HÖCHSTE QUALITÄT
IM EINSATZ MILLIONENFACH
BEWÄHRT**



7

- **1. SILIZIUM - GLEICHRICHTER**
"Glass - Amp" (DO 29, 1 A max., 1.000 V max).
"Glass - Amp - Junior" (DO 7, 0, 5 A max., 600 V max)
Hermetisch gekapselte Silizium-Gleichrichter und Dioden.

- **2. SILIZIUM PLANAR DIODEN**
Für schnelle Schalternwendung (DO-35, 500 mA max.,
150 V max., 2 nsec., 2 pF) - Nitrid passiviert.

- **3. TANTAL KONDENSATOREN**
Mit festem Elektrolyt. Auch bipolare Ausführung von 0,068 µF -
330 µF, von 6 - 50 V. Spezifikationen gemäss MIL-C-.

- **4. SILIZIUM - BRÜCKENGLEICHRICHTER**
Professionelle Typen: Serie W
Standardtypen: Serie BY 159
1 A max./600 V max.
Ausgangssymmetrie: 2%

- **5. HOCHSPANNUNGS - SILIZIUMGLEICHRICHTER**
Mit kurzer Verzögerungszeit.
5.000 - 6.000 V, 300 mA, 2,5 µsec.

- **6. SPEZIAL SILIZIUM - GLEICHRICHTER
BAUELEMENTE**
a) Hochspannungs - Gleichrichter bis zu 200 KV-1A.
b) Ein - und Dreiphasen Brückengleichrichter
bis zu 200 KV-1A.
c) Gleichrichter nach Kundenanforderung.

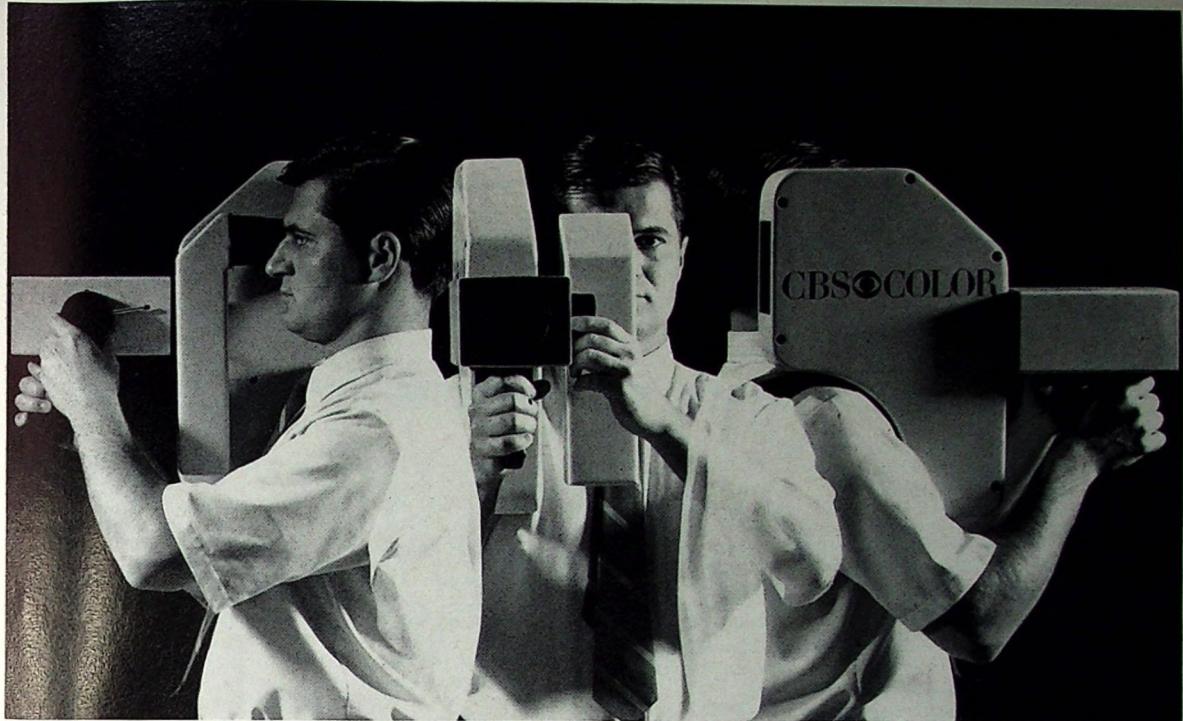
- **7. ZWISCHENFREQUENZÜBERTRÄGER
UND OSZILLATOREN**
Für transistorisierte Schaltkreise AM/FM Radio-TV,
Stereo (Masse: 7 x 7 mm, 10 x 10 mm, 15 x 15 mm).

GENERAL INSTRUMENT DEUTSCHLAND GmbH

8000 MÜNCHEN 33, Postfach 266, Tel. 0811/26.24.11 - 26 21 87, Telex 052.25.20

Technische Büros: 6000 Frankfurt/Main, Grethenweg 86 b, Tel. 0611/62.18.25, Telex 414524

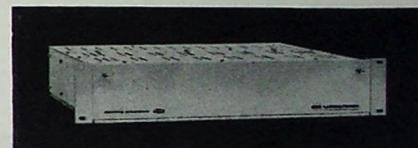
3000 Hannover-Döhren, Postfach 260167, Tel. 0511/71.93.10



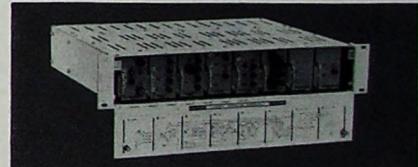
Minicam VI – eine großartige Neuerung: die Welt auf der Schulter eines Kameramannes!

Unsere kommerziellen Geräte ermöglichen Ihnen einen besseren Blick in die Welt

Eine stolze Neuerung bei den kommerziellen Geräten von CBS Laboratories ist Minicam VI, eine bemerkenswerte, tragbare Fernsehkamera, die einen besseren Blick in die Welt gestattet. Minicam VI kann überallhin mitgenommen werden: zu Lande, zu Wasser und in der Luft – und bringt Ihnen Farbbilder mit Studioqualität direkt vom Ort des Geschehens. Sie erfäßt rasche Sportabläufe und berichtet über Ereignisse dann, wenn sie sich abspielen. Minicam VI ist eben eine weitere Neuerung von CBS Laboratories, die durch Forschung, Entwicklung, Fertigung und Vertrieb die modernsten Geräte zur Verfügung gestellt haben, z. B. den Maskeraufbereiter, den Bildverstärker und Fernseh-Aufnahmewagen.



Maskeraufbereiter. Korrigiert elektronisch Farbverzerrungen. Gibt automatisch Farbtreue, ohne dem Bild Störsignale zuzufügen.



Bildverstärker. „Überfährt“ Schwächen und Fehler von Fernsehempfängern und ergibt eine erstaunliche Bildklarheit in Farbe und Schwarzweiß. Ein bemerkenswertes „Aufrosten“ genanntes Verfahren verschärft das Detail ohne Geräusch oder Nebensprechen.



Fernseh-Aufnahmewagen. Fernsehübertragung eigener Klasse. Läuft überallhin. Sieht alles. Ob mit zwei oder zwanzig Kameras – CBS Laboratories konstruiert Aufnahmewagen für Ihren Bedarf.

CBS LABORATORIES
Stamford, Connecticut. A Division of
Columbia Broadcasting System, Inc.

INTERMETALL-Distributor*) . . .

. . . ein neuer Begriff für einen neuen Vertriebsweg auf dem deutschen Halbleitermarkt.

Um unsere Kunden noch schneller zu beliefern, haben wir ein Händlernetz in 11 Städten aufgebaut.

Walter Danöhl
1 Berlin 30, Keithstraße 26
Tel. (0311) 131586 Telex 01-83208

Walter Kluxen, Werksvertretungen
2 Hamburg 1, Burchardplatz 1
Tel. (0411) 24891 Telex 02-12174

Mütron Müller & Co. KG, Rundfunkgroßhandel
28 Bremen, Bornstraße 65
Tel. (0421) 310485 Telex 02-45325

Ing. Theo Henskes (VDE)
3 Hannover-Linden 1, Badenstedter Straße 9
Tel. (0511) 440213 Telex 09-23509

Retron GmbH
34 Göttingen, Rodeweg 20
Tel. (0551) 64007-8 Telex 04-82812

Hans Hager Ing. KG
46 Dortmund, Heiliger Weg 60
Tel. (0231) 579131 Telex 08-22398

K. & H. Bürger OHG
5 Köln 1, Salierring 43
Tel. (0221) 233918 Telex 08-882650

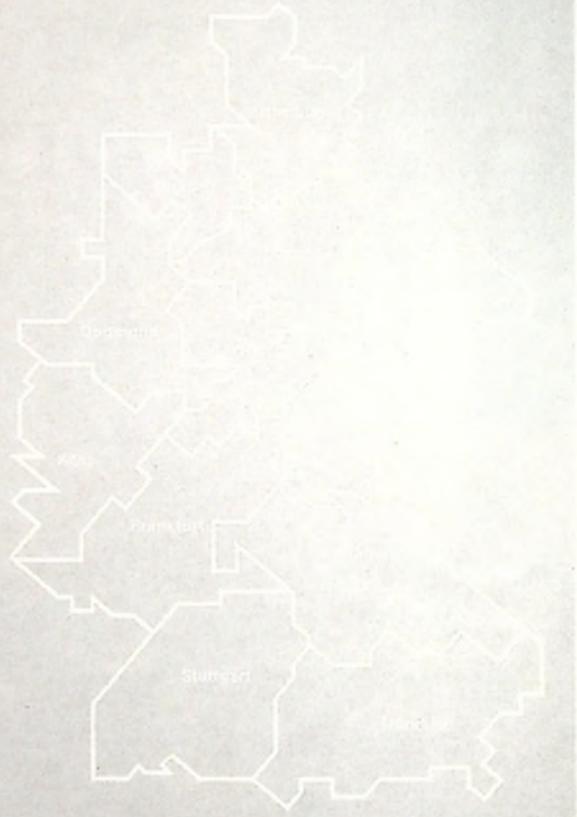
Spoerle-Electronic
6 Frankfurt 1, Gutleutstraße 7-9
Tel. (0611) 230427 Telex 04-11611

Dima-Elektronik Karl Manger KG
7 Stuttgart-Valhingen, Robert-Leicht-Straße 43
Tel. (0711) 784622/23 Telex 07-255642

Gustav Beck KG
85 Nürnberg 17, Scharnhorststraße 40
Tel. (0911) 593021 Telex 06-22334

SASCO GmbH
8 München 90, Chiemgaustraße 109
Tel. (0811) 404033 Telex 05-28004

Ein INTERMETALL-Distributor führt ständig ein umfangreiches Lager, kann demnach kleine Mengen bis 1000 Stück kurzfristig direkt liefern, ist preisgünstig und – das wichtigste – er ist in Ihrer Nähe. Nutzen Sie die Vorteile einer kurzfristigen Disposition und einer schnellen Lieferung durch den zuständigen Händler in Ihrem Gebiet.



Als unsere Vertretungen arbeiten die Bauelemente-Abteilungen in den Geschäftsstellen der Standard Elektrik Lorenz AG in Berlin, Bremen, Düsseldorf, Frankfurt, Freiburg, Hannover, München, Nürnberg und Stuttgart.

*) Verteilernetz für Halbleiterbauelemente in Westdeutschland nach weltweiter ITT-Erfahrung.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

FUNK-TECHNIK

Unternehmerische Problemstellungen in Forschung und Entwicklung

Forschung und Entwicklung sind heute für jedes Großunternehmen zwei der wichtigsten Größen in der Unternehmensführung. Der alte Satz, daß die Forschung von heute die wissenschaftlichen Grundlagen für die Entwicklung von morgen liefere, hat nichts von seiner Allgemeingültigkeit verloren. Er gewinnt in demselben Maße noch an Bedeutung, wie sich das Tempo des technischen Fortschritts auf den einzelnen Wissensgebieten erhöht. Wie ein großer Elektrokonzern die Situation heute sieht, konnte man auf einem Technischen Presse-Colloquium den Ausführungen entnehmen, die Vorstandsmitglieder der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken machten.

Der Vorsitzer des Vorstandes, Dr. rer. pol. Hans Bühler, wies darauf hin, daß der technologische Stand in der Bundesrepublik auf einigen Arbeitsgebieten — nicht zuletzt wegen der vergleichsweise geringen Forschungsaufwendungen im militärischen Bereich — nicht dem Niveau anderer Industrienationen entspreche. Inzwischen habe die Bundesregierung aber die Förderung der industriellen Forschung und Entwicklung intensiviert, insbesondere durch Förderungsprogramme für elektronische Datenverarbeitung und für die Raumfahrttechnik. Die staatliche Unterstützung findet ihren Schwerpunkt in Arbeitsgebieten, auf denen eine echte Chance besteht, an der weiteren technischen Entwicklung führend mitzuwirken.

In der Industrie sind ebenfalls Tendenzen erkennbar, durch die den Erfordernissen zur Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit auch auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung Rechnung getragen wird. Eine wesentliche Maßnahme in diesem Zusammenhang ist die Schwerpunktbildung. AEG-Telefunken hat in Anbetracht der zahlreichen Aufgaben und der schnellen technischen Entwicklung auf nahezu allen Arbeitsgebieten der Elektrotechnik und der Elektronik die Forschungsaktivitäten auf die wachstumsintensiven Arbeitsgebiete der Kernenergetik, der elektronischen Datenverarbeitung, des Farbfernsehens und der Bauelementetechnik schwerpunktmaßig ausgerichtet. Als weiterer Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit kommt die Nachrichtentechnik hinzu. Hier ist besonders die Mitarbeit in der Satelliten-technik zu erwähnen, die wegen ihrer Auswirkungen auf die anderen Arbeitsgebiete der Nachrichtentechnik von großer Bedeutung ist.

Der Schwerpunktbildung im Bereich der eigenen Forschung und Entwicklung muß die überbetriebliche — das heißt über das einzelne Unternehmen hinausgehende — Schwerpunktbildung im Forschungs- und Entwicklungsbereich folgen. Das Ausmaß und die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts stellen Anforderungen, denen das einzelne, erwerbswirtschaftlich orientierte Unternehmen nur begrenzt gerecht werden kann. Die Integration im Bereich der Technik und die damit verbundene gegenseitige Befruchtung und Abhängigkeit der einzelnen Arbeitsgebiete nimmt ständig zu. Der zeitliche Abstand zwischen wissenschaftlicher Forschungserkenntnis und technischer Verwirklichung sowie wirtschaftlicher Verwertung verringert sich laufend. Gleichzeitig vergrößern sich die Marktgebiete, in denen die Forschungsergebnisse ungehindert technisch genutzt werden.

Diese Entwicklung wird in der Zukunft tiefgreifende industrielle Umgruppierungen zur Folge haben. Der Kooperation in ihren vielschichtigen Formen kommt hierbei entscheidende Bedeutung zu. Das gilt auch für die industrielle Forschung und Entwicklung. Zu Unrecht wird bei der Beurteilung von Kooperationen der starke Einfluß des Forschungs- und Entwicklungsbereichs nicht ausreichend gewürdigt, sondern gegenüber finanziellen, fertigungstechnischen und marktwirtschaftlichen Erwägungen in den Hintergrund gedrängt.

Die zunehmende Arbeitsteilung erfordert zumindest in gleichem Maße eine Intensivierung der übergeordneten Zusammenarbeit. Dies zeigt sich auf dem Forschungs- und Entwicklungsgebiet in einem ständig steigendem Erfahrungsaustausch, zunehmender Verflechtung durch Lizenz-

abkommen sowie verstärktem Gedankenaustausch zwischen Wissenschaft und Industrie.

Eine weitere Form der Zusammenarbeit im Entwicklungsbereich ist die konsortiale Ausführung von Großaufträgen. Derartige Aufträge sind häufig wegen der mit ihnen verbundenen Entwicklungsleistungen von einem Unternehmen nicht zu bewältigen. Als Beispiele seien der Auftrag der Eurocontrol für das erste europäische Flugsicherungszentrum, an denen AEG-Telefunken beteiligt ist.

Auch der Staat unterstützt die überbetriebliche Zusammenarbeit, indem er bei der Vergabe von Forschungsaufträgen eine klare Arbeitstrennung zwischen den beteiligten Unternehmen fordert und für eine Koordinierung Sorge trägt.

Diese Formen der Kooperation reichen jedoch nicht aus, um der Komplexität der Forschungsaufgaben und dem damit verbundenen technischen und finanziellen Risiko in allen Fällen gerecht zu werden. Gerade der Bereich der Forschung und Entwicklung fordert in zunehmendem Maße noch engere Formen der Kooperation, nämlich die völlige Zusammenfassung und Abgrenzung der Aktivitäten von Unternehmen, die auf den gleichen oder verwandten Arbeitsgebieten tätig sind.

Zum Thema Forschung sagte Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Friedrich Hämerling, Vorstandsmitglied und Leiter des Bereiches Forschung und Entwicklung, unter anderem: Elektrotechnik sei nur möglich auf der Grundlage moderner naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, und der Stand der Technik sei immer eine Funktion unserer Kenntnisse naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten. Beide sind so eng verknüpft, daß es oft fraglich ist, ob der technische Fortschritt die naturwissenschaftliche Forschung oder ob deren Ergebnisse die Technik vorantreiben.

„Progress is our most important product“ lautet der Slogan der größten Elektrofirma der Welt. Wenn wir bestehen wollen, müssen Wachstum und Fortschritt — beide gehören zusammen — auch unser vornehmstes Produkt sein. Diese Aufgabenstellung zwingt, Forschung und Entwicklung zu betreuen. AEG-Telefunken wendet hierfür jährlich über 300 Mill. D-Mark auf. Dieser Betrag ist aber begrenzt durch den Zwang, die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu erhalten, so daß man über einen gewissen Prozentsatz des Umsatzes nicht hinausgehen kann.

Vom Standpunkt der deutschen Wirtschaft aus gesehen, liegt eine weitere unüberschreitbare Begrenzung in der Tatsache, daß das Reservoir geeigneter Begabungen vorgegeben ist. Man muß sich deswegen damit abfinden, daß der absolute Betrag unserer Aufwendungen für Forschung und Entwicklung immer niedriger sein wird als der unserer amerikanischen Konkurrenten. Auf der anderen Seite muß sich jedes Unternehmen aber auch den Bedingungen des Weltmarktes stellen. Konditionen, wie man sie früher nur in umstrittenen Exportmärkten antraf, sind heute auf fast allen Gebieten des Inlandsmarktes bestimmend. Auf alten Traditionen beruhende Geschäftsverbindungen und auch Preismanipulationen sind keine dauerhafte Abwehr gegen technische Überlegenheit. Es müssen deshalb Wege gesucht werden, die den Wirkungsgrad der betriebenen Forschung und Entwicklung steigern.

Dieses Ziel kann, wie Dr. Bühler bereits ausführte, einmal durch Kooperation mit anderen befriedeten Gesellschaften erreicht werden. Die zusammengeschlossenen Firmen können ihre Arbeitsgebiete abstimmen und so Parallelarbeit vermeiden. Im Austausch steht jedem Partner das Potential des anderen zur Verfügung. Bei dem Bestreben, die Effizienz von Forschung und Entwicklung zu steigern, ist aber nach wie vor die sorgfältige Planung des Einsatzes der verfügbaren Forschungskapazität für das laufende und das zu erwartende Geschäft eine der wichtigsten Aufgaben der Unternehmensführung. Dieses Problem ist komplex und permanent. Es hat alle Eigenschaften eines komplizierten Regelkreises.

Semiprofessionelle Video-Recorder

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 21, S. 805

5. Einkopfgeräte

Einkopfgeräte sind beispielsweise das Bildbandgerät „BK 100“ von Grundig, die Video-Recorder „EL 3400“ und „EL 3402“ von Philips, die Bildbandgeräte „Optacord 500“, „Optacord 600“, „Optacord 602“ und „Optacord 603 S“ von Loewe Opta sowie der Video-Recorder von Toshiba. Hier soll etwas näher auf das Philips-Gerät „EL 3400“ eingegangen werden [5, 6].

Das verwendete Videoband ist 1" breit und wird mit einer Bandgeschwindigkeit von $v_B = 19,05 \text{ cm/s}$ um die Trommeleinheit gezogen. Die Bandumschlingung beträgt 360°. Die Trommel, zwischen deren beiden Hälften

MHz und dem Synchronwert 3,0 MHz entsprechen. Das erzeugte frequenzmodulierte Signal wird einem Gegentaktverstärker zugeführt, in dem es auch eine Frequenzkorrektur erfährt.

Der FM-Modulator wird vom Ausgangssignal des Gegentaktverstärkers über einen Diskriminatoren und Regelspannungsverstärker frequenzmäßig nachgesteuert. Vom Gegentaktverstärker gelangt das FM-Signal zum rotierenden Transformator, über den die induktive Übertragung zum Videokopf erfolgt. Der rotierende Transformator besteht aus zwei flachen Ferroxcube-Kernen. Der Kern mit der Primär-

Trägerreste. Das so gewonnene BAS-Signal wird anschließend verstärkt und kann dann zur Kontrolle auf einen Monitor gegeben werden. Will man das Videosignal auf einem Fernsehempfänger betrachten, so muß es zuvor amplitudenmoduliert werden. Dieses AM-Signal wird dem Antenneneingang des Fernsehgerätes zugeführt.

5.2. Kopf-Servo des „EL 3400“

Bild 8 veranschaulicht die prinzipielle Wirkungsweise der Servosteuerung für den Videokopf mittels Wirbelstrombremse. Das Videokopfrad wird von zwei Motoren auf eine Drehzahl von etwa 3300 U/min gebracht. Durch die von einer Regelschaltung gesteuerte Wirbelstrombremse vermindert man die Drehzahl des Kopfrades auf 3000 U/min und hält diese konstant.

Bei Aufzeichnung erfolgt ein frequenz- und phasenmäßiger Vergleich zwischen dem separierten Bildsynchrongeimpuls V_{Ref} und

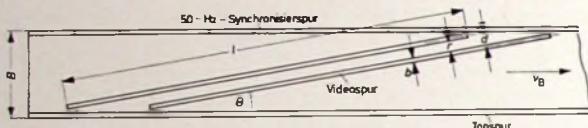
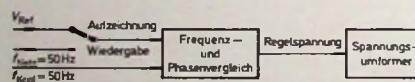


Bild 6. Spurenanordnung auf dem 1" breiten Magniband des Video-Recorders „EL 3400“

ten sich das Kopfrad mit dem Videokopf bewegt, hat 15,02 cm Durchmesser. Der Videokopf, der mit 3000 U/min (also 50 U/s) rotiert, ragt zwischen den Trommelmänteln etwa 55 µm heraus und hat somit den notwendigen Kontakt zum Band. Bei einer Kopfradumdrehung wird eine Spur (Spurbreite $b = 150 \mu\text{m}$) mit einer Länge von 500 mm unter einem Spurwinkel von $\theta = 3^\circ$ auf das Videoband geschrieben (Bild 6).

Eine Spur enthält ein Halbbild. Der Abstand von Spur zu Spur ist $d = 180 \mu\text{m}$ und der Schutzraum zwischen den Videospuren $r = 30 \mu\text{m}$. An der oberen Bandkante wird eine 50-Hz-Synchronisierspur aufgezeichnet, die bei Wiedergabe zur Nachregelung des Bandantriebs dient. An der Bandunterkante befindet sich die Tonspur. Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit v_A ist etwa



24 m/s. Die obere Grenzfrequenz beträgt 2,5 MHz und der Signal-Rausch-Abstand 40 dB. Die Speicherzeit wird vom Hersteller mit 45 min angegeben.

5.1. Videoteil des „EL 3400“

Der „EL 3400“ kann sowohl an einen Fernsehempfänger als auch an eine Fernsehkamera angeschlossen werden. Beim Anschluß an ein Fernsehgerät (Bild 7) wird mit Hilfe eines sogenannten Koppelbechers, der über die letzte ZF-Röhre geschieben wird, eine kapazitive Kopplung erreicht.

Über ein Kabel gelangt das ausgetrennte ZF-Signal zum ZF-Verstärker des Video-Recorders. Auf die Verstärkung folgt die Videogleichrichtung, so daß dann das Videosignal am Eingang des Videoverstärkers und somit zur Aufzeichnung zur Verfügung steht. Nach der Videoverstärkung erfolgt die Frequenzmodulation, wobei dem Weißwert 4,3 MHz, dem Austastwert 3,4

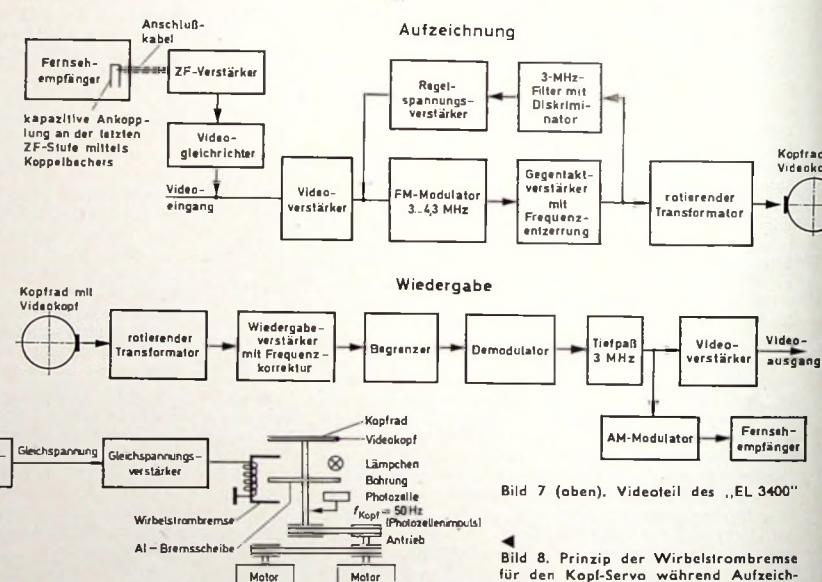


Bild 7 (oben). Videoteil des „EL 3400“

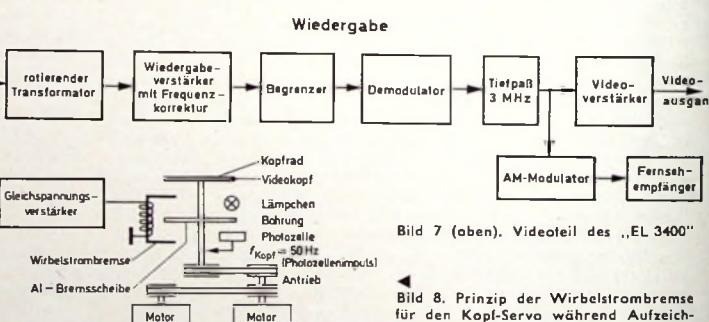


Bild 8. Prinzip der Wirbelstrombremse für den Kopf-Servo während Aufzeichnung und Wiedergabe beim „EL 3400“

wicklung steht fest, während sich der Kern mit der Sekundärwicklung auf der Achse des Videokopfrades befindet. Der Videokopf ist an die Sekundärseite dieses rotierenden Transformators angeschlossen. Vom Videokopf gelangt das Signal aufs Magnetband.

Beim Wiedergabevorgang tastet der Videokopf die Spuren auf dem Band ab (der Kopf muß genau auf Spurmitte abtasten und genau am Anfang eines jeden Halbbildes, also am Spuranfang, mit der Abtastung beginnen). Vom rotierenden Übertrager gelangt das abgetastete FM-Signal zum Wiedergabe-Verstärker, in dem eine Frequenzkorrektur vorgenommen wird. Anschließend erfolgen Begrenzung und Demodulation. Ein Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 3 MHz besitzt FM-

dem Kopfradimpuls $f_{Kopf} = 50 \text{ Hz}$. Die dabei gewonnene Regelspannung wird in eine Gleichspannung umgeformt und einem Gleichspannungsverstärker zugeführt, der die Wirbelstrombremse speist. Bei Wiedergabe vergleicht man die Netzfrequenz von 50 Hz mit der Kopfradfrequenz $f_{Kopf} = 50 \text{ Hz}$.

Da der Bild- oder Vertikalsynchronimpuls den Beginn eines jeden Halbbildes bestimmt, wird er dem aufzuzeichnenden Videosignal entnommen und dient, wie bereits erwähnt, dem Kopf-Servo als Referenzimpuls (V_{Ref}). Damit soll erreicht werden, daß die Aufzeichnung eines Halbbildes jeweils genau am Anfang einer Videospur beginnt.

Der Videokopf hat bei semiprofessionellen Video-Recordern nach jedem Kopfumlauf

in dem Augenblick keinen Kontakt mehr mit dem Magnetband, in dem das Band auf die Trommel läuft und der Videokopf von einer Spur auf die andere wechselt. Diese Informationslücke (Dauer etwa 300 µs [7]) muß, da sie nicht sichtbar werden soll, in der Bildaustastung liegen. Daher synchronisiert man auch während der Aufzeichnung mit dem Vertikalsynchronimpuls.

Das Videokopfrad ist mit der Al-Bremsscheibe starr gekuppelt (Bild 9). Am Rande dieser Al-Bremsscheibe ist eine Bohrung

zusätzlich durch 25-Hz-Impulse gesteuert, die ebenfalls von der Scheibe, die mit dem Bandtransportmotor verbunden ist, abgeleitet werden.

Da die Reibung zwischen Band und Trommel bei Einkopfgeräten größer ist als bei Zweikopfgeräten, arbeitet der Philips-Recorder „EL 3400“ mit zwei Andruckrollen für den Bandtransport. Abtast- und Banddehnungsfehler sollen dadurch auf ein Minimum verringert werden.

