

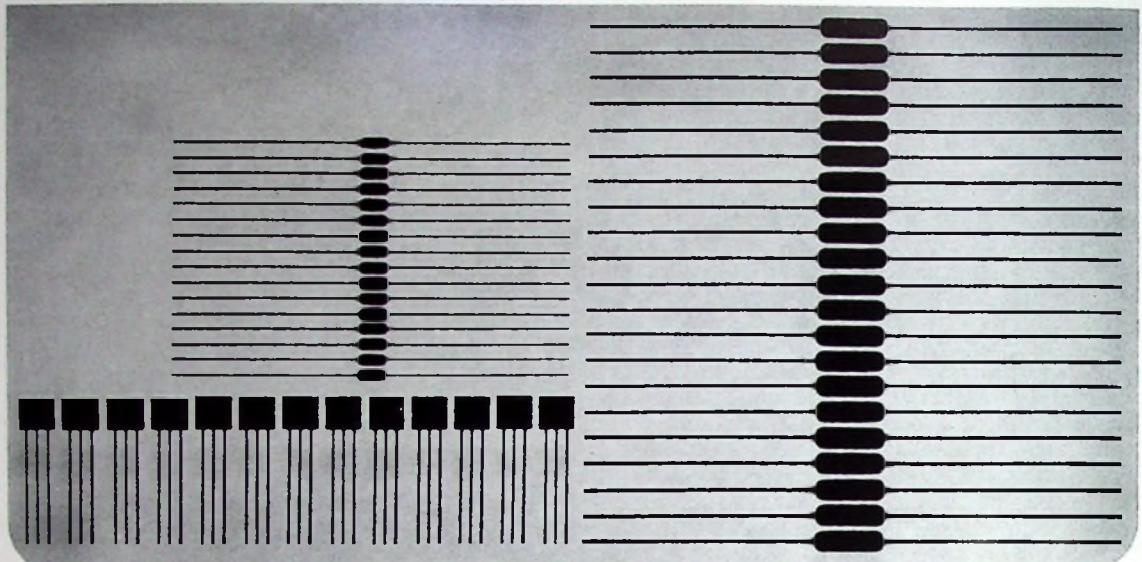
A 3109 D

BERLIN

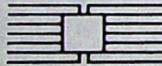
FUNK- TECHNIK

6C

14 | 1967+
2. JULIHEFT



**Wir können 16 Dioden, 13 Transistoren und 21 Widerstände
auch als Integrierte Schaltung (MIC 945) liefern.**



Die gezeigten Transistoren, Dioden und Widerstände sind dann zusammen nur noch 6,6 mm breit, 20 mm lang (mit allen Anschlüssen) und 1,27 mm hoch (im flat-pack-Gehäuse)!

Integrierte Schaltungen von ITT sind klein, leicht und preisgünstig. Sie werden dort eingesetzt, wo Raum und Gewicht kostbar (weil kostspielig) sind und eine hohe Lebensdauer sowie Zuverlässigkeit gefordert wird.

Informieren Sie sich bitte über unsere Digital-Bauelemente in DT/L-Technik ausführlich durch unseren Prospekt.

Sie brauchen nicht zu sparen an Raum und Gewicht? Sie brauchen größere Leistung? Dann sollten Sie unsere bewährten Si-Transistoren und -Dioden verwenden. Wir liefern Typen für Industrielektronik (besonders zuverlässig) und für Konsumelektronik (besonders preisgünstig), für viele Spezialanwendungen (weil wir es können) und in verschiedenen Gehäuseformen (weil Sie es brauchen).

Bitte verlangen Sie Datenunterlagen von der nächsten SEL-Geschäftsstelle oder direkt von uns.
INTERMETALL 78 Freiburg Postfach 840
Telefon (0761) *50120 Telex 07-72716

ITT

INTERMETALL Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH

FUNK-TECHNIK

RUNDFUNK · FERNSEHEN
PHONO · HI-FI-TECHNIK
MAGNETTON · AMATEURFUNK
MESSTECHNIK · ELEKTRONIK

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

2. JULIHEFT 1967

gelesen · gehört · gesehen	496
FT meldet	498
Standardisierte Serviceteile	499
Sendernetze	
Vorbereitende Maßnahmen der Post für die Einführung des Farbfernsehens	500
Richtfunknetz für die Olympiade in Mexico	501
Fernmeldesatelliten und Bodenstationen im Atlantik-Raum	502
Neue Halbleiter-Bauelemente	503
Elektroakustik	
Eine Echo-Hall-Kombination neuer Art	508
Anwendung Integrierter Halbleiterschaltkreise in der Unterhaltungselektronik	509
Meßtechnik	
Die Rauschzahl von HF-Eingangsstufen automatisch gemessen	512
Antennen	
10 Jahre Arbeitskreis Rundfunkempfangsanennen	514
Stereophonie	
2 x 6/10-Watt-Stereo-Vollverstärker mit Siliziumtransistoren	515
Technik von morgen	
Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung V. Sperrsicht-Photozellen	518
Für den KW-Amateur	
Transistor-Funksprechgerät für das 2-m-Band	520
FT-Bastel-Ecke	
Transistor-Mini-Einkreiser	523
Für Werkstatt und Labor	
Für den jungen Techniker	
Hochfrequenzoszillatoren mit Quarzstabilisierung	524
Aus Zeitschriften und Büchern	
Thyristor-Drehzahlregelung für kleine Bohrmaschinen ..	526

Unser Titelbild: Als zweiter Fernmeldesatellit der Intelsat arbeitet der von der Hughes Aircraft Company gebaute „Atlantic Satellite“ im Atlantik-Raum (s. a. S. 502); ein ähnlicher Satellit ist bereits seit Anfang des Jahres im Einsatz über dem Pazifik

Aufnahme: Hughes Aircraft Company

Aufnahmen: Verlasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlasser. Seiten 494, 527 und 528 ohne redaktionellen Teil

Für C-Lizenz und UKW-Amateurfunk: Transistor - Mini - Bausteine

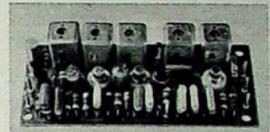
Mini-Bausteine von Semcoset machen dem UKW-Funkamateuren den Aufbau von tragbaren 2-m-Geräten leicht. Sie sind vollständige Funktionseinheiten in gedruckter Schaltung, geprüft und abgeglichen und in Geometrie und Schaltung aufeinander abgestimmt. Nur wenige Leitungen für den Anschluß externer Bedienelemente genügen, um schnell betriebsbereit zu werden. Zielsicher können so mit wenig Zeitaufwand nach Belieben 2-m-Empfänger oder 2-m-Sende-Empfänger in raumsparender Bauweise aufgebaut werden.

Wegen ihrer nützlichen Eigenschaften haben Mini-Bausteine von Semcoset im In- und Ausland große Verbreitung gefunden. Eine Majorität von UKW-Amateuren benutzt sie erfolgreich in ihren Geräten. Sie werden dies bestätigt finden, wenn Sie ebenfalls mit Mini-Bausteinen betriebsbereit sind.



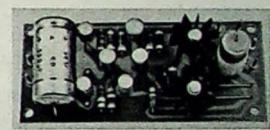
Mini Tuner MTTu 2
Transistor-Tuner 143,5...146,5 MHz, ZF 5,5 MHz, Zusatzrauschzahl ca. 2,5, Betriebsspannung 12 V. Miniaturformat 90x40 mm, Höhe 25 mm.

DM 66,-



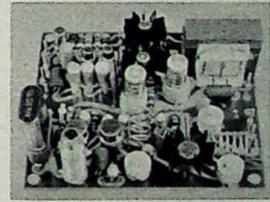
Mini-ZF-Baustein MZFB 5,5
Mischer und ZF-Verstärker 5,5/0,455 MHz mit AM-Demodulator und Regelspannungsverstärker. Bandbreite ca. 6 kHz, Betriebsspannung 12 V. Miniaturformat 90x40 mm, Höhe 19 mm.

DM 47,-



Mini-NF-Baustein MNFB
Eisenloser NF-Verstärker für Mini-2-m-Empfänger. Ausgangsleistung 2 W an 5 Ohm. Eingangsspannung für Vollausst. 10 mV. Miniaturformat 90x40 mm, Höhe 27 mm.

DM 25,50



Mini-Telefonie-Send. MTSM 20
Quarzgesteueter 2-m-Sender mit Modulator für Mini-2-m-Transceiver. Der Modulator arbeitet bei Empfang als NF-Verstärker. Sendeleistung 1,5 W PEP an 60 Ohm. Quarzfrequenzen 48...MHz. Miniaturformat 90x80 mm, Betriebsspannung 18 V. Für MTTu 2 und MZFB 5,5 kann eine stabilisierte Spannung von 12 V aus dem MTSM 20 entnommen werden.
ohne Quarz DM 98,50
Quarz 48,170 MHz
48,300 MHz
48,500 MHz je Stck. DM 19,50

Schaltungsbeschreibungen, Schaltpläne, Verdrahtungspläne, Aufbauhinweise usw. werden allen Semcoset-Bausteinen beigegeben. Ein Anwendungsbeispiel der Mini-Bausteine zeigt der Beitrag »Transistor-Funksprechgerät für das 2-m-Bande« im redaktionellen Teil dieses Heftes.

Unser Baugruppenangebot umfaßt weiterhin:
KW- und UKW-Transistor-Empfängerbausteine mit Siliziumtransistoren für SSB-Empfang
UKW-Transistor-Senderbausteine für tragbare und mobile Senderanlagen
UKW-Transistor-Konverter mit Feldeffekttransistoren
UKW-Funksprechgeräte »Semco«

Auf Wunsch senden wir Ihnen gern unseren Katalog »Moderne Technik für Ihr Hobby Amateurfunk«. Er informiert Sie ausgiebig über Details.

Semcoset
Lausen & Co. oHG.
32 Hildesheim, Box 1165, Borsigstraße 5 (Industriegelände)

RIM

senkt Halbleiter-Preise

bis zu 25 v. H. und darüber
unter RIM-Listenpreise

Siehe Seiten 216-221 des RIM-Basteibuchs '67 - DM 3,50, Nachn. DM 5,30.
Nur einige Beispiele:

BY 250	2,45	AC 151	1,50	AF 125	2,45
AA 118	-50	AD 103	8,15	AF 126	2,05
AA 119	-55	AD 104	8,75	AF 239	3,10
AC 120	1,95	AD 131/V	5,90	BC 107	1,50
AC 125	1,45	AD 132/V	8,75	BC 108	1,40
AC 128	2,15	AF 124	2,45	BC 109	1,60

Fordern Sie bitte neue Preisliste „Halbleiter“ an!

Neuheit!

RIM-Stereo-Verzerrer „VZ 6S“



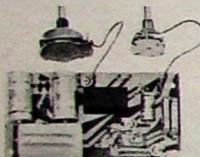
Stereo-Ausführung

Für Tonbandamateure und Beat-Kapellen

Vielseitige Einsatzmöglichkeiten! Zwischenkopplung zwischen Mikrofon und Verstärker oder Tonbandgerät zur Erzeugung verschiedenster Effekte. Besonders interessante Effekte in Verbindung mit einem Hallgerät.

Schaltung: 6 aktive Klangfilter mit Pegelreglern und Verstärkern.
Eingänge: Regelbereiche der 6 Filter:
Mi 2 mV an 5 kOhm Fi 1 - 40 Hz Fi 4 - 5 kHz
Tb 20 mV an 50 kOhm Fi 2 - 200 Hz Fi 5 - 7,5 kHz
Fi 3 - 1,5 kHz Fi 6 - über 10 kHz
Ausgang: ca. 300 mV an 1 kOhm. Netzteil stabilisiert mit Zenerdiode und Trans.

Preise: Kompl. Bausatz - Monoausführung DM 149,-
Kompl. Bausatz - Stereoausführung DM 198,-
RIM-Baumappe DM 3,90

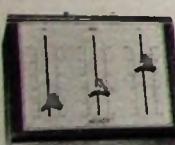


Elektronischer Vibrator-Baustein „RIM-VIB 1000“

zum nachträglichen Einbau in vorhandene Verstärker zur Verbesserung des Klangbildes.

Technische Daten: Volltransistorisiert. 3 Silizium-Transistoren BC 109. Spannung: 6,3 V ~ oder 15 V = (ca. 60 mA). Vibrationsfrequenz: ca. 1 Hz bis 15 Hz. Einbauhöhe ca. 30 mm.

Preise: Betriebsfertiger Baustein DM 79,-, kompl. Bausatz DM 59,50 einschl. Anleitung und Schaltbild.



RIM-Transistor-Mischpult

mit Verstärkung „Mixer 1000“
3 Eingänge: Mi: 2 mV-Mikrofon. Rdfk.: 200 mV-Ra od. Tb. oder 2 mV-Mikrofon, beide stetig regelbar. TA: 200 mV-TA od. Tb od. 1 mV-Mikrofon, beide stetig regelbar. Verstärkung: 43 dB ± 2 dB.

Frequenzgang: 30-30000 Hz. Bestückung: 4x AC 151 IV.
Stromversorgung: Eingegeb. Transistor-Kompatibler Batterie f. 9 Volt.

Größe: 175×150×75 mm.
Kompl. Bausatz mit Gehäuse und Flachbahnregler DM 89,-
Bauanleitung DM 2,-

Neu!



Regelbares Transistor-Netzgerät

RIM-RN 15" Silizium-Halbleiter-Bestückung
2 N 3055, 2 L 18 und Silizium-Brückengleichrichter

2 Ausführungen:
Ausgangsspannungen: 0-15 V/1 A } kontinuierlich regelbar
0-26 V/0,5 A }
Ausgang erdfrei: Brummspannung: b. 15 V/ 1 A ca. 20 mV
b. 15 V/0,1 A ca. 1 mV
Netz: 220 V ~, Drehspul-Anzeige-Instrumente für Spannung + Strom.
Ideales Flachgehäuse, Maße: 175×120×60 mm.
Bausatzpreise f. beide Ausführungen je DM 129,-
Baumappe DM 3,-. Betriebsfertig je DM 150,-
RIM-Bausteinfibel - DM 3,50 Nechnahme DM 5,20

RADIO-RIM

8 München 15 - Telefon (0811) 55 7221
Abt. F 2. FS 528 166 rrim-d · Bayarstraße 25, am Hauptbahnhof.



gelesen · gehört · gesehen



Großbritannien auf dem Wege zur CCIR-Norm

Der britische Postmaster General teilte kürzlich im Parlament mit, daß er auf Empfehlung des beratenden Fernseh-Komitees der BBC und der ITA die Bewilligung erteilt habe, je ein weiteres Netz von Dezimeterwellen - Fernsehendern mit der 625-Zeilens-Norm in Betrieb zu nehmen. Die Sender sollen im Bereich von London, der Midlands und im Norden Großbritanniens innerhalb der nächsten drei Jahre in Betrieb genommen werden und rund 50 % der Bevölkerung erreichen. Bis 1971 sollen 75 % der Bevölkerung Großbritanniens versorgt werden können. Einige Jahre nach der Fertigstellung der beiden neuen Sendernetze will man dann die Sendungen über die 405-Zeilens-Stationen einstellen.