5.4. Philips - Neukonstruktion „EL 3402“

Der Philips-Video-Recorder „EL 3402“ (Bild 11) ist eine Weiterentwicklung des Video-Recorders „EL 3400“. Dieses Gerät ist transistorbestückt und hat nicht mehr die 360°-Omega-, sondern die 360°-Alpha-Bandführung. Der Frequenzbereich konnte auf 3,3 MHz erweitert werden [8]. Die Speicherzeit beträgt 70 min. Im Gegensatz zum „EL 3400“ wird beim „EL 3402“ die Synchronisierspur (1 mm breit) am unteren

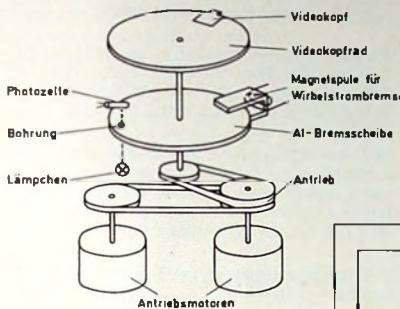


Bild 9. Koplantrieb des „EL 3400“

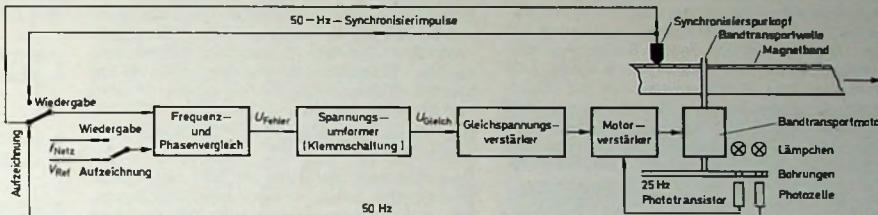


Bild 10. Band-Servosteuerung des „EL 3400“

angebracht, durch die das Licht eines Lämpchens auf eine Photozelle fällt. Die Al-Bremsscheibe rotiert zwischen diesem Lämpchen und der Photozelle. Bei jeder Umdrehung der Al-Bremsscheibe wird ein Photozellenimpuls erzeugt, der dem Servokreis zugeführt wird. Diese Impulse geben über die Geschwindigkeit und die jeweilige Lage des Videokopfes Aufschluß. Sobald sich die Kopfradgeschwindigkeit ändert, ändert sich auch die Frequenz der Photozellenimpulse. Bei Abweichungen vom Sollwert wird durch einen frequenz- und phasenmäßigen Vergleich eine Regelspannung erzeugt, die der Wirbelstrombremse zugeführt wird, so daß eine entsprechende Nachsteuerung des Videokopfrades erfolgen kann. Sinkt die Drehzahl des Kopfrades, so verringert sich der Bremsstrom; wird die Drehzahl größer, so nimmt der Bremsstrom zu.

5.3. Band-Servo des „EL 3400“

Das Servosystem für den Bandtransportmotor ähnelt der Servoregelung des Videokopfes. Allerdings wird hierbei nicht das Wirbelstromprinzip angewendet. Der Motor für den Bandtransport läuft sowohl bei der Aufzeichnung als auch bei der Wiedergabe mit 375 U/min (6,25 U/s).

Der Servoregelkreis sorgt dafür, daß diese Drehzahl konstant gehalten wird. Das erfolgt durch eine Reihe von Vergleichen (Bild 10). Beim Aufzeichnungsvorgang werden die vom eingehenden BAS-Signal abgetrennten Vertikalsynchronimpulse (V_{Ref}) von 50 Hz auf dem oberen Bandrand aufgezeichnet. Zur Nachsteuerung des Bandtransportmotors dient ein Frequenz- und Phasenvergleich zwischen V_{Ref} und dem 50-Hz-Photozellenimpuls.

Bei der Wiedergabe werden die Synchronisierimpulse vom Band mit netzfrequenten 50-Hz-Impulsen, die als Referenz dienen, verglichen. Der Motorverstärker wird noch

Bandrand und die Tonspur (0,7 mm breit) am oberen Bandrand aufgezeichnet. Das Problem, Bänder auszutauschen, konnte bei diesem neuen Gerätetyp durch Einengung der Fertigungstoleranzen und Neukonstruktion des Kopf- und Bandantriebs erfolgreich gelöst werden.

Dieser semiprofessionelle Video-Recorder hat nur noch zwei Motoren, und zwar je



Bild 11. Semiprofessioneller Video-Recorder „EL 3402“ von Philips

einen Asynchronmotor für den Bandtransport und den Kopfantrieb. Es konnten also die beiden Motoren für den Abwickel- und Aufwickelvorgang eingespart werden. Mit dem neuen Gerät sind auch Standbild- und Zeitlupenwiedergabe möglich. Außerdem lassen sich mit dem Farbzusatz „EL 1801“ auch Farbbilder aufzeichnen.

5.5. Loewe Opta-Geräte „Optacord 602“ und „Optacord 603 S“

Loewe Opta brachte ebenfalls zwei neue Video-Recorder auf den Markt. Diese Einkopfgeräte sind mit Hilfe eines Farb adaptors farbtüchtig und ermöglichen Standbildwiedergabe und (beim „Optacord 603 S“) Zeitlupenwiedergabe.

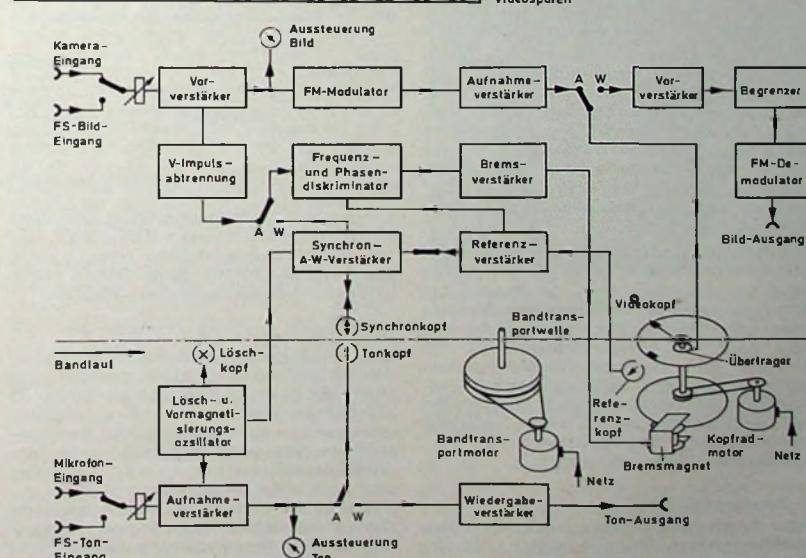


Bild 13. Blockschaltung des Video-, Ton- und Servovoteils des „Optacord 602“ und des „Optacord 603 S“

Beim „Optacord 602“ ist in Stellung „Umspulen“ eine Standbildwiedergabe bei stillstehendem Band möglich. Das „Optacord 603 S“ lässt sich dagegen nicht nur zur Standbildwiedergabe (automatische Einstellung und Weiterschaltung des Standbildes), sondern auch für Zeitlupenwiedergabe bei reduzierter Bandgeschwindigkeit verwenden. Es können zwei Bandgeschwindigkeiten eingestellt werden, und zwar 15,22 cm/s für Eigenwiedergabe und 21,25 cm/s, falls ein Bandtausch zwischen den beiden Typen „Optacord 602“ und „Optacord 603 S“ vorgenommen wird.

Besonders interessant ist die Lage der Synchronisier- und Tonspur, die in den Zwischenräumen der Videospuren angeordnet sind (Bild 12). Beide Spuren verlaufen etwa in der Mitte des Bandes. Da die Videospuren zuletzt aufgezeichnet werden, sind die Synchronisier- und Tonspur im Bereich der Videospuren gedämpft. In den Zwischenräumen der Videospuren bleibt für die einwandfreie Wiedergabe der Ton- und Synchronisierspur noch ein ausreichender ungedämpfter Anteil erhalten. Diese Art der Spurenanordnung hat den Vorteil, daß die volle Breite des Magnetbandes für die Videospuren ausgenutzt wird [9]. Das Band umschlingt die Kopftrömmel alpha-förmig. Der Spurwinkel θ ist etwa 4° . Die Videospuren sind rund 380 mm lang und haben eine Breite von 150 μm . Der Zwischenraum zwischen den Videospuren ist 50 μm . Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit beträgt 19 m/s. Die Geschwindigkeit des Bandtransports ist, wie bereits erwähnt, umschaltbar. Das Blockschaltbild (Bild 13) gibt einen Überblick

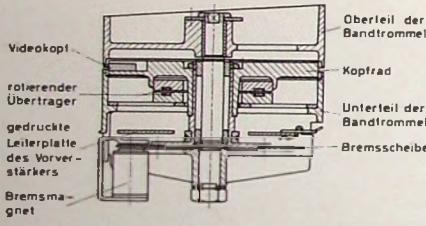


Bild 14. Schematische Darstellung der Bandtrommel der Loewe Opta-Video-Recorder

über den Video-, Ton- und Servoteil der Loewe Opta-Geräte. Das Videosignal wird frequenzmoduliert und gelangt bei der Aufzeichnung über einen rotierenden Übertrager (Bild 14) zum Videokopf. Bei der Wiedergabe wird das vom Videokopf abgetastete Signal über Vorverstärker, Begrenzer und FM-Demodulator dem Bild-Ausgang zugeführt.

Das Kopfrad wird mit einer Wirbelstrombremse nachgeregelt. Zum Bandtransport dient ein Synchronmotor, der sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Wiedergabe vom Netz gespeist wird. Außerdem sind noch ein Asynchronmotor für das Kopfrad und zwei Wirbelstrommotoren für den Ab- und Aufwickelantrieb vorhanden. Das „Optacord 603 S“ hat wegen der Zeitlupenwiedergabe noch zusätzlich einen zweiten Synchronmotor für eine langsamere Bandgeschwindigkeit.

6. Zweikopfgeräte

Eine Reihe von Geräten arbeitet nach dem Zweikopfprinzip. Zum Beispiel sind die semiprofessionellen Video-Recorder von Ampex („VR 650“, „VR 660“), Blaupunkt



Bild 15. Bildaufzeichnungsgerät „MF 300“ von Graetz

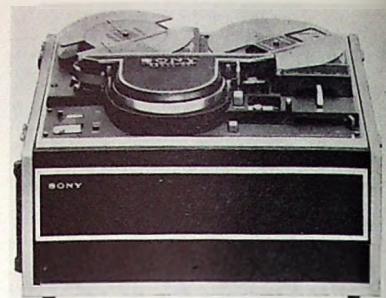


Bild 16. Video-Recorder „CV 2100 CE“ von Sony

(„BG 3001“), Graetz („MF 300“, Bild 15), Grundig („BK 200“) und der größte Teil der Sony-Video-Recorder (Bild 16) mit zwei Videoköpfen ausgestattet. Etwas näher soll hier das Ampex-Gerät „VR 650“ behandelt werden [10], das für die 625-Zeilen-Norm und 50 Hz Netzfrequenz bestimmt ist („VR 660“ für 525-Zeilen-Norm und 60 Hz Netzfrequenz).

Bild 17 gibt einen Überblick über die Spurenanordnung des Ampex-Video-Recorders „VR 650“. Auf dem 2“ breiten, längsorientierten Magnetband werden die 190 μm breiten Videospuren unter einem Winkel von 9° aufgezeichnet.

Das Band umschlingt die Trommel mit einem Winkel von 360° .

Das Kopfrad, das die um 180° versetzten Videoköpfe trägt, rotiert mit 1500 U/min. Die Bandtrommel hat einen Durchmesser von 17,78 cm. Die Videoköpfe ragen etwas über die Bandtrommel heraus. Ihre Spaltbreite beträgt 1,5 μm (Resonanzfrequenz 7 MHz). Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit ist $v_A = 16,51 \text{ m/s}$, die Bandgeschwindigkeit ist $v_B = 10,4 \text{ cm/s}$ beim „VR 650“ und 9,4 cm/s beim „VR 660“. Eine Speicherzeit von 3 Stunden („VR 650“) beziehungsweise

stärker den Videoköpfen zugeführt. Die Frequenzen für die Videopegel sind 4,7 MHz für den Weißwert, 3,75 MHz für den Austastwert und 3,4 MHz für den Synchronwert.

Bei der Wiedergabe tasten die beiden Videoköpfe die Spuren ab. Die vom Magnetband gewonnene FM-Information durchläuft einen Vorverstärker, und dann werden die beiden Kopfsignale in einem Dio-

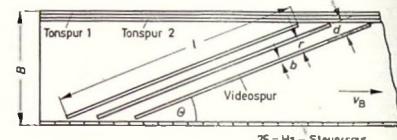


Bild 17. Spurenanordnung auf dem 2“ breiten Magnetband beim Ampex-Gerät „VR 650“ ($B = 50,8 \text{ mm}$, $b = 190 \text{ mm}$, $d = 246 \mu\text{m}$, $l = 320 \text{ mm}$, $r = 56 \mu\text{m}$, $\theta = 9^\circ$, $\phi_B = 10,4 \text{ cm/s}$)

denschalter richtig zusammengeschaltet. Nach einer Frequenzgangentzerrung erfolgen Begrenzung (fünfstufiger Diodenbegrenzer) und Demodulation (Zähldiskriminator). Das demodulierte BAS-Signal

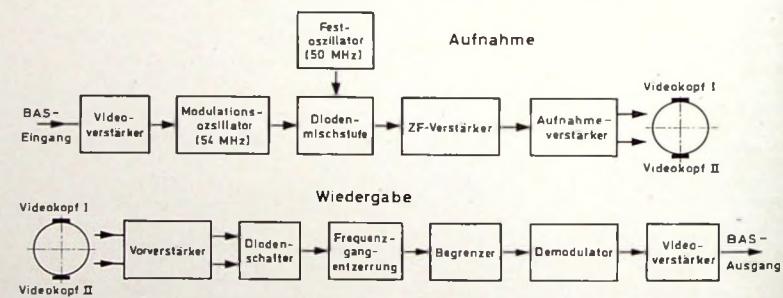


Bild 18. Videoteil des Video-Recorders „VR 650“

5 Stunden („VR 660“) ist möglich. Die obere Grenzfrequenz liegt bei 3 MHz + 3 dB, und der Signal-Rausch-Abstand erreicht einen Wert von 40 dB. Mit diesem Gerät lassen sich auch stehende Bilder wiedergeben.

6.1. Videoteil des „VR 650“

Das ankommende BAS-Signal erhält bei der Aufzeichnung (Bild 18) zunächst eine Preemphasis auf 0,5 MHz und wird dann im Videoverstärker verstärkt. Darauf schließen sich eine Schwarzsteuerung und eine einstellbare Weißwertbegrenzung an. Im Modulationsoscillator erfolgt die Frequenzmodulation des 54-MHz-Trägers durch das Videosignal mit einer Kapazitätsdiode. Dieses FM-Signal gelangt zur Diodenmischstufe, die ein 50-MHz-Festoszillator speist. Das Mischprodukt wird dann über den ZF-Verstärker und den Aufnahmeverstärker

wird, nachdem es einen Tiefpass durchlaufen hat, im Videoverstärker verstärkt, so daß das Ausgangssignal einen Wert von 1 V_{SS} hat. (Schluß folgt)

Weiteres Schriftum

- [5] Philips-Service-Schrift für „EL 3400“
- [6] „video-recorder 3400“ – Ein neues Gerät für die magnetische Bildaufzeichnung. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 18, S. 652
- [7] Hopf, J.: Die Einzelbild- und Zeitlupenwiedergabe bei Videoaufzeichnungen. Radio Mentor Bd. 32 (1966) Nr. 12, S. 900 bis 994
- [8] Nehls, U.: Video-Recorder Philips EL 3402. Philips Audio Video Technik (1968) Nr. 58, S. 40-41
- [9] Loewe Opta-Service-Schriften für „Optacord 602“ und „Optacord 603 S“
- [10] Ampex Operation and Maintenance Manual VR 650

Integrierte Schaltungen — eine Voraussetzung für die Elektronik der Zukunft

Ende 1960 entstand bei AEG-Telefunken eine Expertise über die Bedeutung der damals in den USA und Japan aufkommenden Techniken der Mikrominiaturisierung. Es dürfte interessant sein, die wesentlichen Aussagen jener Untersuchung heute zu überprüfen. Das Ergebnis mehrerer Studienreisen in diese Länder wurde seinerzeit wie folgt zusammengefaßt:

„Solange es naturgemäß voluminöse Lautsprecher, Mikrotelefone, Bildröhren, handbediente Bedienungs- und Regelelemente im weitesten Sinne, mechanische Antriebe, bemerkenswerte Leistungen für Schall- und Radiowellen gibt und ein normales Verhältnis Preis zu Leistung Gültigkeit hat, ist die extreme Miniaturisierung — abgesehen von Spezialfällen — nicht von beunruhigender Dringlichkeit.“

Erst wenn

- die obigen Attribute abgelöst werden,
- die Forderung nach höchster Zuverlässigkeit erheblichen redundanten Aufwand erzwingt,
- die Bedienung durch Automatik (Steuern, Regeln) ersetzt wird und
- die hier im weitesten Sinne aufzufassende Vermittlungs- und Übertragungstechnik digitale Prägung erhält,

ist die extreme Miniaturisierung sinnvoll anwendbar. Es muß angenommen werden, daß diese Entwicklung fünf bis zehn Jahre dauert, wenn sie überhaupt in dieser Konsequenz zu erwarten ist. Dagegen ist das Problem der Zuverlässigkeit (reliability) dem Miniaturisierungsproblem mindestens ebenbürtig und schon heute dringlich. Eine Technik, die miniaturisiert, ohne das Problem der Zuverlässigkeit entscheidend zu verbessern, hat bei größeren verknüpften Systemen, wie sie zu erwarten sind, keine Zukunft. Die Miniaturisierung soll damit in ihrer Bedeutung nicht geschmälerter werden; sie kann der allein entscheidende Effekt sein, der völlig neue Anwendungsmöglichkeiten der Elektronik erschließt.“

Die Kernpunkte der damaligen Aussage waren also:

1. Zuverlässigkeitsssteigerung — sofort;
2. Verkleinerung — dann wichtig, wenn unsere Systeme in fünf bis zehn Jahren größer werden und digitale Prägung erhalten;
3. Techniken, die mit der Verkleinerung die Zuverlässigkeit nicht steigern, haben keine Zukunft;
4. Verkleinerung und Zuverlässigkeitsssteigerung kosten Geld.

Die hieraus resultierende Empfehlung für AEG-Telefunken, bestimmte Mikromodulsysteme, die in den USA und Japan entwickelt wurden, nicht aufzugreifen, war richtig. Diese Techniken wurden später anderenorts eingestellt, weil sie die Zuverlässigkeit nicht verbesserten. In unserem Hause wurde dagegen an der Dickfilm- und der Dünnfilmtechnik sowie insbesondere im Bereich der monolithischen Technik gearbeitet.

Vortrag von Dr.-Ing. Enno Koch, stellvertretendes Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereichs Bauelemente von AEG-Telefunken, auf dem Technischen Presse-Colloquium (TPC) 1968

Wir wissen heute, daß der Inhalt unserer Prognose von 1960 sachlich und zeitlich im wesentlichen eingetroffen ist. Nur eines war grundfalsch: Heute — aber noch nicht lange — ist bekannt, daß Verkleinerung und Zuverlässigkeitsssteigerung nicht teurer sein müssen als das schaltungstechnische Äquivalent mit diskreten Bauelementen. Im Gegenteil: In der breiten Anwendung wird eine Kosteneinsparung erzielt.

Seinerzeit — also in den fünfziger Jahren — kam der Begriff „Mikrominiaturisierung“ im Zusammenhang mit Aufgabenstellungen auf, bei denen die Verkleinerung im Vordergrund stand. Man denke zum Beispiel an die Sprechfunkstation im Helm eines Soldaten oder an die Elektronik eines Satelliten. Allgemein herrschte die Auffassung, Miniaturisierung sei sehr teuer. Man erkannte aber damals schon, daß der Zuverlässigkeit steigende Bedeutung zukommen werde — vielleicht nicht so sehr im Hinblick auf die Komplexität der Anlagen und die damit wachsende Anzahl der Bauelemente, sondern weil man beispielsweise einen Satelliten im Weltraum nicht reparieren oder weil die Reparatur eines Atlantik-Fernsprechkabels Wochen dauern kann.

Schlüsselstellung der Integration

Inzwischen haben sich die Motive im Rahmen neuer Aufgaben und der bei ihrer Lösung gewonnenen neuen Erkenntnisse verschoben. Die Bedeutung der drei Begriffe Verkleinerung, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit hat sich gewandelt; sie sind heute untrennbar verknüpft über die Technologie der Integration.

Verkleinerung

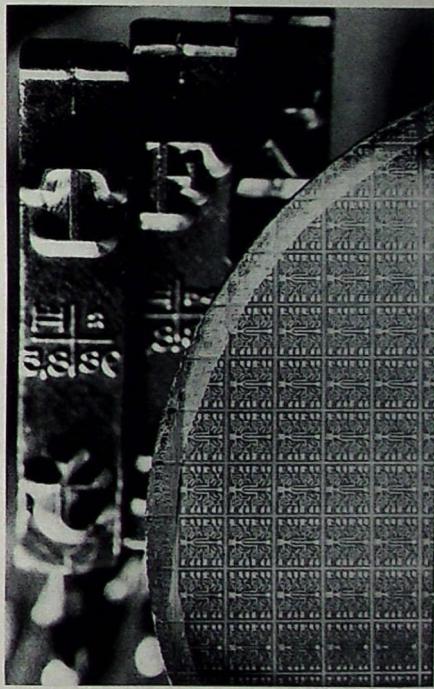
Die Verkleinerungserfolge lassen sich am Beispiel des monolithischen Schaltkreises sehr leicht verstehen. Der normale Silizium-Planartransistor benötigt wegen der geforderten R- und C-Verhältnisse Kleinstabmessungen, insbesondere wenn er für höhere Frequenzen bestimmt ist. Er belegt nur eine Fläche von $1/400 \text{ mm}^2$. Beim Einzelement, also dem Transistor, muß aber mit Rücksicht auf die Handhabung in der weiteren Verarbeitung eine Kristallgröße von etwa $1/4 \text{ mm}^2$ vorgesehen werden. Es wird demnach schon bei diesem kleinen Objekt ein Faktor 100 verschenkt. Nimmt man die Umhüllung hinzu, wächst der Faktor auf 1000 und mehr. Eine Volumenbetrachtung erhöht den Faktor auf etwa 100 000.

Ein integrierter Schaltkreis mit vielen Transistoren, Dioden und Widerständen entsteht durch die unmittelbare Nachbarschaft der Einzelobjekte im selben Kristall. Die Flächenausnutzung erhöht sich damit außerordentlich, so daß ein ganzer Schaltkreis auch nur ungefähr die gleiche Kristallgröße wie ein Transistor benötigt. Man kann sagen, daß ein bestimmter Schaltkreis mit Rücksicht auf die gewünschten elektrischen Eigenschaften nicht größer sein darf. Auch bei diesen Schaltkreisen wird immer noch der größere Teil der Fläche für die nach außen zu führende Verdrahtung benötigt. Die Gehäuse solcher Schaltkreise — sie sind genormt — haben wiederum einen „Verschwendungs faktor“ von weit mehr als 100. An Beispielen wird

noch zu zeigen sein, wie unumgänglich die Weiterentwicklung der Integration und damit die weitere Verkleinerung ist.

Zuverlässigkeit

Zur Zuverlässigkeit sei folgendes bemerkt: Es ist bekannt, daß Bauelemente, auf einer kleinen Fläche vereinigt und mit gleicher Entstehungsgeschichte in der Fertigung, zuverlässiger sind als die Zusammenfügung diskreter Bauelemente gleicher Anzahl mit vollkommen verschiedener Herstellungsgeschichte. Ausschlaggebend aber ist, daß die Verbindungen der Bauelemente untereinander im Falle des integrierten Schaltkreises mit dünnen Schichten unter Bedingungen gefertigt werden, die von keiner anderen Verdrahtungsmethode in ihrer Zuverlässigkeit erreicht werden. Die Planartechnologie gestattet darüber hinaus, alles mit der extrem widerstandsfähigen Quarzschiicht Silizium-



Scheibenausschnitt einer integrierten Schaltung der DTLZ-Familie (Dioden-Transistor-Logik mit Z-Dioden) von AEG-Telefunken im Größenvergleich zu normalen Schreibmaschinentypen

oxid abzudecken. Die Integration steigert die Lebenserwartung um 1 bis 2 Größenordnungen.

Wirtschaftlichkeit

Nun zur Wirtschaftlichkeit und zum Preis: Der integrierte Schaltkreis vereinigt eine große Anzahl von Bauelementen in sich; sie werden sozusagen gleichzeitig „im Vielfach“ hergestellt. Das Verfahren an sich ist Rationalisierung mit höchster Potenz.

Im Vordergrund der Produktion steht das Problem der Ausbeute mit seinem beherrschenden Einfluß auf den Preis. Man hat hier große Fortschritte gemacht.

Das Ergebnis ist hinreichend beschrieben mit der Feststellung, daß der Standard-Flip-Flop des Telefunken-Rechners „TR 4“ erheblich teurer ist als der integrierte Flip-Flop des Telefunken-Rechners „TR 400“, der darüber hinaus elektrisch bemerkenswert leistungsfähiger ist. Noch beweiskräftiger ist ein weiteres Beispiel: Der lineare integrierte Schaltkreis erobert sich das Gebiet der Rundfunk- und Fernsehgeräte – also den Konsumssektor. Miniaturisierung ist hier eigentlich nicht gefragt, aber es geht sehr wohl um die Kosten. Die Zuverlässigkeitsteigerung wird ohne Honorierung gern akzeptiert.

Man erkennt, daß der integrierte Schaltkreis Verkleinerung, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit zu einer echten Trilogie verknüpft. Jeder der drei Begriffe zieht die anderen beiden automatisch nach sich. Diese Feststellung ist sehr bedeutend und keineswegs alt. Eine gleich günstige Parallele in der Technik ist selten.

Wachsende Bedeutung der Bauelemente in der Elektronik

Der integrierte Schaltkreis ist damit zweifels sehr attraktiv. Ist er aber eine entscheidende Voraussetzung für die Leistungen der Elektronik in Gegenwart und Zukunft? Die Antwort sollen allgemeine Bemerkungen und einige Beispiele aus der Rechner-, Übertragungs- und Vermittlungstechnik geben.

Wie entwickelt sich die Elektronik allgemein gesehen, und was verbindet sich damit zwangsläufig? – Wir wissen, daß die Systeme immer komplexer werden und daß sich damit ihr Verantwortungsbereich ständig vergrößert. Die Anzahl der Bauelemente wächst in früher unvorstellbarem Maße. Die Zuverlässigkeit wird zum beherrschenden Problem. Immer schneller und leistungsfähiger müssen die Systeme werden. Damit steigt die innere Abwicklungsrate außerordentlich an. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Strom und Spannung setzt bereits heute Grenzen. Diese Feststellung ist bedeutsam für den Wandel der Verkleinerungsmotive. Die Elektronik bietet Wege, die Störanfälligkeit einer Nachricht zu beseitigen und ihre Geheimhaltung zu sichern. Auf weiten Gebieten wird die Elektromechanik abgelöst. Die Digitalisierung erfaßt alle Gebiete.

Rechnertechnik

Der vor 1960 entwickelte Rechner „TR 4“, seinerzeit ein Großrechner, arbeitet mit einer Taktfrequenz von 2 MHz. Er wurde mit diskreten Bauelementen aufgebaut und erreichte für die damalige Zeit eine sehr hohe Bauelementendichte (600 Bauelemente je Liter). Die Taktfrequenz 2 MHz erfordert, daß der Rechner zentral mit einer Impulsbreite von 100 ns gesteuert wird. Die in solchen Anlagen realisierbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit beträgt rund zwei Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Die Impulsbreite 100 ns bedeutet bei dieser Ausbreitungsgeschwindigkeit eine Länge von 20 m. Man erkennt, daß sich bei der räumlichen Ausdehnung des Rechners „TR 4“ (etwa 5 m) bereits Grenzen abzeichnen. Man kann sagen, daß die „Impulsbreite“ von 20 m die maximale Leitungslänge in diesem Rechner noch mit Sicherheit überdeckt und daß damit der Synchronismus gewährleistet ist.

Der heutige Rechner „TR 400“ mit 15facher Leistung und zehnmal höherer Bauelementenzahl hat wegen der höheren Taktfrequenz eine Impulsbreite von 25 ns, das heißt, die Impulsbreite liegt bei 5 m. Ein Aufbau mit diskreten Bauelementen wäre bei der sich dann ergebenden räumlichen Ausdehnung nicht mehr möglich. Die erforderlichen Leitungslängen würden die Impulsbreite übersteigen. Hier hilft nur die integrierte Schaltung weiter; die Bauelemente rücken näher aneinander und komprimieren den Rechner. Der kürzere Impuls läuft auf wesentlich kürzeren Leitungen.

Die noch leistungsfähigeren Rechner der Zukunft werden eine weitere Erhöhung der Frequenz und der Anzahl der Bauelemente bringen. Diese Aufgabenstellung erfordert den nächsten Schritt in der Integration, nämlich die Zusammenfassung von Schaltkreisen jetziger Prägung zu kompletten Werkern oder Teilwerken eines Rechners in einem Kristall. Man weiß, daß der Gesamtrechner der Zukunft volumenmäßig nicht viel kleiner werden wird als der heutige „TR 400“. Diese Rechner werden asynchron arbeiten müssen, zwar mit einem zentralen Takt, aber die einzelnen Rechenwerke kleinerer räumlicher Ausdehnung jedoch sozusagen im Freilauf mit einer ihnen zumutbaren, weit höheren Frequenz. Sie fügen sich in den zentralen Takt dann wieder ein, wenn die Beendigung ihrer Arbeit durch eine Fertigmeldung registriert wird. Das Ziel ist, mit Impulsbreiten von 25 cm in diesen Teilwerken arbeiten zu können. Die Weiterentwicklung der Technik der integrierten Schaltungen in Richtung auf höhere Integrationsgrade ist hierzu die Voraussetzung.