Variabiles Funktionsgenerator-System

Mit dem Funktionsgenerator-System „1000“ von Exact Electronics stellt die Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH ein neues Bausteinprogramm vor, das Rechteck- und Dreieckgeneratoren mit und ohne FM-Teil, einen Sägezahngenerator, einen Trigger, einen Sinusformer und verschiedene Verstärker enthält. Der Frequenzumfang der Generatoren reicht von 1 mHz bis 1 MHz (Ausgangsamplitude 10 V_{pp}). Der Sinusformer bildet aus einem Dreieksignal ein phasengleiches Sinussignal, während mit dem Trigger die Generatoren getriggert oder getastet werden.

Digitalvoltmeter für Servicezwecke

Solartron, die englische Tochtergesellschaft des Schlumberger-Konzerns, brachte zwei neue Digitalvoltmeter „LM 1620“ und „LM 1619“ auf den Markt, die wegen ihrer kleinen Gehäuseabmessungen und des niedrigen Gewichts von etwa 6 kg als Servicegeräte in jeder Aktentasche untergebracht werden können. Die Geräte arbeiten auf der Basis der Spannungs-Zeit-Umwandlung und unterscheiden sich nur durch den zusätzlichen Wechselspannung-Meßbereich (2 bis 750 V, Auflösung 1 mV, 40 Hz bis 10 kHz) beim „LM 1619“ (Gleichspannungsmeßbereiche 22 mV bis 1000 V, Auflösung 100 µV, Genauigkeit 0,1 %, Eingangswiderstand 1000 MΩ). Der erdfreie Eingang ermöglicht Spannungsmessungen an Punkten mit einem Potential bis zu 250 V gegen Erde.

Selen-Hochstromplatten mit verbesselter Durchlaßstromkennlinie und höherer thermischer Stabilität

Bei neuen Selen-Hochstromplatten der AEG gelang es, nicht nur die Durchlaßstromkennlinie beachtlich zu verbessern, sondern vor allem die thermische Stabilität der Sperrschicht so günstig zu gestalten, daß heute Betriebstemperaturen möglich sind, die es erlauben, die Nennströme um 50 bis 100 % gegenüber dem früheren Plattenmaterial zu erhöhen oder bei gleichem Belastungsstrom die Abmessungen um etwa 30 % ... 50 % zu verkleinern. Die Platten werden mit Nennspannungen von 25 V_{eff} und 30 V_{eff} geliefert.

Integrierte Schaltkreise im LID-Gehäuse

Transistor liefert Integrierte Schaltkreise im LID-Gehäuse (Leadless Inverted Device). Dieses Gehäuse, das speziell



gelesen · gehört · gesehen



für den Einsatz in Hybrid-Schaltungen entwickelt wurde, hat die Abmessungen 4,13 mm × 4 mm × 1,1 mm. Es besteht aus einem aluminiumhaltigen Keramikgrundkörper (zur besseren Wärmeableitung) mit 14 vergoldeten Anschlußflächen, die es ermöglichen, das Element direkt auf die Schaltung zu setzen und zu verlöten. Zum Schutz des Silizium-Chips wird das System mit Kunststoff abgedeckt.

Neue Steckvorrichtung

Mit einer Telefonbau und Normalzeit entwickelten Steckvorrichtung lassen sich Baugruppen mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand schnell steckbar machen. Die Vorrichtung besteht aus einem Steckerunterteil und einem schwenkbaren Steckeroberteil. Beim Schwenken des Oberteils um einen Drehpunkt erfolgt das Einschieben der Kontaktmesser in die Federleisten. Die Stecker sind auch gut als Programmstecker geeignet, weil im Gehäuseoberteil genügend Raum für die zur Programmierung erforderlichen Halbleiter, Widerstände, Kondensatoren usw. vorhanden ist.

Extraktor für Sekundärradar

Im Rahmen der Arbeiten zur Radarbild-Digitalisierung und -Übertragung hat SEL für die europäische Flugsicherungsorganisation Eurocontrol einen Sekundärradar-Extraktor entwickelt und geliefert. Der Extraktor „FAS-4“ ist Bestandteil einer Anlage zur automatischen Decodierung von Sekundärradar, die von Eurocontrol für das Versuchszentrum in Brétigny bei Paris in Auftrag gegeben wurde. Der Sekundärradar-Extraktor komprimiert die Sekundärradar-Antworten auf ihren Informationsgehalt, der anschließend über schmalbandige Telefonkanäle übertragen werden kann. Die im „FAS-4“ aufbereiteten Zielerinformationen erlauben die weitere Verarbeitung im Elektronenrechner.

Handfunkspiegelgerät „RJ-11E“
Das Handfunkspiegelgerät „RJ-11E“ von National (Abmessungen 19,8 cm × 7,6 cm × 3,8 cm; Gewicht 680 g), das von der Bundespost unter der FTZ-Nummer K 585/65 zugelassen ist, arbeitet auf den Frequenzen 26,965, 27,045, 27,155 oder 27,225 MHz und gibt eine Ausgangsleistung von 200 mW ab. Die Eingangsleistung des Senders ist 200 mW, die Eingangsempfindlichkeit des Empfängers 1 µV für 5 mW Ausgangsleistung. Die Betriebsspannung liefern sechs handelsübliche 1,5-V-Mignonzellen. Die Strom-

aufnahme beträgt bei Sendebetrieb etwa 45 mA und bei Empfangsbetrieb etwa 20 mA. Mit dem Gerät lassen sich im direkten Stadtbetrieb 1 km, in stark bebautem Gebiet 1,5 km, in freierem Gelände 5 km und über Wasserflächen sogar bis zu 20 km überbrücken.

Radargerät identifiziert Flugzeugtypen

Der Londoner Flughafen Heathrow wird als erster das modernste Radargerät für die Allwetter-Überwachung aller Flugzeug- und Fahrzeuggewegungen auf den Startbahnen und dem Vorfeld erhalten. Das neue Gerät „Mark III Airfield Surface Movement Indication Radar“ (ASMI), eine Entwicklung der Decca Radar Company, dessen Erprobung auf dem Flughafen jetzt abgeschlossen ist und das im September dort fest installiert werden soll, ist die Weiterentwicklung einer älteren Anlage, die jetzt in der Lage ist, selbst kleinste Fahrzeuge bis zu einer Entfernung von 2,4 km zu erfassen. Die etwa 1,8 m breite Antenne rotiert mit einer Drehgeschwindigkeit von 750 U/min. Dadurch konnte der Kontrast so weit gesteigert werden, daß die Bilder auf dem Radarschirm auch bei Tageslicht zu erkennen sind. Außerdem werden dadurch auch die Bewegungen von Fahrzeugen und Flugzeugen kontinuierlich dargestellt. In vielen Fällen ist es sogar möglich, den Flugzeugtyp auszumachen. Den Schirmhintergrund bildet eine Karte des gesamten Flughafengeländes.

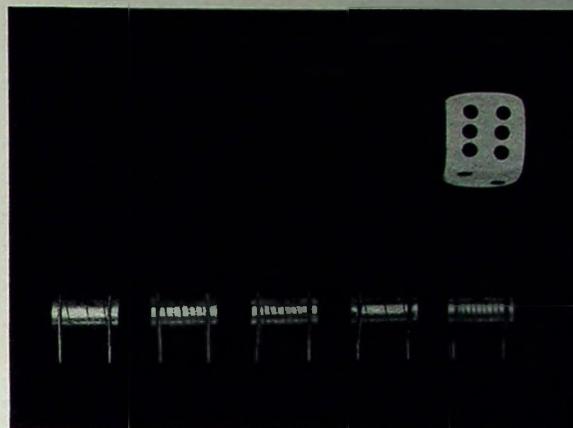
„Trident“ für Schlechtwetterlandungen nach Betriebsstufe II zugelassen

Die BEA hat vor kurzem von der britischen Luftfahrtbehörde die Erlaubnis erhalten, mit ihrer „Trident“-Flotte im Passagierliniendienst Schlechtwetterlandungen nach Betriebsstufe II durchzuführen. Die „Trident“-Maschinen sind mit einem gemeinsam von Hawker Siddeley und Smith Industries entwickelten Blindlandesystem ausgerüstet, mit dem sie im Passagierliniendienst bei normalen Flugwetterbedingungen bereits nahezu 2000 automatische Landungen durchführten. Das zur Zeit angewandte System arbeitet mit zwei Flugreglern, wobei der Pilot die Steuerung erst wieder nach dem Aufsetzen auf der Landebahn übernehmen muß. Geplant ist jedoch ein System mit drei Flugreglern, die sich gegenseitig bei der Steuerung der Höhenruder, Querruder, Seitenruder und Gashebel überwachen.



R E S I S T A

MONTAGE-FERTIG: STANDWIDERSTÄNDE S4, S6, W6



WARUM S4, S6, W6 FÜR GEDRUCKTE SCHALTUNGEN?

Weil das Abbiegen und Abschneiden der Anschlußdrähte entfällt.

Weil durch ausgezeichnete mechanische Festigkeit der Anschlußfäden der Rasterabstand immer stimmt.

Weil diese Widerstände auch ohne Lötfest in der Schaltplatte sitzen.

Weil alle drei Widerstände speziell für gedruckte Schaltungen entwickelt wurden und somit alle Forderungen erfüllen.

CHARAKTERISTIKEN

Typen S4 und S6

Mehrachtf lackierte Glanzkohleschichtwiderstände mit guter Langzeitstabilität u. Feuchtebeständigkeit. Kennzeichnung des Widerstandswertes beim Typ S 4 mit Farbcode nach DIN 41 429 und beim Typ S 6 mit Ziffern-Klar-text.

Decklack beider Typen rot.

Typ W6

Mehrachtf lackierter Metalloxydschicht-Widerstand für höhere Umgebungstemperatur oder Belastung. Kennzeichnung des Widerstandes mit Ziffern-Klar-text.

Decklack grün.

Die wichtigsten technischen Daten:

Typen	S 4	S 6	W 6
Fertigungsbereich:	10 Ω - 1 MΩ	10 Ω - 5 MΩ	100 Ω - 100 kΩ
Max. Abmessung: (Länge-Durchmesser)	7,8 mm 5,8 mm	14,5 mm 9,1 mm	14,5 mm 9,1 mm
Toleranzen:	± 10% ± 5%	± 10% ± 5%	± 10% ± 5%
Belastbarkeit:			
bei 70°C Umgeb.-Temp.	0,5 W	1,35 W	2,3 W
bei 40°C Umgeb.-Temp.	0,3 W	1,00 W	2,0 W
max. Betriebsspannung:	500 V eff.	1000 V eff.	450 V eff.
Temperaturbereich:	-55...+125°C	-55...+150°C	-55...+220°C
Stromrauschen max.:	2 µV/V	2 µV/V	2 µV/V



R E S I S T A

FABRIK ELEKTRISCHER WIDERSTÄNDE GMBH

8300 LANDSHUT / BAYERN

Ludmillastraße 23-25 • Postfach 588/89 • Telefon 3085



- reinigt,
- pflegt,
- schützt
- alle
- Kontakte,
- beseitigt
- hohe
- Übergangs-
- widerstände,
- verhindert
- Kriechströme
- und
- greift
- Kunststoffe
- nicht an

Bitte, fordern Sie den kostenl. KONTAKTBRIEF, der Sie über Kontaktreinigung u. Pflege nach d. neuesten Stand d. Entwicklung informiert.

KONTAKT  **CHEMIE**

7550 Rastatt, Western-Germany, Postfach 52, Ruf 42 96



Radio-Service

Von der Einrichtung einer Reparaturwerkstatt bis zur Fehlersuche und Reparatur an Antennen und Erdleitungen reicht diese umfassende Darstellung aller in Radiowerkstätten heute anfallenden Reparaturen. Wer in irgendeiner Frage Rat braucht, findet ihn in diesem Handbuch. **Radio-Service.** Von Werner W. Diefenbach. 5. Auflage. DM 29.50. Best.-Nr. 2474 G

Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger

Nach der Darstellung der notwendigen Kenntnisse der Transistor-Technik beschreibt dieses Buch am Beispiel zweier vollständiger Schaltungen moderner Transistor-Reisesuper und Heimempfänger ausführlich Service, Reparatur und Abgleich. Mit diesem Buch in der Hand ist der Service von Transistor-Rundfunkempfängern auch in schwierigen Fällen kein Problem. Ein weiteres Telekosmos-Servicebuch behandelt die Sonderprobleme und den fachgerechten Service von Autosupern.

Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger.

Von Ing. Heinz Köhler. DM 14.80.

Best.-Nr. 3391 G

Telekosmos-Servicebuch Autosuper. Von Ing. Klaus Kuhmann.

DM 14.80.

Best.-Nr. 3474 G

Telekosmos-Bücher erhalten Sie bei Ihrer Buchhandlung, weitere Informationen unter der Kenn-Nr. Teko 09 A vom Verlag.

telekosmos verlag stuttgart

Eine Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung

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

Braun-Preis für technisches Design

Einen Preis in Höhe von 25 000 Mark, der alle zwei Jahre verliehen wird, hat die Braun AG, Frankfurt/Main, in Zusammenarbeit mit dem Gestaltungskreis im Bundesverband der Deutschen Industrie gestiftet. Mit diesem Preis sollen junge Industrie-Designer und Techniker ausgezeichnet werden, die ein technisches Gestaltungsproblem hervorragend gelöst haben. Außerdem soll damit das öffentliche Interesse an guter Gestaltung gefordert werden.

Loewe Opta-Geschäftsstellen

Zur weiteren Verstärkung der Vertriebsorganisation errichtete Loewe Opta zum 1.7.1967 neue Geschäftsstellen, und zwar in Frankfurt-Fechenheim, Oberstraße 55, in Hannover, Vahrenwalder Straße 194, und in Bielefeld, Osnabrückstraße 87. Alle Geschäftsstellen verfügen über gut eingerichtete Service-Stellen, die speziell auf die Anforderungen des Farbfernsehgeschäfts ausgerichtet sind. Dem Rhein-Ruhr-Büro in Düsseldorf wurde ebenfalls eine zentrale Kundendienststelle angegliedert.

Wega-Werksvertretung in Mannheim

Die Firma Wega hat mit Wirkung vom 1.6.1967 die Wega-Werksvertretung für den nordbadischen Raum, die Pfalz und das Saargebiet der Firma Bruno Mohr, 68 Mannheim 07, 27, Telefon 2 49 35, 2 49 36, 2 23 58, übertragen.

Lehrzentren für Datenverarbeitung

Zusätzlich zu der bestehenden Schule für Datenverarbeitung in München wird Siemens in der Bundesrepublik noch weitere regionale Lehrzentren einrichten. Solche Zentren wurden bereits

bei den Zweigniederlassungen Frankfurt und Hannover aufgebaut und haben auch schon mit dem Schulungsbetrieb begonnen.