Nachrichtenübertragungstechnik

Ein Beispiel aus der Nachrichtenübertragungstechnik zeigt ebenfalls, daß die innere Frequenz und die Anzahl der Bauelemente stetig wachsen. Die immer stärkere Bündelung von Nachrichten auf neuen Übertragungswegen führt dazu, die klassischen Seitenband-Modulationssysteme zu verlassen und Modulationsarten zu wählen, die die Nachricht bei der Übertragung in weitestem Sinne störungsfähig machen. Es ist bekannt, daß die Puls-Code-Modulation (PCM) die sicherste Modulationsart in diesem Sinne ist. Die Nachricht wird durch Impulse in codierter Form dargestellt, sie wird also digitalisiert. Ein 12-Kanal-System, durch PCM digitalisiert, steigert die Frequenz um den Faktor 20 auf 1 MHz. Eine durch Impulse dargestellte Nachricht birgt alle Voraussetzungen zur Verschlüsselung in sich. Macht man hiervon Gebrauch, so steigt sich die interne Abwicklungsrate auf 10 MHz. Impulsdauern von nur einigen Metern treten auf. Die Bauelementenzahl steigt sich bei der Puls-Code-Modulation ohne Verschlüsselung für obiges Beispiel um den Faktor 5; der Bedarf an Halbleitern steigt um den Faktor 30. Es liegt auf der Hand, daß bei der Zusammenführung großer Nachrichtenbündel die Zuverlässigkeit gar nicht hoch genug getrieben werden kann.

Vermittlungstechnik

Auf dem Gebiet der Vermittlungstechnik verläßt man die elektromechanische Basis und geht zu elektronischen Vermittlungen über. Ein wesentlicher Schritt hierbei ist, daß bis zu 30 000 Anschlußeinheiten (Teilnehmer) zentral durch einen „Markierer“ bedient und gesteuert werden. Von einer Steigerung der Bauelementenzahl sollte

man hier nicht sprechen, da ja die elektromagnetische Vermittlung in diesem Sinne keine Bauelemente mehr hat. Ein Markierer besteht aus etwa 100 000 Bauelementen und hat große Ähnlichkeit mit einem Digitalrechner. Seine innere Abwicklungsrate ist rund 1 MHz. Beim Markierer gewinnt das Problem der Zuverlässigkeit ganz besondere Bedeutung. Eine Störung würde die Vermittlung von bis zu 30 000 Anschlüssen lahmlegen. Es wird daher stets ein Ersatzmarkierer vorgesehen. Im Gegensatz zum Rechner, der immer von Fachpersonal umgeben ist, muß hier im Falle einer Störung das Fachpersonal angefordert werden. Es entsteht die Frage: Wie



Automatische Prüfanlagen für Halbleiter-Bauelemente im AEG-Telefunken-Halbleiter-Prüffeld

lange darf der erste Markierer gestört sein, ehe die Möglichkeit des Versagens auch des zweiten Markierers eintritt? Bei der Ausrüstung der Markierer mit diskreten Bauelementen kann man errechnen, daß der zweite Markierer bei einer 99 %igen Überlebenswahrscheinlichkeit nur etwa zehn Stunden zur Verfügung steht. Die Verwendung von integrierten Schaltkreisen verlängert die Zeit, die man zur Reparatur verfügbar hat, auf drei Tage. Für die Personaldisposition der Deutschen Bundespost ist dies von großer Bedeutung.

Die wenigen Beispiele zeigen, wie die Frequenz und die Bauelementanzahl mit der Anwendung moderner Elektronik außerordentlich wachsen. Die Integration oder die integrierte Schaltung löst die Probleme durch Kompression der Bauelemente und damit der Anlagen. Die zufordernde größere Zuverlässigkeit muß nicht nur die gewachsene Bauelementanzahl abdecken. Sie muß darüber hinaus dem wachsenden Verantwortungsbereich dieser elektronischen Anlagen Rechnung tragen.

Zur Wirtschaftlichkeit ist, auf diese Beispiele bezogen, noch zu sagen, daß ein Rechner mit zehnfacher Leistung natürlich nicht das Zehnfache kosten darf. Eine elektronische Vermittlung soll den Preisvergleich mit der elektromechanischen möglich machen. Ein digitalisiertes Nachrichtensystem hat Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sehr komplizierter Art standzuhalten.

Abschließend sei festgestellt: Es ist schwer, über den Bereich der Elektronik hinaus eine andere Technologie zu finden, die in so kurzer Zeit so umfassend nicht einmal ganz voraussehbare Probleme gelöst hat wie die Integration im Sinne des Gesagten.

UKW-HF-Baustein mit 4-Kreis-Diodenabstimmung und Feldeffekttransistoren

Der hier beschriebene UKW-Baustein erfüllt infolge seiner technischen Konzeption und der geringen Streuungen seiner Eigenschaften höchste Anforderungen an die Empfangsqualität. Er ist für den Einsatz in Hi-Fi-Tunern und -Steuergeräten der Spitzenklasse bestimmt und wird im Hi-Fi-Tuner „T 250“ von AEG-Telefunken verwendet [1].

Der UKW-Baustein arbeitet mit drei auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Kreisen in der HF-Vorstufe, von denen der erste als Eingangskreis vor dem ersten Transistor und die beiden anderen als induktiv gekoppeltes Bandfilter dahinter angeordnet sind. Der vierte abgestimmte Kreis ist der Oszillatorkreis. Alle Kreise werden mit zwei für die Hochfrequenz in Gegentakt geschalteten Kapazitätsdiode abgestimmt und über Entkopplungswiderstände von einer gemeinsamen Sammelschiene her angesteuert. Die Gegentakt-diodenschaltung hat sich bereits in frühe-

aussteuerbare Kennlinie haben und bei gleicher Aussteuerung sehr viel weniger Verzerrungen der Hochfrequenzschwingung ergeben.

Durch den verhältnismäßig großen Aufwand an Abstimmmitteln, durch die Anwendung der Feldeffekttransistoren und die optimale Dimensionierung der einzelnen Stufen konnte neben günstigen Übertragungseigenschaften bei kleinen Signalen auch ein besonders günstiges Großsignalverhalten erreicht werden. Im Bild 1 sind die Rauschzahl und die Spannungsverstärkung V_u des UKW-Bausteins und im Bild 2 Störempfangsstellen, die mit zwei Meßsendern aufgenommen wurden, dargestellt. Bei Anwesenheit von zwei Sendern mit etwa 50 ... 100 mV Eingangsspannung an 60 Ohm ergeben sich praktisch noch keine Störempfangsstellen, das heißt, daß auch in einem solchen Fall die günstige Grenzempfindlichkeit noch voll ausgenutzt werden kann. Bei der niedrigen Rauschzahl von 2,6 kT₀ und einer üblichen Auslegung des nachfolgenden ZF- und NF-Verstärkers kann bereits bei Eingangssignalen von unter 1 μV (an 60 Ohm) ein Signal-Rausch-Verhältnis von über 26 dB erreicht werden; dies haben auch die Messungen an dem kompletten Tuner gezeigt [1].

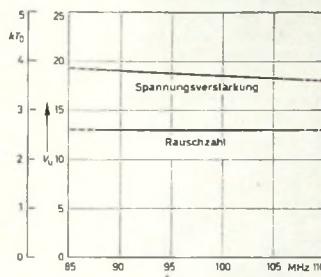


Bild 1. Rauschzahl und Spannungsverstärkung V_u des HF-Bausteins in Abhängigkeit von der Empfangsfrequenz f_p

Bild 2. Störstellenfrequenzen und -empfindlichkeiten, gemessen mit zwei Sendern. Sender I: $f_1 = 90$ MHz, 100 mV, fest; Sender II: f_{II} und U_{II} variabel, $U_{II} = \text{max. } 100$ mV (alle Spannungsangaben sind auf $R_{Gen} = 60$ Ohm bezogen)

trimmer C 606 kann man dabei einfach zwischen Drain und Source anschließen. Die Zwischenbasisschaltung hat im Vergleich zur reinen Gateschaltung den Vorteil einer – geringen – Aufwärtstransformation am Transistoreingang und damit einer etwas größeren Verstärkung, jedoch sind die erreichten Werte nicht so hoch wie diejenigen, die bei Anpassung der Antenne an den praktisch leerlaufenden Eingangskreis in Source- oder Kaskodeschaltung erreicht werden (bei optimaler Ankopplung für minimales Rauschen). Daher können auch Übersteuerungen am Eingang der Zwischenbasisschaltung nicht so leicht auftreten. Allerdings ergibt die Zwischenbasisschaltung im Vergleich zur Sourceschaltung eine höhere Bedämpfung des Eingangskreises und damit eine etwas geringere Selektion.

Der Sourceanschluß des Vorstufentransistors T 601 ist über die Drossel L 604 an den Meßpunkt M 2 gelegt. Damit ergibt sich eine einfache Möglichkeit, die Vorstufenverstärkung einzustellen beziehungsweise den Vorstufentransistor ganz zu sperren und zu neutralisieren. Legt man

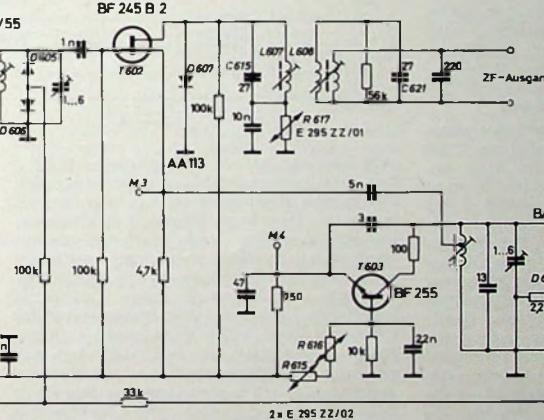
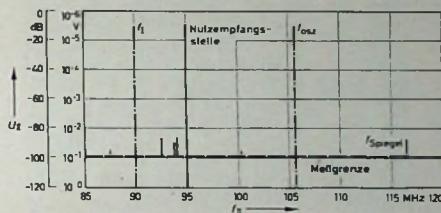


Bild 3. Schaltung des UKW-HF-Bausteins

1. Schaltung

1.1. Vorstufe

Die HF-Vorstufe arbeitet mit dem Feldeffekttransistor BF 245 B 3 (Bild 3) in der von der Röhre her bekannten Zwischenbasisschaltung, die als Hauptvorteile die günstige Anpassung an den Antenneninnenwiderstand hat und eine verhältnismäßig einfache und stabile Neutralisation der Rückwirkungskapazität zwischen Drain und Gate ermöglicht. Den Neutralisations-

nämlich von M 2 nach Masse (Plus) einen Widerstand in der Größe von R 604 (330 Ohm), so wird die Betriebsspannung an dem Punkt etwa zur Hälfte aufgeteilt. Der Sourceanschluß von T 601 erhält dann eine positive Spannung (gegen Minus gemessen), und das Gate wird – auf Source bezogen – negativ. Damit ist der Transistor gesperrt, und der Neutralisationstrimmer C 606 kann auf minimale Verstärkung eingestellt werden. Diese Art der Neutrali-

ren Konzeptionen sehr gut bewährt, denn durch diese Maßnahme wird ein besseres Verhalten der Schwingkreise bei großen HF-Signalen erreicht [2]. In der HF-Vorstufe und in der Mischstufe werden Feldeffekttransistoren verwendet, die im Vergleich zu normalen Germanium- und Siliziumtransistoren und bezogen auf optimale Ankopplung für kleine Signale eine weiter

Ing. Otto Klank ist Laborleiter bei AEG-Telefunken, Hannover.

sation hat übrigens noch den Vorteil, daß bei dem eigentlichen Neutralisationsvorgang die Gleichspannung zwischen Drain und Gate und somit auch die davon abhängige Rückwirkungskapazität nicht verändert wird.

Zwischen der Mischstufe und dem Ausgang der Vorstufe liegt das induktiv gekoppelte abstimmbare HF-Bandfilter, dessen Schwingkreise voll an die Transistoren angekoppelt sind. Die Zusatzdämpfung durch den Ausgangsleitwert der Vorstufe beziehungsweise den Eingangsleitwert der Mischstufe ist verhältnismäßig gering und verändert die Dämpfung der beiden Kreise nur wenig, so daß die optimale Selektion erhalten bleibt.

1.2. Mischstufe

Der Feldeffekttransistor T 602 in der Mischstufe wird vom Eingangssignal her an der Gate-Seite und vom Oszillatortransistor an der Source-Seite angesteuert. Durch diese getrennte Ankopplung ist eine ausreichende Entkopplung zwischen Oszillatorschwingkreis und Ausgangskreis des HF-Bandfilters gewährleistet.

An den Ausgang des Mischstufentransistors schließt sich das auf 10,7 MHz abgestimmte ZF-Bandfilter L 607, C 615, L 608, C 621 an. Durch die dazu parallel geschaltete Diode D 607 wird die ZF-Ausgangsspannung auf einen Maximalwert von etwa 1 V am Kreis beziehungsweise 100 mV an den Ausgangsklemmen begrenzt. Daher kann der nachfolgende ZF-Transistor nicht übersteuert werden, und Übersteuerungseffekte am Ausgang der Mischstufe können nicht auf den Eingang zurückwirken, da die betreffenden Spannungen verhältnismäßig niedrig sind. Die Begrenzerdiode D 607 erhält über den ersten Kreis des ZF-Bandfilters eine stabilisierte Vorspannung, die durch den Mischstufen-Gleichstrom am VDR-Widerstand R 617 gebildet wird.

1.3. Oszillator

Die Oszillatorschaltung wurde besonders im Hinblick auf hohe Frequenzstabilität unter Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse wie Temperatur- und Betriebsspannungsänderungen sowie Übersteuerung der Mischstufe dimensioniert.

Wenn man davon ausgeht, daß zur Aussteuerung des Feldeffekttransistors T 602 in der Mischstufe (am Source) eine bestimmte Leistung erforderlich ist, so wird sich der Oszillator unter dem Einfluß der abgegebenen Leistung um so stabiler verhalten, je höher seine eigene Schwingleistung im Vergleich dazu ist. Um so niedriger kann dann auch die Auskopplung der Oszillatortspannung für die Mischstufe sein. Für die Dimensionierung des Oszillators bedeutet die Forderung nach möglichst hoher Leistung, daß eine möglichst hohe HF-Wechselspannung an einem möglichst niedrigeren Kreiswiderstand realisiert werden muß. Da sich jedoch bei den mit Dioden abgestimmten Schwingkreisen ein bestimmtes Verhältnis von HF-Wechsel- zu Steuergleichspannung ($U_{\text{sp}} < U_{\text{HF}}$) nicht überschreiten läßt und es aus Stabilitätsgründen sogar noch ratsam ist, dieses Verhältnis möglichst niedrig zu halten, bleibt nur der Weg zu niedrigeren Kreiswiderständen und damit zu höheren Diodenkapazitäten. Aus diesem Grund werden im Oszillatortransistor BA 112 mit der sehr hohen Kapazität von $C_{2V} = 100 \text{ pF}$ verwendet.

Obwohl nun die Empfangskreise und der Oszillatorkreis Dioden mit sehr unter-

schiedlichen Kapazitätswerten enthalten (auch unterschiedliche Fabrikate), lassen sich diese Schwingkreise ohne Schwierigkeiten auf den erforderlichen Gleichlauf bringen. Dieses ist auf die sehr genaue Einhaltung der Kapazitätsfunktion $C_D = K/\sqrt{U}$

bei den verwendeten diffundierten Dioden zurückzuführen. Infolge der niedrigen Ausführung des Oszillatorschwingkreises ist auch die Auskopplung der zu einer günstigen Durchsteuerung der Mischstufe erforderlichen Mischnspannung sehr niederohmig, so daß Leitwertänderungen am Source des Mischstufentransistors, die durch eine Aussteuerung oder Übersteuerung der Mischstufe vom Eingang her hervorgerufen werden, sich nicht mehr störend auf den Oszillatator auswirken können.

Schwingkreise mit Diodenabstimmung haben grundsätzlich den Nachteil, daß die Resonanzfrequenz nicht nur von der angelegten Steuergleichspannung, sondern auch von der unvermeidbar anliegenden HF-Wechselspannung abhängt. Diese Tatsache ist schon durch die Nichtlinearität der Kapazitätsfunktion begründet (dynamischer Anteil), und der Einfluß der Wechselspannung wird um so größer, je höher das Verhältnis von Wechsel- zu Steuergleichspannung ist. Durch zwei in Gegentakt geschaltete Dioden mit besonders hoher Kapazität (verhältnismäßig niedrige Wech-

selspannung) des Oszillators an allen Stellen des Frequenzbereiches unter $\pm 20 \text{ kHz}$ (Streuungen eingeschlossen). Diese Werte sind besonders für den unteren Teil des Frequenzbereiches bemerkenswert, in dem das Verhältnis von Wechsel- zu Steuergleichspannung infolge der verhältnismäßig niedrigen Gleichspannung nicht sehr günstig ist. Ohne besondere Maßnahmen läßt sich hier normalerweise keine ausreichende Frequenzstabilität erreichen.

Die Serien- und Parallelkondensatoren im Oszillatorschwingkreis dienen zur Einstellung des erforderlichen Frequenzbereiches sowie außerdem zur Temperaturkompenstation, und zwar hauptsächlich der temperaturabhängigen Diodenkapazitäten. Durch die kombinierte Serien- und Parallelkompensation ergibt sich eine sehr gute Temperaturstabilität des Oszillators im gesamten Frequenzbereich. Entsprechende typische Meßkurven sind im Bild 6 dargestellt.

2. Mechanischer Aufbau

Sämtliche Bauteile des beschriebenen HF-Bausteins sind auf einer Druckplatte aus Polyprint in einem relativ kleinen Gehäuse untergebracht (Abmessungen etwa $90 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$). Dieses Gehäuse ist oberhalb der Druckplatte in drei Kammern unterteilt. Die erste enthält die Bauelemente der Vorstufe einschließlich Eingangsschwingkreis, die zweite das HF-Bandfilter zwischen Vor- und Mischstufe

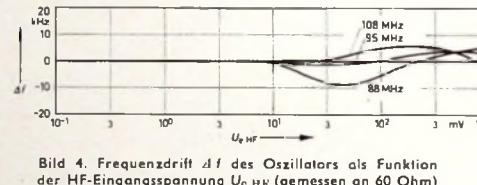


Bild 4. Frequenzdrift Δf des Oszillators als Funktion der HF-Eingangsspannung U_{HF} (gemessen an 60Ω)

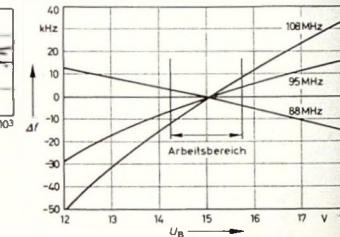


Bild 5. Frequenzdrift Δf des Oszillators als Funktion der Betriebsspannung U_B

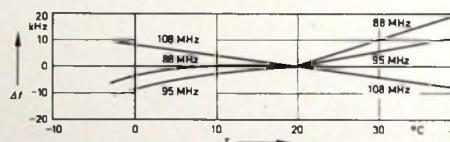


Bild 6. Frequenzdrift Δf des Oszillators als Funktion der Umgebungstemperatur T

selspannung) wurde der störende Einfluß der Oszillatortspannung am Schwingkreis auf dessen Resonanzfrequenz bereits vermindert. Trotzdem führen Betriebsspannungsänderungen und die sich daraus ergebenden Schwankungen der Oszillatortspannung zu Änderungen der Oszillatortfrequenz. Daher wurde beim Oszillatortransistor T 603 eine Gleichstromstabilisierung mit zwei VDR-Widerständen (R 615, R 616) eingeführt, so daß auch bei nur geringer Stabilisierung der von außen zugeführten Betriebsspannung die betreffenden Vierpolparameter des Transistors konstant gehalten werden und eine ausreichende Frequenzstabilität gewährleistet ist.

In den Bildern 4 und 5 sind gemessene und für den Baustein typische Frequenzdriftkurven als Funktion der HF-Eingangsspannung und der Betriebsspannung für jeweils drei Frequenzen des Empfangsbereiches dargestellt. In den interessanteren Bereichen von $\pm 5\%$ Betriebsspannungsänderung (bei $\pm 10\%$ Netzspannungs- und Temperaturänderung) und einer HF-Eingangsspannung bis zu etwa 1 V (an 60Ω) bleiben die Frequenzänderungen

sowie die Bauelemente der Mischstufe und die dritte die Bauelemente des Oszillators und das ZF-Bandfilter. Auf diese Weise sind die einzelnen Stufen der Gesamtenschaltung weitgehend entkoppelt, so daß keine zusätzlichen Rückwirkungen, zum Beispiel vom Ausgang zum Eingang der Vorstufe, auftreten können und eine sehr gute Unterdrückung der Oszillatortspannung (Grund- und Oberwellen) bis zum Antenneneingang erreicht wird. Damit liegen die möglichen Störstrahlungswerte im Durchschnitt etwa um den Faktor 3...10 unter den vom Fernmeldeotechnischen Zentralamt zugelassenen Grenzwerten.

Für die Stromversorgung der Transistoren und die Ankopplung der Steuergleichspannung an die Kapazitätsdiode werden teilweise Widerstände verwendet, die in Dickschicht-Modulen zu Baueinheiten zusammengefaßt sind. Dadurch war es möglich, den Platzbedarf für diese Widerstände oberhalb der Druckplatte und auch auf der Druckplatte selbst zu reduzieren (notwendige gemeinsame Verbindungen zwischen den Widerständen sind bereits im Modul enthalten und brauchen nicht mehr auf der Druckplatte ausgeführt zu werden).

3. Einengung der Streuungen

Damit die bei der Entwicklung erreichten günstigen Eigenschaften der Bausteine auch in der Serienfertigung realisiert werden können, wurden an kritischen Positionen Bauelemente mit besonders geringen beziehungsweise eingeengten Toleranzen eingesetzt. Zum Beispiel wird für jede Position der Abstimmindioden nur eine einzige Diodengruppe eingesetzt, in der die Streuung der absoluten Kapazitätswerte nur $\pm 5\%$ beträgt (die Streuungen der Kapazitätsfunktion $C(U)$ sind noch wesentlich geringer). Bei den Feldeffekttransistoren BF 245 wurden die schon bestehenden Gruppen A, B und C teilweise nochmals unterteilt (B1, B2 und B3). Eingesetzt wird auch hier in einer Position jeweils nur eine Gruppe. Auf diese Weise ließen sich die Streuungen der Gleichstromparameter und damit auch die der Vierpolparameter für Hochfrequenz sowie die Streuungen der Eigenschaften der jeweiligen Stufe beträchtlich herabsetzen.

4. Probleme beim Einsatz des HF-Bausteins in einem Tuner

Die Empfangsfrequenz als Funktion der Steuergleichspannung ergibt bei der Dar-

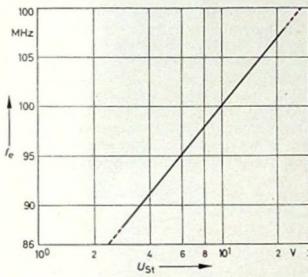


Bild 7. Empfangsfrequenz f_e in Abhängigkeit von der Steuergleichspannung U_{st}

stellung auf halblogarithmischem Papier (Frequenz linear, Spannung logarithmisch) eine gerade Linie (Bild 7). Bei Verwendung eines Potentiometers mit logarithmischer Kennlinie läßt sich auch für die Abhängigkeit der Frequenz vom Drehwinkel eine Gerade erreichen, so daß die Frequenzeinteilung auf der Skala ebenfalls praktisch linear verläuft. Die dazu erforderlichen Potentiometer werden bereits seit einiger Zeit von der Industrie hergestellt und mit Erfolg in Geräten eingesetzt [2].

Das Hauptproblem bei der Erzeugung der Steuergleichspannung liegt jedoch in der Einhaltung der erforderlichen Genauigkeit und Konstanz. Aus der Abhängigkeit der Empfangsfrequenz von der Steuergleichspannung läßt sich eine für den gesamten Frequenzbereich konstante relative Stei-

heit $\frac{df}{dU/U}$ errechnen, die in diesem Fall recht genau 100 kHz je Prozent Steuergleichspannungsänderung beträgt. Wenn man davon ausgeht, daß die zulässigen Frequenzänderungen infolge Änderungen der Steuergleichspannung die eigenen Änderungen des Bausteins nicht überschreiten sollen, so ergibt sich daraus die Forderung, daß die Steuergleichspannung unter Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse (Netzspannungsänderungen, Temperaturänderungen) auf etwa $\pm 0,1\% \pm 10$ kHz konstant gehalten werden muß. Das läßt sich aber nur durch eine umfangreiche Stabilisierungsschaltung mit einem Referenzsignal erreichen, die gleichzeitig den Vorteil einer

guten Aussiebung von Brumm- und Störspannungsanteilen aus dem Netz hat und aus diesen Gründen in dem erwähnten UKW-Tuner angewendet wird.

Bei Hi-Fi-Tunern und -Steuergeräten der Spitzenklasse werden auch an den maximal erreichbaren Störabstand besonders hohe Anforderungen gestellt. Nun ergibt eine der Steuergleichspannung überlagerte Störspannung einen entsprechenden Störhub des Oszillators und daher auch eine NF-Störspannung am Ausgang des FM-Demodulators (Ratiotektor). Nach der ermittelten Steilheit würde zum Beispiel bei einem Störspannungsanteile von 1% ein Störhub von 100 kHz entstehen und den möglichen Nutzhub von etwa 40 kHz bereits überschreiten.

Verlangt man für die einzelnen Stör- und Rauschanteile am Demodulatorausgang einen Störabstand von 70 dB, so muß der Störhub ebenfalls diesen Abstand gegen den Nutzhub erreichen und darf dann nur noch $1/100$ kHz betragen. Mit der Steilheit 100 kHz je Prozent Steuergleichspannungsänderung ergibt das einen zulässigen Störabstand für die verwendete Steuergleichspannung von $1/10000\%$ oder 10^{-6} .

Eine solche Störfreiheit läßt sich, wie erwähnt, nur mit einem beträchtlichen Aufwand an Siebbmitteln und konsequenter schleifenfreier Leitungsführung erreichen. Aus all diesen Überlegungen ergibt sich, daß eine Diodenabstimmung bei Hi-Fi-Tunern und -Steuergeräten der Spitzenklasse zahlreiche Probleme mit sich bringt, die gerade noch mit vertretbarem Aufwand zu lösen sind.

5. Empfangsversuche mit definiter Bewertung

Messungen und Berechnungen sind bei der Entwicklung und Prüfung eines Empfängers unerlässlich. Sie geben besonders im Vergleich zu entsprechenden Standardwerten, die sich im Laufe der Zeit eingebürgert haben, und im Vergleich zu festgelegten Grenzwerten einen guten Aufschluß über das Verhalten des Empfängers im praktischen Anwendungsfall. Solche Vergleiche oder Voraussagen über das praktische Verhalten werden um so besser zutreffen, je mehr die Bedingungen bei den durchgeföhrten Messungen oder Berechnungen den Verhältnissen in der Praxis entsprechen. Zum Beispiel lassen sich Rauscheinigenschaften, Empfindlichkeit, Trennfähigkeit und auch Störempfangstellen eines Empfängers bei Anwesenheit von einigen Sendern mit nicht zu hoher Empfangsspannung sehr gut vorausberechnen. Wie sich aber ein Empfänger verhält, wenn man das gesamte Spektrum von 20 bis 40 Fernsendern und einigen Orts sendern mit besonders hohen Empfangsspannungen anbietet, läßt sich aus theoretischen Überlegungen und aus praktischen Messungen nicht mehr mit Sicherheit ableiten.

Um auch darüber Aussagen machen zu können, sind Empfangsversuche mit neu entwickelten Empfängern und Empfangsschaltungen unerlässlich. Natürlich können auch Meßverfahren für zwei, drei und mehr Sender (Meßsender) ausgearbeitet werden und bei der Entwicklung gute Dienste leisten. Dennoch lassen sich dadurch praktische Versuche nicht ersetzen, weil die Meßverfahren in ihrer Aussage meistens auf einzelne Störerscheinungen begrenzt sind und dadurch nicht die in der Praxis möglichen Erscheinungen in ihrer Gesamtheit erfassen. Außerdem ist es bei Messungen auch nicht immer möglich,

genau zwischen Nutz- und Störeffekten zu unterscheiden.

Empfangsversuche müssen unter verschiedenen Empfangsbedingungen, wie sie für einzelne Versorgungsgebiete typisch sind (zum Beispiel Städte mit mehreren Orts sendern oder Ferngebiete), durchgeführt werden. Dazu wären Versuche an verschiedenen Orten und auch mit unterschiedlichen Antennen (beispielsweise mit unterschiedlichem Antennengewinn) notwendig. Dieses Verfahren wäre zweifellos etwas umständlich, zeitraubend und kostspielig und auch deswegen schwierig durchzuführen, weil man nur selten Orte und Räume findet, die für Empfangsversuche gut geeignet sind. Es ist daher zweckmäßig, ein Verfahren zu suchen, das eine möglichst große Variation der Empfangsbedingungen schon an einem Ort erlaubt, so daß man sich bei den Versuchen auf ein oder zwei Orte beschränken kann. Eine ausgezeichnete Möglichkeit besteht darin, daß zunächst grundsätzlich ein Ort in der Nähe von ausreichend starken Sendestationen gewählt wird und dann das von der Antenne aufgenommene Empfangsspektrum (die einzelnen Sender mit den jeweiligen Empfangsspannungen) durch einen in die Antennenleitung eingeschalteten Dämpfungsregler verändert wird. Dabei entspricht dann eine Dämpfungsvergrößerung der Zunahme der Entfernung (Ferngebiete) und eine Dämpfungsverkleinerung der Abnahme der Entfernung (Nahgebiete) von allen Sendestationen.