Sennheiser-Serviceabwicklung

Jeder Fachhändler und Fachverbraucher kann reparaturbedürftige Sennheiser-Mikrofone direkt an Sennheiser electronic, 3002 Bissendorf, einsenden. Liegen die Reparaturkosten unter 20 % des Mikrofon-Bruttopreises, wird die Reparatur unverzüglich ausgeführt und per Nachnahme an den Einsender zurückgeschickt. Bei voraussichtlichen Reparaturkosten über 20 % des Bruttopreises erhält der Einsender zunächst einen Kostenanschlag, nach dessen Billigung durch den Einsender die Reparatur ebenfalls sofort durchgeführt und per Nachnahme zurückgeschickt wird.

Verzeichnis der europäischen Fernsehsender

Das Technische Zentrum der Europäischen Rundfunkunion (EBU), 32, Avenue Albert Lancaster, Brüssel 18, gab jetzt die 12. Ausgabe des Verzeichnisses der Fernsehsender (Stand: 1. März 1967) sowie die Ergänzung 12-A (Stand: 1. Mai 1967) heraus. Das Verzeichnis enthält, nach Ländern geordnet, alle Fernsehsender der Europa-Zone mit ihren charakteristischen Daten.

Briefverteillinie für Dänemark

Die Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, erhielt vor kurzem von der dänischen Postverwaltung einen Auftrag auf Lieferung einer Briefverteillinie. Die Anlage, die eine automatische Briefzuführung, 15 Codierplätze, ein Vorverteilsystem sowie eine Briefverteilmaschine mit 100 Verteilfächern umfaßt, soll zunächst versuchweise in einem Kopenhagener Postamt zur automatischen Bearbeitung der Briefpost eingesetzt werden.



25. Große Deutsche Funk-Ausstellung 1967 Berlin

28. Aug. - 3. Sept.

Farbfernsehen auf der Funkausstellung

Für die Funkausstellung wurde eine große Menge Filmmaterial auf seine Tauglichkeit für das Farbfernsehen gesichtet. Das Filmmaterial wird benötigt, um während der gesamten Ausstellungszeit ein Farbprogramm ausstrahlen zu können. Dieses Programm dient der Geräteindustrie zur Vorführung ihrer Farbempfänger. Es wird in einer Farbseitenabwicklung abgespielt, die der SFB im Studio 3 des Deutschlandhauses einrichtet und die aus zwei Filmgebern für 35-mm-Farbfilme, zwei Farb-Diabegern und einer Farbkamera besteht. Diese Bildquellen liefern die drei Farbsignale R, G und B. Zur Umwandlung in das normgerechte PAL-Signal werden volltransistorisierte Coder in Kassettenbauweise eingesetzt. Für Auswahl und Mischung der Bildquellen ist eine Regieeinrichtung vorgesehen, die einen Sechs-Kanal-Bildmischer und einen Trickmischer mit 60 Trickvarianten enthält. Als Sichtgeräte werden sechs Schwarz-Weiß-Monitore und zwei Farbmonitore aufgestellt.

Die auf dem Ausstellungsgelände produzierten Veranstaltungen sollen auch aufgezeichnet werden. Hierzu dienen Richtlinienstreichen zwischen dem Ausstellungsgelände und dem Deutschlandhaus, die die aufzuziehenden Signale von den Ü-Wagen zur Sendeabwicklung übertragen, in der zwei Aufzeichnungsgeräte installiert werden.

Das technische Paradesstück des Farblernehmers dürfte der Farbfernsehübertragungswagen der Fernseh GmbH sein. Er wird bei der Ausstellung zugleich in drei Exemplaren auftreten. Der eine Ü-Wagen gehört dem Zweiten Deutschen Fernsehen und wird die Deutschlandhalle befreuen. Die beiden anderen Ü-Wagen gehören ARD-Anstalten. Während der Ü-Wagen des NDR mit dem Studio A zusammenarbeitet, wird der Ü-Wagen des WDR dem Studio B zugeordnet.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

Standardisierte Serviceteile

Vor allem bei Fernsehempfängern und Rundfunkgeräten früherer Baujahre macht die Ersatzteilbeschaffung oft erhebliche Schwierigkeiten. Der Industrie ist es trotz umfangreicher Lager nicht immer möglich, das Originalteil zu liefern. Aber in den Werkstätten des Einzel- und Großhandels ist die Ausweichmöglichkeit auf äquivalente Bauelemente nur in Sonderfällen gegeben; für die Servicewerkstätten des Handels lohnt es sich nur, gängige Bauelemente auf Lager zu nehmen, von denen man annehmen darf, daß sie innerhalb einer angemessenen Frist verwendet und verkauft werden können. In der Servicepraxis geht deshalb mit der Beschaffung von Ersatzteilen für Geräte, die beispielsweise auf dem Rundfunksektor bereits acht Jahre und auf dem Fernsehsektor fünf bis sechs Jahre in Betrieb waren, nicht selten viel Zeit und Verwaltungsarbeit verloren.

Aus dieser mißlichen Lage helfen die Bestrebungen der Industrie, die ErsatzteilverSORGUNG zu rationalisieren. Bei Beginn dieser Entwicklung versuchte man beispielsweise, für Fernsehempfänger eines ganzen Jahrganges einen Zeilentransformator anzubieten, der möglichst in allen Geräten verwendet werden kann. Man wählte einen für diesen Zweck geeigneten Typ und lieferte mit dem Ersatzteil eine Einbauvorschrift, aus der die noch notwendigen Umbauten oder Änderungen für das Servicegerät hervorgehen. Im Zusammenhang damit sind aber nicht selten mehr oder weniger umfangreiche Messungen nötig.

Das hier angewandte Prinzip der Standardisierung ist in letzter Zeit konsequent fortführt worden, denn es vermag der großen Ersatzteilflut wirksam Einhalt zu gebieten. Bei einigen Fabrikaten gelang es, ständig benötigte Ersatzteile wie Zeilentransformatoren und Tuner in Universalausführung anzubieten und diese in den Servicewerkstätten ständig auf Lager zu halten. Sie ersetzen jetzt eine Vielzahl älterer Einzelteile, ohne daß bei ihrer Verwendung größere Umbauten des zu reparierenden Gerätes notwendig sind. Die Standardisierung garantiert mit der schnelleren Ersatzteilbeschaffung eine einfachere Lagerhaltung sowie einen zuverlässigen und vorbildlichen Kundendienst.

Gerade der Zeilentransformator ist im Laufe der bisherigen Fernsehgeräteentwicklung von rund 15 Jahren in vielen Varianten gefertigt worden. Die laufende technische Weiterentwicklung von der ursprünglichen 70°-Ablenktechnik bis zur 110°-Technik und die verschiedenenartigen Zeilen-Automatischaltungen erforderten immer wieder geänderte Typen. Mit der Einführung des steckbaren Zeilentransformators wurde die Typenzahl stark reduziert. Für die neueren Fernsehempfänger gibt es bei einer Industriegruppe zum Beispiel seit einigen Jahren nur noch eine steckbare Ausführung. Die Servicewerkstätten kommen in diesem Fall bei vielen Geräten mit einem Zeilentransformator aus, ohne irgendwelche mechanische oder elektrische Änderungen. Für die älteren Fernsehempfänger mit festeingebautem Zeilentransformator wurde gleichfalls eine Standardersatzteilreihe geschaffen. Sie ersetzte fast 20 der älteren Typen in 90°- und 110°-Ablenktechnik. Alle mechanischen Änderungen lassen sich mit einem beigefügten Montagewinkel durchführen. Bohrarbeiten im Chassis entfallen. Mitgeliefert wird eine Ummauerausweitung, aus der vor allem die Anschlußpunkte des Zeilentransformators hervorgehen. Auch die Servicesituation bei Netztransformatoren zwingt zu einer Ersatzteil-Standardisierung, die vor allem für Rundfunkgeräte von Bedeutung ist. In der Praxis gestaltet sich beispielsweise die Einlagerung von 1000 verschiedenen Netztransformatoren selbst für Werksniederlassungen schwierig. Die Lagerhaltung von 200 Transformatoren ist eher zu verwirklichen; sie können als Standardteile etwa 1000 Modelle ersetzen.

Es gibt aber auch Fälle, in denen das Standardersatzteil gleichzeitig eine Leistungssteigerung des Reparaturgerätes mit sich bringt. Das gilt beispielsweise für einen Standard-UHF-Tuner im Fernsehgerät, der gegenüber dem bisherigen Tuner älterer Bauart oft wesentlich besseren Empfang bringt. Ein solcher Tuner enthält in der Vorstufe den neuen Transistor AF 239. Gegenüber UHF-Tunern mit dem bisher oft ver-

wendeten AF 139 liegen die Rauschzahlen niedriger, und außerdem wird die Leistung des Tuners verbessert. Damit bestückte Empfänger kommen mit weniger hohen Antennenspannungen aus. Während ein Röhrentuner für ein subjektiv gutes Bild etwa 500 µV Eingangsspannung benötigt, genügen beim Transistor-Tuner mit dem Transistor AF 139 rund 250 µV Antennenspannung. Der neue Standard-UHF-Tuner mit dem AF 239 liefert bereits bei etwa 160 µV Eingangsspannung einen subjektiv zufriedenstellenden Bildeindruck. Es lassen sich daher bei ungünstigen Empfangsverhältnissen wesentlich bessere Fernsehbilder erreichen, wenn man den Röhrentuner durch den Standard-Tuner ersetzt. Auch in diesem Falle ist die Befestigung des Standard-Tuners ohne mechanische Umbausätze möglich.

Dieses Prinzip der Standardisierung von Ersatzteilen ist von der Industrie gerade in letzter Zeit aktiviert worden. Im Zusammenhang damit steht die Zusammenfassung aller Servicebelange in Zentralorganisationen. Aber auch der Versandhandel von Servicematerial ist bemüht, den Werkstätten Standardersatzteile anzubieten. Praktisch sind beispielsweise Klarichtpackungen von Widerständen und Kondensatoren verschiedener elektrischer Werte, die gleichzeitig die Lagerhaltung übersichtlicher machen, wenn sie in Kassetten abgepackt sind. Daneben hat sich die Beutelabpackung bewährt. Ähnliche Sortimente gibt es für Normstecker und für Tonabnehmer-Saphire. Eine typische Saphir-Kassette in verschließbarer Klarichtausführung enthält beispielsweise 50 Saphire der 27 wichtigsten Typen. Sie werden nach Umschlagsgeschwindigkeit sortiert; dabei sind die umschlagschnellsten Saphire mehrfach vorhanden. Die 27 sorgfältig ausgewählten Typen namhafter Hersteller decken 95% des vorkommenden Saphirbedarfs. Auf dem Kassettendeckel werden Typenbezeichnungen, Äquivalenztypen, Umschlagshäufigkeitszahlen und Preise aufgedruckt.

Kritisch kann auch der Ersatz von Transistoren und Dioden werden, denn nicht alle früheren Typen sind heute schnell genug erhältlich. Hier hilft eine Transistoren-Dioden-Tasche mit 46 Transistoren und 27 Dioden in einer Sortierung, die den Ersatzbedarf bei etwa 96% aller Geräte deckt. Daneben ist Platz für weitere 150 Typen. Bereits vorhandene Transistoren und Dioden lassen sich mühelos einordnen. In jeder Tasche ist eine Äquivalenzliste vorhanden, die den schnellen Austausch nicht mehr hergestellter Halbleiter wesentlich erleichtert.

Ärger bereitet es oft, wenn bei einer Fernsehreparatur ein Einstellregler auf der gedruckten Platte gewechselt werden soll. Allein für das Rastermaß 10 mm × 17,5 mm gibt es mehr als ein Dutzend verschiedene mechanische Ausführungen. Multipliziert man diese Typen mit einem weiteren Dutzend der am häufigsten verwendeten elektrischen Werte, dann kommt man zu der stattlichen Zahl von fast 150 verschiedenen Typen, die man auf Vorrat haben müßte, um jeder Situation gewachsen zu sein. Da ferner immer einige Regler (wie beispielsweise Bildhöhen-, Bildfang- oder Bildlineäritätssteuer) mit einer Verlängerungswelle aus dem Chassis oder sogar aus der Rückwand des Empfängers herausgeführt werden, kommt man in diesen Fällen nicht einmal mit einem behelfsmäßig festigten Potentiometer aus, wenn es nicht die zur Verlängerungswelle passende Profilwelle hat. Aus diesem Dilemma hilft ein neues Universal-Potentiometer mit beidseitig hervorstehender Profilwelle und aufsteckbarer Rändelhülse. Es ist in stehender oder liegender Ausführung erhältlich. Damit lassen sich zehn konstruktiv verschiedene Ausführungen ersetzen.

Interessant ist auch eine universell ohne großen Zeitaufwand verwendbare Baugruppe zum Ersatz von Selengleichrichtern. Auf der gedruckten Platte ist die Siliziumdiode BY 104 mit dem entsprechenden Vorwiderstand untergebracht.

Wie diese Beispiele zeigen, schreitet die Standardisierung von Servicebauteilen allmählich fort. Die elektrischen Werte der Standardersatzteile sind oft günstiger als die ursprünglich eingebauten Teile, ein zusätzlicher Gewinn für den Gerätebesitzer.

Werner W. Diefenbach

Vorbereitende Maßnahmen der Post für die Einführung des Farbfernsehens*

An den Vorbereitungen zur Einführung des Farbfernsehens war die Bundespost ebenso wie der Rundfunk und die Industrie maßgeblich beteiligt. Da sie für Aufbau und Betrieb des gesamten Fernsehleitungsnetzes und für die Sendernetze des 2. und 3. Programms verantwortlich ist, mußte man sich hier vor allen Dingen mit den Problemen der Übertragung von Farbfernsehsignalen beschäftigen.

Gesamtes Fernsehleitungsnetz

Bereits 1955 beschäftigte man sich mit den Fragen des Farbfernsehens, da das neu zu erstellende Richtfunknetz im 4-GHz-Bereich, dessen Ausbau 1957 in Angriff genommen wurde, auch in der Lage sein sollte, in der Zukunft Farbfernsehen zu übertragen. Man legte dabei zunächst das damals als einziges Verfahren existierende NTSC-System zugrunde, das man für unsere 625-Zeilen-Norm modifizierte. Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen wurden bereits seit 1958 viele Farbfernseh-Übertragungsversuche auf dem neu eingerichteten Fernsehleitungsnetz vorgenommen. Als Ergebnis der internationalen Zusammenarbeit mit den Nachbarverwaltungen fanden 1961 erstmals Farbfernseh-Versuchsübertragungen auf internationalen Leitungen zwischen Darmstadt, Bern und Rom statt.

Alle diese Übertragungsversuche bestätigten immer wieder, daß das NTSC-System in der zusätzlichen Übertragung der Farbinformation sehr empfindlich gegenüber pegelabhängigen Phasenverzerrungen der Leitung ist, wodurch leicht Farbtönverfälschungen hervorgerufen werden können. Diese Erkenntnis führte in Europa zur Entwicklung des SECAM- und PAL-Verfahrens. So standen Anfang 1963 die drei Farbfernsehsysteme NTSC, SECAM und PAL zur Diskussion. Im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit wurden auch im Forschungsinstitut des Fernmelde-technischen Zentralamts alle drei Systeme im Labor und unter betriebsmäßigen Verhältnissen nach etwa 25 Parametern systematisch untersucht und miteinander verglichen. Groß angelegte Ausbreitungs- und Empfangsversuche mit den drei Systemen in bergigem Gelände und in Großstädten, die zum Teil gemeinsam mit dem Rundfunk und der Industrie vorgenommen wurden, bewiesen eindeutig, daß die PAL-Übertragung unter schwierigen Empfangsverhältnissen wie zum Beispiel bei Mehrwegeempfang und an den Grenzen des Versorgungsgebiets eines Senders die besten Ergebnisse lieferte.