Auf diese Weise kann man bei hohen Dämpfungswerten die Rausch- oder Kleinsignal-eigenschaften und bei niedrigen Dämpfungswerten die Großsignaleigenschaften von Empfängern gleichzeitig testen. Hierbei ist zu erwarten, daß die Empfangsqualität für den „Durchschnitts sender“ in beiden Richtungen ungünstiger wird, und zwar bei hohen Dämpfungswerten durch das ungünstiger werdende Signal-Rausch-Verhältnis und bei niedrigen Dämpfungswerten infolge der Zunahme der Störeffekte wie Störempfangstellen, Störmodulation, Zusatzrauschen usw.

Um auch bei praktischen Empfangsversuchen zu exakten und reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen, ist es erforderlich, Noten für die Beurteilung einzuführen und die zugehörigen Eigenschaften genau und sinnvoll zu definieren, damit die Versuche auch von anderen Personen durchgeführt und die Ergebnisse von anderen verstanden werden können. Die Wahrscheinlichkeit einer genauen und sicheren Beurteilung wird dabei um so höher, je größer die Anzahl der Einzelversuche ist, das heißt, je mehr Personen an den Versuchen teilnehmen, je mehr Empfänger mit unterschiedlichen Eigenschaften getestet werden und je größer die Variationsmöglichkeiten bei den Empfangsbedingungen sind.

Bei den nach den angegebenen Überlegungen durchgeföhrten Versuchen diente eine automatische, von einem Drucktastensatz gesteuerte Umschaltanlage zur Umschaltung der einzelnen Empfänger. Umgeschaltet wurden dabei die Antenneneingänge, die Lautsprecherausgänge und teilweise auch die Lautsprecherboxen. Im Bild 8 ist das Blockschaltbild der Testanlage dargestellt.

Bild 9 zeigt das von der Antenne aufgenommene Empfangsspektrum, das bei diesen Versuchen als Ausgangspunkt bei der Stellung 0 dB des Dämpfungsreglers diente. Besonders bemerkenswert sind dabei die drei starken Sender mit etwa 120 mV und

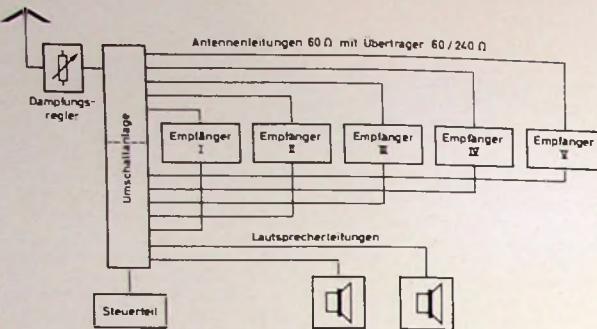


Bild 8. Blockschaltbild der Testanlage

sieben etwas schwächere Sender mit je etwa 10 mV Empfangsspannung (an 60 Ohm). Für die Beurteilung der Empfangseigenschaften wurde folgendes Notensystem festgelegt:

- Note 1. Bestmöglicher Empfang ohne Störungen; Rauschen nur vom Sender, Störabstand mindestens 50 dB.
- Note 2. Empfang mit geringen Störungen durch Rauschen oder Modulationsübernahme von anderen Sendern; praktisch nur bei leisen Stellen oder in Modulationspausen hörbar, Störabstand etwa 40 dB.
- Note 3. Empfang mit Störungen, die auch bei normaler Modulation schon hörbar sind, Störabstand 20 ... 30 dB.
- Note 4. Empfang mit starken Störungen; Senderinformation noch voll herauszuhören, Störabstand 10 ... 20 dB.
- Note 5. Empfang mit sehr starken Störungen; Senderinformation nur noch mangelhaft herauszuhören, Störabstand 0 ... 10 dB.
- Note 6. Senderinformation nicht mehr nachzuweisen.

Die Bilder 10 und 11 zeigen einige Ergebnisse der durchgeföhrten Versuchsserien, bei denen der Hi-Fi-Tuner „T 250“ getestet und mit anderen Geräten verglichen wurde. Die Ergebnisse bilden einen Durchschnitt aus Versuchen mit etwa 12 Sendern, die als repräsentativ für die Gesamtzahl der von der Antenne aufgenommenen Sender ausgewählt wurden. Bild 10 zeigt somit die Empfangsqualität beim Empfang eines Durchschnittssenders in Abhängigkeit von der eingestellten Dämpfung am Antennenabschwächer (Dämpfungsregler). Im Bild 11 ist die Anzahl der gut (besser als Note 3) zu empfangenden Sendestationen in Prozent der Gesamtauswahl in Abhängigkeit von der Dämpfung aufgetragen. Die Kurven sind in ihrem Verlauf stetig und in der Genauigkeit fast mit Meßergebnissen zu vergleichen. Zum Beispiel betrug die Abweichung zwischen zwei gleichen Versuchsserien, die zu verschiedenen Zeiten und teilweise auch von verschiedenen Personen durchgeführt wurden, nur etwa $\pm \frac{1}{10}$ Note. Dieses ist im Vergleich zu den Unterschieden, die zwischen den verschiedenen Empfängern bestehen, völlig vernachlässigbar.

Der Tuner mit dem beschriebenen UKW-HF-Baustein konnte auch bei den durchgeföhrten Empfangsversuchen seine sehr guten Empfangseigenschaften beweisen. Die Beurteilung war im gesamten Spannungspiegelbereich sehr gleichmäßig; im unteren und mittleren Bereich lagen die Noten durchschnittlich besser als gut, im oberen Bereich dagegen etwas schlechter. (Dabei ist zu berücksichtigen, daß ein Teil der Sender durchgehend mit sehr gut be-

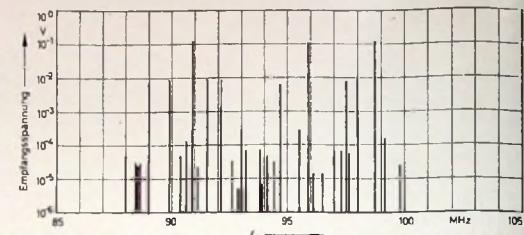


Bild 9. Spektrum der von der Antenne aufgenommenen Sender mit den zugehörigen Empfangsspannungen (bezogen auf 60 Ohm)

urteilt wurde, ein anderer Teil aber infolge der niedrigen Empfangsspannungen und des damit verbundenen ungünstigen Signal-Rausch-Verhältnisses nur mit gut zu empfangen war.) Die günstigen Eigenschaften des Tuners treten auch im Vergleich zu den übrigen Testgeräten besonders deutlich hervor. Zum Beispiel beträgt der Abstand von dem schlechtesten Testgerät (Kurve a) etwa zwei Noten beziehungsweise 30 dB (auf den zulässigen Eingangsspannungspiegel bezogen).

Die Ergebnisse mit den übrigen Testgeräten zeigen, daß durch eine günstige Dimensionierung, zum Beispiel im Zusammenhang mit einer HF-Gegenkopplung, auch bei relativ einfachen Eingangsschaltungen bereits eine beachtliche Verbesserung der Empfangseigenschaften zu erreichen ist (Vergleich a-b). Weiterhin können die Empfangseigenschaften durch Anwendung von Feldefekttransistoren und durch Vergrößerung des Schaltungsaufwandes (getrennter Oszillator, weitere Abstimmkreise) verbessert werden (Vergleich b-c-d).

Setzt man die Note 3 als Grenze für die durchschnittliche Empfangsqualität, so können den einzelnen Testgeräten folgende maximal zulässigen Eingangsspannungspiegel zugeordnet werden:

- a: -22 dB ,
- b: -15 dB ,
- c: -7 dB ,
- d (Tuner): $> 0 \text{ dB}$.

Eine ähnliche Aussage ergibt sich auch bei der Auswertung der Anzahl der gut zu empfangenden Sender. Wenn man hier die Grenze bei 70 % festlegt, also einen Verlust an Empfangsmöglichkeiten von 30 % zuläßt, so liegen die Grenzen bei folgenden maximal zulässigen Eingangsspannungspiegeln:

- a: -30 dB ,
- b: -20 dB ,
- c: -12 dB ,
- d (Tuner): 0 dB .

Diese Werte sind durchschnittlich um etwa 5 dB ungünstiger als die bei der ersten Auswertung.

Diese wenigen Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten sich bei einer Auswertung von exakt durchgeföhrten Empfangsversuchen ergeben und wie genau die getesteten Empfänger dabei beurteilt werden können.

Einem nicht ganz mit der Materie vertrauten Betrachter mögen die Testergebnisse vielleicht zum Teil etwas unwahrscheinlich vorkommen, besonders die Tatsache, daß die durchschnittliche Empfangsqualität beziehungsweise der Anteil der gut zu empfangenden Sender auch mit zunehmendem Eingangspiegel geringer wird. Dieses Verhalten konnte jedoch bei allen Versuchsserien und grundsätzlich für alle Empfänger – in mehr oder weniger ausgeprägter Form – mit Sicherheit nachgewiesen werden. Daraus läßt sich die Folgerung ab-

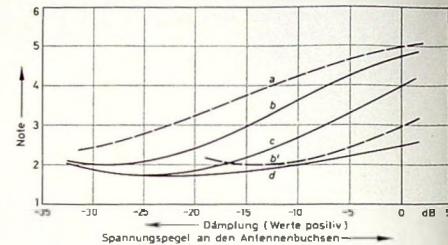


Bild 10. Durchschnittliche Empfangsqualität bei 10 Sendern (Spannungspiegel bezogen auf 60 Ohm, 0 dB \approx 100 mV je Ortsenderprogramm) für Empfänger mit folgenden UKW-Eingangsschaltungen: a 2-Kreis-Abstimmung, Germaniumtransistoren, herkömmliche Dimensionierung ohne besondere Berücksichtigung des Großsignalverhaltens; b 2-Kreis-Abstimmung, Germaniumtransistoren, Dimensionierung und besondere Maßnahmen für günstiges Großsignalverhalten; b' wie b, jedoch mit zusätzlichem 15-dB-Dämpfungsglied (zwei Antennenbuchsen); c 2-Kreis-Diodenabstimmung, Feldefekttransistoren, getrennter Oszillator; d 4-Kreis-Diodenabstimmung, Feldefekttransistoren (im Abschnitt 1. beschriebene Schaltung)

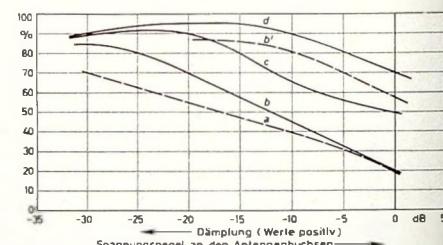


Bild 11. Anzahl der gut (besser als Note 3) zu empfangenden Sender in % der Gesamtauswahl (Empfänger und UKW-Eingangsschaltungen wie im Bild 10)

leiten, daß bei Empfängern mit einfachen UKW-Eingangsschaltungen, die unter schwierigen Empfangsverhältnissen eingesetzt werden sollen, mit einem in die Antennenleitung eingefügten Dämpfungsglied eine beachtliche Verbesserung der Empfangsleistung zu erreichen ist. Da solche ungünstigen Empfangsverhältnisse jederzeit im Regionalbereich von leistungsstarken Sendestationen auftreten können (zum Beispiel in großen Städten), ist es zweckmäßig, ein solches Dämpfungsglied bei den betreffenden Empfängern zusammen mit einer zweiten Antennenbuchse oder einem Umschalter grundsätzlich vorzusehen. Die dadurch mögliche Verbesserung ist in den Bildern 10 und 11 für die Eingangsschaltung b eingetragen (b').

Schriftum

- [1] Kausch, W.: Schaltungstechnische Besonderheiten des Hi-Fi-Verstärkers und -Tuners der Anlage „acusta hiFi“. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 17, S. 655-658
- [2] Klank, O.: Universalempfänger „bazzzo de luxe“ mit Diodenabstimmung für den UKW-Bereich. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 9, S. 341-343

Elektronenblitzgerät mit automatischer Lichtregelung

Die richtige Belichtung von Blitzaufnahmen setzt neben der Kenntnis der Leitzahl des Blitzgerätes die Kenntnis der Entfernung zwischen Kamera und Aufnahmeobjekt voraus. Für die jeweilige Aufnahmeentfernung errechnet sich die erforderliche Blende aus der Formel

$$\text{Blende} = \frac{\text{Leitzahl}}{\text{Entfernung}}$$

Die Berechnung der Blende nimmt einem zwar meist der an dem Blitzgerät angebrachte Blendenrechner (Rechenscheibe) ab, dennoch muß der Fotograf entweder die Entfernung schätzen oder bei Kameras mit Entfernungsmesser die Entfernung auf den Blendenrechner übertragen und die Blende einstellen. Diese Arbeit entfällt bei dem neuen „Mecablitz 185“ von Metz (Bild 1) mit

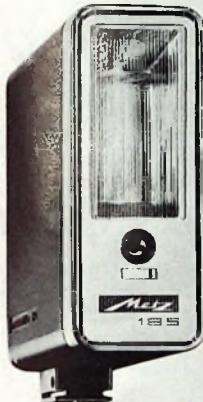


Bild 1. Elektronenblitzgerät „Mecablitz 185“ von Metz mit automatischer Lichtregelung

Bild 2. Blockschaltung des Elektronenblitzgerätes

automatischer Lichtregelung. Die Blende wird nur noch einmal (der Filmempfindlichkeit entsprechend) eingestellt, und die Automatik des Blitzgerätes dosiert im Bereich von 0,5 m bis 5 m die für die richtige Belichtung erforderliche Lichtmenge.

Wirkungsweise der Lichtregelung

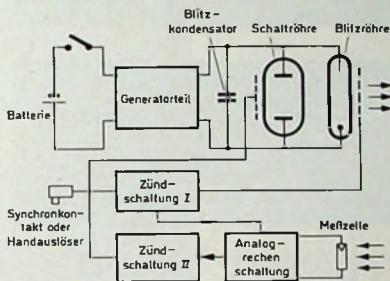
Für die richtige Belichtung eines Films ist eine bestimmte Lichtmenge erforderlich. Bei Tageslichtaufnahmen wird diese Lichtmenge durch eine entsprechende Zeit-Blenden-Kombination erreicht. Es ist möglich, mit einer kleinen Blendenöffnung und langer Belichtungszeit oder mit kurzer Belichtungszeit und entsprechend großer Blendenöffnung den Film richtig zu belichten.

Beim herkömmlichen Elektronenblitzgerät ist die Zeittafel der Lichteinwirkung durch die Blitzdauer festgelegt. Die Blende muß also der entsprechenden Lichtstärke angepaßt werden. Bei kurzen Entferungen (die Lichtstärke nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab) ist die Lichtstärke größer, also muß eine entsprechend kleine Blendenöffnung gewählt werden. Bei großen Entfernungen ist die Lichtstärke kleiner, deshalb muß die Blenden-

Ing. Jürgen Frisch ist Entwicklungsingenieur im Blitzgeräte-Laboratorium der Metz Apparatewerke, Fürth/Bay.

öffnung größer werden. Will man sich nun das Einstellen der Blende ersparen, so muß die Zeittafel der Lichteinwirkung (Blitzdauer) verändert werden. Anders ausgedrückt, die Blitzröhre muß, wenn die richtige Lichtmenge erreicht ist, gelöscht werden. Technisch erreicht man das durch Zünden einer sehr niederohmigen Entladungslampe (Schaltröhre, Quenchröhre), die der lichtabgebenden Blitzlampe parallel geschaltet wird.

An Hand der Blockschaltung (Bild 2) läßt sich die Wirkungsweise des „Mecablitz 185“ am anschaulichsten erklären: Wie bei einem normalen Blitzgerät, wird der Blitzkondensator entweder aus der Batterie über den Generatorteil oder über den Netzteil aufgeladen. Mit dem Schließen des Synchronkontakte wird über die Zündschaltung I an die Blitzröhre ein Hochspannungsimpuls gelegt, der sie zündet. Gleichzeitig wird in der Zündschaltung I die Versorgungsspannung für die lichtempfindliche Meßzelle und die nachgeschaltete Analogrechenschaltung erzeugt, das heißt, erst mit dem Zünden der Blitzlampe wird das vom Aufnahmeobjekt re-



flektierte Licht gemessen und ausgewertet. Deshalb ist das Blitzgerät absolut fremdblitzsicher. Es ist nicht möglich, daß durch andere Blitzgeräte die Lichtregelung ausgelöst und der Blitzkondensator entladen wird. Sollte einmal im gleichen Moment ein zweites Blitzgerät ausgelöst werden, so wird dessen Licht selbstverständlich mitgemessen und mitbewertet. Stimmt die vom Aufnahmeobjekt reflektierte Lichtmenge mit der für die Belichtung des Films notwendigen Lichtmenge überein, dann wird über die Zündschaltung II die Blitzröhre parallel geschaltete Schaltröhre gezündet, und die Blitzlampe erleuchtet. – Jedem Fotografen ist bekannt, daß unterschiedlicher Motivkontrast beim herkömmlichen Blitzen berücksichtigt werden muß. Beim „Mecablitz 185“ entfällt auch diese Überlegung; da das vom Aufnahmeobjekt reflektierte Licht gemessen wird, berücksichtigt man automatisch den Kontrast.

Schaltung

Bild 3 zeigt die Prinzipschaltung der Lichtregelung. Das vom Aufnahmeobjekt reflektierte Licht fällt auf die Germaniumphotodiode D 3. Der durch die Photodiode fließende Strom I ist proportional der auftreffenden Lichtstärke und lädt den Kondensator C 8 auf. Die am Kondensator auf-

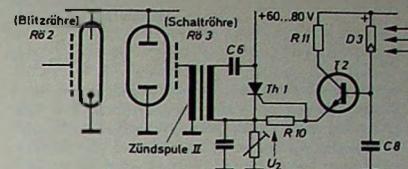


Bild 3. Prinzipschaltung der Lichtregelautomatik

treitende Spannung errechnet sich aus der Formel

$$U = \frac{I \cdot t}{C}; \quad I = \text{const.}$$

Da die Kapazität C fest vorgegeben ist, steigt die Spannung U am Kondensator proportional mit der Ladungsmenge $Q = I \cdot t$ und damit proportional mit der Lichtmenge, das heißt, der richtigen Lichtmenge ist eine bestimmte Spannung am Integrationskondensator zugeordnet. Wird diese Spannung erreicht, dann wird der Transistor T 2 leitend und schaltet den Thyristor Th 1 über dessen Steuerelektrode durch.

Dadurch entlädt sich der Zündkondensator C 6 über die Primärwicklung der Zündspule II und bewirkt auf der Sekundärseite einen Hochspannungsimpuls, der die Schaltröhre Rö 3 zum Zünden bringt. Die abgegebene Lichtmenge läßt sich durch Verändern von U_2 regeln. Die Ansprechspannung der Schaltung setzt sich nämlich aus der Spannung U_3 und den beiden Schwellenspannungen (je etwa 0,6 V) der Halbleiter T 2 und Th 1 zusammen.

Die oben beschriebene Schaltung würde zwar im Prinzip funktionieren, aber hinsichtlich der Dosierungsgenauigkeit der Lichtmenge bei verschiedenen Entfernungen und unterschiedlichen Temperaturen blieben doch noch Wünsche offen. Bild 4 zeigt das Schaltbild des „Mecablitz 185“. Im Nahbereich (0,5 m ... 1 m) wirken sich Ansprechverzögerungszeiten von Bauteilen als Ansteigen der abgegebenen Lichtmenge aus. Um dies zu vermeiden, wird in Reihe zum Integrationskondensator C 8 der Kompressionswiderstand R 12 geschaltet und damit zu der Spannung am Integrationskondensator eine mit dem Strom durch die Photodiode proportional ansteigende Spannung addiert. Bei kurzen Entfernungen ist die reflektierte Lichtstärke größer und damit auch der durch Photodiode fließende Strom. Der größere Spannungsabfall an R 12 (Kompressionswiderstand) bewirkt ein früheres Zünden der Schaltröhre Rö 3. Bei geeigneter Dimensionierung von R 12 ist die abgegebene Lichtmenge im Bereich von 0,5 m bis 5 m auf wenige Prozent konstant. Die Entfernungseinschränkung 5 m ist durch die Leitzahl des Blitzgerätes bedingt. Sie beträgt 20 bei 18 DIN-Film; bei der vorgeschriebenen Blende 4 ergibt sich daraus ein Maximalabstand von 5 m. Als lichtempfindliches Bauteil findet wie schon erwähnt eine Germaniumphotodiode Verwendung. Durch Photodioden fließt ohne Lichteinfall ein gewisser Strom, Dunkelstrom genannt. Dieser Strom trägt ebenfalls zur Ladung des Integrationskondensators bei und täuscht praktisch eine

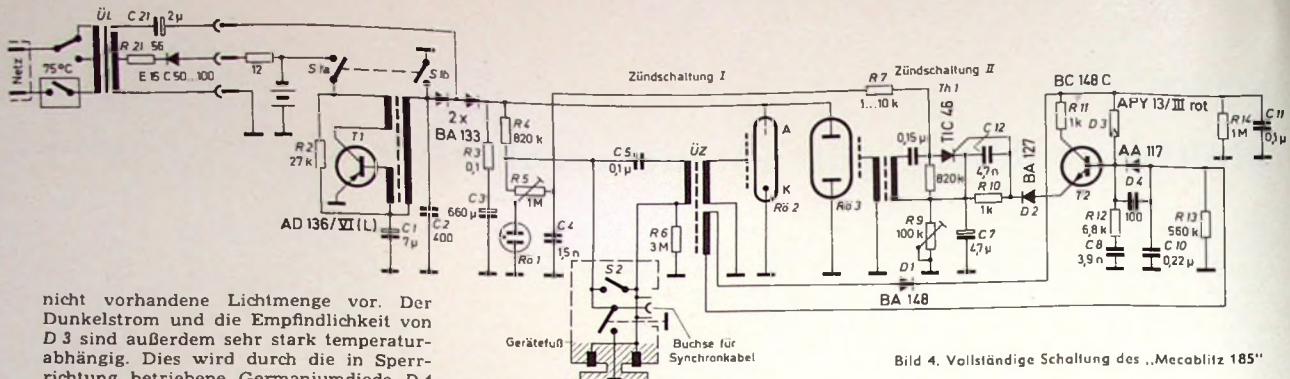


Bild 4. Vollständige Schaltung des „Mecablitz 185“

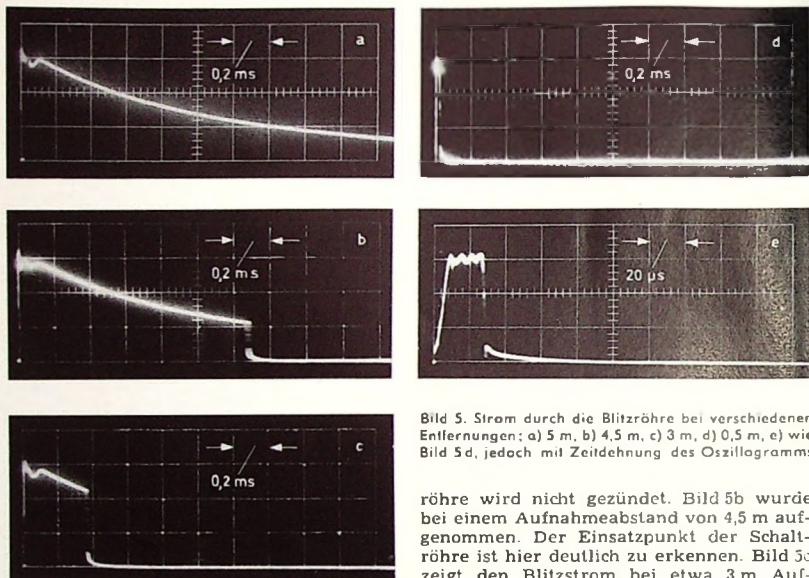


Bild 5. Strom durch die Blitzröhre bei verschiedenen Entfernungen: a) 5 m, b) 4,5 m, c) 3 m, d) 0,5 m, e) wie Bild 5d, jedoch mit Zeitdehnung des Oszillogramms

nicht vorhandene Lichtmenge vor. Der Dunkelstrom und die Empfindlichkeit von D 3 sind außerdem sehr stark temperaturabhängig. Dies wird durch die in Sperrrichtung betriebene Germaniumdiode D 4 kompensiert. Im normalen Temperaturbereich wird durch D 4 der Dunkelstrom der Photodiode ausgeglichen. Steigt die Umgebungstemperatur an, dann wird durch den größeren Temperaturgang von D 4 gegenüber D 3 neben dem höheren Dunkelstrom die zusätzlich höhere Empfindlichkeit der Photodiode mit kompensiert.

Wie erwähnt, wird die Versorgungsspannung für die Photodiode und den Transistor T 2 der Zündschaltung I entnommen. Die Zündschaltung I besteht hauptsächlich aus dem über die Widerstände R 4, R 6 auf rund 250 V aufgeladenen Zündkondensator C 5, der sich durch Schließen des Synchronkontakte über die Primärwicklung der Zündspule ÜZ entlädt. An der einen Sekundärwicklung wird der für die Zündung der Blitzröhre benötigte Hochspannungsimpuls entnommen. Der an der zweiten Sekundärwicklung stehende Hochfrequenzimpuls wird mit der Diode D 1 gleichgerichtet, so daß C 10 negativ und C 11 positiv aufgeladen wird. C 10 und C 11 speichern für die Zeitdauer der Lichtmessung die benötigte Energie. D 1 muß eine sehr „schnelle“ Diode sein, da sich sonst die Kondensatoren in der für die Gleichrichtung nicht verwendeten Halbwelle wieder entladen würden. Die Versorgungsspannung an C 10 und C 11 entsteht mit einer sehr steilen Anstiegsflanke. Es ist deshalb möglich, daß über die Kollektor-Basis-Kapazität von T 2 ein Impuls auf die Basis gelangt und den Transistor schaltet. Dieser positive Störimpuls wird durch einen negativen Impuls, der über den 100-pF-Kondensator auf die Basis gegeben wird, kompensiert.

Die an C 10 stehende negative Spannung bildet gleichzeitig die Versorgungsspannung für die Germaniumdiode D 4 (Kompensation von Dunkelstrom und Temperaturgang der Photodiode). Diese Diode wird hinsichtlich ihres Sperrstroms bei einer bestimmten Temperatur ausgesetzt. Bei den Photodioden werden ebenfalls bei konstanter Temperatur der Dunkelstrom und die Empfindlichkeit gemessen. Sie werden in zwei Empfindlichkeitsgruppen eingeteilt und einem entsprechend bemessenen Integrationskondensator C 8 und Kompensationswiderstand R 12 zugeordnet.

Im blitzbereiten Zustand steht an Katode und Steuerelektrode des Thyristors Th 1 die an R 9 eingestellte Spannung (max. 10 V). Da in diesem Fall die Basis des Transistors praktisch auf Massepotential liegt, würde die Sperrspannung der Basis-Emitter-Strecke des Transistors T 2 überschritten werden. Die Diode D 2 schützt den Transistor, da sie erst leitend wird, wenn die Spannung am Emitter des Transistors T 2 positiver ist als an der Steuerelektrode des Thyristors. An dem Regler R 9 wird die Ansprechspannung der Lichtregelung und damit die abgegebene Licht-

menge eingestellt. Der Tantalkondensator C 7 überbrückt den Regler wechselspannungsmäßig.

Die Bilder 5a bis 5d zeigen den Strom durch die Blitzröhre bei verschiedenen Aufnahmestämmen. Mit dem Zünden der Schaltröhre sinkt der Strom durch die Blitzröhre schlagartig auf den Wert Null ab, die Lampe erlischt. Bild 5a zeigt den Blitzstrom beim Aufnahmestand von 5 m. Hier wird zur richtigen Belichtung die gesamte Blitzenergie benötigt, und die Schalt-

röhre wird nicht gezündet. Bild 5b wurde bei einem Aufnahmestand von 4,5 m aufgenommen. Der Einsatzpunkt der Schaltröhre ist hier deutlich zu erkennen. Bild 5c zeigt den Blitzstrom bei etwa 3 m Aufnahmestand.

Im Bereich von 0,5 m (Bild 5d) bleibt von der eigentlichen Entladekurve nur ein Bruchteil übrig; man muß, um überhaupt noch etwas erkennen zu können, die Ablenkgeschwindigkeit des Oszillografen verlangsamen (Bild 5e). Die Blitzdauer ist nur $\frac{1}{50000}$ s. Neben den anfangs erwähnten Bedienungsvereinfachungen eröffnen sich durch die sehr kurzen Blitzzeiten dem Fotografen mit dem Festhalten sehr schneller Vorgänge auch neue Gebiete der Fotografie.

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Novemberheft 1968 unter anderem folgende Beiträge:

Theorie des Gunn-Effekts

Gesetzliche Dimensionierung von Sägezahnspannungsgeneratoren mit vorgegebener Linearität

Kondensatormikrofon nach dem Prinzip der Frequenzmodulation für den Betrieb unter Wasser

Breitbandiger Gleichspannungs-Differenzverstärker mit hoher Gleichtaktunterdrückung

Digital-analoger Sollwertgeber

Internationale Tagung über Erzeugung und Verstärkung von Schwingungen im optischen Bereich und im Mikrowellenbereich „MOGA 68“

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

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich, Einzelheft 4,20 DM

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

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

Postanschrift: 1 BERLIN 52

Energieversorgungssystem des Satelliten „Azur“

Das erste deutsche Projekt auf dem Gebiet der Raumfahrt, der wissenschaftliche Satellit „A 1“ (jetzt: „Azur“), nahm in den Jahren 1965/66 konkrete Formen an. Die Gesellschaft für Weltraumforschung leitet im Auftrag des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung die Entwicklung und Fertigung dieses Projekts wissenschaftlich und technisch und hat auch die Finanzierung übernommen. Die Entwicklung und Fertigung des gesamten Stromversorgungssystems liegt in den Händen von AEG-Telefunken.