Nachdem sich auf Grund dieser Untersuchungen Rundfunk, Post und Industrie einheitlich für das PAL-Verfahren entschieden hatten, wurden von Januar 1964 an regelmäßig in den Morgenstunden zwischen 8 und 10 Uhr Farbfernseh-Testsendungen nach dem PAL-Verfahren über-

* Referat von Dr. Johannes Müller, Forschungsbereichsleiter beim Fernmelde-technischen Zentralamt Darmstadt, auf einer Pressekonferenz am 12. 6. 1967 anlässlich der Vorbereitung der Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin

einen Teil der Sendernetze des 1. und 2. Programms abgestrahlt, um der Empfängerindustrie Möglichkeiten für die Geräteentwicklung zu geben. Bei dieser Gelegenheit wurden von Rundfunk und Post die Sender und das Fernsehleitungsnetz im normalen Betrieb auf Farbtüchtigkeit untersucht.

Im Rahmen solcher Farbfernseh-Betriebsversuche fand am 18. 5. 1965 die erste interkontinentale Farbfernsehübertragung nach dem NTSC-Verfahren über die „Early Bird“ von England über die deutsche Erde-Funkstelle Raisting nach den USA statt. Bei dieser Gelegenheit wurden auch erstmals mit gutem Erfolg Farbbilder nach dem PAL-System auf einer Schleife Raisting-USA-Raisting übertragen.

Diese unter normalen Betriebsverhältnissen ausgeführten Übertragungen zeigten, daß zwischen speziell arrangierten Farbfernseh-Übertragungsversuchen – selbst über Strecken bis zu 2000 km – und der normalen Betriebsweise mit ihren zahlreichen Modulationen und Demodulationen doch ein großer Unterschied besteht. Die einzelnen Leitungsabschnitte erfüllten zwar durchaus die Bedingungen für das Farbfernsehen; in der betriebsmäßigen Zusammenschaltung jedoch war die Stabilität der in den Jahren 1956/57 konzipierten Gerätetechnik in den für das Farbfernsehen wesentlichen Übertragungsparametern nicht immer hinreichend. Über Monate laufende Stabilitätsmessungen und sorgfältige Untersuchungen an den einzelnen Übertragungsgeräten gaben darüber Aufschluß, ob und inwieweit die Übertragungswerte stabilisiert und verbessert werden könnten. Auf Grund dieser Meßergebnisse wurde gemeinsam mit den Herstellerfirmen die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Form der Änderungs- und Umrüstmaßnahmen festgelegt.

Während für das Schwarz-Weiß-Fernsehen bei einer Übertragungsstrecke von 2500 km die Amplitudenwerte in der Nähe der Farbrägerfrequenz um etwa 30 ... 40 % absinken dürfen, muß beim Farbfernsehen die Amplitudenänderung innerhalb der Toleranzen $\pm 10 \%$ liegen. Ähnliches gilt für die Gruppenlaufzeitverzerrungen, die beim Farbfernsehen nur $\frac{1}{10}$ der Toleranzen des Schwarz-Weiß-Fernsehens betragen dürfen.

Die Stabilisierung der Übertragungswerte wurde durch den Austausch einiger instabiler Geräteteile erreicht. So wurden zum Beispiel die Röhren-Modulatoren durch moderne hochstabile Einheiten in Halbleitertechnik ersetzt. Außerdem wurden die Programmzuführungsnetze, die Verteilnetze und die Modulationsnetze so vervollständigt, daß es in Zukunft im normalen Betrieb nur noch festgeschaltete Leitungsverbindungen gibt. Hierdurch werden Umschaltungen im Fernsehleitungsnetz, die im allgemeinen Änderungen der Übertragungswerte zur Folge haben, vermieden.

Eine Verbesserung der Übertragungswerte, vor allem für die Farbinformation, wird dadurch erreicht, daß zukünftig die Demodulationen in den Fernseh-Schalt-

stellen im Sternpunkt und am Ort der regionalen Rundfunkanstalten umgangen werden, indem man die Programmverteilung durch Schalteinrichtungen in der zwischenfrequenten Ebene (ZF-Schaltfelder) vornimmt. Außerdem müssen in den Richtfunk-End- und Schaltstellen die Videokabel entzerrt werden, damit der Amplitudenfrequenzgang in der Nähe des Farbrägers verbessert wird. Eine weitere Verbesserung der Amplitudenwerte wird durch den Austausch älterer Fernseh-Ortskableinrichtungen gegen moderne erreicht werden. Der Abgleich der Richtfunkleitungsabschnitte und die Umschaltungen im Fernsehleitungsnetz können von den Fachkräften der Deutschen Bundespost selbst, alle übrigen Umrüstmaßnahmen gerätetechnischer Art müssen von den Herstellerfirmen ausgeführt werden.

Die eingeleiteten Maßnahmen sind zum Teil so umfangreich – das Fernsehleitungsnetz der DBP hat heute eine Länge von insgesamt rund 20 000 km – daß für sie ein Schwerpunktprogramm erstellt werden mußte. Danach sollen die Umrüstmaßnahmen an den Fernsehleitungsnetzen für das 1. und 2. Programm einschließlich der Fernsehübertragungswege zwischen Berlin und dem Bundesgebiet und an den Modulationsleitungen zu den Sendern in den Ballungszentren bis zum Beginn des Farbfernsehens im August 1967 abgeschlossen sein. Die internationalen Programmaustauschleitungen und die Fernsehleitungen für das 3. Programm können erst in den Jahren 1968/69 nachgerüstet werden. Die entstehenden Sachkosten werden etwa 12 Mill. DM betragen.

Sender für 2. und 3. Programm

Ebenso wie im Fernsehleitungsnetz, müssen natürlich auch an den Fernsehsendern für das 2. und 3. Programm Nachrüstungen vorgenommen werden. Der Wunsch der Fernsehteilnehmer nach Versorgung mit dem 2. Programm hatte zu einem außerordentlich schnellen Ausbau des Sendernetzes für das 2. Programm gezwungen. Da die Farbfernsehnorm damals – der Aufbau des Netzes begann 1960 – noch nicht feststand, konnten die technischen Erfordernisse für das Farbfernsehen anfänglich nur dadurch berücksichtigt werden, daß man eine spätere Nachrüstung der Fernsehender durch einen nachträglichen Austausch von Geräteteilen, Einschüben und dergleichen vorsah. Seit 1965 wurden nur noch für das Farbfernsehen voll geeignete Sender in Auftrag gegeben. Von den seit dem Frühjahr 1967 für das 2. Programm betriebenen 76 Großsendern müssen daher diejenigen, die vor 1965 in Betrieb genommen worden waren, für das Farbfernsehen umgerüstet werden. Die Nachrüstung betrifft vor allem die Video-Eingangs- und Modulationsstufen und – in einigen Fällen – auch die Bild-Ton-Weichen. Die Nachrüstung muß im allgemeinen von den Lieferfirmen der Sender ausgeführt werden. Die Zahl der hierfür aufgestellten Einsatztrupps ist aus wirtschaftlichen und personellen Gründen natürlich begrenzt. Erschwendend kommt hinzu, daß die Umrüstarbeiten zum größten Teil in den Betriebspausen der Sender vorgenommen werden müssen. Daß sich die Post an diesen Arbeiten mit ihren eigenen Fachkräften so weit wie möglich beteiligt, ist selbstverständlich.

Mit den neu gelieferten Fernsehsendern und den für das Farbfernsehen ganz oder zum Teil umgerüsteten bisherigen

Schwarz-Weiß-Sendern werden bis zum Beginn des Farbfernsehens im August 1967 etwa 70 % der vom 2. Programm versorgten Einwohner des Bundesgebietes und West-Berlins versorgt werden, wobei selbstverständlich die Sender in den Balancenzentren bei der Umrüstung bevorzugt werden. Diese Zahl wird sich bis zum Beginn des Jahres 1968 auf voraussichtlich 88 % erhöhen. Die verbleibenden Sender werden zunächst durch erhöhten Personaleinsatz so weit in ihren Toleranzen verbessert, daß auch sie die Farbprogramme mit guter Qualität abstrahlen können. Abgesehen von dem Fernsehsender für das 3. Programm in Berlin, der ebenfalls bis zur Funksaustellung umgerüstet sein wird, werden die Senderanlagen für das 3. Programm im allgemeinen erst 1968/69 nachgerüstet werden können. Die Sachkosten für die Umrüstung betragen insgesamt 28 Mill. DM. Das umfangreiche Netz der Füllsender braucht nicht nachgerüstet zu werden. Die Güte der von ihnen abgestrahlten Signale hängt in erster Linie von denen des Bezugssenders ab.

Transcodierung SECAM - PAL

Infolge der Beschlüsse von Oslo (Juli 1966), nach denen es in Europa nunmehr die beiden Systeme PAL und SECAM gibt, stehen bei uns die Probleme der Transcodierung zwischen SECAM und PAL stark im Vordergrund, weil wegen der Einführung des Farbfernsehens in Frankreich noch in diesem Jahr mit einem Programmaustausch zwischen beiden Ländern gerechnet werden muß. Da die Verantwortung für die Transcodierung – ebenso wie für die Normwandlung beim Schwarz-Weiß-Fernsehen – in den Händen der Post liegt, ist im FTZ ein Transcoder für SECAM/PAL entwickelt worden, der für den Austausch von Farbprogrammen zwischen den SECAM- und PAL-Ländern zur Verfügung steht. Es sei noch erwähnt, daß zur Zeit Messungen und Farbfernseh-Versuchsübertragungen im Eurovisions-Leitungsnetz vorgenommen werden, um sicherzustellen, daß auch für einen künftigen internationalen Programmaustausch in den beteiligten Ländern farbtüchtige Leitungen zur Verfügung stehen.

den Städten Guadalajara, Torreón, Puebla und Cordoba das 4-GHz-Netz um insgesamt mehr als 1000 km Streckenlänge. Es umfaßt nahezu 40 Stationen.

Für die Anforderungen der Olympiade reichen die bis 1965 geschaffenen Einrichtungen nicht aus. Die Fernsehgesellschaften der USA und Kanadas haben einen Bedarf von mehreren Fernsehleitungen angemeldet. Japan wünscht eine Leitung zur Satellitenstation in Kalifornien. Nach Europa werden Fernsehsendungen wahrscheinlich über eine Satellitenstation in Mexiko selbst übertragen, doch ist mindestens noch eine zweite Leitung zu einer Erdestation in den USA nötig. Aus diesen Anforderungen ergab sich als Programm der Aufbau von sechs neuen Fernsehleitungen und drei Reserveleitungen zwischen der Stadt Mexiko und den USA, und zwar zu gleichen Teilen nach Laredo/San Antonio in Texas, nach Ciudad Juarez/El Paso und nach Kalifornien. Außer den Linien nach Laredo und Ciudad Juarez wird SEL auch die Linie nach Tapachula an der Grenze von Guatemala sowie die Querverbindung Monterrey – Torreon zwischen den Linien nach Laredo und Ciudad Juarez aufbauen.

Alle Aufträge für die Fernsehlinien erteilte die mexikanische Regierung, die Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Gleichzeitig vergab die Fernsprechgesellschaft Teléfonos de Mexico an SEL Aufträge für Fernsprechsysteme nach Ciudad Juarez, nach Guatemala und nach Yucatan. Bild 1 gibt einen schematischen Überblick über die erwähnten Linien und auch einen Größenvergleich mit der Bundesrepublik Deutschland, der die erheblichen Dimensionen des neuen Netzes verdeutlicht. Es sind rund 100 Richtfunkstationen bis Mitte 1968 neu einzurichten und etwa 30 zu erweitern; dazu gehört auch die Lokalisierung der geeigneten Punkte,

Richtfunknetz für die Olympiade in Mexiko*

Olympische Spiele, ganz gleich wo sie stattfinden, erfordern große Anstrengungen und Aufwendungen für den Bau von Sportstätten, Hotels, Unterkünften und Straßen. Nicht weniger wichtig sind die Nachrichtenverbindungen zur Übertragung der Sportereignisse in alle Welt und für den Bedarf der vielen auswärtigen Gäste.

Mit einem Fernmeldesatelliten für das Fernsehen lassen sich diese Aufgaben nur zum Teil lösen. Ein einziges Programm genügt heutigen Ansprüchen bei weitem nicht mehr, ganz abgesehen von den Problemen der Vielsprachigkeit und nationalen Sonderinteressen, die eine Vielzahl unabhängiger Reportagekanäle erfordern.

Selbst Länder, die über dicht ausgebauten Fernmobilnetze verfügen, können den mit einer Olympiade verbundenen technischen Forderungen nicht ohne weiteres genügen; in einem weitläufigen Land wie Mexiko sind die bis zum Herbst 1968 noch zu schaffenden Einrichtungen bei weitem umfangreicher, als sie in Mitteleuropa nötig wären.

Die Entfernung von der Stadt Mexiko zur Grenze der Vereinigten Staaten von Nordamerika beträgt auf dem kürzesten Wege, das heißt nach Laredo in Texas, 1200 km.

Nach Ciudad Juarez/El Paso sind es über 2000 km und bis nach Tijuana in Kalifornien muß man eine Strecke von ungefähr 3000 km zurücklegen. Die Grenze von Guatemala im Süden ist etwa 2000 km von der Stadt Mexiko entfernt.

Noch 1960 bestand als wesentliche Fernsprechverbindung zwischen Mexiko und Texas nur ein Trägerfrequenz-Freileitungssystem für 48 Fernsprechkanäle. 1962 wurde das erste Breitband-Richtfunksystem in Betrieb genommen, und zwar lieferte SEL der mexikanischen Fernsprechgesellschaft Teléfonos de Mexico das für

die Deutsche Bundespost entwickelte 4-GHz-System „FM 960/TV-4000“. Es führt zur nordamerikanischen Grenze und überträgt das Signal in Radiofrequenzlage an die dortigen „TD-2“-Geräte, das heißt, die letzte Relaisstation auf mexikanischem Territorium arbeitet unmittelbar mit der ersten Station in Texas zusammen. Das 4-GHz-System, dessen Entwicklung nun

Bild 1. Streckenführung des Richtfunknetzes in Mexiko (rechts) im Größenvergleich zu Deutschland (unten)



bald zehn Jahre zurückliegt, ist mit Röhren bestückt und für 960 Fernsprechkanäle oder ein Fernsehsignal ausgelegt. Im grenzüberschreitenden Verkehr sind 480 Fernsprechkanäle ausgenutzt. Gelegentlich wurde und wird auf der Reserveleitung Fernsehen von und nach den Vereinigten Staaten und Kanada übertragen. Bis 1965 erweiterten mehrere Abzweigstrecken nach

der Straßen-, Wege- und Stationsbau, bei denen es sich in großem Umfang um Hilfs-einrichtungen für das Nachrichtensystem handelt, einschließlich der Energieversorgung durch Landesnetz und Maschinensätze. Die zuverlässige Energieversorgung spielt heute wie eh und je eine entscheidende Rolle beim Betrieb von Nachrichtennetzen, und es ist leider ein Irrtum zu

* Vortrag von Dr.-Ing. H. Carl, Standard-Elektrik-Lorenz AG, am 29.4.1967 in Hannover

glauben, daß die Einführung der Halbleitertechnik die Probleme der Stromversorgung von Richtfunksystemen wesentlich vereinfacht hat.

Auf den Hauptstrecken, wo Fernseh- und Fernsprechlinien nebeneinanderlaufen, sind fünf Richtfunkkanäle parallel zu führen. Nahe der Stadt Mexiko treffen die meisten dieser Linien zusammen, so daß sich ein Bündel von zehn Fernseh- und zwei Fernsprechkanälen, also von insgesamt zwölf Breitbandkanälen, mit Hin- und Rückrichtung ergibt. Das ist eine Dichte von Richtfunkleitungen, wie sie nur an wenigen anderen Punkten der Erde erreicht wird. Die mit dieser Dichte verbundenen Probleme, vor allem die Vermeidung gegenseitiger Störungen, stellen höchste Anforderungen an die Systemplanung und die Technik der Geräte.

Ohne die Erfahrungen mit den früher gebauten Systemen und ohne die Unterstützung durch Telefónos de Mexico sowie eine Reihe mexikanischer Firmen wäre das neue Projekt nie durchzuführen. Bei all dieser Hilfe wird doch sehr viel deutsches Fachpersonal erforderlich sein, weil trotz aller Planung eine Vielzahl unerfreulicher Zwischenfälle, Pannen und peinlicher Verzögerungen mit Sicherheit zu erwarten ist. Auch für den Betrieb des Systems während der Olympiade wird deutsches Personal bereitstehen.

Für die Übertragung von Fernsehen und Breitbandtelefonie mit 1800 Ferngesprächen sind im ganzen Netz einheitlich Geräte des nach den Richtlinien der Deutschen Bundespost entwickelten Richtfunksystems „FM 1800/TV-6000“ vorgesehen. Die Bundespost führt auch die Güteprüfung aller nach Mexiko zu liefernden Breitbandrichtfunkgeräte durch und ist damit unmittelbar am Gelingen des Projektes beteiligt. Abgesehen von der 10-W-Leistungsstufe des Richtfunksenders enthalten die Geräte des 6-GHz-Systems ausschließlich Halbleiter. Auf einigen kleineren Strecken in Deutschland, Portugal und Finnland arbeiten die Geräte bereits seit einiger Zeit erfolgreich; die Bewährung in großem Umfang und unter außereuropäischen Bedingungen steht jetzt bevor.

Fernsehen heißt heutzutage natürlich Farbfernsehen, in Mexiko wie in ganz Amerika mit 525 Zeilen und nach dem NTSC-Verfahren. Gleichzeitig mit dem Bild sind außerdem noch drei Rundfunkprogramme zu übertragen, entweder als mehrsprachige Erläuterung derselben Bildes oder als unabhängige Modulation für Rundfunksender. Das 6-GHz-Gerät selbst ist für ein Farbsignal von 625 Zeilen beliebigen Systems und die gleichzeitige Übertragung von maximal vier Rundfunkprogrammen ausgelegt. Auch dieses Verfahren kommt in Mexiko erstmalig über große Entfernung zur Anwendung.

Ein so ausgedehntes Netz läßt sich nicht ohne Hilfs- und Überwachungseinrichtungen in Betrieb halten, insbesondere wenn die Relaisstationen grundsätzlich ohne ständiges Personal arbeiten müssen. Solches Personal wäre ohnehin nicht zu haben, nicht zu bezahlen und würde die Betriebssicherheit des Systems erfahrungsgemäß eher vermindern als erhöhen. Deshalb ist Fernsignalisierung des Betriebszustandes zu den Endstellen nötig, eine vom Hauptsystem unabhängige Fernsprechverbindung und automatische Ersatzschaltung bei Störung von Teilen einer Linie oder Leitung.

Die Fernüberwachung und den Dienstprechverkehr stellt ein Schmalband-Richtfunksystem sicher, das gleichfalls im 6-GHz-Band und über dieselben Antennen arbeitet wie das Hauptsystem. Da dieses Gerät nur eine Leistung von ungefähr 10 mW benötigt, ist es ausschließlich in Halbleitertechnik ausgeführt. Das Aufbereiten der Fernsprech- und Fernwirkssignale besorgt ein Trägerfrequenzgerät kleinerer Kanalzahl.

Als Ersatz bei Geräteausfall wird die ganze gestörte Leitung zwischen den Endstellen eines Modulationsabschnittes automatisch auf den Ersatzkanal umgeschaltet, und zwar nach dem schon seit Jahren in den USA und in der Bundesrepublik erfolgreich benutzten Verfahren der Zwischenfrequenzumschaltung (70 MHz). Auch das Schutzschaltgerät arbeitet vollelektronisch. Der eigentliche Umschaltvorgang dauert weniger als 5 µs. Ein so schneller Schaltvorgang ruft bei Fernsehen keine erkennbare Störung hervor und ist selbst auf schnelle Datenübertragung ohne jeden nachteiligen Einfluß.

Zusätzlich zur Schutzschaltung, die den störungsfreien Betrieb des Übertragungssystems sichert, muß auch die Aufgabe der Signalverteilung gelöst werden. Das heißt, es muß möglich sein, die vielen verschiedenen Fernsehprogramme beliebig auf die Richtfunkgrundleitungen aufzuschalten. Dieser Aufgabe dient eine elektronische Kreuzschienenanordnung, bestückt mit den gleichen schnellen Schaltelementen wie die Schutzschalteinrichtung. Die Einrichtung arbeitet gleichfalls bei 70 MHz Zwischenfrequenz. Das ist technisch einfacher und vor allem qualitativ besser zu beherrschen als das Schalten der Videofrequenz selbst, deren relativer Frequenzbereich den der Zwischenfrequenz weit übertrifft. Ein derartiger Schaltverteiler,

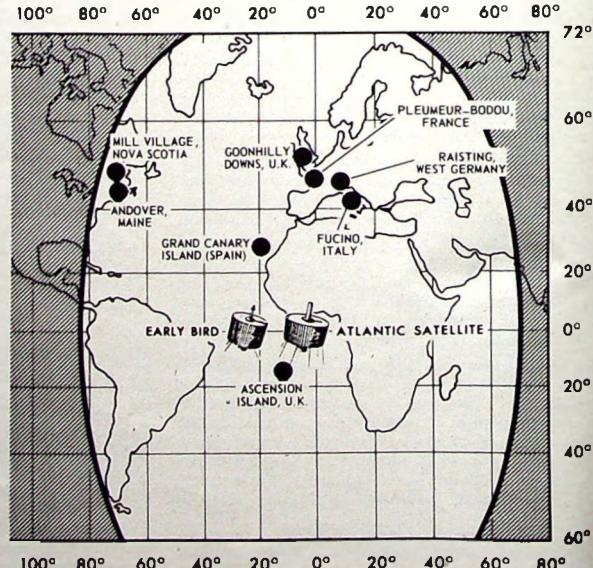
der erste seiner Art, wird zur Zeit für das Fernsehnetz der Landespostdirektion Berlin installiert und in Betrieb genommen. Das Richtfunknetz in Mexiko macht rund zwanzig solcher Schaltverteiler unterschiedlicher Größe erforderlich. Auch sie sind für Fernbedienung eingerichtet. Ihr Einfluß auf die Güte der Übertragung ist äußerst geringfügig.

Schon aus den wenigen, im Rahmen der vorliegenden Übersicht möglichen Andeutungen ergibt sich, daß für die Nachrichtenübertragung bei der Olympiade in Mexiko die modernste Halbleitertechnik eingesetzt wird. Abgesehen vom Wandlerfeldverstärker gibt es im ganzen System keine Elektronenröhre. Ohne die Halbleitertechnik wäre der Aufbau des neuen Richtfunknetzes nur mit einem merklich größeren technischen und finanziellen Aufwand durchführbar. Betrieb und Instandhaltung eines Röhrensystems ergäben mindestens dreimal so hohe Kosten, ohne daß sich die gleiche Übertragungsgüte und Zuverlässigkeit erreichen ließen.

Nach der Olympiade soll das neue Richtfunknetz dem mexikanischen Unterhaltungsfernsehen, vor allem aber dem Erziehungsfernsehen dienen, das - unabhängig von den einmaligen Forderungen der Olympischen Festtage - die eigentliche Rechtfertigung bildet für die Investitionen in der Größenordnung von rund 100 Millionen DM. Auch dabei wird von deutscher Seite durch langfristige Finanzierung beträchtliche Unterstützung geleistet, so daß, wie bei allen heutigen Großprojekten, Technik und Kredit eng miteinander verbunden sind. Das erhöht zwar die Schwierigkeiten erheblich, aber auch den Anreiz, ihrer Herr zu werden. Kennt man überdies Mexiko aus eigener Anschauung, so weiß man, daß sich die für den Aufbau des Netzes notwendige Anstrengung lohnt.

Fernmeldesatelliten und Bodenstationen im Atlantik-Raum

Im Atlantik-Raum sind zur Zeit zwei Fernmeldesatelliten der Organisation Intelsat (International Telecommunication Satellite Consortium) im Einsatz, und zwar seit April 1965 der „Early Bird“ (auf 29 Grad westlicher Länge) und als zweiter Intelsat-Satellit seit dem 24. März 1967 der „Atlantic Satellite“ (auf 5 Grad westlicher Länge). Der neue Satellit (siehe Titelbild) wurde von der Hughes Aircraft Company gebaut. Die nebenstehende Karte zeigt die Standorte der von den beiden Satelliten im Atlantik-Raum erreichbaren Bodenstationen (Mill Village und Andover, USA; Ascension-Insel und Goonhilly, Großbritannien; Kanarische Inseln, Spanien; Pleumeur-Bodou, Frankreich; Fucino, Italien; Raisting, Bundesrepublik Deutschland).



Neue Halbleiter-Bauelemente

DK 621.382

In der Entwicklung von Halbleiter-Bauelementen ist noch keine Beruhigung eingetreten. Zwar haben sich für zahlreiche Anwendungen jetzt Standard-Bauelemente herausgebildet, aber schon bahnt sich eine neue durchgreifende Änderung der Situation an: Integrierte Schaltkreise werden in Kürze die Situation auf dem Halbleitermarkt weitgehend bestimmen.

Die Integration ist die natürliche Fortsetzung der beim Bau von Einzelementen gewonnenen Erkenntnisse. Die Notwendigkeit immer weitergehender Miniaturisierung zwingt dazu, Schaltungsgruppen zusammenzufassen, und zwar nicht nur um Raum zu sparen, sondern auch um die Zuverlässigkeit weiter zu erhöhen. Der Entwicklungsingenieur der Zukunft wird mehr und mehr zum Systemdenken übergehen müssen, das heißt, er wird sich nicht mehr mit der Entwicklung von Schaltungen aus einzelnen Bauteilen befassen, sondern weitgehend gegebene Baugruppen zusammenschalten.

Die Preise für Integrierte Schaltkreise entwickeln sich rasant nach unten. Es ist keine Seltenheit, daß Schaltkreis-Preise innerhalb von wenigen Jahren auf ein Zehntel ihres ursprünglichen Wertes zurückgegangen sind. Die Preise haben jetzt bereits eine Größenordnung erreicht, die die Integrierte Schaltung außer in der kommerziellen Technik auch auf dem Unterhaltungssektor als wünschenswertes Bauelement erscheinen läßt.

Bei diskreten Halbleiter-Bauelementen wird versucht, durch weitgehenden Einsatz von Plastik für die Umhüllung bei der Serienfabrikation zu günstigeren Preisen zu kommen, und auf dem Unterhaltungssektor dürfte sich der Transistor mit Kunststoffumhüllung auch durchsetzen. In der kommerziellen Technik gibt es dagegen zahlreiche Anwendungen, bei denen man die bisherige Ausführung vorzieht.

Es ist erstaunlich, wie langsam der Feldeffekttransistor vordringt, obwohl auch hier jetzt trotz der vergleichsweise noch bescheidenen Anwendungen bereits preisgünstige Typen zur Verfügung stehen.

Im folgenden sollen die Neuerungen der einzelnen Firmen, soweit sie auf der Hannover-Messe 1967 vertreten waren, in alphabetischer Reihenfolge behandelt werden.

AEG-Telefunken

Bei AEG-Telefunken gibt es eine Anzahl neuer Transistoren speziell für die Fernseh- und sonstige Unterhaltungselektronik. Kunststoffausführungen sind die Germanium-Planartypen AF 251 (Vorstufentransistor für UHF-Tuner), AF 252 (selbstschwingende Mischstufe für UHF-Tuner), AF 253 (Regeltransistor für VHF), AF 256 (für Vor-, Misch- und Oszillatortypen bis 260 MHz). Zur ZF-Verstärkung des Videosignals steht der neue Kunststofftransistor BF 223 zur Verfügung. Bei diesem Transistor ist das Steilheitsmaximum gegenüber dem BF 173 nach höheren Strömen hin verschoben.

Für NF-Eingangsstufen wurden zu den Typen BC 107, BC 108 und BC 109 die komplementären PNP-Typen BC 177, BC 178

und BC 179 herausgebracht, die es als BC 157, BC 158 und BC 159 auch in Kunststoffausführung gibt.

Der neue Silizium-Mesatransistor BD 128 (SOT-9-Gehäuse) hat 350 V Kollektorspannung und eignet sich besonders als Längstransistor in stabilisierten Netzgeräten. Die Verlustleistung ist 11 W bei 60 °C. Als Kunststofftransistoren für eisenlose Endstufen stehen die Komplementärpaare AC 187, AC 188 (Sprechleistungen bis 4 W) und AD 161, AD 162 (Sprechleistungen bis 10 W) zur Verfügung.

Für kommerzielle Anwendungen wurden Germanium-Planartransistoren für sehr hohe Grenzfrequenzen entwickelt. Der neue AFY 43 hat eine Grenzfrequenz von 1,5 GHz, eine Rauschzahl < 5 dB und eine Verstärkung von 10 dB. Der PNP-Schalttransistor BSW 19 kann als Komplementärtyp zum Universaltransistor BSX 38 eingesetzt werden. Der Silizium-Leistungstransistor BBY 34 im SOT-9-Gehäuse ist für 3 A Kollektorstrom bei 50 V Kollektorspannung ausgelegt.

Als ersten Metalloxid-Feldeffekttransistor stellte AEG-Telefunken den BFW 27 vor, der einen Eingangswiderstand von 10^{13} Ohm und eine Steilheit von 1 mA/V hat. Als weitere Neuheit sind optoelektronische Bauelemente zu erwähnen, und zwar ein Steuerelement im TO-5-Gehäuse, das das direkte Schalten von Relais mit 2 W Ansprechleistung durch Licht gestattet, eine Photodiodenzelle mit 40 integrierten Einzelementen (zum Lesen von Lochstreifen) sowie eine Lumineszenz-Diode aus Galliumarsenid für den Infrarot-Bereich.