Dieser Forschungssatellit soll während der Zeit der nächsten Sonnenaktivität (Winter 1969) in erdnaher polarer Umlaufbahn wissenschaftliche Experimente durchführen und die Ergebnisse über Funk an die Bodenstationen Spitzbergen, Raisting und

mer noch sehr hohen Startkosten je Kilogramm Nutzlast ist ein günstiges Leistungsgewicht (Kilogramm Masse je Kilowatt elektrische Leistung) besonders wichtig. Weiterhin sind die während des Fluges auftretenden schwankenden Sonnenlichtintensitäten und Schattenphasen zu berücksichtigen.

Stromerzeugungssystem

Bei „Azur“ liegt der Leistungsbedarf je nach Betriebsprogramm während der Missionssdauer zwischen 20 und 30 W. Entsprechend dem Missionssprogramm und mit Rücksicht auf ein günstiges Leistungsgewicht kam nach dem derzeitigen Entwicklungsstand der Stromerzeugungssysteme für „Azur“ praktisch nur ein System mit Solarzellen in Frage.

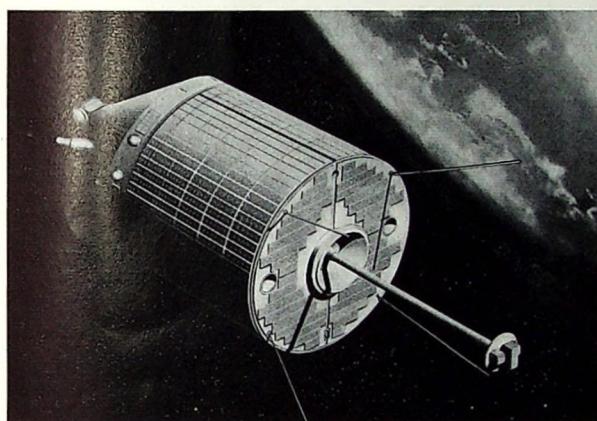


Bild 1. Modelldarstellung des deutschen Forschungssatelliten „Azur“

gegebenenfalls auch Andover übermitteln. Als Starttermin ist der Dezember 1969 vorgesehen. Der erdnächste Punkt der Umlaufbahn, das Apogäum, liegt in etwa 3000 km Höhe, der erdnächste Punkt, das Perigäum, in 300 km Höhe. Diese stark exzentrische Bahn ist erforderlich, um sowohl in großen Höhen (im inneren van-Allen-Gürtel) die Korpuskularstrahlung als auch in geringen Höhen während der Dunkelheit des Polarwinters über dem Nordpol Nordlichterscheinungen messen zu können. Die Umlaufzeit beträgt 115 ± 4 min, nach einem Jahr 113 ± 4 min. Von dieser Umlaufzeit entfallen während der ersten drei Monate bis zu 27 Minuten auf die Schattenphase über dem Nordpolgebiet. Der Satellit muß ein Jahr lang voll funktionsfähig sein. Das stellt besonders hohe Anforderungen an das Energieversorgungssystem.

Energieversorgungssystem

Der entscheidende Punkt für das Energieversorgungssystem des Satelliten „Azur“ hinsichtlich der Struktur ist durch die vorgegebenen Abmessungen der Trägerrakete und die hohen elektrischen Leistungsanforderungen gegeben. Diese Gründe erfordern die Nutzung fast der gesamten Oberfläche des Satelliten für die Energieerzeugungsanlage (Bild 1). Wegen der im-

Großflächige Halbleiterkristalle, die durch Diffusion dicht unter der beleuchteten Oberfläche eine P-N- oder N-P-dotierte Grenzschicht haben, erzeugen eine Photo-EMK und stellen damit einen Teil der einfallenden Lichtenergie als elektrische Energie bereit. Als Solarzellen lassen sich insbesondere monokristalline Halbleiter auf Siliziumbasis, aber auch polykristalline Materialien wie CdTe oder CdS verwenden. Obwohl Silizium nicht den bestmöglichen theoretischen Wirkungsgrad hinsichtlich der spektralen Anpassung an das Sonnenlicht hat, kam es wegen des technologischen Entwicklungsstandes für dieses Projekt allein in Frage.

Es werden blauempfindliche, das heißt SiO-SiO₂-bedampfte N-P-dotierte monokristalline Si-Solarzellen aus eigener AEG-Telefunken-Entwicklung verwendet. Grundmaterial ist hochgereinigtes P-dotiertes Silizium, das durch Eindiffundieren von Bor-Atomen in einer bestimmten Tiefe einen N-P-Ubergang erhält. Der Photostrom wird auf der lichtempfindlichen Seite der Zelle über aufgedampfte schmale Kontaktstreifen aus Titan-Silber abgenommen, die zur Herabsetzung des Serienwiderstandes sechs Gridfinger haben. Die Rückseite der Zelle hat einen ganzflächigen Titan-Silber-Kontakt.

Eine der verwendeten 2 cm × 2 cm großen Zellen (Dicke etwa 0,3 mm, Gewicht 0,3 g) liefert bei Sonnenbestrahlung mit einer Solarkonstante^{a)} unter extraterrestrischen Bedingungen im maximalen Arbeitspunkt bei 28 °C Sperrsichttemperatur 60 mW elektrische Leistung. Die Leerlaufspannung dieser Zellen ist 550 mV, der Kurzschlußstrom 150 mA. Für die Verwendung der Zellen ist besonders zu beachten, daß sich mit steigender Temperatur und mit zunehmender Strahlenschädigung infolge der extraterrestrischen Korpuskularstrahlung ihre Leistung erheblich vermindern kann. Bei steigender Temperatur nimmt der Kurzschlußstrom etwas zu, die Leerlaufspannung dagegen stark ab; beide Werte nehmen mit zunehmender Strahlenschädigung erheblich ab.

Beim Prüfen und Messen der Zellen muß auf simulierte Umweltbedingungen zurückgegriffen werden. Dazu wird ein Sonnen simulator eingesetzt, an den hinsichtlich Kollimation (Parallelität der Strahlung), örtlicher und zeitlicher Gleichmäßigkeit der Lichtintensität in der Testebene, absoluter Intensität und spektraler Anpassung an das Sonnenlichtspektrum außerhalb der Erdatmosphäre hohe Anforderungen gestellt werden.

Solarzellenanlage

Das solarelektrische Generatorsystem besteht aus etwa 5100 Solarzellen der Größe 2 cm × 2 cm, mit denen praktisch die gesamte zur Verfügung stehende freie Oberfläche des Satelliten belegt ist (s. Bild 1). Bevor die Anzahl der in Reihe zu schaltenden Zellen und damit die Spannung der Generatoren festgelegt werden konnte, waren umfangreiche Untersuchungen anzustellen und verschiedene komplexe Rechnerprogramme aufzustellen, systematisch durchzurechnen und auszuwerten.

Zunächst wurden die für die Lasten erforderlichen Spannungen, Leistungen und Lastprofile ermittelt und eine optimal scheinende Generatorspannung vorläufig festgelegt. Dann mußte auf Grund der Bahndaten der integrale Korpuskularstrahlungsfluß ermittelt und die Schädigung der Solarzellen für alle möglichen auftretenden Solarzellentemperaturen und Lichteinfallswinkel in Kennlinien erfaßt werden. Anschließend konnten dann verschiedene Zahlen von Zellenreihenschaltungen unter Berücksichtigung von Satellitengeometrie und -form, der überschlägig errechneten Temperaturverteilung auf dem Satelliten, der jeweiligen Ausleuchtung der Solarzellen während der einzelnen Umläufe und der Satellitenlagen zur Sonne sowie der zu erwartenden Strahlenschädigung der Zellen im Laufe des einjährigen Einsatzes rechnerisch erprobt werden.

Wie problematisch diese Aufgabe war, sei am Beispiel der Temperaturverteilung gezeigt. Exakte Angaben hierfür lassen sich eigentlich erst dann machen, wenn der Satellit fertig entwickelt und gebaut ist.

^{a)} Solarkonstante ist die Leistung, mit der die Sonne bei mittlerem Abstand auf 1 cm² der Erdoberfläche strahlt (rund 140 mW/cm²).



Bild 2. Fertigung des Sonnenzellengenerators im Super-Clean-Room des AEG-Telefunkenswerks Wedel

Um die Terminplanung einhalten zu können, mußten deshalb immer wieder mit verbesserten Zwischenergebnissen Iterationen zur Optimierung und Sicherstellung der Energiebilanz vorgenommen werden. Das „Azur“-Projekt stellt in dieser Hinsicht besonders hohe Anforderungen, da fast alle Einzel-Solarzellen verschiedene Kombinationen von Lichteinfallswinkel und Arbeitstemperaturen zu jedem Zeitpunkt der einjährigen Mission haben.

Unter Berücksichtigung der genannten Voraussetzungen wurde für „Azur“ eine Reihenschaltung von teils 43, teils 44 Zellen (für eine Arbeitsspannung von mindestens 11 V) und eine Parallelschaltung von jeweils zwei Zellen festgelegt. Solarzellenstreifen dieser Art bilden je einen Generator und die untereinander parallel geschalteten Streifen das Solarzellengenerator-System. Blockdioden je Generator verhindern Rückströme über unbeleuchtete Solarzellenstreifen und verringern die Kurzschlußgefahr.

Fertigungstechnisch werden jeweils 2×3 , 2×4 oder 2×6 Zellen zu einem Grundbaustein oder Modul zusammengefaßt. Die auf einer Kunststoffschicht aufgeklebten Zellen sind untereinander mit dünnen versilberten Molybdänbändchen verbunden. Zur Begrenzung des Einflusses der Korpuskularstrahlung werden Massenbeläge aus synthetischem Quarz mit Spezialkleber auf die Solarzellen geklebt. Aus optischen und thermischen Gründen erhalten die Glaspäckchen noch einen Antireflexbelag und spektrale Anpassungs- und Sperrfilter.

Für den Betrieb des Satelliten ist die Zuverlässigkeit der Solarzellengeneratoren besonders wichtig. Aus diesem Grund sind jeweils zwei Zellen parallel geschaltet. Fällt eine Solarzelle aus, dann kann etwa der halbe Strom der Reihenanordnung über die parallele Zelle weiterfließen. Fällt in einem Generator eine weitere Zelle aus, dann ist die Wahrscheinlichkeit äußerst gering, daß es die neben der ersten Zelle ist. Es wird somit weiterhin etwa der halbe Generatorstrom fließen, und es tritt kein Totalausfall zweier Generatoren auf, wie es bei fehlender Parallelschaltung der Fall wäre. Mehr als zwei Zellen können bei „Azur“ nicht parallel geschaltet werden, weil wegen der gekrümmten Oberfläche des Satelliten sonst die weniger steil angeleuchteten Zellen den Betriebsstrom der Generatoreinheit begrenzen würden.

Für die Entwicklungen, Fertigungen und Prüfungen dieser Solarzellenanlage waren außer einem großen Super-Clean-Room (Bild 2) verschiedene neuartige Einrichtungen und Testgeräte im Werk Wedel notwendig.

Energiespeichersystem

Das für „Azur“ entwickelte Energiespeichersystem muß besondere Anforderungen erfüllen. So ist beispielsweise die Gasdichtheit wichtig, um Elektrolytverlust im Vakuum des Weltraums zu vermeiden. Daneben wird ein hohes Speichervermögen gefordert, um den Satelliten auch bei mehreren Umläufen ohne Nachladung ununterbrochen betreiben zu können. Die Betriebsfähigkeit innerhalb des relativ großen Umgebungstemperaturbereichs von -10°C bis $+30^{\circ}\text{C}$ muß ebenso gewährleistet sein wie eine hohe Zuverlässigkeit und Lebenserwartung, denn die Batterie muß ein Jahr lang wartungsfrei einsatzbereit sein, wobei etwa 1500 Lade-Entladzyklen zu erwarten sind.

Diesen Anforderungen wird in hohem Maße eine siebenzellige Silber-Cadmium-Sekundärbatterie (Kapazität 14 Ah) gerecht, die innerhalb des Energiespeichersystems betrieben wird. Zu diesem System gehören außer der Batterie noch der Laderegler, die Zellenüberwachung sowie verschiedene andere Meß- und Überwachungseinrichtungen. Bei der Fertigung, Prüfung und Auswahl der Einzelzellen für die Batterie ist ein großer Aufwand nötig, denn sie müssen in der Ladekapazität recht genau übereinstimmen, und diese Übereinstimmung darf sich im Laufe der Betriebszeit nicht ändern.

Energieaufbereitungssystem
Die wesentlichen Verbraucher elektrischer Energie im „Azur“ sind die Experimente, der Sender, der Empfänger, der Decoder, der Datenbandspeicher sowie die Analog- und Digital-Telemetriegeräte. Diesen Stromverbrauchern sind spannungs- und stromaufbereitende Geräte vorgeschaltet, die aus der Hauptspannung die von den Geräten benötigten Eingangsspannungen ($+16\text{ V}$, $+6\text{ V}$, $+3\text{ V}$ oder -6 V) mit den jeweiligen Regelgenauigkeiten und Leistungsanteilen sowie Überspannungs- und Überstromschutz zur Verfügung stellen.

Die Solarzellenanlage liefert eine ungeheure Spannung. Damit sie nicht – wie beim Austritt aus dem Schatten wegen der dann tiefen Solarzellentemperatur – kurzzeitig bis auf etwa den doppelten Wert ansteigt, wird sie mit Hilfe eines steuerbaren Nebenschlusses auf 11 V begrenzt. Innerhalb dieser Grenzen hängt die Spannungshöhe ab von der jeweiligen Temperaturverteilung auf dem Satelliten, der bereits eingetretenen Strahlenschädigung der Solarzellen und von den jeweils angeschalteten Verbrauchern.

Der im „Azur“ realisierte sogenannte Booster-Konverter entspricht in den technischen Daten, dem Wirkungsgrad und der Temperaturabhängigkeit den hier gestellten Anforderungen optimal. Er setzt die

ungegeregelte Hauptleiterspannung von 6,5 bis 11 V auf eine Spannung von $16\text{ V} \pm 1\%$ gegen Masse um.

Die Wahl der Vorregler-Ausgangsspannung von 16 V bietet mehrere Vorteile. Eine Anzahl von Verbrauchern kann direkt gespeist werden, und die für Verbraucher mit anderen Eingangsspannungen bestimmten Aufbereitungsgeräte lassen sich vereinfacht aufbauen, weil sie mit einer geregelten Spannung gespeist werden. Da die 16-V-Spannung immer über dem Bereich der Eingangsspannung liegt, vereinfacht sich das System.

Nur wenige Verbraucher werden nicht von der geregelten 16-V-Spannung gespeist. Die Pulszählereinheiten und die Telemetrieräte erhalten $+3\text{ V}$ über zwei Step-Down-Regler direkt vom ungeregelten Hauptleiter bei $\pm 5\%$ Ausgangsgenauigkeit. Weiterhin werden die elektrisch zu zündenden Sprengbolzen zum Absprengen der Satellitenverkleidung direkt an die Batterie angeschlossen. Für jedes wissenschaftliche Experiment ist ein eigener Konverter vorgesehen, um eine möglichst hohe Zuverlässigkeit gewährleisten zu können. Ebenfalls aus Gründen der Zuverlässigkeit sind Vorregler und 3-V-Step-Down-Regler redundant vorhanden.

Energieverteilungssystem

Wegen der zentralen Bedeutung des Energieversorgungssystems für den sicheren Betrieb des Satelliten hat man zahlreiche Sicherungsvorkehrungen getroffen. Ein differenziertes Sicherungssystem bis zu den doppelt ausgeführten Einzelsicherungen für jeden Einzelkonverter eines jeden Experiments schützt die Stromversorgungsanlagen weitgehend gegen die Folgen von Kurzschläüssen. Automatische Überwachungen sorgen durch Auswertung der zahlreichen Messdaten über den jeweiligen Betriebszustand der Anlage für die Ausnutzung der vorhandenen Redundanzen. Darüber hinaus wird der Betrieb insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Batteriezustand laufend durch die Erfassung zahlreicher Betriebsmesswerte über Telemetrie überwacht. Bei eintretenden Schwierigkeiten können vom Boden aus Eingriffe in die Schaltung über Telekommando vorgenommen werden.

Zuverlässigkeit und Qualitätssicherung

Beim Aufbau des Energieversorgungssystems wurde und wird auf besonders hohe Zuverlässigkeit der Bauelemente, der Geräte und des Systems Wert gelegt. An besonders kritischen Stellen verwendet man zusätzliche Bauelemente und Geräte, oder man hat besondere Schaltungsmaßnahmen getroffen.

Die Güte der Geräte wird sichergestellt durch extrem harte Fertigungskontrollen und durch umfangreiche Testserien nach detaillierten Testplänen. Den üblichen elektrischen Funktionsprüfungen folgen umfangreiche statische und dynamische Umweltpfungen mit verschiedenen mechanischen, thermischen und Vakuum-Ansprüchen (einzel und in Kombination). Außerdem sind harte Prüfbedingungen bezüglich magnetischer Reinheit und gegenseitiger Beeinflussung der Geräte durch abgeleitete und abgestrahlte elektromagnetische Hochfrequenzstörungen zu erfüllen (s. Titelbild). Hierzu wurden ebenfalls verschiedene neue Prüfplätze geschaffen.

(Nach einem Vortrag von Dr.-Ing. Helmut H. Menke, Leiter der Abteilung „Raumfahrttechnik“ im Hause AEG-Telefunken)

Elektronischer Schalter

Zur häufig erforderlichen gleichzeitigen Darstellung von zwei Vorgängen auf einem Einstrahl-Oszilloskop benutzt man elektronische Schalter, die in schneller Folge abwechselnd das eine und das andere Meßsignal an den Eingang des Oszilloskopverstärkers legen. Im allgemeinen sind die industriell gefertigten elektronischen Schalter recht teuer (sie genügen dafür auch höchsten Ansprüchen), so daß sich für kleinere Werkstätten oder Amateure die Anschaffung nicht lohnt. Aber es gibt eine große Anzahl von Anwendungen, bei denen eine einfache Ausführung dieses Schalters ausreichen würde und eine Übertragungsbandbreite von 10 oder 20 MHz gar nicht erforderlich ist. Für solche Fälle ist der mit einfachen Mitteln selbst aufzubauende, im folgenden beschriebene elektronische Umschalter gedacht. In der angegebenen Form ist er für Frequenzen bis etwa 100 kHz verwendbar, kann aber durch kleine Änderungen der Eingangsstufe leicht auf eine größere Bandbreite gebracht werden. Bei voll aufgedrehtem Eingangsregler ist die Bandbreite größer als 1 MHz.

1. Prinzip

Es ist zweckmäßig, elektronische Schalter für zwei verschiedene Betriebsarten auszulegen (im Englischen „alternate sweep“ und „chopped“): Bei dem einen Verfahren erfolgt die Umschaltung von einem Signal auf das andere während des Strahlrücklaufs, wenn die Oszilloskopröhre dunkelgesteuert ist (alternating sweep = wechselnder Hinlauf). Der Umschalter läuft dann synchron mit der Oszilloskop-Zeitablenkung. Es wird während eines ganzen Strahlhinauslaufs kontinuierlich der Vorgang I dargestellt, während des nächsten der Vorgang II, dann wieder I usw. Diese Betriebsart hat den Vorteil, die Signale während der Darstellung nicht zu verfälschen. Außerdem bleibt der Umschaltvorgang selbst in jedem Falle unsichtbar, da während dieser Phase die Kathodenstrahlröhre dunkelgesteuert ist. Dem stehen zwei Nachteile gegenüber: Zum einen ist das Verfahren für niedrige Ablenkfrequenzen nicht brauchbar (es sei denn, man verwendet eine Kathodenstrahlröhre mit langerer Nachleuchtzeit), weil man die beiden Bilder nicht gleichzeitig, sondern zeitlich nacheinander sieht und daher nicht mehr auswerten kann. Zum anderen sind die dargestellten Phasenbeziehungen zwischen beiden Signalen rein zufällig und hängen vom eingestellten Triggerpegel ab. Für Messungen, bei denen es auch auf die Beobachtung beziehungsweise Messung des Phasenwinkels zwischen den beiden dargestellten Signalen ankommt, scheidet diese Betriebsart also aus.

Man bedient sich dann (bei niedrigen Frequenzen und phasenrichtiger Darstellung) des anderen Verfahrens, bei dem mit einer von der Zeitablenkung unabhängigen Frequenz dauernd zwischen den beiden Signalen hin- und hergeschaltet wird, also während des Strahlhinauslaufs abwechselnd kleine Zeitschnitte der beiden Signale dargestellt werden (chopped = zerhackt). Hierbei ergibt sich eine phasenrichtige Darstellung, und es lassen sich auch beliebig niedrige

Frequenzen darstellen. Dafür sind dann aber besondere Vorkehrungen zu treffen, damit der Umschaltvorgang auf dem Schirm unsichtbar bleibt. Im aufwendigsten Falle erreicht man das dadurch, daß man vom elektronischen Schalter her den Strahl jeweils während des Umschaltvorganges dunkelsteuert, oder einfacher, indem man den Umschaltvorgang (Flankensteilheit) so schnell macht, daß die Spur des Kathodenstrahls, der von dem Kurvenzug des einen Signals auf den des anderen springt, nicht mehr auf dem Schirm sichtbar wird. Welcher Aufwand für diese Lösung erforderlich ist, hängt vor allem von dem verwendeten Oszilloskop (Verstärker und Kathodenstrahlröhre) ab. Die hier vorgeschlagene Schaltung ist auf handelsübliche NF-Oszilloskopen zugeschnitten, ergibt aber auch bei ausgesprochenen Breitband-Oszilloskopen noch gute Bilder (die Umschaltung wird dann als schwach leuchtender Schleier zwischen den beiden Spuren sichtbar).

2. Schaltung

Das Gerät, dessen Schaltung Bild 1 zeigt, besteht aus drei Baugruppen, und zwar dem Schalter (T_1 , T_2), der Schaltersteue-

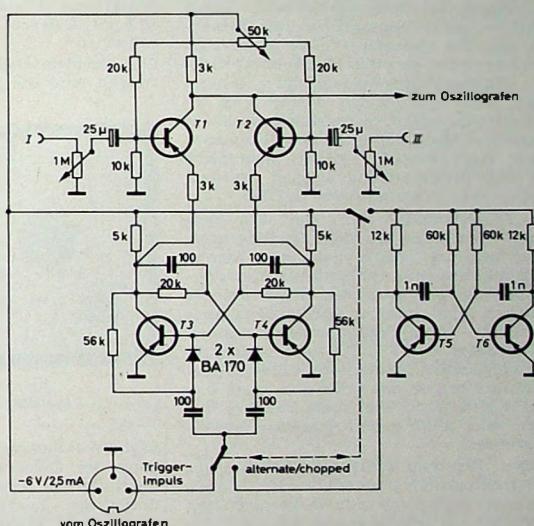
widerstand von $3\text{k}\Omega$. An ihm wird die dem Oszilloskopverstärker zuzuführende Spannung abgenommen. Die Transistoren sind mit den $3\text{-k}\Omega$ -Widerständen an den Emittern stark gegengekoppelt. Dadurch ergibt sich eine gute Linearität bei einer Abschwächung des Signals um etwa den Faktor 0,8.

Für größere Bandbreiten müssen vor allem die beiden Potentiometer an den Eingängen durch frequenzkompensierte Spannungsteiler mit entsprechenden Stufenschaltern ersetzt werden.

Die Transistoren T_1 und T_2 werden an den Emittern vom Flip-Flop T_3 , T_4 angesteuert. Dabei liegt jeweils ein Emitter entweder über insgesamt $8\text{k}\Omega$ an der negativen Betriebsspannung (dann ist er für das an der Basis liegende Signal gesperrt), oder er ist über die Kollektor-Emitter-Strecke des zugehörigen Flip-Flop-Transistors mit Masse verbunden (dann arbeitet der Transistor als normale stark gegengekoppelte Verstärkerstufe; das an seiner Basis liegende Eingangssignal erscheint am Kollektorschleifer und damit auf dem Oszilloskop).

Die Basisvorspannung (und damit der Kollektorstrom) läßt sich mit dem $50\text{-k}\Omega$ -

Bild 1. Gesamtschaltung des elektronischen Schalters (Transistorarten für T_1 ... T_6 siehe Text)



rung (T_3 , T_4) und dem astabilen Multivibrator (T_5 , T_6). Nur T_3 und T_4 sind Siliziumtransistoren BC 250, weil sich damit beim Flip-Flop erhebliche Schaltungsvereinfachungen ergeben. Die übrigen Transistoren stammen aus einem preisgünstigen Sonderangebot, wo sie als „Germanium-HF-Transistoren“ bezeichnet werden. Es handelt sich dabei um ältere Typen im Glasgehäuse, von denen aus einer größeren Anzahl Exemplare solche mit einer Stromverstärkung größer als 30 und Kollektor-Restströmen (offene Basis) kleiner als $30\mu\text{A}$ bei 30°C und 6V Kollektorspannung ausgesucht wurden.

Die Schalter-Transistoren T_1 und T_2 arbeiten auf einen gemeinsamen Kollektor-

Potentiometer verändern. Damit ändert sich auch das Gleichspannungspotential am Kollektorwiderstand, das heißt die Lage der Nulllinien auf dem Oszilloskopschirm. In Mittelstellung des Potentiometers dekken sich beide Nulllinien; beim Verstellen aus dieser Lage heraus wird die Basisvorspannung des einen Transistors um so viel positiver wie die des anderen negativer wird. Es verschiebt sich also die eine Nulllinie auf dem Schirm um so viel nach oben, wie die andere nach unten wandert.

Die Schaltersteuerung ist als Flip-Flop mit T_3 und T_4 bestückt. Von der Steuerung wird eine Rechteckspannung großer Flankensteilheit gefordert (damit der Umschaltvorgang so schnell verläuft, daß er auch

bei Chopperbetrieb auf dem Schirm unsichtbar bleibt), und die ist mit einem Flip-Flop am einfachsten zu realisieren. Damit ist gleichzeitig gewährleistet, daß beide Spuren gleich hell im Oszillogramm erscheinen (bei gleicher Kurvenform und Amplitude der beiden Eingangssignale), weil infolge der symmetrischen Rechteck-

75 mm × 20 mm unterzubringen, wie Bild 2 zeigt. Das läßt sich auch dann noch machen, wenn Stufenschalter mit frequenzkompenzierten Spannungsteilern an den Eingängen verwendet werden. Die Baugruppen wurden einzeln auf Schaltplatten mit geätzten Leiterbahnen untergebracht, weil sich mehrere kleine Platten mit besserer Raum-

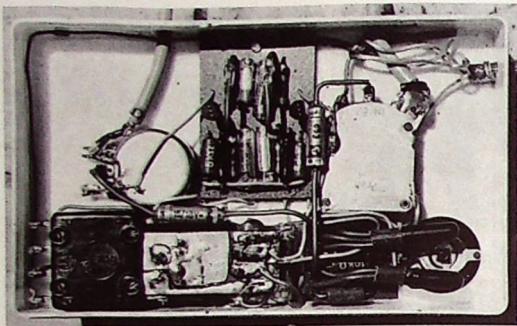


Bild 2. Innenraum des Mustergerätes

ausgangsspannung des Flip-Flop beide Kurven mit jeweils gleich langen Zeitintervallen geschrieben werden.

Die beiden Dioden bilden zusammen mit den 56-kOhm-Widerständen ein Tor, das den positiven Schaltimpuls nur an die Basis des gerade leitenden Transistors des Flip-Flop durchläßt und diesen dadurch sperrt. Der Übergang vom leitenden in den gesperrten Zustand erzeugt an dem zugehörigen Kollektorträger einen negativen Spannungssprung, der seinerseits nun den anderen, vorher gesperrten Transistor über den mit 100 pF überbrückten Rückkopplungswiderstand leitend macht. Ohne die Dioden würde auch an der Basis des vorher gesperrten Transistors das positive Sperrsignal des Schaltimpulses stehen; der Transistor könnte also nicht über die Rückkopplung leitend werden. Damit ergäbe sich ein labiler Betrieb.

Der Triggerimpuls für den Flip-Flop stammt wahlweise aus dem Oszillografen, wo er aus der positiv gehenden Flanke des Dunkelsteuer-Impulses (bei Katodenansteuerung) am Ende des Strahlhinaufs gewonnen wird, oder er wird – für Chopperbetrieb – dem freilaufenden astabilen Multivibrator mit T5, T6 entnommen. In der angegebenen Dimensionierung arbeitet der Multivibrator mit einer Frequenz von etwa 15 kHz, kann aber nach Belieben für höhere oder niedrigere Frequenzen ausgelegt werden.

Es kann der Fall eintreten, daß die auf dem Oszillografen darzustellenden Signalfrequenzen zufällig gerade im ganzzahligen Verhältnis zur Multivibratorfrequenz stehen. Dann wird immer in der gleichen Phase der Signalspannung umgeschaltet, und der Kurvenzug stellt sich als gestrichelte Linie mit gleich langen Lücken dar. Perfektionisten, die auch für diesen unwahrscheinlichen Zufall gerüstet sein wollen, schalten einem der Basiswiderstände des Multivibrators ein Potentiometer von etwa 5 kOhm vor, mit dem dann die Schaltfrequenz leicht verändert werden kann, so daß sie nicht mehr in einem ganzzahligen Verhältnis zur Signalfrequenz steht und sich wieder geschlossene Kurvenzüge ergeben.

3. Aufbau und Betrieb

Das ganze Gerät ist in einem Kunststoffkästchen mit den Abmessungen 120 mm ×

ausnutzung unterbringen lassen als eine große.

Die Baugruppe „Schalter“ mit T1 und T2 ist direkt an das Potentiometer für die Nulllinienverstellung angelötet, so daß sich eine zusätzliche Befestigung erübriggt. Das gleiche geschah mit der Baugruppe „Multivibrator“, die an den Betriebsarten-Umschalter gelötet wurde. So ist lediglich die in der Mitte des Gehäuses untergebrachte Baugruppe „Flip-Flop“ mit einer Schraube M3 zu fixieren, die im Bild 3 oben zu sehen ist.