Für die Schwarzwerthaltung in Farbfernsehgeräten wurde die Diode BA 173 mit hoher Schaltgeschwindigkeit und hoher Sperrspannung (100 V) entwickelt. Die Germanium-Planardiode AA 140 im Kunststoffgehäuse ist für Ratiotektoren bestimmt. Für kommerzielle Anwendungen gibt es einige neue Dioden in DHD-Technik, die sich infolge der mechanischen Robustheit und der höheren Verlustleistung gegenüber den Ausführungen in DO-7-Gehäusen immer mehr durchsetzen. Von den 15 Typen dieser Bauart sind besonders erwähnenswert die 1 N 4153 mit sehr eng tolerierter Flusskennlinie bei 75 V Sperrspannung und die 1 N 4448 mit einer garantierten Flussspannung < 1 V bei 100 mA und 100 V Sperrspannung. Beide Dioden haben Schaltzeiten unter 4 ns. Die schnelle Diode BAY 92 hat eine extrem hohe Sperrspannung (600 V) und eine Schaltzeit von 300 ns.

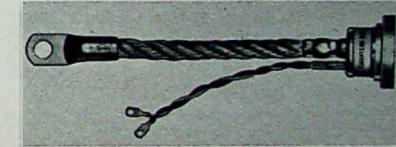
Neu im Lieferprogramm von AEG-Telefunken sind Solarzellen, die ursprünglich für die Stromversorgung von Satelliten entwickelt wurden, aber auch in anderen Bereichen der Technik vorteilhaft eingesetzt werden können. Die Typen BPX 70 ... BPX 72 unterscheiden sich durch ihre mechanischen Abmessungen, haben aber den gleichen Wirkungsgrad von über 11 %.

Für die Anwendung in Dickschicht- und Dünnfilmtechniken wurde eine Anzahl Transistoren und Dioden herausgebracht,

die einen Kunststoffkörper der Größe 1,5 mm × 1,5 mm × 2,2 mm und in einer Reihe angeordnete Anschlußdrähte mit 0,6 mm Abstand und 4,5 mm Länge haben. Durch Anwendung der Planartechnik besteht jetzt auch die Möglichkeit, Germaniumtransistoren in Kunststoffgehäuse einzubauen. Hier ist der Typ AF 257 zu erwähnen, der für VHF und UKW entwickelt wurde und bei 200 MHz einen Rauschfaktor von 6 dB und 17 dB Leistungsverstärkung hat. Die Kunststofftypen AF 258 ... AF 260 sind für UHF-Anwendungen geeignet. Der Siliziumtyp BC 194 in dieser Technik entspricht dem BSX 72. In den erwähnten Gehäusen gibt es auch Dioden, zum Beispiel die Siliziumdiode BA 174 (entsprechend 1 N 5154) und die Germanium-Planardiode AA 142 für Ratiotektoren.

An Kleingleichrichtern liefert AEG-Telefunken im Metallgehäuse den Typ Si DA 0,5 mit > 1200 beziehungsweise 1600 V Durchbruchspannung. Der Nennstrom beträgt 0,7 A bei ohmscher Last und 0,5 A bei induktiver Last. Der Sperrstrom liegt bei halber Durchbruchspannung unter 2 μA.

Bei Leistungsgleichrichtern ist die AEG-Diode D 400/1400-2200 zu erwähnen, deren Gehäuse ähnlich dem des Si 91 mit Flachboden und Spannring ausgeführt ist. Die höchstzulässige periodische Spitzenspannung ist 2200 V, der höchstzulässige Durchlaßstrom 700 A und der Dauergrenzstrom bei 100 °C Umgebungstemperatur



AEG-Leistungsthyristor T 300 N 1200 EOA

400 A. Der neue AEG-Leistungsthyristor T 300 N 1200 EOA hat gegenüber dem alten Typ T 170 N einen höheren Stoßstrom-Grenzwert und einen wesentlich kleineren inneren Wärmewiderstand.

Ditratherm

Auch Ditratherm hat zahlreiche neue Typen in das Programm aufgenommen. Für Rundfunk- und Fernsehanwendungen stehen für regelbare und nicht regelbare Fernseh-ZF-Verstärker die Typen BF 167 und BF 173 zur Verfügung, während für Ton-ZF-Verstärker in Fernsehgeräten und im Rundfunkbereich sowie für Vor- und Mischstufen im UKW-Bereich die Typen BF 184 und BF 185 geeignet sind. Für kommerzielle Anwendungen ist die Reihe BSY 51 ... BSY 56 (Transistoren für Verstärker und schnelle Schalter im TO-5-Gehäuse) bestimmt. Als Ergänzung zur Reihe 2 N 2218 ... 2 N 2222 gibt es in Komplementärausführung die PNP-Typen 2 N 2904 ... 2 N 2907. Eine Reihe sogenannter Mikrodisk-Si-Transistoren ergänzt das Programm. In der SC-Reihe gibt es Typen für NF- und ZF-Verstärker, Transistoren

für Nixie-Treiber und schnelle Schalter, für HF-Verstärker und Mischstufen in UHF- und VHF-Tunern, für rauscharme Verstärker sowie Transistoren mit hoher Stromverstärkung. Für allgemeine kommerzielle Anwendungen sind die Unijunction-Transistoren 2 N 3480, 2 N 3481 und 2 N 3483, 2 N 3484 sowie BB 11 A und BB 11 B für Frequenzen bis 10 MHz bestimmt. Bei integrierten Schaltungen gibt es jetzt lineare Verstärker mit zwei und drei direktgekoppelten Stufen sowie dreistufige Verstärker mit kleiner Leistung für Hörhilfen.

An Siliziumdioden sind zu erwähnen: der schnelle Schalter 1 N 4009 und die Schaltdiode 1 N 914 B mit geringer Durchlaßspannung. Die Typen BAY 17 ... BAY 21 haben eine sehr kleine Sperrschichtkapazität, während es sich bei SFD 83, SFD 84, SFD 183 und SFD 184 um preisgünstige Dioden für Universalanwendungen handelt. Für Rundfunk- und Fernsehzwecke stehen die Typen BB 100 als FM-Abstimm diode sowie BA 152 und BA 165 als VHF-UHF-Umschalt dioden zur Verfügung. Die Golddrahtdioden AAZ 15, AAZ 18, AAY 47 und AAY 49 sind universell verwendbare Schaltdioden. Die Diode SFD 108 A hat eine Sperrspannung von 100 V. Während die Ge-Spitzendiode SFD 108 B für 130 V Sperrspannung ausgelegt ist. An Zenerdioden gibt es jetzt die Typen 1 N 4158 ... 1 N 4192 A als 1-W-Ausführungen im Miniaturgehäuse DO-29. Erwähnenswert sind ferner die temperaturkompensierte Zenerdiode 1 N 3154 ... 1 N 3157 und 1 N 3154 A ... 1 N 3157 A mit extrem kleinen TK-Werten bis zu $1 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ im Temperaturbereich von -55 bis $+150$ °C.

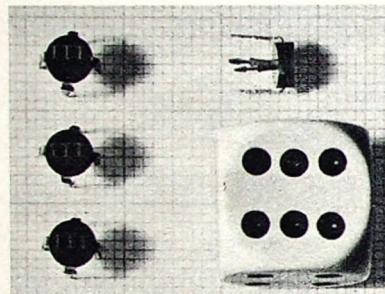
Auch das Programm an Gleichrichtern ist bei Ditratherm sehr umfangreich. Im Glasgehäuse DO-29 gibt es die Typen E 11 und E 101 für $100 \dots 1000$ V und Ströme bis 1 A. Die Gleichrichter FR 501 ... FR 4001 sind für Spannungen von $50 \dots 400$ V und Ströme bis 1 A geeignet (Gehäuse DO-13). DO-4-Gehäuse haben die Typen GR 506 bis GR 4006 ($50 \dots 400$ V, $I_0 = 6$ A), GR 510 bis GR 4010 ($50 \dots 400$ V, $I_0 = 10$ A) und 1 N 3889 ... 1 N 3893 ($50 \dots 400$ V, $I_0 = 12$ A). An Hochspannungsgleichrichtern mit kontrolliertem Durchbruch gibt es die Typen M 405 ... M 605 für $4000 \dots 6000$ V, 50 mA (Gehäuse DO-7), M 10 HZ ... M 30 HZ für 2000 bis 3000 V, 150 mA (Gehäuse DO-7) sowie R 100 für 10 000 V, 4 A.

Das Thyristoren-Programm wurde ebenfalls erheblich erweitert. Für 380-V-Netzbetrieb stehen die Typen TR 9 und TR 10 (Dauergrenzstrom 17 A), TK 190 (Dauergrenzstrom 75 A) und TT 290 (Dauergrenzstrom 235 A) zur Verfügung. Verschiedene Thyristoren haben garantierte maximale Freiwerdezeiten von 15 bis $25 \mu\text{s}$. Im TO-5-Gehäuse werden die Typen TDR 05 A bis TDR 8 A (Dauergrenzstrom 0,8 A), im TO-48-Gehäuse die Typen TR 515 S bis TR 8015 S (17 A), im TO-48-Gehäuse die Typen 2 N 3649 ... 2 N 3653 sowie im TO-49-Gehäuse 2 N 3654 ... 2 N 3658 (30 A) und TK 105 S ... TK 180 S (75 A) geliefert. TT 205 S ... TT 240 S (235 A) haben TT-Gehäuse, und die Hochtemperatur-Thyristoren TR 515 T ... TR 4015 T (Dauergrenzstrom 18 A bei Spannungen zwischen 50 und 400 V) sind im TO-48-Gehäuse untergebracht. Die sensiblen Thyristoren TD 501 S ... TD 4001 S im TO-5-Gehäuse sind für einen Dauergrenzstrom von 0,8 A und 2 N 2322 ... 2 N 2326 für einen Dauergrenzstrom von 1,2 A ausgelegt.

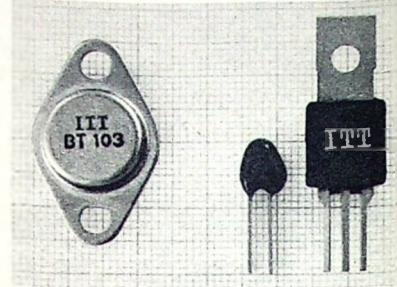
Das Programm an Dickschichtschaltungen wurde bei Ditratherm konsequent weitergeführt. Solche Schaltungen lassen sich leicht mit Kunststoff-, Folien-, Keramik- oder Tantalkondensatoren zu RC-Kombinationen ergänzen. Durch Einbau von Miniaturdioden oder -transistoren ergeben sich komplette Funktionsblöcke wie Linearnearverstärker, Diskriminatorschaltungen, digitale Schaltungen usw.

Intermetall

Intermetall liefert für Fernseh-ZF-Verstärker in nichtneutralisierter Emitter schaltung die Silizium-HF-Transistoren BF 167 und BF 173 sowie die Typen BF 127 und BF 123. Letztere haben ein Kunststoffgehäuse mit 5 mm Ø und radial herausgeführten Anschlüssen. In diesen Kunststoff-Flachgehäusen gibt es auch die Transistoren BF 121 und BF 125, die als HF-



Silizium-HF-Transistoren in Kunststoff-Flachgehäusen von Intermetall



Thyristoren von Intermetall
in Plastik- und Metallgehäusen

HF-Leistungstransistoren 3 TE 440 und 3 TE 450 im strip-line-Gehäuse sind für Leistungsstufen bis 15 W im VHF- und UHF-Bereich bis 400 MHz bestimmt. Für HF-Endstufen eignen sich die Silizium-Leistungstransistoren BD 106 und BD 107 (auch als Transistorpaare lieferbar) sowie die Typen BDY 15 und BDY 16.

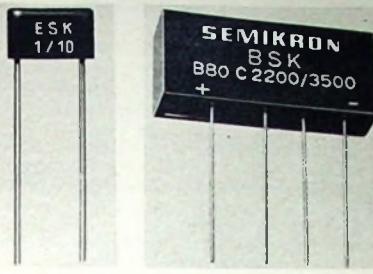
Auch bei Siliziumdioden, Gleichrichtern und Thyristoren gibt es bei Intermetall einige Neuerungen. Als schnelle Schalter eignen sich die Planardioden 1 N 4148 bis 1 N 4448 im „double-plug“-Gehäuse, die eine Sperrverzögerungszeit von < 2 ns haben. Für die elektronische Bereichsumschaltung in Tunern im Frequenzbereich 10 ... 1000 MHz dient die Silizium-Schalterdiode BA 143, mit der Fernsehtuner mit Diodenabstimmung elektronisch umgeschaltet werden können. Für VHF- und UKW-Tuner wurde die preisgünstige Epitaxial-Planar-Kapazitätsdiode BA 142 entwickelt.

Die Stabilisatordiode ZE 1,5 im Kunststoffgehäuse dient zur Arbeitspunktstabilisierung, insbesondere der Basis-Emitter-Spannung, in Transistorschaltungen. Zur Hochspannungsgleichrichtung bis 25 kV in Fernsehempfängern können vorteilhaft die neuen Silizium-Hochspannungsgleichrichter BY 144 und BY 145 eingesetzt werden. Ihre Sperrspannung ist 12,5 beziehungsweise 20 kV bei einem Nennstrom bis 2 mA. Sie können in Reihe geschaltet und als Spannungsvervielfacher verwendet werden. Der neue Hochspannungsgleichrichter BY 147 lässt sich als Boosterdiode an Stelle der Röhre PY 88 in Fernsehempfängern mit der PL 500 als Horizontal-Endstufe einsetzen. Für Niedervolt-Netzgeräte mit hohen Gleichströmen (3,3 und 5 A) eignen sich die Siliziumgleichrichter B 40 C ... B 80 C in Brückenschaltung. Diese Gleichrichter haben ein vergossenes Kunststoffgehäuse.

Zum Einsatz in Zeilen-Endstufen bei Fernsehgeräten mit 110° -Ablenkung und 18 kV Hochspannung dient der Hochspannungsthryistor BT 103. Dieser Thyristor ermöglicht jetzt eine komplette Halbleiter-Bestückung von Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten bei wirtschaftlich vertretbarem Aufwand. Im Hinblick auf Anwendungen im Konsumsektor wurden drei neue Thyristorfamilien T 1 N ... POB, T 3 N ... POB und TC 1 N ... POB im Kunststoffgehäuse entwickelt. Die Anwendungsbereiche dieser preisgünstigen Ausführungen liegen bei Nähmaschinen, Haartrocknern, Werkzeugmaschinen usw.

Semikron

Von Semikron wurde eine Anzahl neuer Gleichrichter mit besonders kleinen Ab-



Gleichrichter der Reihe ESK 1 (links) und Gleichrichter der Reihe BSK von Semikron

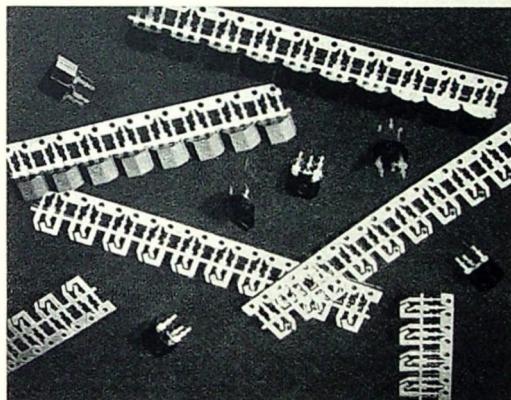
messungen für den Einsatz in gedruckten Leiterplatten herausgebracht. Der neue Kleingleichrichter ESK 1 wurde gegenüber den bisher verwendeten Typen nochmals erheblich verkleinert. Es gibt Typen mit Nennspannungen von 80 bis 600 V. Der Nennstrom ist 1 A bei ohmscher Last und 0,8 A bei kapazitiver Last. Auch bei der BSK-Reihe (Silizium-Kleingleichrichter in Einphasen-Brückenschaltung) sind die Anschlußdrähte zum Einbau in gedruckte Schaltungen angeordnet. Das Volumen ist nur 7,6 cm³. Es gibt Typen mit 40 ... 500 V Nennspannung. Der Nennstrom ist bei

stungen geeignet. Der BC 179 hat einen besonders kleinen Rauschfaktor ($F < 4 \text{ dB}$). Die Typen BC 107 ... BC 109 gibt es jetzt auch im Plastikgehäuse mit der Typenbezeichnung BC 147 ... BC 149 und mit im TO-5-Raster angeordneten Anschlußbändchen. Die Bändchen haben die für das Bestücken gedruckter Platinen richtige Länge. Die gleichen Transistoren erscheinen außerdem im TO-92-Gehäuse mit der Typenbezeichnung BC 167 ... BC 169.

Für Schaltungen mit räumlich gedrängtem Aufbau und zum Einsatz in der Dick- oder Dünnschichttechnik eignen sich die Miniaturtransistoren BC 121 ... BC 123, die jetzt durch die komplementären PNP-Typen BC 201 ... BC 203 ergänzt wurden. Das Plastikgehäuse hat Quaderform (Abmessungen 2 mm × 1,5 mm × 1 mm) mit einerseitig herausgeföhrten Anschlußdrähten. Zur Anwendung in HF- und ZF-Stufen von Rundfunkempfängern wurden die Typen BF 184 und BF 185 durch die Plastikausführungen BF 194 und BF 195 ergänzt, bei denen die Anschlußbändchen ebenfalls im TO-5-Raster angeordnet sind. Für Video-Endstufen in Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten sind die Typen BF 177 und BF 178 bestimmt. Diese Transistoren haben eine Rückwirkungskapazität von etwa

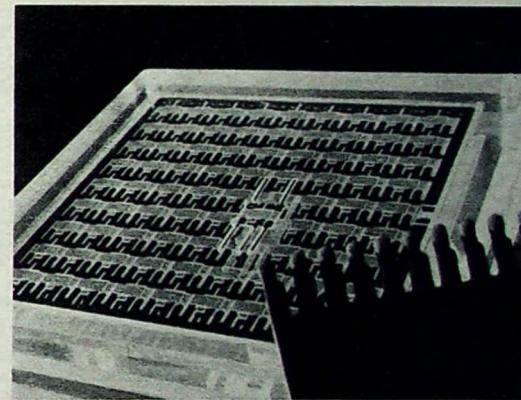
den Typ TAA 141 im Metallgehäuse DIN 18 A 4 ergänzt. Hierbei handelt es sich um den früher im Plastikgehäuse gelieferten Verstärker TAA 131.

Siemens beschäftigt sich weiterhin mit der Entwicklung von Dünnschichtschaltkreisen auf Tantal-Basis. Die Integrierung der einzelnen passiven Bauelemente innerhalb eines Schaltkreises wird auf eine Vielzahl von Kreisen erweitert, die zugleich auf einem Großsubstrat ausgebildet werden. Die individuelle Schaltung wird dann durch Zerteilung des Substrats und anschließende Kontaktierung hergestellt. In der Tantal-Dünnschichttechnik bringt man Tantal durch Katodenzersetzung auf die Trägerplatten auf. Beim Aufdampfverfahren werden die einzelnen Schichten durch thermisches Verdampfen geeigneter Materialien im Vakuumverfahren erzeugt. In dieser Technik wurden drei Widerstandsnetzwerke für Leseverstärker mit 5, 6 und 11 Widerständen und Anschlüssen im 1,25-mm-Raster vorgestellt. Mit einer Mikrograviermethode wurden die Chromnickelwiderstände in Mäanderform geschnitten, so daß isolierende Streifen von etwa 30 µm Breite entstehen. Die Widerstände können mit einer Toleranz von < 1 % abgeglichen werden und haben nicht nur



Siemens-Transistoren
BC 147 ... BC 149 in
Plastikhäusern mit
Anschlüssen im
TO-5-Raster

RC-Netzwerk von
Siemens in Tantal-
Dünnschichttechnik



ohmscher Last maximal 2,5 A und bei kapazitiver Last 2,2 A. Durch Montage auf einem Chassisblech mittels eines Befestigungsbügels läßt sich die Strombelastung um über 80 % erhöhen. Für die Anwendung in Schaltungen mit großer Induktivität sind die Siliziumgleichrichter der MSKa-Reihe bestimmt. Hierbei handelt es sich um Gleichrichter mit Avalanche-Dioden, die sowohl in Einwegschaltung mit Null-Dioden als auch in Brückenschaltung gefertigt werden.

Siemens

Siemens stellte in Hannover zahlreiche neue Typen vor. In der Mesa-II-Technik ist der AF 240 ausgeführt, der in Misch- und Oszillatorstufen bis 900 MHz eingesetzt werden kann. Wegen seiner guten Rausch- und Verstärkungsleistungen ist er besonders für UHF-Tuner interessant, weil bei diesen wegen der verhältnismäßig niedrigen Vorstufenverstärkung das Rauschen der Mischstufe merklich zum Gesamtrauschen des Tuners beiträgt.

Auch Siemens brachte zu der Reihe BC 107 ... BC 109 komplementäre Transistoren heraus. Die Typen BC 177 ... BC 179 sind vornehmlich für Vorverstärkerstufen und zum mittelschnellen Schalten kleiner Leis-

1,5 pF, und der innere Wärmewiderstand ist < 45 grd/W. Der BF 177 kann in Video-Endstufen bei Geräten mit kleiner Bildröhre und als Referenzoszillator in Farbfernsehgeräten verwendet werden. Für Geräte mit großer Bildröhre dient der BF 178. In Farbfernsehgeräten werden im Farbdifferenzverstärker Transistoren mit hoher zulässiger Sperrspannung (bis 250 V) benötigt. Diese Bedingung erfüllt der Transistor BF 178.

Bei den kommerziellen Typen sind die PNP-Typen BCY 78 und BCY 79 neu, die sich in NF-Verstärkerstufen kleiner Leistung und als mittelschnelle Schalter einsetzen lassen. Für Verstärkervorstufen bei Frequenzen bis 1 GHz ist der BFX 62 geeignet. Für Treiber-Endstufen kleiner Leistung, zum Beispiel in Antennenverstärkern und kommerziellen HF-Verstärkern, dient der BFX 59. Der neue HF-Transistor BFX 55 ist für Leistungsstufen in Antennen- und HF-Breitbandverstärkern bestimmt. Er liefert eine Ausgangsspannung von 2,4 V an 60 Ohm. Zum Einsatz in Kerntreiberstufen dienen die Typen BSX 48 und BSX 49 von Siemens im TO-18-Gehäuse.

Die Reihe der integrierten Schaltungen für den Unterhaltungssektor wurde durch

eine hohe Langzeitkonstanz, sondern auch einen sehr kleinen Temperaturkoeffizienten.

Bei den photoelektronischen Bauelementen erweiterte Siemens das Spektrum der großflächigen Photoelemente vor allem für den Einsatz in Prüf- und Regelgeräten, zum Beispiel in der Textilindustrie, durch fünf Typen. Neu im Programm sind Phototransistoren in Planartechnik, die eine besonders hohe Lichtempfindlichkeit haben. Der BPY 71 ist in einem Miniatur-Glasgehäuse untergebracht und in drei verschiedenen Empfindlichkeitsgruppen lieferbar. Hauptanwendungsgebiete sind die optisch-elektronische Abtastung binär codierter Geber sowie die Lochkarten- und Lochstreifenabtastung. Beim Phototransistor BPY 62 ist gegenüber dem BPY 61 der Basisanschluß herausgeführt worden, so daß sich zahlreiche neue Schaltungsmöglichkeiten ergeben.

Als erste Labormuster wurden Galliumarsenid-Lumineszenzdioden vorgestellt. Dies sind lichtemittierende Dioden, die eine Reihe neuer, interessanter Anwendungen ermöglichen. Die Dioden werden durch einen Strom in Durchlaufführung zum Leuchten angeregt. Daher ist es besonders einfach, das abgegebene Licht zu

modulieren, und zwar bis in den Hochfrequenzbereich. Der Typ LD 210 reicht bis Entfernungen von einigen hundert Metern, während für geringere Entfernungen bis etwa 50 m der Typ LD 220 eingesetzt werden kann.

Auch das Dioden- und Gleichrichterprogramm wurde erweitert. Die doppeldifundierte epitaktische Siliziumdiode BA 139 ist für die Abstimmung bis einschließlich Bereich V geeignet. Im Spannungsbereich 3 ... 25 V ergibt sich ein Kapazitätsverhältnis von mindestens 4:1, so daß die Bereiche IV und V ohne Umschaltung durchgestimmt werden können. Für Fernsehnormen, die eine größere Frequenzvariation erfordern (zum Beispiel die französische Norm), kann die neue Diode BA 140 eingesetzt werden. Für Rundfunktuner sollte die Kapazitätsdiode eine etwas höhere Grundkapazität haben. Die hierfür entwickelte Diode BB 103 hat bei 30 V eine Kapazität von 11 pF und einen Variationsbereich von 2,7:1 bei Spannungen zwischen 3 und 30 V. Die Zweifach-Abstimmendiode BB 104 enthält zwei gegeneinander geschaltete Diodensysteme in einem quaderförmigen Plastikgehäuse. Die beiden Diodensysteme können einzeln zur Durchstimmung je eines Resonanzkreises verwendet werden. Wenn eine hohe Grundkapazität erforderlich ist, lassen sie sich auch parallel schalten. In hochwertigen UKW-Tunern kann man durch Gegeneinanderschaltung der Diodensysteme bei einfacher Diodenverspannung eine flach verlaufende Kennlinie der Kapazitätsänderung und damit weniger Verzerrungen bei großen Sender- und Oszillatortignalen erreichen. Die Schalldiode BA 136 ist für VHF- und Kombituner geeignet, bei denen im allgemeinen verschiedene Teile der Schaltung beim Übergang vom Bereich I zum Bereich III umgeschaltet werden. Für den Einsatz in Farbträgerdiskriminatoren von Farbfernsehgeräten dient die hochsperrende diffundierte epitaktische Silizium-Planardiode BA 137.

Für kommerzielle Anwendungen sind vier aufeinander abgestimmte Einzeldioden AAY 27 in Ringmodulatorschaltung in einem vergossenen Kunststoffgehäuse als Typ AAY 43 erhältlich. Für den Einsatz im Hochfrequenzbereich stehen als Meßdioden die drei neuen Typen AAY 53 bis AAY 55 zur Verfügung, die ein neuartiges steckbares Gehäuse haben und bis 1 GHz verwendbar sind (Sperrspannung 36 V).

Logische Schaltungen erfordern häufig viele gleichartige Dioden. Hier gibt es die Dreifach-Diode BAX 28 mit gemeinsamer Kathode und die BAX 30 mit gemeinsamer Anode. Die Einzeldioden entsprechen im wesentlichen dem Typ BAX 60. Diese Diode wird auch als BAX 74 in einem quaderförmigen Miniatur-Plastikgehäuse von 2 mm × 2 mm × 4 mm geliefert. Für Aufgaben der Frequenzvervielfachung wurden die Speichervaraktoren BXY 10 bis BXY 14 und für Modulatoranwendungen der Typ BXY 22 in das Programm aufgenommen. Die Varaktordioden haben für ihren Einsatz im Hochfrequenzbereich spezielle Gehäusebauformen.

Das Programm an Siliziumgleichrichtern reicht jetzt bis zu Typen mit 400 A Grenzstrom bei Spitzensperrspannungen bis 1500 V. Diese Zellen haben einen Edelmetall-Druckkontakt und zeichnen sich durch sehr gute Temperaturwechselfestigkeit aus. Es werden auch Gleichrichter mit Stoßspannungsfester Sperrcharakteristik hergestellt. In größeren Serien werden

Einpreßzellen gefertigt, aus denen sich Gleichrichtersätze für Stromstärken von 6 ... 5000 A bei einem Spannungsbereich von 6 ... 125 V herstellen lassen. Diese Zellen sind durch eine druckstabilisierte Weichlösung kontaktiert und können elektrisch, thermisch und mechanisch härtesten Beanspruchungen ausgesetzt werden.

Thyristoren gibt es bei Siemens für Dauergrenzströme zwischen 5 und 530 A bei Spitzensperrspannungen bis 1350 V. Die Typenreihe 02 und 05 haben niedrige Durchlaßspannungen und hohe Strombelastbarkeit. Sie eignen sich besonders für netzgeführte Stromrichter. Die Typenreihe 03 und 04 haben besonders kleine Freiwerdezeiten und können daher auch bei höheren Frequenzen eingesetzt werden, zum Beispiel bei fremdgeführten Stromrichtern, Wechselrichtern usw.

Valvo

Valvo brachte als AF 239 S eine verbesserte Ausführung des Transistors AF 139 heraus, der zur Bestückung der Vorstufen in UHF- und in integrierten UHF/VHF-Kanalwählern bestimmt ist. Der AF 239 S hat gegenüber dem Vorläufertyp eine höhere Transistorfrequenz; außerdem wurde die Leistungsverstärkung erhöht und die Rauschzahl erniedrigt. Für Oszillator- und Mischstufen kann jetzt der neue Typ AF 240 an Stelle des AF 139 oder AF 239 eingesetzt werden. Er hat einen flachen, nur wenig vom Emitterstrom abhängigen Verlauf der Grenzfrequenz, so daß sich im Abstimmungsbereich geringere Amplituden- und Verstärkungsänderungen sowie eine höhere Oszillatorleistung ergeben. Für Video-Endstufen entwickelte Valvo den Typ BF 186, dessen elektrische und thermische Daten auf die Anforderungen in Farbfernsehgeräten abgestimmt sind. Der Transistor kann mit kleinen Lastwiderständen arbeiten, wodurch die unvermeidlichen Streu-, Bildröhren- und Bauelementekapazitäten ausgeglichen werden. Für das Farbdifferenzsignal (B - Y) wurde der Transistorsetz 40 822 (aus der Typenreihe BF 177, BF 178, BF 179) herausgebracht. An diese Transistoren werden besondere Anforderungen gestellt, da eine Ausgangsspannung von 200 V benötigt wird. Der Transistorsetz 40 822 ist speziell für Emitteransteuerung der Farbdifferenz-Endstufen ausgebildet.