Die aus dem Gerät herausführenden Leitungen sind die beiden Eingänge für die

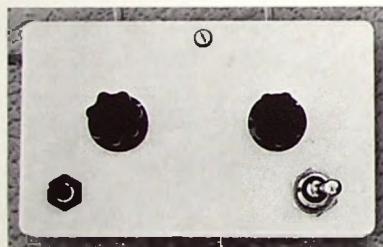


Bild 3. Frontplatte des elektronischen Schalters

Signale I und II (abgeschirmt), der Ausgang des Gerätes, der zum Eingang des Oszillografen führt (abgeschirmt), und die dreidrige Leitung, die über Diodenstecker und Flanschdose mit dem Oszillografen verbunden ist und die Betriebsspannung (–6 V, 2,5 mA), Masse und die Triggerimpulse zuführt.

Zum Betrieb des Gerätes ist anzumerken, daß der Oszillograf extern von einem der Signale getriggert werden muß, weil sonst die interne Triggerung auf die Umschaltimpulse ansprechen würde. Die Betriebsspannung sollte stabilisiert sein (eine Z-Diode genügt), jedenfalls aber auch für die tiefsten zu übertragenden Signalfrequenzen aus sehr niederohmiger Quelle (hinreichend große Siebkondensatoren) stammen, weil sonst ein Übersprechen von einem auf den anderen Kanal auftritt, wobei das Signal I mit verkleinerter Amplitude auch auf dem Kurvenzug für Signal II erscheinen würde und umgekehrt.

Persönliches

Dr. W. Wolff 70 Jahre

Am 3. November 1968 vollendete Direktor Dr. Willy Wolff, der frühere langjährige Leiter des Fachgebietes Fernmeldekabel im Fachbereich Anlagen Weitverkehr und Kabeltechnik von AEG-Telefunken, sein 70. Lebensjahr. Dr. Wolff kann auf eine mehr als 45-jährige erfolgreiche Tätigkeit in der Fernmeldekabeltechnik zurückblicken, und noch heute stellt er dem Unternehmen sein Fachwissen und seine Erfahrungen zur Verfügung.

Dr. Wolff trat 1922 in das Fernmeldelaboratorium des Kabelwerkes Oberspree in Berlin ein. Im Jahre 1935 wurde er mit der Leitung des Laboratoriums für Fernmeldekabel und der Laboratorium für Kern-, Spulen- und Isolierstofftechnik betraut. Ab 1943 war er außerdem stellvertretender Betriebsleiter der Fernmeldekabelfabrik. Im Jahre 1954 wurde ihm die Leitung des Fachgebietes Fernmeldekabel übertragen.

VDE-Ehrenring für Prof. Dr. H. F. Mayer

Auf der VDE-Jahresversammlung in Berlin wurde Professor Dr. phil. nat. Dr.-Ing. e.h. Hans Ferdinand Mayer für seine Verdienste auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik mit der Verleihung des VDE-Ehrenringes ausgezeichnet. Professor Mayer, langjähriger Leiter des Zentrallaboratoriums und des Forschungslaboratoriums im Hause Siemens, hatte bereits in den zwanziger Jahren richtungweisend am Aufbau des Weitverkehrs-Kabelnetzes für Niederfrequenzübertragungen mitgearbeitet und hatte auch an der späteren Entwicklung der Trägerfrequenztechnik entscheidenden Anteil.

NTG-Preis für Dr.-Ing. W. Schmidt

Anlässlich der 55. Hauptversammlung des VDE in Berlin erhielt Dr.-Ing. Wolfgang Schmidt, Leiter des Entwicklungslaboratoriums für Sende- und Mikrowellenröhren der Valvo GmbH, Hamburg, den Preis der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE für seine Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Elektronenröhren. Dr. Schmidt hat 1960 begonnen, die Klystrons zu verbessern, sie den steigenden Anforderungen anzupassen und damit auf einen Stand der Technik zu bringen, der gegenüber anderen Entwicklungen dieser Art einen wesentlichen Fortschritt darstellt. Entscheidend für die Zuverlässigkeit des Preises war seine Arbeit „UHF-Klystron mit hoher Leistungsverstärkung für direkte Ansteuerung mit Halbleiterbauelementen“, die im April 1967 erschienen ist.

Dr.-Ing. E. Schwartz erhielt Professorur an der TH Aachen

Dr.-Ing. E. Schwartz, seit 1962 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Philips Zentrallaboratorium GmbH, Aachen, wurde zum außerplanmäßigen Professor der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ernannt. E. Schwartz studierte in Stuttgart und Aachen Elektrotechnik und Fernmeldeotechnik. Während seiner Assistentenzeit am Rogowski-Institut promovierte er zum Dr.-Ing. und habilitierte sich 1962 an der TH Aachen, an der er zuerst als Privatdozent und jetzt als außerplanmäßiger Professor Vorlesungen über Netzwerktheorie hält.

K. Eberhardt 40 Jahre bei AEG-Telefunken

Ende Oktober beginnt Oberingenieur Kurt Eberhardt, technischer Leiter des Ulmer Röhrenwerkes von AEG-Telefunken, sein 40-jähriges Dienstjubiläum. Nach seiner Berufsausbildung war K. Eberhardt zunächst bei Osram und dann bei Telefunken in der Fertigung von Rundfunk-, Sende- und Spezialröhren tätig. Im Jahre 1943 wurde er mit der Errichtung und Leitung einer Röhren-Versuchsstelle betraut und kam in der gleichen Funktion 1944 nach Ulm. Dort war er ab 1945 als technischer Betriebsleiter am Aufbau der ersten Fertigungswege des heutigen Röhrenwerkes beteiligt. Seit 1966 ist er technischer Leiter des Röhrenwerkes Ulm.

W. Köhler 40 Jahre bei AEG-Telefunken

Sein 40-jähriges Dienstjubiläum beginnt am 15. Oktober 1968 Direktor Walter Köhler, technischer Leiter der Fabrik Offenburg des Fachbereichs Anlagen Weitverkehr und Kabeltechnik von AEG-Telefunken. W. Köhler trat 1928 in das AEG-Forschungsinstitut in Berlin ein und war von 1941 bis 1945 als Betriebsleiter im Kabelwerk Oberschöneweide tätig. Nach dem Krieg kehrte W. Köhler 1950 zur AEG zurück und wurde 1959 zum Betriebsdirektor im Werk Backnang ernannt. Im Jahre 1962 betraute man ihn mit der Planung und Einrichtung der neuen Fabrik Offenburg.

Ein SSB-Sender-Eigenbauprojekt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 21, S. 827

Der Ringmodulator war zunächst als besonders unkritische Baustufe angesehen worden. Es zeigte sich aber, daß die Dioden bereits bei 1,5 V HF und nach einigen gesprochenen Sätzen strommäßig so überlastet wurden (besonders an wärmeren Tagen nach über 10 Minuten Sendebetrieb), daß starke Verzerrungen eintraten, deren Ursache zunächst überall, aber nicht im Ringmodulator gesucht wurde. Die HF-Trägerspannung wurde auf 0,35 V gesenkt, und die NF-Spannung mußte etwa auf ein Zehntel (max. 50 mV) herabgesetzt werden, um Verzerrungen zu vermeiden. Man muß kapazitätsarme Dioden verwenden, weil die Diodenkapazität spannungsabhängig ist

Widerstand im Ringmodulator mit einem Relaiskontakt überbrückt werden. Dadurch wird der Träger zugesetzt, weil der Trägernullabgleich gestört ist. Die vier Dioden sollen über den Bereich der ansteuernden HF-Spannung gleiche Vorwärtsstromwerte ergeben, sonst kann der Trägernullabgleich Schwierigkeiten bereiten. Der Trägeroszillator muß in Eco-Schaltung betrieben werden, um (die bei manchen SSB-Sendern beobachtete) FM zu vermeiden. Eine getrennte Pufferstufe wäre ebenfalls geeignet. Die beiden Trägerquarze sollen möglichst gleiche Schwingspannung ergeben.

Quarzfiltereigenbau wird oft mit einer gewissen Ehrfurcht betrachtet, doch die von

11 Quarzen liegen (einschließlich des Mittelquarzes) so, daß praktisch kein Nachschleifen nötig ist. Man nimmt zum Beispiel Kanal Nr. 298 als Mittelquarz für den Abgleich der Filterschwingkreise und als AM-Oszillatoren-Quarz. Die Kanäle Nr. 23 und Nr. 24 liegen mit etwa ± 800 Hz symmetrisch zu dem Mittelquarz. Die Kanäle Nr. 297 und Nr. 299 liegen abermals um rund ± 600 Hz weiter entfernt. Man kann also Nr. 23 und Nr. 24 als Filterquarze in Serienresonanz benutzen, während Nr. 297 und Nr. 299 als die zwei Trägerquarze verwendbar sind. Die Bandbreite ist nicht nur etwa 2×800 Hz, sie beträgt auch etwa 2,5 kHz zwischen den Punkten mit 6 dB

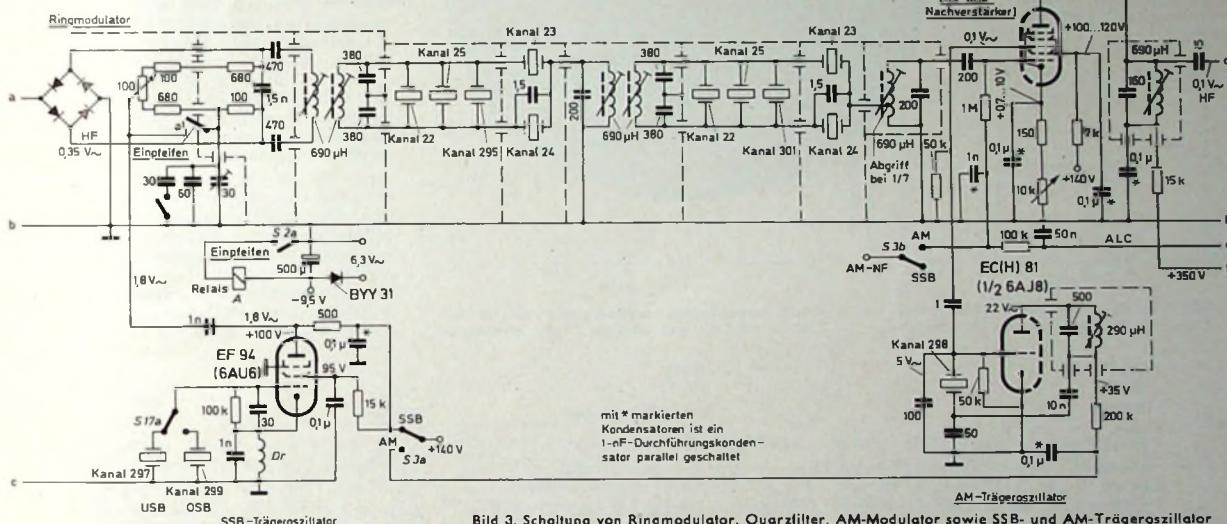


Bild 3. Schaltung von Ringmodulator, Quarzfilter, AM-Modulator sowie SSB- und AM-Trägeroszillatoren

Tab. IV. Quarzkanäle und zugehörige Frequenzen

Quarz-Kanal Nr.	gemessene Frequenz kHz
295	409,720
2 x 22	411,240; 411,180
297	412,590 (Träger)
2 x 23	413,212; 413,190
298	413,905 (\approx Bandmitte)
2 x 24	414,730; 414,856
299	415,495 (Träger)
2 x 25	416,740; 416,835
301	418,060

DJ 2 KY angegebene Methode [1] bringt ohne Schwierigkeiten einen sicheren Erfolg. Sieht man sich die Frequenztabelle der „FT-241“-Quarze an (Tab. IV), dann wird man feststellen, daß jede vierte dreistellige Kanalnummer frequenzmäßig symmetrisch zu den zweistelligen Kanalnummern liegt. Die Frequenzabstände von jeweils

Dämpfung, was gerade richtig ist. Die übrigen Quarze der Gruppe wie Nr. 22, Nr. 25, Nr. 295 und Nr. 301 kann man als Parallelresonanzquarze benutzen, um die Filterseitenhöcker wirksam zu unterdrücken.

Wer Quarze aus der Neufertigung nehmen möchte, kann die gleichen Frequenzen verwenden. Es besteht keinerlei Grund, nach den längst vergriffenen 455-kHz-Quarzen der Serie zu suchen, da 25 ähnliche Gruppen mit den Werten der „FT-241“-Serie zusammengestellt werden können. Man kann auch sehr einfach mit einem Karborundstein eine Ecke der Quarze abschleifen und so ein fehlendes Quarzelement der Serie durch ein tiefer abgestimmtes und auf die erforderliche Frequenz zu bringendes ersetzen. Ein Frequenzmesser „EC 221“ ist dabei sehr nützlich.

Der Abgleich erfolgt dadurch, daß man den Mittelquarz in den Trägeroszillator einsetzt, den Träger mit dem Einfallschalter dem Filter zuführt, mit dem Röhrenvolt-

meter an der Anode der 1. Mischstufe (VFO abgeschaltet) die 414-kHz-HF-Spannung mißt und alle 414-kHz-Kreise auf Maximum einstellt. Gleicht man dann auf Trägerminimum ab und verwendet den OSB- und USB-Trägerquarz, dann sollte man den gewünschten NF-Bereich von 300 bis 3000 Hz zwischen den 6-dB-Punkten mit wenig Einstellung messen können. Dazu speist man ein etwa im Bereich 50 bis 4000 Hz durchstimmbares NF-Signal in den Mikrofoneingang ein. Die Kreise an Gitter und Anode der Nachverstärkeröhre (ECH 81) sind kritisch einzustellen, damit bei OSB- und USB-Betrieb der gleiche Bereich gut wiedergegeben wird. Unsymmetrie des Filters oder falsche Trägerfrequenzlage zeigen sich hier besonders deutlich. Die so erreichbare Filterkurve kann sich mit einem Formfaktor von 1:1,68 für den Kopfteil durchaus sehen lassen, zumal die Nebenhöcker unter -60 dB liegen

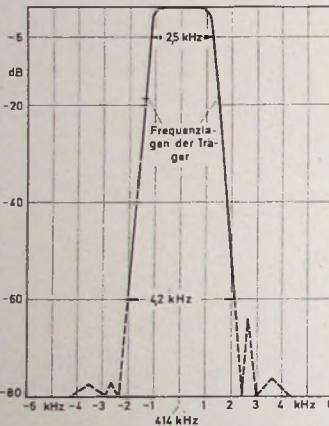


Bild 4. Durchlaßkurve des Quarzfilters und Lage der Träger für OSB- und USB-Betrieb

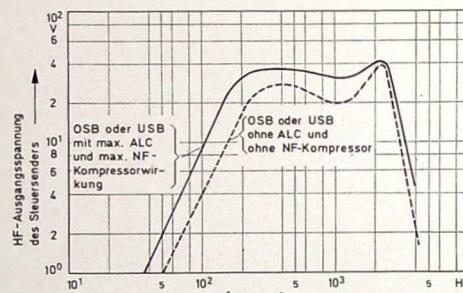


Bild 5. Frequenzgang des Steuersenders bei OSB- und USB-Betrieb mit und ohne ALC und Kompressor

(Bild 4). Gute Abschirmung ist entscheidend, damit das Filter nicht umgangen wird.

Es ist zweckmäßig, die Trägerfrequenzen so zu legen, daß sie bei etwa -20 dB auf der Filterkurve erscheinen. Man könnte den Träger und das abgeschnittene Seitenband (besonders dessen niedrige Frequenzen in Trägernähe) noch mehr unterdrücken, wenn man den Träger weiter von dem Filterdurchlaßbereich abrückt, doch werden dann die tiefen Sprachfrequenzen zu sehr benachteiligt. Bild 5 zeigt den Frequenzgang des ganzen Steuersenders bei OSB- und USB-Betrieb, und zwar mit und ohne ALC beziehungsweise NF-Kompressor. Die Absenkung in der Kurve „ohne Kompressor“ führt hauptsächlich von der nicht ganz gleimäßigen Spannung des einfachen Tongenerators her. Entsprechende Messungen sollte man an jedem SSB-Sender durchführen, weil sie sehr aufschlußreich sind.

AM-Betrieb ist ohne Filter und ohne aus der Balance gebrachten Ringmodulator (eine heute leider übliche Kompromißmethode) mit beiden Seitenbändern möglich, wobei die Nachverstärkeröhre (Hep-

todenteil) als Mischstufe arbeitet. Als AM-Trägeroszillator mit Quarzsteuerung wirkt die Triode dieser Röhre. AM-Betrieb ist so in einwandfreier Art möglich, doch erwies sich die Ankündigung befriedeter OM's als richtig: „Wenn erst einmal der SSB-TX QRV ist, wird doch kein AM-QSO mehr gemacht!“

Die 1. Mischstufe (Bild 6) transponiert das 414-kHz-SSB-Signal durch Mischung mit dem VFO von 4,036 bis 3,536 MHz auf die erste ZF von 4,450 bis 3,950 MHz. Da das VFO-Signal auf das Gitter der einen Triode und auf die Kathode der anderen gegeben wird, ergibt sich die doppelte Mischstabilität, weil die Röhren parallel arbeiten. Das VFO-Signal wird an den Anoden weitgehend ausgelöscht, weil es gegenphasig erscheint; das gewünschte Signal ist so zehnfach angehoben. Um hier allein das VFO-Signal mindestens um 60 dB abzuschwächen, damit es nicht später verstärkt und ausgestrahlt wird (414 kHz neben der Arbeitsfrequenz), mußte der zunächst benutzte doppelt abgestimmte Anodenkreis von zwei auf vier Kreise umgebaut werden. Die vier Eisenkernspulen sind direkt an die Lötfähnen des 4 × 70-pF-Drehkondensators angelötet. Die induktive Streukopplung war gerade ausreichend, um bei etwa 50 kHz Bandbreite die geforderte hohe Flankensteilheit zu erhalten, die die unerwünschte VFO-Frequenz um über 60 dB absenkt, wie mit einem Empfänger am Senderausgang nachgewiesen werden kann. Nur bei mehr als 30 kHz Frequenzänderung ist der geeichte Drehkondensator nachzustimmen.

Der VFO wird in Franklin-Oszillatorschaltung mit einer Doppeltriode ECC 81 betrieben. Der Drehkondensator ist eine Präzisionsausführung (30 Jahre alt) mit frequenzgeradem Plattschnitt. Der Schnekkentrieb 1:25 wird über einen dreistufigen Welleknopf angetrieben. Das L/C-Verhältnis des VFO-Abstimmkreises und die beschriebene Mechanik wurden so auf-

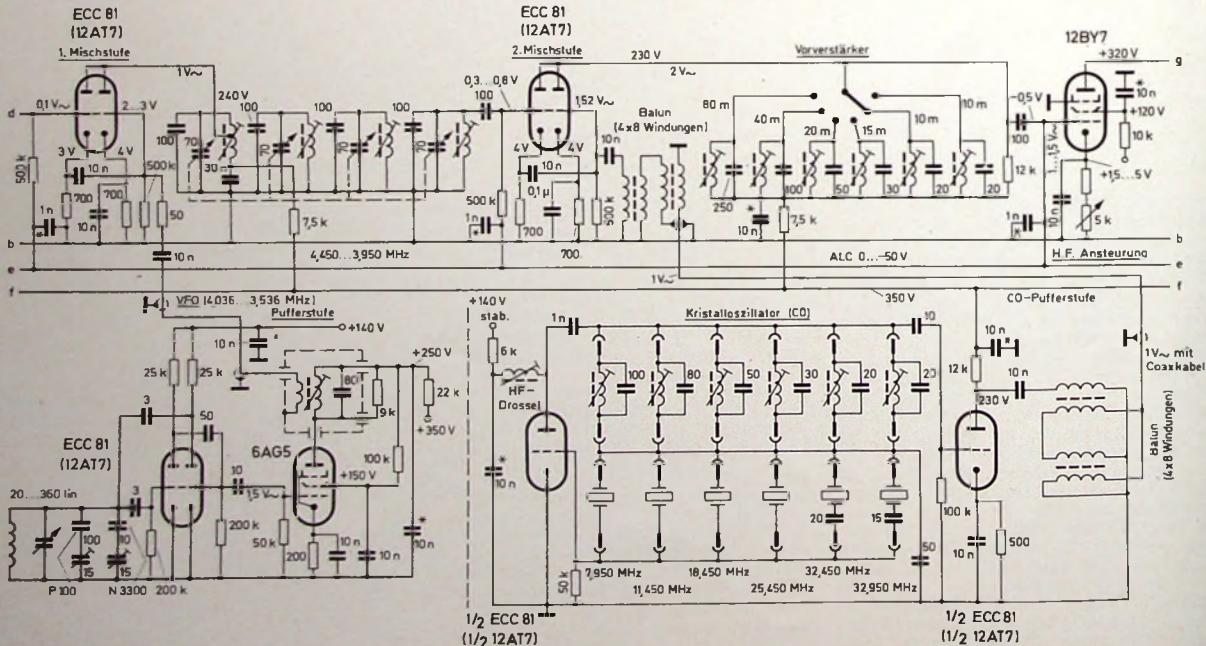
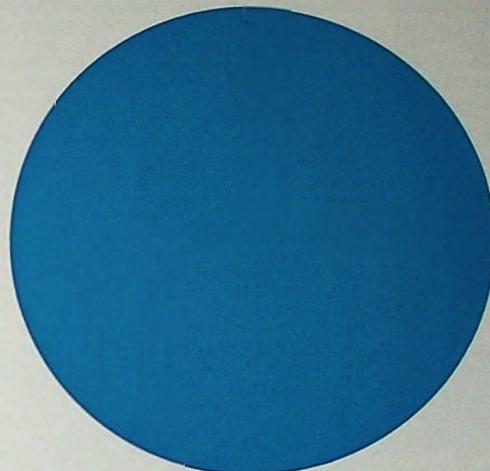


Bild 6. Schaltung der 1. und 2. Mischstufe, des HF-Verstärkers, des VFO und des CO

In letzter Zeit werden auffallend viele Blaupunkt Fernseher verkauft. Wir ahnen die Gründe.



Eine Menge Leute sehen nun schon über ein Dutzend Jahre fern. Manche besitzen schon ihr drittes oder viertes Gerät. Darüber sind sie zu Kennern geworden.

Sie wissen zwar nicht, daß wir z. B. das Chassis zu den Farbmonitoren der Fernsehstudios liefern. Es fällt ihnen bloß auf, daß bei Blaupunkt Fernsehern das Bild so

klar und konstant ist. (Wir nennen das Studioqualität.)

Manche wundern sich auch über den guten Klang. Den erreichen wir u. a. dadurch, daß wir die Lautsprecher den Ton nach vorn abstrahlen lassen statt um die Ecke.

Einer der Gründe für den Erfolg ist sicherlich, daß wir uns mit dem Design sehr viel Mühe gegeben

haben. Wir haben uns dabei nicht auf eine bestimmte Richtung eingengt, sondern eine breite Auswahl entwickelt. Schließlich haben die Kunden, die Ihre Schaufenster sehen, nicht alle den gleichen Geschmack.

Übrigens, wieviel Blaupunkt Fernseher sind zur Zeit in Ihren Fenstern?



Fernseher von
BLAUPUNKT
Mitglied der Bosch-Gruppe

einander abgestimmt, daß der Bereich 4,036 ... 3,536 MHz durch die Ziffernfolge von 000 bis 500 angezeigt wird. Die Eichung weicht nur wenig vom linearen Verlauf ab. Daß dieser Abgleich ein kleines Geduldspiel war, sei nur nebenher bemerkt; es hat sich aber gelohnt.

Zur VFO-Temperaturkompensation wird die Differentialmethode verwendet. Ein 100-pF-Keramikkondensator (TK-Wert P 100) und ein 10-pF-Keramikkondensator (TK-Wert N 3300) sind in Reihe mit je einem stabilen Trimmer (Luftdrehko mit Schraubenziehereinstellung) dem VFO-Schwingkreis parallel geschaltet. Bei großem einstellbarem Temperaturkoefzientenbereich kann man so den Kapazitätswert leicht konstant halten. Man braucht dann nicht eine Stunde nach dem Einlöten eines Kondensators mit anderem TK auf das Temperaturgleichgewicht der Bauteile zu warten, bis man den Temperaturgang wieder überprüft. Hierbei kann übrigens ein Haartrockner gute Dienste tun. Es ist wichtig, daß frequenzbestimmende Bauteile dicht beieinander stehen, da sonst der TK-Abgleich wegen eines zu großen Temperaturgradienten und dessen Zeitkonstante nicht möglich ist.

Die Röhre 6AG5 dient als Pufferstufe mit breitbandigem Anodenkreis. Der 50-Ohm-Dämpfungswiderstand in der VFO-HF-Zuleitung am Gitter der 1. Mischstufe wurde nötig, um Selbsterregung (Huth-Kühn) der Mischtriode zu vermeiden.

Die zweite Mischstufe ist wie die erste aufgebaut. Hier wird die ZF mit Hilfe eines Kristallsenders (CO) auf die einzelnen Amateurbandfrequenzen umgesetzt. Sechs Bereiche von 500 kHz Breite sind vorhanden, von denen jedoch nur das 10-m-Band auf volle 500 kHz Bandbreite abgeglichen wurde. Da VFO und CO in einem getrennten kleinen Gehäuse untergebracht wurden, um die Erwärmung gering zu halten, und etwa 40 cm lange Koaxkabel die HF an die Mischstufen führen, ergaben sich besonders bei den höheren CO-Frequenzen einige Schwierigkeiten, um genügend Oszillatortspannung an der Mischstufe zu haben. Da die Signalspannung nur 10 ... 30 % der CO-Spannung

der Mischstufe betragen soll, um die Verzerrungen gering zu halten, bestimmte dieses Verhältnis, wieviel Verstärkung erforderlich ist, um die PA ausreichend auch bei 29 MHz anzusteuern.

Die benutzte CO-Schaltung eignet sich gut für Grundfrequenz- wie auch für Oberlongquarze. Die Bereichumschaltung ist einfach, und die kleinen Ferritkernspulen sowie die Fassungen für die Quarzhalter wurden direkt an den Schalter gelötet. Oberhalb 25 MHz kamen Quarze zur Verwendung, die mit dem dritten Oberton arbeiten. Die zweite Hälfte der Oszillatroröhre ECC 81 dient als Pufferstufe. Auch hier wurden die verschiedenen Möglichkeiten zur Entkopplung und Anpassung erprobt (Katodenfolgerstufe usw.), doch als beste Lösung erwies sich ein Ferrit-Baluntransformator (wie bei Fernsehempfänger-Antenneneingängen) mit 4 × 8 Windungen. Damit ließ sich die CO-Spannung im Verhältnis 4 : 1 herabtransformieren und über das 300-Ohm-Koaxkabel leiten. Die Grundfrequenzquarze kann man mit den Spulenketten des CO auf Sollfrequenz ziehen, während die Obertronquarze mit Serienkondensatoren auf die gewünschte Frequenz gebracht werden. Der Anodenkreis der 2. Mischstufe ist jeweils auf eine Frequenz abgestimmt, die rund 10 % unter der oberen Bandgrenze jedes Bandes liegt, während der Anodenkreis der folgenden Vorverstärkerstufe auf Frequenzen nahe der unteren Bandgrenze abgeglichen wurde. Dadurch wird die wirksame Verstärkung dieser Stufen zwar sehr verringert, doch Drehkondensatoren und Gleichlaufabgleich sind so vermeidbar.

Die Vorverstärkerröhre 12BY7 muß eine ausreichende Steilheit haben, um bei dem etwas „falsch“ abgestimmten Anodenkreis (geringe Impedanz) noch eine 3- bis 10fache Verstärkung zu ergeben. Die Stufe arbeitet im AB-Betrieb. Die Verstärkung kann mit dem Katodenwiderstand eingestellt werden, so daß die ALC nur noch Modulationspitzen abzuschneiden hat. Der ALC-Regler ist nur bei Bandwechsel zu bedienen, besonders beim Übergang auf 28 bis 29 MHz. (Schluß folgt)

Sender und Programme

Hessischer Rundfunk nahm Stadtsender in Betrieb

Am 15. Oktober 1968 nahm der Hessische Rundfunk einen Stadtsender zur Verbesserung des durch zahlreiche Hochhäuser gestörten Fernsehempfangs im Stadtgebiet von Frankfurt in Betrieb. Dieser Sender arbeitet im Kanal 47 und wird vom Sender Feldberg aus überwacht und fernbedient. Messungen des Hessischen Rundfunks haben ergeben, daß innerhalb des Stadtgebietes von Frankfurt etwa 100000 Einwohner keinen ausreichenden Fernsehempfang haben.

Der neue Stadtsender arbeitet zunächst mit einer Leistung von 300 W. Zum Empfang des Senders benötigen die Zuschauer, deren Fernsehbild im Stadtgebiet gestört ist und die bisher eine Antenne für den Fernsehempfang vom Feldberg oder Donnersberg hatten, eine UHF-Antenne, die zum Goetheturm ausgerichtet werden muß.

Neue Programmstruktur im Hörfunk des SFB

Seit der Umstellung des Hörfunkprogramms des SFB am 6. Oktober 1968 werden stündlich Nachrichten zur vollen Stunde gesendet. Lediglich um 21 Uhr wird das durchgehende Abendprogramm nicht unterbrochen. Neu eingeführt wurden zwei Magazinsendungen, und zwar montags bis sonnabends von 6.05 bis 8.00 Uhr über SFB II und montags bis freitags von 12.30 bis 14.25 Uhr über SFB I. Im kulturellen Bereich wird ein Kulturmagazin geboten, das montags bis sonnabends von 19.30 bis 20.00 Uhr über SFB II gesendet wird. Schließlich bringt SFB II jeden Mittwoch von 18.15 bis 18.30 Uhr ein Interview.

Die Nachmittagssendungen des Schulfunks sind über SFB II von 15.30 bis 16.15 Uhr zu hören. „Dokumente der Gegenwart“ und „Umrisse der Zukunft“ (14-tägig im Wechsel sonnabends um 9.05 Uhr) und „Naturwissenschaft und Technik“ (sonnabends von 11.30 bis 12.00 Uhr) sind neue Sendereihen von SFB II.

Das 1. Hörfunkprogramm wird wie bisher „rund um die Uhr“ zu hören sein, während das 2. Programm wesentlich erweitert wird, und zwar montags bis freitags von 6.05 bis 11.00 Uhr und von 15.30 bis 24.00 Uhr. Darin eingeschlossen ist das 3. Programm in der Zeit von 20.00 bis 22.30 Uhr. Sonnabends liegen die Sendetermine des 2. Programms von 6.05 bis 13.00 Uhr und von 14.15 bis 23.00 Uhr, sonntags von 8.05 bis 23.00 Uhr (3. Programm von 20.00 bis 22.30 Uhr).

Schnellreportagewagen

Für die aktuelle Berichterstattung im Hörfunk sind schnelle und wendige Fahrzeuge mit einem Höchstmaß an technischen Einrichtungen Voraussetzung. Beim Bayerischen Rundfunk werden hierfür sogenannte Schnellreportagewagen verwendet.

Als Fahrzeug wurde eine Mercedes-Benz-Limousine „230 S“ gewählt. Dieser Autotyp mit seinen 95 PS und einer Höchstgeschwindigkeit von etwa 165 km/h erlaubt es, neben der technischen Einrichtung noch drei Personen zu befördern. Zur Stromversorgung der technischen Ausrüstung sind zwei Akkumulatoren von je 12 V, 52 Ah und eine Dreistrom-Lichtmaschine mit Transistorregler im Motorraum des Fahrzeugs eingebaut.

An die Regieeinrichtung lassen sich maximal fünf Mikrofone anschließen. Die Regelung und Mischung der einzelnen Mikrofonpegel erfolgt in einem Mischpult mit fünf Mikrofonreglern, einem Summenregler und einem Aussteuerungsmesser. Die Tonsignale können mit zwei batteriebetriebenen Tonbandgeräten „Nagra 3“ aufgenommen und — je nach Aufgabenstellung — auch über einen Sendeschalter auf eine Übertragungsleitung ins Funkhaus geschaltet werden.

Das Mischpult und ein Magnettongerät sind klappbar an der Rückenlehne der vorderen Sitzbank montiert. Das zweite Tonbandgerät und die Überwachungseinrichtung für die Stromversorgung und Modulation befinden sich in einem Einbau an Stelle des hinteren linken Rücksitzes. Die erforderlichen Mikrofonvor-, Zwischen-, Begrenzer- und Trennverstärker sind in einem Einschubträger unter der Halblage untergebracht. Zur Überwachung des Rundfunkprogramms und auch der eigenen Sendung dienen zwei Rundfunkgeräte.

Entscheidend für den Gebrauchswert im aktuellen Dienst ist, daß die Schnellreportagewagen mit Funkanlagen im 1-m-Bereich ausgerüstet sind. Damit ist es möglich, innerhalb der Reichweite des Senders (Stadtgebiet München) Live-Sendungen drahtlos in das Funkhaus zu übermitteln.

„Super Dry“-Batterien

Während der Stromentnahme entsteht in einer üblichen Trockenbatterie durch chemische Umsetzung neben anderen Produkten auch Wasser. Gleichzeitig wird der Zinkmantel der Batterie angegriffen; er wird dünner und bekommt schließlich Löcher, durch die der jetzt flüssige Inhalt der Batterie austreten und erhebliche Beschädigungen verursachen kann.

Um das zu verhindern, wurde bereits vor längerer Zeit das sogenannte „Leakproof-System“ eingeführt. Dabei erhielten die Zellen eine zusätzliche Ummantelung, wodurch die Auslaufsicherheit bedeutend erhöht wurde. Trotzdem kommt es immer wieder vor, daß Trockenbatterien übermäßig stark entladen werden. In diesem Fall gibt es auch bei „Leakproof“-Zellen keine absolute Garantie gegen das Auslaufen. Auch eine hermetische Abdichtung der Zellen ergab keine Verbesserung, da bei den chemischen Prozessen, die während der Stromentnahme in einer Zelle ablaufen, Gase entstehen, deren Druck die Um-

mantelung auftreibt. Das führt dazu, daß der Mantel gesprengt wird oder sich die Batterie im Behälter verklemt. Im ersten Fall kommt es wieder zu einem Austritt des Elektrolyten, im zweiten Fall kann das Gerät durch die entstehenden Kräfte beschädigt werden.

In den Varta-Laboratorien versuchte man daher die Entstehung von flüssigen Reaktionsprodukten während der Stromentnahme überhaupt zu unterbinden. Die Untersuchungen führten schließlich zur Entwicklung der Zinkchlorid-Batterie, die im Gegensatz zu den herkömmlichen Batterien im Betrieb immer trockener wird. An Stelle des früher üblichen Ammoniumchlorid-(Salmiak-) Elektrolyten enthält sie Zinkchlorid, das Wasser auf chemische Weise unter Bildung eines festen Reaktionsproduktes bindet. Diese neuen „Super Dry“-Batterien von Varta haben außerdem einen sehr hohen Energieinhalt, der den der besten Hochleistungszellen in bestimmten Anwendungsbereichen sogar übertrifft.

ABSOLUT SPITZENKASSE!

Philips HiFi-Stereo-Tonbandgerät 4407

HiFi-Aufnahmen schon bei 9,5 cm/s.
Eingebaute Lautsprecher.
Modulationsanzeige bei der
Wiedergabe. Überspielregler für
Multiplay · etc · etc · etc

AN DEN FACHHÄNDLER:
1967 waren 15% aller verkauften
Tonbandgeräte Stereo-Geräte.
1968 ist der Stereo-Anteil noch
größer. Höchste Zeit also für ein
revolutionäres Spitzenkasse-Gerät.
Ein Gerät, mit dem Philips beweist,

dass HiFi-Qualität nicht teuer
sein muß.

AN DEN TECHNIKER:

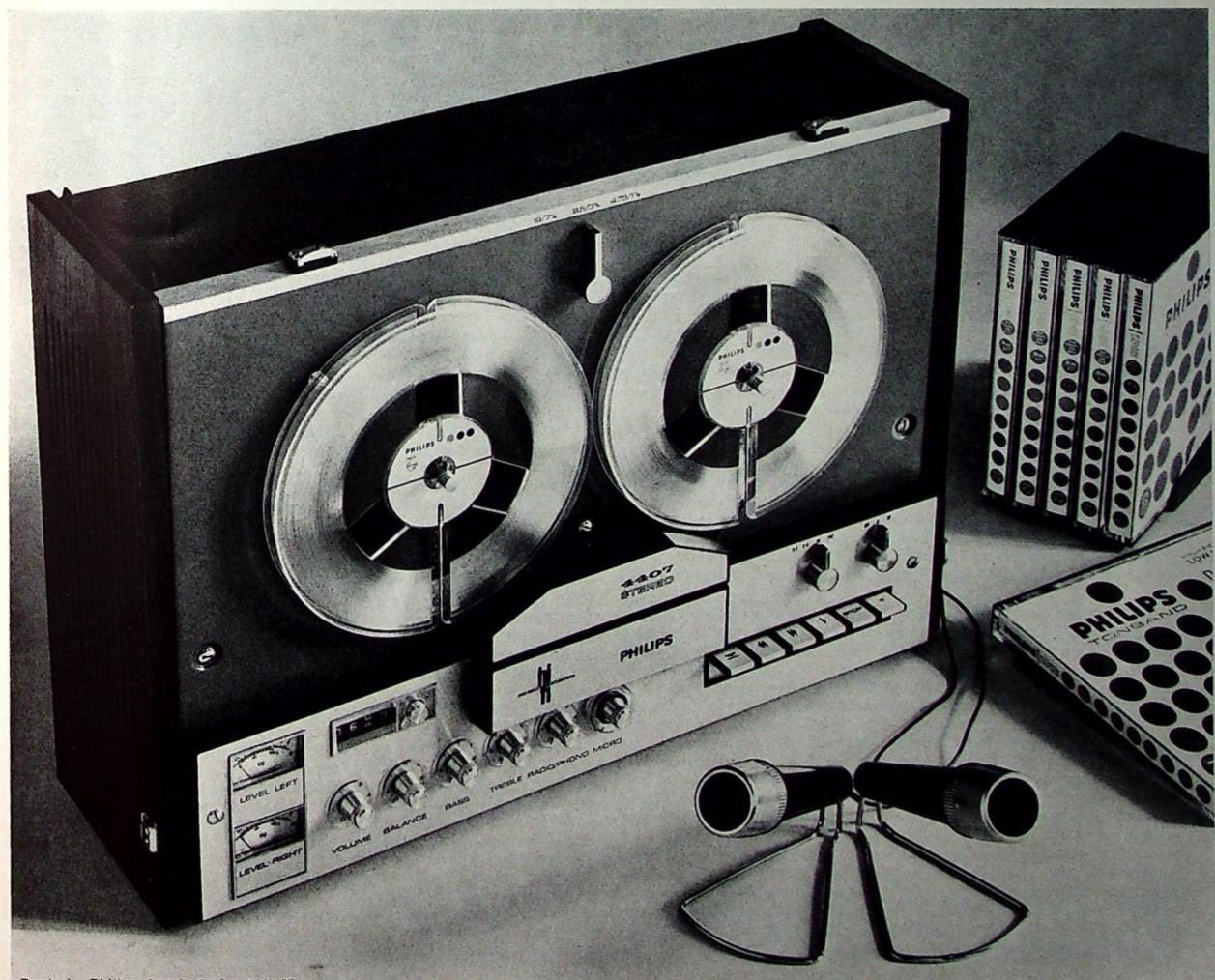
Falls Sie die Neugier plagt:
mit wenigen Handgriffen haben Sie
das Innere des Gerätes vor sich.
Die Lautsprecher und Anzeige-
Instrumente sind mit Steck-
verbindungen angeschlossen.
Das Gerät ist auch im ausgebauten
Zustand voll funktionsfähig, weil wir
SERVICE-FREUNDLICHKEIT
groß schreiben.

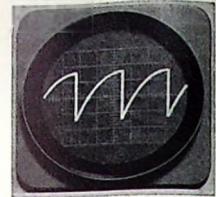
WEITERE DATEN:

4-Spur-Technik; Bandgeschwindig-
keiten 4,75, 9,5 und 19 cm/s;
eingebautes Mischpult; 2 VU-Meter;
Balanceregler; getrennte
Höhen- und Baßregler.



PHILIPS





Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt

Die hier beginnende Beitragsreihe hat das Ziel, die Anwendung des Elektronenstrahl-Oszilloskopen in der Unterhaltungselektronik an Hand von Beispielen und grundsätzlichen Erörterungen deutlich vor Augen zu führen. Sie will den Leser vor allem in die Lage versetzen, einen möglichst großen Nutzen aus dem Oszilloskop bei Servicearbeiten zu ziehen. Das setzt natürlich die Kenntnis der grundsätzlichen Wirkungsweise des Oszilloskopen voraus, und zwar sowohl hinsichtlich seiner Technik als auch hinsichtlich des Zustandekommens von Oszillogrammen an sich. Zur Vermittlung dieser Kenntnisse haben wir die im Heft 19/68 der FUNK-TECHNIK beendete Beitragsreihe „Die Technik moderner Service-Oszilloskopen“ veröffentlicht. Diese Reihe sollte vor Beginn der Lektüre der neuen Beitragsreihe gründlich durchgearbeitet worden sein. Es ist eine alte Erfahrung, daß man erst dann den größten Nutzen aus diesem vielseitigen Meßgerät zieht, wenn man es auch in seinen Einzelheiten genau kennt und beherrscht.

Die Anwendungsmöglichkeiten moderner Elektronenstrahl-Oszilloskopen sind sehr vielseitig. Sie reichen von speziellen elektrischen oder elektronischen Untersuchungen bis zu Methoden und Meßverfahren, die mit der Elektrotechnik oder der Elektronik praktisch nichts mehr zu tun haben; erwähnt sei zum Beispiel die Anwendung bei der Messung nichtelektrischer Größen, etwa von Zeitwerten, Längen, Drücken, Temperaturen usw. Alle diese Anwendungen wollen wir jedoch nicht behandeln, sondern uns lediglich auf die Servicetechnik in der Unterhaltungselektronik beschränken. Diese Beschränkung bedeutet auch, daß wir viele elektrische oder elektronische Anwendungen außer Betracht lassen müssen. Untersuchungen, die beispielsweise nur im Labor bei Entwicklungsarbeiten an Geräten der Unterhaltungselektronik durchgeführt werden, bleiben daher unberücksichtigt. Wir wollen lediglich zeigen, wie der Servicetechniker, der sich mit dem Abgleich, dem Einstellen und der Reparatur derartiger Geräte befassen muß, den Oszilloskop nutzbringend anwendet. Auch dieses Gebiet ist bereits ziemlich groß, aber doch durchaus überschaubar. Dabei liegt es in der Natur der Sache, daß der Oszilloskop seine Hauptrolle in der Fernseh-Servicetechnik spielt, und zwar sowohl in der Schwarz-Weiß- als auch in der Farbfernsehtechnik. In den Impulsteilen dieser Geräte treten Spannungen und Ströme mit so verschiedenenartigen Kurvenformen auf, daß ein Arbeiten mit Zeisermeßinstrumenten zur Bestimmung dieser Komponenten ausscheidet. Hier hilft nur der Oszilloskop weiter.

Es versteht sich wohl von selbst, daß wir in dieser Beitragsreihe keineswegs auf die eigentlichen Serviceprobleme in den verschiedenen Gebieten der Unterhaltungselektronik eingehen können. Wir wollen nur erörtern, in welchen Fällen und warum man an diesen und jenen Stellen den Oszilloskop anwenden wird. Rückschlüsse aus den erhaltenen Oszillogrammen auf Fehler in den betreffenden Geräten gehören nicht mehr zum Thema; sie sind der eigentlichen Servicetechnik vorbehalten, über die es umfangreiche Spezialaufsätze und Spezialbücher gibt. Trotzdem müßten wir an verschiedenen Stellen, um den Einsatz des Oszilloskops überhaupt zeigen zu können, mit Teilschaltbildern von Geräten arbeiten, aus denen sich der Anschluß des Oszilloskops ergibt.

Beim Arbeiten mit Oszilloskopen in der Servicetechnik gibt es verschiedene allgemeingültige Maßnahmen und Methoden. Ein Beispiel dafür ist das Wobbelverfahren. Es spielt in Verbindung mit einem Oszilloskop sowohl beim Service der Rundfunkempfänger als auch beim Service der Fernsehempfänger eine Rolle. Ähnliches gilt für die Verstärkeruntersuchung mit Rechteckspannungen. Sobald es im Verlauf der Ausführungen erforderlich wird, auf diese Verfahren zu sprechen zu kommen, werden sie gründlich behandelt. Spielen sie dann bei später zu besprechenden Empfängern oder Verstärkern wiederum eine Rolle, so verweisen wir auf die früheren ausführlichen Darlegungen. Es ist dann nicht schwer, diese auf den gerade besprochenen Spezialfall anzuwenden.

Schon in der ersten Beitragsreihe wurde beschrieben, wie moderne Service-Oszilloskope beschafft sind. Wer sich erstmals ein derartiges Gerät anschafft, sollte die Mehrausgabe nicht scheuen, die Triggermöglichkeit und Gleichstromverstärkung sowohl im Y- als auch im X-Kanal erfordern. Solch ein Oszilloskop ist wesentlich

vielseitiger und liefert häufig auch viel eindeutigere Aussagen als ein Gerät mit freischwingender Synchronisierung und Wechselstromkopplung im Verstärkerteil. Es ist sogar anzunehmen, daß die Triggerbarkeit und die Gleichstromkopplung in Zukunft der Standard auch bei einfachen Oszilloskopen werden. Darauf sollte man sich bei der Anschaffung einstellen, obwohl natürlich auch Oszilloskopen ohne Triggerung und Gleichstromkopplung speziell in der Servicetechnik brauchbare Ergebnisse liefern. Steht man jedoch mit dem Oszilloskop nach einiger Übung auf vertrautem Fuß, so wird wohl ganz von selbst in manchem Servicetechniker der Wunsch wachsen, den Oszilloskop auch für andere, ihn interessierende Anwendungen einzusetzen. Viele dieser Anwendungen stellen unterschiedliche Ansprüche an den Elektronenstrahl-Oszilloskop, und wenn diese von dem beschafften Typ erfüllt werden, wird das Gerät für den Besitzer noch wertvoller.

Auch die Bandbreite des Y-Teils sollte möglichst groß sein, ohne daß deshalb die Verstärkung zu sehr zurückgeht. Das gilt vor allem dann, wenn man Farbfernsehgeräte untersuchen will. Oszilloskope mit Bandbreiten bis 2 MHz sind zwar schon recht gut brauchbar, wünschenswert wäre jedoch eine Bandbreite von 5 MHz, nach Möglichkeit sogar von 10 MHz. Die Linearität sollte so gut sein, daß sich der Oszilloskop sowohl in der x- als auch in der y-Richtung gut eichen läßt. Dann wird aus einem mehr für qualitative Zwecke geeigneten Indikator ein exaktes, quantitativ verwendbares Meßgerät, dessen Wert gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Bevor wir mit den einzelnen Besprechungen beginnen, seien noch einige wenige Grundregeln erwähnt, die man beim Arbeiten mit Oszilloskopen stets beachten sollte. Zunächst gilt: Der Oszilloskopeneingang des Y-Teils sollte keine spürbare Belastung des Meßobjektes bedeuten. Zwar sind die Eingänge handelsüblicher Oszilloskope schon verhältnismäßig hochohmig und kapazitätsarm; trotzdem können sie ein Meßobjekt bestimmter Eigenschaften unzulässig beladen. Das gilt zum Beispiel für Schwingkreise hoher Güte beziehungsweise solche Zweipole, die bei sehr hohen Frequenzen arbeiten. Hier ist ein unmittelbarer Anschluß des Oszilloskops meistens gar nicht möglich. Man hilft sich dann mit zusätzlichen Meßschaltungen oder macht von den Tastköpfen Gebrauch, die wir im ersten Teil unserer Aufsatzreihe ausführlich besprochen haben. Besonders ein Kathodenfolger- oder auch ein Spannungsteiler-Meßkopf kann das Meßobjekt stark von Beeinflussungen durch den Oszilloskop entlasten.

Eine zweite Grundregel lautet: Die Verbindungen zwischen dem Meßobjekt und dem Oszilloskopeneingang sollen, wenn sie direkt vorgenommen werden, so kurz wie möglich sein. Das gilt sowohl für die spannungsführende Leitung als auch für die Masseverbindung. Arbeitet man beispielsweise mit einem Tastkopf, so wird man dessen „heißen“ Anschluß möglichst nahe an die Massestelle heranbringen und dafür sorgen, daß der Masseanschluß auf kürzestem Wege mit dem des zu untersuchenden Gerätes verbunden wird. Beachtet man diese Regel nicht, so können völlig unkontrollierbare Störerscheinungen auftreten, die sich durch Selbstschwingen empfindlicher Meßobjekte, Kurvenformverzerrungen, Einstreuen von Störspannungen usw. bemerkbar machen.

Eine dritte wichtige Grundregel: Man überlege stets bis zur letzten Konsequenz, was das Schirmbild überhaupt bedeutet. In unserer ersten Beitragsreihe haben wir versucht, den Leser in dieser Hinsicht schon ein wenig zu schulen. Er muß wissen, wie das Schirmbild überhaupt zustande kommt. Es wird ihm dann auch möglich sein, die Schirmbilder zu deuten, die beim Anschluß an Geräte der Unterhaltungselektronik ganz beliebiger Art entstehen können.

Im ersten Hauptabschnitt dieser Aufsatzreihe befassen wir uns mit Anwendungen des Oszilloskops in der Rundfunkempfangstechnik, während der zweite Hauptabschnitt den Anwendungen in der Schwarz-Weiß-Fernsehempfangstechnik gewidmet ist. Daran schließt sich ein Abschnitt über die Anwendungen in der Farbfernsehempfangstechnik an, während der nächste Abschnitt die Anwendungen bei Phono- und Tonbandgeräten sowie bei Hi-Fi-Geräten behandelt. Der Schlüfsabschnitt schließlich befaßt sich mit besonders interessanten Einzelfragen, zu denen zum Beispiel Kennliniendarstellungen auf dem Schirm der Oszilloskopröhre gehören. Wir bringen in diesem Abschnitt auch einige sonstige



Marathon-Farbfernseh-Programm... ohne Sendepause

Was wir unseren Farbfernsehgeräten zumuten, werden Ihre Kunden nie tun. Nie tun können!

Denn wir strahlen dieses Programm selbst aus — um Betriebssicherheit und Lebensdauer der Schaub-Lorenz Color-Serie zu testen: die härteste aller Bewährungsproben. Jedes Gerät wird einem strapaziösen Daueraufzug unterzogen. Mit Über- und Unterspannung von $\pm 10\%$ und bei erhöhter Raumtemperatur bis 35°C . 5458 Bauteile und Lötstellen müssen zuverlässig funktionieren.

Laufende mechanische und elektrische Unter-

suchungen während des Test, genaueste Protokollführung, auch über die kleinste Unregelmäßigkeit — das alles gibt uns die Möglichkeit, wo notwendig zu verbessern und unser Qualitätsniveau noch höher zu schrauben.

Wir wissen, daß Ihre Kunden wieder kritischer geworden sind: Man achtet heute mehr denn je auf Qualität. Und damit Sie diese Forderungen mit gutem Gewissen erfüllen können, bauen wir unsere Geräte nicht nur so gut wie nötig, sondern so gut wie möglich.

Schaub-Lorenz-Qualität — ein neuer Maßstab.

Anwendungen, die der Servicetechniker zwar nicht unmittelbar benötigt, die ihm aber doch mitunter weiterhelfen und vor allem Anregungen vermitteln können. Sie werden ihn vielleicht auch veranlassen, sich noch mehr mit dem Oszilloskop zu beschäftigen. Wenn man das macht, so vergrößert man seine Kenntnisse sehr erheblich, was bei beruflichen Arbeiten aller Art stets vorteilhaft ist.

1. Anwendungen in der Rundfunkempfangstechnik

Zum Instandsetzen eines Rundfunkgerätes ist ein Elektronenstrahl-Oszilloskop nicht „lebensnotwendig“. Es gibt konventionelle Einrichtungen, zum Beispiel das Röhrenvoltmeter und das Vielfachmeßinstrument, die bei der Reparatur oder beim Abgleich ebenfalls zum Erfolg führen. Es gibt sogar Servicetechniker, die

Schrifttum zu „Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt“

Auf dem deutschen Büchermarkt gibt es verschiedene Spezialbücher über Oszilloskopentechnik, in denen auch die Anwendung des Oszilloskops behandelt wird und die nachstehend aufgeführt sind. Daneben sei noch auf die reichhaltige Servicetechnik-Buchliteratur verwiesen, in der oszillografische Untersuchungen teils mehr, teils weniger berücksichtigt sind; auch einige derartige Werke sind angeführt. In den Buchveröffentlichungen finden sich zahlreiche weitere Schriftumshinweise, die man nachschlagen kann, wenn man bestimmten Spezialfragen nachgehen will.

- [1] • Carter, H.: Kleine Oszilloskoplehre. 4. Aufl., Hamburg 1967, Philips Technische Bibliothek
- [2] • Czech, J.: Oszilloskop-Meßtechnik. Berlin 1959, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- [3] • Diefenbach, W. W.: Fernseh-Service. 3. Aufl., Stuttgart 1964, Franckh
- [4] • Diefenbach, W. W.: Fernseh-Service-Fehlerdiagnose. 2. Aufl., Stuttgart 1963, Franckh
- [5] • Feilbaum, G.: Fernseh-Service-Handbuch. 3. Aufl., München 1964, Franzis
- [6] • Fricke, H. W.: Der Kathodenstrahl-Oszilloskop. 4. Aufl., Leipzig 1960, Fachbuchverlag
- [7] • Hartwich, W.: Einführung in die Farbfernseh-Servicetechnik, Bd. 1 und 2, Hamburg 1966, Philips Technische Bibliothek
- [8] • Prestin, U.: Praxis des Stereo-Decoder-Service. Berlin 1965, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- [9] • Prestin, U.: Wobbel-Meßtechnik. Stuttgart 1965, Franckh
- [10] • Richter, H.: Hilfsbuch für Kathodenstrahl-Oszilloskopie. München 1965, Franzis
- [11] • Richter, H.: Impulspraxis, Bd. 1 und 2. Stuttgart 1961, Franckh
- [12] • Richter, H.: Service-Fibel für den Fernsehtechniker. Würzburg 1965, Vogel
- [13] • Richter, H.: Service-Fibel für den Radiotechniker. Würzburg 1966, Vogel
- [14] • Richter, H.: Service-Fibel für die Elektroakustik. Würzburg 1965, Vogel
- [15] • Sulaner, H.: Die Wobbel Sender. 2. Aufl., München 1962, Franzis

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die funktechnischen Fachzeitschriften (natürlich auch die FUNK-TECHNIK) oft Aufsätze veröffentlichten, in denen Anwendungen des Oszilloskops in der Servicetechnik behandelt sind. Zu erwähnen sind auch die Hauszeitschriften der Rundfunkfirmen, deren technischer Teil, wenn auch meistens firmenbezogen, dem Servicetechniker wichtige Hinweise bringt.

diese Geräte bevorzugen und den Oszilloskop aus Gründen, die nur mit der Trägheit des Menschen zu erklären sind, ablehnen. Er muß diese Scheu aber überwinden und ohne Vorurteil wenigstens versuchen, den Oszilloskop in der Rundfunk-Servicetechnik einzusetzen. Sehr schnell wird er dann merken, daß nicht nur manche Erkenntnisse deutlicher und genauer werden, sondern daß man auch die Arbeitszeit wesentlich herabsetzen kann. Das gilt vor allem für alle Arbeiten, bei denen die Aufnahme von Frequenzkurven mit Hilfe des Wobbelverfahrens eine Rolle spielt. Will man sich beispielsweise nur ein Bild vom Frequenzgang eines Schwingkreises verschaffen, so muß man nach den konventionellen Methoden diese Kurve punktweise mit Röhrenvoltmeter und Meßsender aufnehmen. Die hierfür benötigte Zeit steht in gar keinem Verhältnis zu der kurzen Zeitspanne, die erforderlich ist, um die betreffende Kurve auf dem Leuchtschirm des Oszilloskop sichtbar zu machen.

Wir besprechen in diesem Hauptabschnitt die Anwendung des Oszilloskops im Niederfrequenzteil, im Demodulatorteil, im HF- und ZF-Teil sowie in Misch- und Oszillatortufen eines Rundfunkempfängers. Abschließend geben wir einen Überblick, wie sich der Oszilloskop für die „Schlußprüfung“ nützlich verwenden läßt. Vorweg sei bereits erwähnt, daß der Oszilloskop bei allen Untersuchungen, Einstellmaßnahmen und Abgleicharbeiten an Rundfunkempfängern wenigstens in Bereitschaft stehen sollte. Je bequemer er sich anschließen läßt, um so größer wird die Nutzung, ihn auch wirklich zu verwenden. Es gibt viele Servicetechniker, die den Oszilloskop schon gewohnheitsmäßig an den Ausgang eines Rundfunkempfängers legen; die dann am Ausgang sichtbaren Spannungskurven ermöglichen dem Techniker meistens schnelle Schlußfolgerungen [2, 8, 9, 10, 13, 15]).

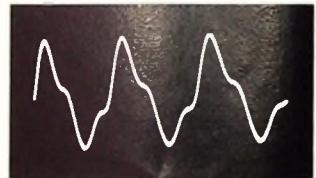
1.1. Anwendungen im Niederfrequenzteil

Bei der Untersuchung des Niederfrequenzteils von Rundfunkempfängern wird der Oszilloskop fast ausschließlich zur Darstellung zeitabhängiger Vorgänge verwendet. Es gibt nur wenige Ausnahmen, beispielsweise bei der Bestimmung von Phasenwinkeln. Schon das vereinfacht die Anwendung des Oszilloskops. Arbeitet man bei den Untersuchungen mit einer bestimmten Meß-Niederfrequenz, so braucht der Oszilloskop nur noch wenig oder überhaupt nicht bedient zu werden, das heißt, er ist dann so anspruchslos wie irgendein Zeigerinstrument. Ist er auch noch geeicht, so kann er ein Zeigerinstrument unter Umständen sogar ersetzen; er liefert dann wesentlich weitreichendere Aussagen als ein solches.

1.1.1. Spannungsmessung

Eine oszillografische Spannungsmessung am Niederfrequenzteil eines Rundfunkempfängers ist nur insofern von Interesse, als man mit dem Oszilloskop gleichzeitig die Kurvenform der Spannung beobachten kann (Bild 1). Weiterhin läßt diese Methode Rück-

Bild 1. Nützlichkeit des Oszilloskops bei Betrachtung eines Leuchtschirmbildes (typische Verzerrung einer Sinuskurve infolge falsch eingestellten Arbeitspunktes bei einem Gegenaktions-Vergleichsverstärker)



schlüsse darauf zu, ob es sich wirklich um die reine Nutzspannung und nicht etwa um eine Überlagerung von Nutzspannung und Störspannung handelt. In dieser Hinsicht zeigt sich der Oszilloskop dem Zeigerinstrument eindeutig überlegen, denn der Ausschlag eines Zeigers sagt ja nichts über die Zusammensetzung der Spannung aus, die gemessen wird. Ein Blick auf den Oszilloskopenschirm gibt dagegen sofort Aufschluß über eine eventuell vorhandene Störkomponente, zum Beispiel über eine Brummspannung, die die Nutzspannung überlagert ist.

Die Spannungsmessung selbst ist umständlicher als mit einem Zeigerinstrument. Sie setzt eine Y-Eichung voraus und erfordert eventuell noch eine Umrechnung in Effektivwerte. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf den Abschnitt 3.3.4. in unserer ersten Beitragsreihe¹⁾. Dort wurde das Vorgehen bei Spannungsmessungen bereits genau beschrieben.

1.1.2. Strommessung

Da ein Elektronenstrahl-Oszilloskop von sich aus ein Spannungsmesser ist, kann man Strommessungen nur auf dem Umweg über

¹⁾ Damit die in eckigen Klammern angegebenen Literaturhinweise dem Leser sofort zugänglich sind, sind sie bereits auf dieser Seite zusammengestellt.

²⁾ FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 16, S. 626

Ein Zeichen
garantiert
Zuverlässigkeit

heninger
SERVIX

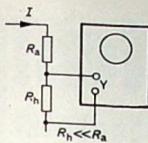


Bild 2. Strommessung mit dem Oszilloskop

Spannungsmessungen durchführen. Bild 2 zeigt die einfache Anordnung. R_a soll der gesamte Widerstand des zu messenden Stromkreises sein. In Reihe damit schaltet man einen Hilfswiderstand R_h , der unter allen Umständen klein gegenüber R_a sein muß, um die Verhältnisse im Meßstromkreis selbst nicht zu beeinflussen. Daher wird auch der an R_h auftretende Spannungsabfall sehr klein sein, so daß er meistens verstärkt werden muß, bevor er zu einer hinreichend großen Ablenkung des Elektronenstrahls ausreicht. Diese Verstärkung erfolgt im Y-Verstärker des Oszilloskops. Der Strom I ergibt sich dann nach dem Ohmschen Gesetz zu $I = U/R_h$, wobei U die Spannung ist, die der Oszilloskop anzeigt. Der Widerstand R_h muß natürlich möglichst genau bekannt sein. Auch dieses Verfahren ist prinzipiell unständlicher als die Messung mit einem Zeigerinstrument, hat jedoch die gleichen, schon bei der Spannungsmessung beschriebenen Vorteile: Man kann den zeitlichen Verlauf des Stroms beobachten und außerdem Störkomponenten erkennen, die das Meßergebnis bei Verwendung eines Zeigerinstrumentes verfälschen könnten. Strommessungen dieser Art empfehlen sich immer dann, wenn man gleichzeitig den zeitlichen Verlauf des Stroms beobachten will. Das kann zum Beispiel bei Messungen an Niederfrequenztransformatoren durchaus der Fall sein.

1.1.3. Phasenwinkelmessung

Noch vor etwa einem Jahrzehnt spielte der Phasenwinkel in Niederfrequenzverstärkern kaum eine Rolle. Heute hat man erkannt, daß er auch in diesem Anwendungsbereich von Bedeutung ist. Zum Beispiel kann der Phasenwinkel zwischen den Spannungen am Eingang und am Ausgang eines Verstärkers interessieren. Unter Umständen möchte man aber auch den Winkel kennen, um den ein Niederfrequenzstrom einer Niederfrequenzspannung vorder oder nacheilt.

Der Oszilloskop ist ein sehr geeignetes Instrument zur recht genauen Bestimmung des Phasenwinkels. Man arbeitet dabei grundsätzlich nach der Schaltung im Bild 3. Es sei die Aufgabe gestellt, den Phasenwinkel zwischen der Spannung U an dem Arbeitswiderstand R_a und dem hindurchfließenden Strom I zu bestimmen.

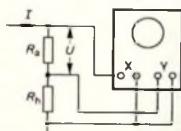


Bild 3. Phasenmessung mit dem Oszilloskop

men. Dann steht fest, daß auf jeden Fall Strom und Spannung oszilliert werden müssen. Wie schon bei Bild 2 beschrieben, leitet man aus dem Strom I eine Hilfsspannung ab, die an dem Hilfswiderstand R_h einen Spannungsabfall hervorruft. R_h muß ein reiner Wirkwiderstand sein, damit der Phasenwinkel zwischen der Hilfsspannung und dem Strom Null ist. Nun legt man die Spannung an R_a an den X-Eingang des Oszilloskops, während man die an R_h dem Y-Eingang zuführt. Wie bereits in der ersten Beitragsreihe beschrieben, entsteht jetzt auf dem Leuchtschirm eine Lissajous-Figur, und zwar bei Phasengleichheit ein Strich, bei 90° Phasenverschiebung ein Kreis. Die Zwischenwerte, die meistens interessieren, führen zur Bildung einer Ellipse, der sogenannten Phasenellipse.

Will man die Ellipse auswerten, so geht man nach Bild 4 vor. Vor dem Oszilloskopschirm möge ein Raster angebracht sein, dessen senkrechte und waagrechte Mittellinie die Ellipse wie im Bild 4 dargestellt schneiden. Dann kann man an der vertikalen Rasterlinie die Werte a und b ablesen. Es genügen einfach die geometrischen Längen. Nach den Gesetzen der Trigonometrie ergibt sich nun der Sinus des Phasenwinkels φ zu

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}.$$

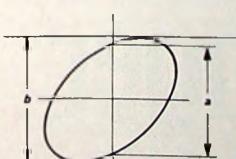


Bild 4. Auswertung der Phasenellipse

TYP EBAZ/EGAZ



FÜR GEHOBENE HIFI-QUALITÄT

Entwickelt wurden diese Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren speziell für den Einbau in Musiktruhen, Stereoanlagen und Rundfunkempfängern mit gehobenen Ansprüchen an die Klanggüte. Besonders hervorzuheben ist das günstige Frequenzverhalten dieses Kondensators. Erreicht wird dadurch eine vorzügliche Eignung für die Aufteilung des Frequenzmixtures bei Rundfunkdarbietungen oder bei Schallplatten auf mehrere Lautsprecher, die speziell für hohe oder tiefe Töne bestimmt sind.

CHARAKTERISTIKEN

- Glatte Anode
- Günstiger Serienwiderstand, daher besonders geeignet in Tonfrequenz-Netzwerken
- Hohe Tonbelastbarkeit
- Weitgehend temperatur-unabhängig

PROGRAMM

Kapazität	Nennspannung	Abmessungen (D x L)	Rastermaß
2,5 μ F	35 V-	8,5 x 20 mm	25 mm
5 μ F	35 V-	10 x 20 mm	25 mm
10 μ F	35 V-	12 x 25 mm	30 mm
16 μ F	35 V-	12 x 30 mm	35 mm
20 μ F	35 V-	12 x 35 mm	40 mm
30 μ F	35 V-	16 x 30 mm	45 mm
50 μ F	35 V-	18 x 40 mm	45 mm



ROEDERSTEIN & TURK KG
FABRIK ELEKTRISCHER BAUELEMENTE
7815 KIRCHZARTEN B. FREIBURG/BREISGAU

Jeder Service
braucht ihn

PICO 3481
schießt -

das Bauteil heraus, auch aus durchkaschier-ten Platten! - präzis - im Nonstop!

PICO 3481 ist in harter Praxis erprobtl

Prospekt P 81 Netto-Industriepreis DM 54,-

LÖTRING Abt. 1/18 1 BERLIN 12

Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt
für Schreibmaschinen aus
Vorführung und Retouren,
trotzdem Garantie u. Umtausch-
recht. Kleinste Raten. Fordern
Sie Gratiskatalog 907 N

NÖTHEL Deutschlands großes
Büromaschinenhaus
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

Damit ist die Messung bereits beendet. Dabei ist es keineswegs erforderlich, daß die Amplituden der beiden die Ellipse hervorruhenden Spannungen in einem bestimmten Verhältnis stehen. Man wähle sie so, daß die Ellipse möglichst gut auswertbar ist (Bild 5). Auf diese Weise läßt sich die Phasendrehung zwischen zwei Niederfrequenzkomponenten an nahezu jeder beliebigen Stelle des Niederfrequenzteils eines Rundfunkempfängers be-

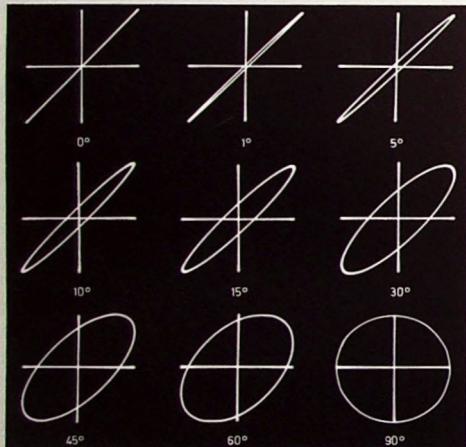


Bild 5. Charakteristische Phasenellipsen beziehungsweise Phasenstriche bei verschiedenen großen Phasenverschiebungen (die Phasenwinkel sind angegeben)

stimmen. Es gibt noch zahlreiche andere Möglichkeiten zur Phasenmessung, die jedoch mehr Aufwand erfordern und daher für die Servicepraxis kaum in Betracht kommen.

1.1.4. Bestimmung von Blind- und Wirkleistungen

Die Wirkleistung interessiert besonders am Ausgang des Niederfrequenzteils, zum Beispiel wenn man wissen möchte, welche Wirkleistung der angeschlossene Lautsprecher aufnimmt. In diesem Fall muß man sowohl die Ausgangsspannung als auch den Strom durch den Lautsprecher nach den in den Abschnitten 1.1.1. und 1.1.2. angegebenen Methoden bestimmen. Außerdem wird der

Phasenwinkel φ nach den Bildern 3 und 4 gemessen. Dann läßt sich die Wirkleistung P_w (in W) nach der Beziehung

$$P_w = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

berechnen. Für die Blindleistung P_b (in VA) gilt

$$P_b = U \cdot I \cdot \sin \varphi. \quad (3)$$

Es sind auch komplizierte Methoden ausgearbeitet worden, die eine Ausrechnung überflüssig machen. Der Aufwand lohnt sich jedoch im allgemeinen für Servicezwecke nicht.

1.1.5. Klirrfaktormessung

Bei der Klirrfaktormessung liefert der Oszilloskop ungenauere Angaben als ein Klirrfaktormeßgerät, da man immer nur den zeitlichen Verlauf der Spannung darstellen kann, deren Klirrfaktor bestimmt werden soll. Wollte man exakt vorgehen, so müßte man das Oszillosgramm der Spannung fotografieren und dann nach grafischen Verfahren und unter Zuhilfenahme der Fourier-Analyse den Oberwellengehalt der Spannung feststellen.

In der Servicetechnik scheidet dieses Verfahren aus. Der Praktiker begnügt sich häufig mit dem Betrachten der Spannungskurve, und wenn er einen geübten Blick hat, kann er schon ungefähr sagen, ob die betreffende Spannung „verklirrt“ ist oder einigermaßen sinusförmig verläuft. Auf jeden Fall kann man dadurch aber Klirrfaktoren qualitativ ermitteln, die etwa durch Übersteuerung einer Verstärkerstufe entstehen. Sie äußern sich als eine Abflachung der Scheitel, die sehr ausgeprägt ist. Andere Klirrfaktor-Ursachen, zum Beispiel zu niedrige Einstellung des Ruhestroms bei Gegenaktstufen, ergeben typische Verzerrungen (unstetiger Verlauf der steilen Teile der Sinuskurve), die ebenfalls sofort erkannt werden und aus denen der Praktiker sofort auf den Fehler schließen kann. Genaue Klirrfaktormessungen jedoch sind, wie gesagt, im allgemeinen nur mit einer Klirrfaktormeßbrücke möglich.

1.1.6. Deutung spezieller Verzerrungen

Aus der Form des zeitlichen Verlaufs verzerrter Spannungen kann man im allgemeinen sofort schließen, ob die zweite, die dritte oder eine Oberwelle noch höherer Ordnungszahl maßgebend an der Verzerrung beteiligt ist. Hier muß auf die als bekannt vorausgesetzten allgemeinen elektrotechnischen Grundlagen verwiesen werden. Der Oszilloskop hat den großen Vorteil, dem Geübten sofort Aufschluß über die Ordnungszahl der Oberwelle zu geben. Eine quantitative Auswertung ist jedoch nicht oder nur über den im vorigen Abschnitt angedeuteten Umweg über die Fourier-Analyse möglich.
(Fortsetzung folgt)

Ein Zeichen
garantiert
Zuverlässigkeit

zeninger
SERVICE

Ausbildung

Ausbildung zum Funkoffizier der Seeschiffahrt

Nach den internationalen Vereinbarungen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See müssen Frachtschiffe über 1600 BRT mit einer Telegrafie-Funkanlage ausgerüstet sein, die von einem nach internationalen Bedingungen geprüften Funkoffizier bedient werden muß. Funkoffiziere werden an den Seefahrtschulen (Seefahrt-Akademien) ausgebildet. Nach den deutschen Ausbildungsbestimmungen müssen die Studierenden der Funklehrgänge die Mittlere Reife haben und eine mindestens zweijährige Praktikantenzzeit im Elektrohandwerk, vorzugsweise Rundfunk- und Fernsehtechnik, nachweisen. Außerdem müssen die Bewerber see-dienst- und tropentauglich sein.

Nähere Auskünfte über den Studiengang gibt das Sekretariat der Seefahrt-Akademie der Freien Hansestadt Bremen, 28 Bremen, Werderstraße 73. Im Bedarfsfalle kann vom Bremer Senat ein zinsloses Ausbildungsdarlehen gewährt werden.

Ausbildung von Elektronik-Technikern an der Staatlichen Technikerschule in Weilburg

Am 1. September 1968 ist an der Staatlichen Technikerschule für Maschinenbau, Elektrische Energietechnik, Meß- und Regelungstechnik und Elektronik in Weilburg das erste Elektroniksemester angelaufen. Die Ausbildung erfolgt in drei Tagessemestern. Außer in den Grundlagenfächern wird in den Anwendungsfächern Elektronik, Meßtechnik, Steuerungstechnik, Regelungstechnik und elektrische Energietechnik unterrichtet. Voraussetzung für die Aufnahme in das erste Semester sind die abgeschlossene Lehre in einem elektronischen Beruf und eine mindestens zweijährige Berufspraxis.

In allen Fachrichtungen beginnt das nächste Semester am 1. Februar 1969; der letzte Anmeldetermin ist der 1. Dezember 1968. Nähere Auskünfte erteilt das Sekretariat der Staatlichen Technikerschule, 629 Weilburg, Frankfurter Straße 40.

Lehrgänge an der Technischen Akademie Esslingen

An der Technischen Akademie Esslingen e. V. sind im Dezember 1968 folgende Lehrgänge vorgesehen:

- 3.- 5.12. 1968: Technik der Regelgeräte (mit Praktikum)
- 9.-11.12. 1968: Hochfrequenztechnik Teil II (mit Demonstrationen)
- 11.-13. 12. 1968: Elektronenstrahl-Oszilloskopen – erweiterte Unterlagen und Sonderanwendungen

Anfragen und Anmeldungen sind an das Sekretariat der Technischen Akademie, 7300 Esslingen, Eberhaldenstraße 40, zu richten.

Lehrgänge an der Schulungsstätte Schotten

Die Schulungsstätte Schotten im Zentralverband des deutschen Elektrohandwerks führt 1968 noch folgende Lehrgänge durch:

- 21.-23. 11. 1968: Einführung in die allgemeine HF- und Radiotechnik
- 26.-29. 11. 1968: Einführung in die Fernsehschaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte

- 3.- 6. 12. 1968: Elektronik-Aufbau, Teil 1

- 9.-12. 12. 1968: Elektronik-Aufbau, Teil 2

- 17.-20. 12. 1968: Angewandte Elektronik

Im Januar 1969 sind folgende Lehrgänge vorgesehen:

- 7.-10. 1. 1969: Einführung in der Fernsehschaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte

- 14.-17. 1. 1969: Meßgerätekunde und Fernsehreparaturtechnik

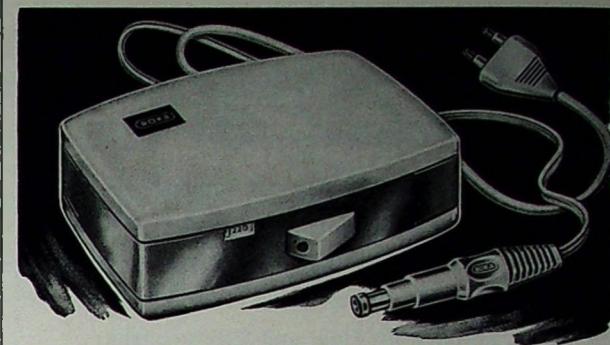
- 20.-23. 1. 1969: Farbfernsehen (Grundlagen)

Voraussetzung für die Teilnahme an den Lehrgängen in Fernsehtechnik sind eine möglichst abgeschlossene Ausbildung als Radio- und Fernsehtechniker oder eine entsprechende Vorbildung sowie eine Berufspraxis von mindestens einem Jahr. Voraussetzung für die Teilnahme an den Elektronik-Lehrgängen sind eine möglichst abgeschlossene Ausbildung in einem Elektroberuf oder eine entsprechende Vorbildung sowie eine Berufspraxis von mindestens einem Jahr. Anmeldungen zu den Lehrgängen und Anfragen sind an dem Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks, Schulungsstätte, 6479 Schotten, zu richten.

Berichtigung

1. Internationales Bodenseetreffen der Funkamateure. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 15, S. 570.

In der 1. Spalte, vierter Absatz, wurde als Gewinner des Goldkranzes zur Mobilplakette und des Mobil-Wettbewerbs auf 80 m OM Fleischmann genannt; richtig ist jedoch OM Schütt (DL 9 XN).



ROKA TRANSISTOR-NETZTEIL

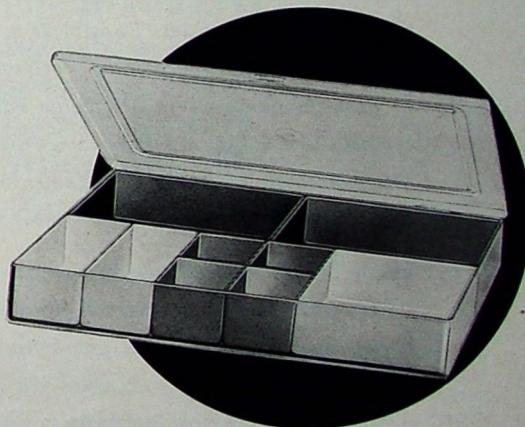
Die billige Dauerstromquelle für Kofferradios und andere Gleichstromverbraucher zwischen 7,5 V und 9 V Eingangsspannung. Max. Ausgangstrom 0,3 A. Primär und sekundär abgesichert. Brummfreier Empfang. Umschalter für Netzbetrieb 220 V / 110 V. Elegantes zweifarbiges Kunststoffgehäuse



Adapter eiseln den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteiles an fast jedes Kofferradio u. Cassettentonbandgerät

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057



SORTIMENTSKASTEN mit Einsätzen. Plastic. Universal. Kasten stapelfähig, mit Scharnierdeckel, 20, 40, 60 mm hoch. Einsätze farbig, austauschbar, Zusammenstellung nach Wunsch. Verlangen Sie Katalog und Angebot.

hünersdorff

HÜNERSDORFF-BÜHRER

Plastic- und Metallwarenfabrik Abt. 23

D-7140 Ludwigsburg/Württ. · Postfach 569

Telefon (07141) 23553* · Telex 7-264739



Aus den Metz-Werken kommen die bekannten Farb- und Schwarzweiß-Fernsehgeräte sowie die Mecablitz-Elektronenblitzgeräte und Mecatron-Funkfernsteuerungen für Flug- und Schiffsmodelle.

Wollen Sie bei uns mitarbeiten?

Wir suchen:

Elektronik-Ingenieure

Ganz gleich, ob Ihnen Entwicklungsaufgaben liegen oder ob Sie mehr die Fertigung unserer elektronischen Erzeugnisse interessiert — es findet sich für Sie bei uns das passende Arbeitsgebiet. So gibt es z. B. selbständige und interessante Positionen in unseren modern eingerichteten Farbfernseh- und Elektronik-Labors, wo Sie in einem kollegialen Team mitarbeiten können.

Wenn Sie eine Dauerstellung suchen, die Ihnen einen leistungsgerechten Verdienst bietet, dann bewerben Sie sich bitte bei uns. Wir vereinbaren dann, wann wir uns mit Ihnen über die Einzelheiten Ihres neuen Arbeitsgebietes unterhalten können.

Metz Apparatewerke

851 Fürth / Bayern, Ritterstraße 5

Telefon (09 11) 77 66 21

Für unseren Fertigungsbetrieb

Stuttgart, Löwentorstraße (Nähe Nordbahnhof)
suchen wir bei besten Verdienstmöglichkeiten tüchtige

Fernmeldemontoure Elektroinstallateure

für Bau und Montage von elektroakustischen Anlagen im gesamten Bundesgebiet u. im Ausland.

Bitte vereinbaren Sie telefonisch oder schriftlich einen Vorstellungstermin.



7 Stuttgart, Königstraße 46

(Mittnachtbau)

Eingang Büchsenstraße

Telefon 29 18 83, 29 56 34, 22 45 68,
29 18 50, 29 18 84

Elektronische Selbstbau- Orgeln



alle Größen.

Neu: Elektron. Selbstbau-Schlagzeug!

Nettoliiste kostenlos direkt von:
Electron Music, 4951 Döhren 70,
Postfach 10/18

Widerstände axial mit Farbcode
1/10 — 2 W gängig sortiert
1000 St. 15,90 3000 St. 38,65 6000 St. 63,20

Keramik-Kondensatoren
viel Werte 500 St. 14,55 1000 St. 23,30
1 kg Kondensatoren (Roll-Styroxflex-Keramik
und Elektrol. Kondens.) gut sortiert 23,20
Trans. AF 139 St. 2,52 AF 239 St. 2,70

Vers. p. Nachn. ab Lager. Auflr. u. 25,—
Aufschlag 2,— Preise zuzüglich M.W. St.

TEKA 8450 Amberg, Georgstraße 3a

Preiswerte Halbleiter

AA 116	DM .50
AA 117	DM .55
AC 122 gn	DM 1,25
AC 151 V	DM 1,60
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 II	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,95
AF 118	DM 3,35
BC 107 A;B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108 A;B;C	DM 1,10 10/DM 1,—
BC 109 B;C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM .95
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,—
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,40
2 N 706	DM 1,65 10/DM 1,55
2 N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2 N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2 N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2 N 3702	DM 1,60 10/DM 1,50

Nur 1. Wahl. Schneller NN-Versand!
Kostenlos Bauteile-Liste anfordern.

M. LITZ elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Postfach 66

Selbst gebaut

Ein Transistorgerät

Auch Sie können es lernen — für den Beruf, um hochbezahltner Transistorfachmann zu werden oder als Hobby. Ausbildung in Praxis und Theorie, Selbstbau von vielen Transistorgeräten d. bew. Fernstudium. Keine Vorkenntnisse erforderlich, Broschüre TG 9 — kostenlos durch

Institut für Fernunterricht - Bremen 17

Kaufgesuche

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

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Transistoren, Dioden usw., nur fabrikneue Ware. In Einzelstücken oder größerer Partien zu kaufen gesucht.

Hans Kaminzky
8 München-Solln
Spindlerstraße 17

Biete Radio-Fernsehtechnikermeister-Konzession gegen Honorar.
Zuschriften unter F. Z. 8516.

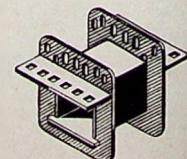
Labor-MeBinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30



KARLGUTH

1 BERLIN 36
Dresdener Straße 121/122

Schachtelbare Spulenkörper
Din 41304 M- u. EJ-Serie



NORDMENDE-HiFi-Anlagen, Magnetband-Aufzeichnungsgeräte Rundfunkheimgeräte und Kofferradios

sind Spitzenreiter der Branche.

Bremen ist eine herrliche Stadt mit reizvoller Umgebung.
Die Wohnungsfrage ist kein Problem!

Unsere Entwicklungs-Teams, junge aufgeschlossene Kollegen, sind ungehindert in
ihren Ideen und – man sieht's – immer ein Stück voraus.

Sind das nicht Gründe genug, um sich einmal mit uns in Verbindung zu setzen?

Wir suchen

junge, ideenreiche Entwicklungs-Ingenieure (grad.)

Ihre Bewerbung richten Sie bitte mit den üblichen Unterlagen an unsere
Personalabteilung – oder rufen Sie den Leiter unserer Entwicklung,
Herrn Hentschel, einfach einmal an.

NORDMENDE

**Norddeutsche Mende Rundfunk KG
28 Bremen 2 · Funkschneise 5-7 · Telefon 4 5851**

**Warum strebsame
Nachrichtentechniker
Radartechniker
Fernsehtechniker
Elektromechaniker
ihre Zukunft in der EDV sehen**

Nicht nur, weil sie Neues lernen oder mehr Geld verdienen
wollen, sondern vor allem, weil sie im Zentrum der stür-
mischen technischen Entwicklung leben und damit Sicher-
heit für sich und ihre Familien erarbeiten können (sie
können technisch nicht abgehängt werden!).

In allen Gebieten der Bundesrepublik warten die Mitar-
beiter unseres Technischen Dienstes elektronische Daten-
verarbeitungsanlagen. Anhand ausführlicher Richtlinien,
Schaltbilder und Darstellungen der Maschinenlogik wer-
den vorbeugende Wartung und Beseitigung von Störungen
vorgenommen.

Wir meinen, diese Aufgabe ist die konsequente Fortent-
wicklung des beruflichen Könnens für Strebsame und
lernfähige Techniker. Darüber hinaus ergeben sich viele
berufliche Möglichkeiten und Aufstiegschancen.

Techniker aus den obengenannten Berufsgruppen, die
selbstständig arbeiten wollen, werden in unseren Schulungs-
zentren ihr Wissen erweitern und in die neuen Aufgaben
hineinwachsen. Durch weitere Kurse halten wir die Kennt-
nisse unserer EDV-Techniker auf dem neuesten Stand
der technischen Entwicklung.

Wir wollen viele Jahre mit Ihnen zusammenarbeiten; Sie
sollten deshalb nicht älter als 28 Jahre sein. Senden Sie
bitte einen tabellarischen Lebenslauf an

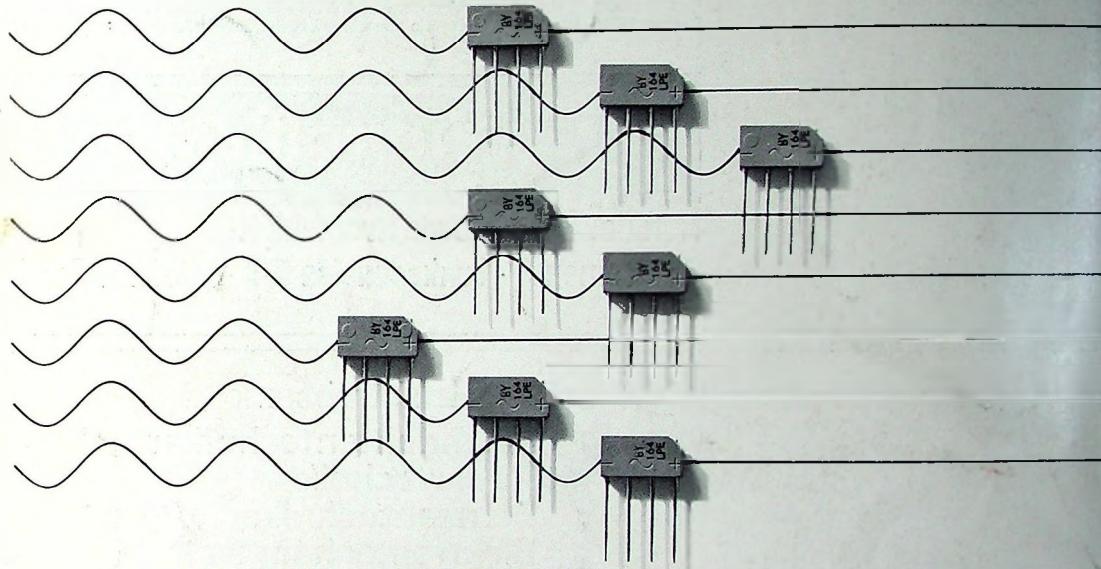
Remington Rand GmbH Geschäftsbereich Univac
6 Frankfurt (Main) 4, Neue Mainzer Straße 57,
Postfach 4165

UNIVAC
Elektronische Datenverarbeitung

BY 164

**Ein Si-Gleichrichter
in Brückenschaltung**

**Handliche Bauform für
raumsparenden Aufbau**



Der Si-Gleichrichter BY 164 besteht aus vier doppelt-diffundierten Si-Dioden, die in Brückenschaltung zusammengestellt und in einem Kunststoffgehäuse untergebracht sind. Das Kunststoffgehäuse SOD-28 erfüllt die Kurzprüfung „Feuchte Wärme“ nach DIN 40 046 (Blatt 6), Schärfegrad 4 bzw. IEC 68-2-4, IV. Die Datenkombination 42 V/1,15 A (Transformatorspannung/Ausgangsstrom) ermöglicht einen breiten Anwendungsbereich z. B. für die Niederspannungsversorgung in Schwarzweiß- und Farbfernsehgeräten sowie für Rundfunkempfänger mit mehreren Watt Ausgangsleistung.

Kurzdaten:

Transformatorspannung	= max. 42 V
Scheitelsperrspannung	= max. 60 V
Spitzenperrspannung	= max. 120 V
Spitzenstrom	= max. 5,0 A
Ausgangsstrom bei Widerstandslast bei kapazitiver Last	= max. 1,4 A = max. 1,15 A



VALVO GmbH Hamburg

E.-Thielmann-Str. 56