Immer mehr zeigt es sich, daß komplementäre Transistorpaare mit großem Vorteil eingesetzt werden können. Als PNP-Typen stehen jetzt BC 186 und BC 187 im TO-18-Gehäuse für allgemeine NF-Anwendungen und Impulsbetrieb in Fernsehempfängern zur Verfügung. Für Komplementärschaltungen gibt es außerdem eine Reihe von Siliziumtransistoren, bei denen die PNP-Typen zur Verhinderung einer Kanalbildung im Kollektorbereich einen P-

dotierten Ring haben. Außerdem ist die Siliziumoxidschicht durch Phosphor stabilisiert. Hierdurch werden hohe Temperaturfestigkeit und gute Lebensdauer-Eigenschaften erreicht. In Tab. I sind die paarweise zueinander passenden Typen zusammengestellt.

Auch bei Valvo ist jetzt die Reihe BC 107 bis BC 109 in Kunststoffumhüllung als BC 147 ... BC 149 erhältlich. Für NF-Endstufen eignet sich der Silizium-Leistungstransistor BD 115, der mit einer Gleichspannung von 100 V in A-Schaltung betrieben werden kann und eine Sprechleistung von etwa 2 W liefert. Im TO-3-Gehäuse sind die neuen Leistungstransistoren BD 121 und BD 123 übergebracht, die für hochwertige eisenlose Endstufen für 17 beziehungsweise 30 W Ausgangsleistung bestimmt sind. Der neue Silizium-Leistungstransistor BD 124 ist im SOT-9-Gehäuse untergebracht und liefert etwa 15 W im Gegentakt-B-Betrieb. Er kann aber außerdem für eisenlose Vertikalablenkschaltungen in Farbfernsehgeräten eingesetzt werden. An weiteren Silizium-Leistungstransistoren wurden die Typen BDY 17 bis BDY 20 herausgebracht, die für geregelte Netzgeräte, Servoverstärker, Gleichspannungswandler, Ultraschallgeneratoren und NF-Verstärker bestimmt sind.

Bei den Silizium-HF-Leistungstransistoren in „overlay“-Technik ist eine größere Anzahl von Emittern parallel geschaltet (beim 2 N 3632 zum Beispiel bis zu 306). Die einzelnen Emitter sind dabei so klein, daß eine direkte Kontaktierung nicht mehr möglich ist. Als Zuleitung wird deshalb eine getrennte dünne Metallaufdampfung benutzt, deren Lage unmittelbar über der Emitter-Matrix und der Basiszone dieser Technik ihren Namen gab. In „overlay“-Technik sind die Typen 2 N 3553, 2 N 3924, 2 N 3375, 2 N 3632, 2 N 3733, 2 N 3926 und 2 N 3927 ausgeführt. Für die Verwendung in der Endstufe von Antennenverstärkern wurde der Transistor 160 BFY, ein Multi-Emitter-Transistor mit 90 Emittern, entwickelt. Trotz der großen Emittanz ist die Rückwirkungskapazität sehr klein, was den Aufbau von Verstärkern ohne Neutralisation ermöglicht.

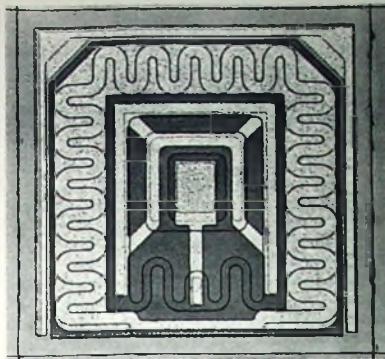
Auch Valvo liefert jetzt Feldeffekttransistoren mit Metalloxid-Halbleiteraufbau (MOS-FET) und mit PN-Übergang (PN-FET). Die MOS-FET-Typen BFX 63 und BSX 82 im TO-33-Gehäuse zeichnen sich durch sehr hohe Eingangswiderstand aus. Der BFX 63 ist für Impedanzwandler- und Verstärker-, der BSX 82 für Chopper-Anwendungen bestimmt. Der PN-FET-Typ BFW 10 im TO-72-Gehäuse eignet sich für UHF-, VHF- und Mischstufen, während der BFW 11 für rauscharme Kleinsignal-Eingangsstufen und der BFW 12 für Stufen mit niedrigem Kollektorstrom vorgesehen ist. Für allgemeine kommerzielle Anwendungen dient der Typ ON 140.

Für Differenzverstärker, Operationsverstärker und ähnliche Anwendungen wurden drei neue Doppeltransistoren entwickelt. Die Typen BCY 87, BCY 88 und BCY 89 sind im Gehäuse 18 A 6 mit sechs Anschlußdrähten eingebaut. Bei diesen Doppeltransistoren stammen beide Kristalle von denselben Siliziumscheibe und werden bei der Herstellung gekennzeichnet. Man erhält so einen gleichmäßigeren Kennlinienverlauf.

Auf dem Gebiet der Integrierten Schaltungen ist der NF-Verstärker TAA 320 erwähnenswert, der für Tonbandgeräte und Schallplattenwiedergabe-Verstärker be-

Tab. I. Silizium-Komplementärtransistoren von Valvo

	PNP-Typ	NPN-Typ
TO-5-Gehäuse	2 N 2905 2 N 2904 2 N 3133 2 N 3134 2 N 1132	2 N 2219 2 N 2218 BSX 95 BSX 96 BFY 67
TO-18-Gehäuse	BCY 71 BCY 72 BSY 40 BSY 41	BCY 56 BSX 66 BSY 38 BSY 39



Vergroßerung (etwa 70fach linear) der Integrierten Schaltung TAA 320 von Valvo mit MOS-Transistor im Eingang (Kristallfläche 0,5 mm²)

sonders gut geeignet ist (Gehäuse TO-18). Der TAA 320 ist eine Kombination der MOS-Technik mit der Technik der bipolaren Integrierten Schaltungen. Der MOS-Transistor ermöglicht einen hohen Eingangswiderstand von etwa 10¹⁰ Ohm der rauscharmen Vorstufe. Es sind Ausgangsströme bis zu 25 mA zugelassen, und die Betriebsspannung kann bis zu 20 V betragen. Im Gegensatz zu gebräuchlichen MOS-Transistoren ist die Schaltung des TAA 320 gegen Spannungsspitzen bis zu 100 V weitgehend unempfindlich.

Valvo liefert auch eine Reihe von linearen integrierten Schaltungen. Hervorzuheben ist der Typ TAA 293 mit drei Transistoren, Kollektorwiderständen und einem Siebwiderstand. Diese Schaltung kann als NF-Verstärker, Vor- und Treiberstufe, Verstärker mit hohem Eingangswiderstand, Differenzverstärker, Spannungsgegenkoppler, Zeilensender, Amplitudensieb, Tonbandverstärker oder Schwellwertschalter eingesetzt werden. Der maximale Ausgangsstrom ist 30 mA, die Betriebsspannung 7 V. Verstärkerbetrieb ist bis etwa 1 MHz möglich. Weiterhin ist der TAA 243 zu erwähnen, der etwa dem amerikanischen Typ μ A 702 (allerdings mit 10 Anschlüssen) entspricht. Dieser Verstärker hat ein sehr breites Anwendungsbereich. Ungünstig ist jedoch die Stromversorgung mit + 12 und - 6 V. Auf dem amerikanischen Markt ist jetzt der Typ μ A 709 erhältlich, den der μ A 702 in Kürze verdrängen wird. Dieser Verstärker kann mit Spannungen bis \pm 15 V betrieben werden.

Auch das Programm an neuen Dioden und Gleichrichtern ist wieder sehr umfangreich. Die Abstimmdiode BB 105 hat einen besonders niedrigen Serien-Verlustwiderstand und eine niedrige Minimalkapazität (1,8 ... 2,7 pF bei 25 V). Diese guten Eigenschaften werden durch eine neuartige, hochfrequenztechnisch vorteilhafte Kunststoffumhüllung mit Bändchenanschlüssen erreicht. Für die Verwendung in getrennten VHF-Kanalwählern dient die Abstimmdiode BB 105 grün und für die Umschaltung der Bereiche I und III des VHF-Teiles von Fernsehempfängern die Schaltdiode BA 136. Für diesen Bereich ist gleichfalls die Silizium-Planar-Epitaxialdiode BA 138 bestimmt. Die neue Siliziumdiode BA 150 hat den besonders niedrigen Serienwiderstand von etwa 0,25 Ohm und eignet sich besonders als Abstimmdiode in FM-Tunern.

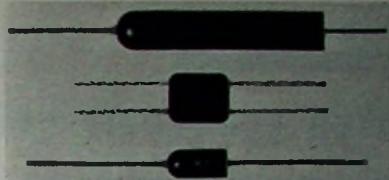
Zur Gleichrichtung der 220-V-Netzspannung mit 520 mA Gleichstrom bei Kondensatorlast eignet sich der neue Siliziumgleichrichter BY 123 in Brückenschaltung.

Dieser Gleichrichter hat besonders kleine Abmessungen. Für die Hochspannungsgeräte in transportablen Fernsehempfängern und zur Erzeugung der Fokussierspannung in Farbfernsehempfängern dient der Typ BY 140, der in einem Kunststoffgehäuse von 40 mm Länge bei 8 mm Durchmesser untergebracht ist.

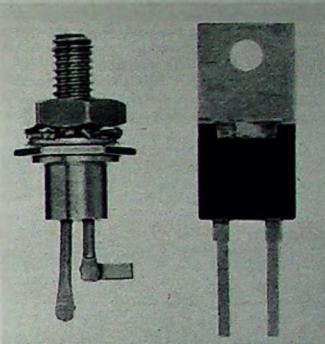
Besonders interessante neue Dioden sind die Schottky-Barrier-Dioden OPF 54 und OPF 56, die sich durch geringe Exemplarstreunungen und gute Durchlaß- und Sperr-eigenschaften (effektive Trägerlebensdauer < 0,1 ns) auszeichnen und sich für ultraschnelle Schaltanwendung, Mikrowellenmischstufen, Begrenzer und HF-Gleichrichterschaltungen eignen. An Zenerdioden stehen jetzt Typen mit Durchbruchspannungen bis zu 75 V und mit zulässigen Verlustleistungen bis zu 75 W zur Verfügung. Die Werte der Durchbruchspannung sind nach der internationalen Reihe E 24 abgestimmt. Es sind aber auch Toleranzen von $\pm 2\%$ möglich. Die neue Referenzdiode BZY 78 hat eine besonders hohe Spannungskonstanz (Durchbruchspannung 5,3 V).

Neu sind außerdem Hartglas-Druckkontaktdioden, die aus zwei vernickelten Molybdänzylin dern bestehen, zwischen denen sich der Halbleiterkristall befindet. Durch Aufschrumpfen eines Hartglas-Hohzylin ders werden die beiden Molybdänzyliner zusammengepreßt und gleichzeitig auf den Kristall gedrückt. Die Oberfläche des Halbleiterkristalls ist durch eine Oxidschicht passiviert, wodurch sich eine sehr gute Stabilität der elektrischen Eigenschaften ergibt. Ein Vorteil dieser Anordnung ist, daß die im Kristall entstehende Wärme über beide Anschlußdrähte abgeführt werden kann. Das Gehäuse ist kleiner als das bisher üblich DO-7-Gehäuse. Das Lieferprogramm enthält sechs Typen. Die Diode BAX 13 ist für schnelle Schaltanwendungen und die BAX 18 als hochsperrende schnelle Diode für allgemeine kommerzielle Anwendungen gedacht. Die weiteren Typen sind 1 N 914, 1 N 914 A, 1 N 914 B und 1 N 4009.

Valvo entwickelte auch einige Thyristoren für Haushaltelektronik. Die Typen BT 100/130 und BT 100/500 haben ein flaches rechteckiges Kunststoffgehäuse. Sie eignen sich für Drehzahlregelungen bei Nähmaschinen, Mixgeräten, Bügelautomaten, Heimwerkmaschinen, Helligkeitssteuerungen sowie Relaischaltungen. Die Typenreihe BT 101/500, BT 102/300 und



Valvo-Gleichrichter-Diode BY 140, Brückenschaltung BY 123 und Gleichrichterzelle BY 138 mit kontrolliertem Durchbruchverhalten



Valvo-Thyristoren im Plastik- und Metallgehäuse BT 100/500 (rechts) und BT 101/500 (links)

BT 102/500 hat ein Metallgehäuse und kann wegen des höheren zulässigen Durchlaßstroms und des kleineren inneren Wärmewiderstandes größere Leistungen steuern oder regeln. Die Anwendungen sind die gleichen wie bei den vorher erwähnten Typen.

Bei der Galliumarseniddiode 106 CXY für Mikrowellenoszillatoren wird der erst 1963 entdeckte Gunn-Effekt ausgenutzt. Beim Anlegen an eine Gleichspannung entstehen in schmalen Galliumarsenid-Einkristallplättchen Schwingungen im Mikrowellengebiet. Bei den zur Zeit darzustellenden Kristalldioden werden Frequenzen im GHz-Bereich erzeugt. Es können Dauerstrichleistungen von einigen Milliwatt erreicht werden. Die Diode 106 CXY ist in einem Koaxial-Metallgehäuse von 2 mm Durchmesser und 5,5 mm Länge eingebaut. Die Durchlaßspannung ist 7 V und die Verlustleistung 720 W bei 60 °C. Die Betriebsfrequenz, die von dem verwendeten Hohlraumgenerator bestimmt wird, ist 7 ... 12 GHz. Der Wirkungsgrad wird mit etwa 0,6 % angegeben.

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUND SCHAU

brachte im Juniheft 1967 unter anderem folgende Beiträge:

Aufbau von Laserdioden-Impulsgeneratoren mittels Vierschichtdioden und Thyristoren

Erzeugung einer willkürlichen Binärfolge mit integrierten Schaltkreisen

Nomogramm zur Bestimmung von Kleintransformatoren bei höheren Frequenzen

Datenverarbeitung

Entwicklungsauwand — wirtschaftlich gesehen

Phasensynchronisation von HF-Oszillatoren gleicher und dicht benachbarter Frequenzen

Halbleiter auf der Pariser Bauelementenausstellung

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

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 12,30 DM vierjährlich, Einzelheit 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

Eine Echo-Hall-Kombination neuer Art

Für den Musiker und Tonamateuer liefert die einschlägige Industrie preisgünstige Geräte, mit denen Schallvorgänge gleichzeitig oder nachträglich mit Hall bzw. Echo versehen werden können. Für den professionellen Studiosektor ist neben dem Hallraum besonders die Hallplatte als ortsfeste Einrichtung in Gebrauch; sie bildet dem Hallraum entsprechende Verhältnisse optimal nach. Der verhältnismäßig große Platzbedarf und der hohe Anschaffungspreis der Hallplatte schließen eine Verwendung außerhalb des Studiosektors jedoch praktisch aus. Auch die bei der modernen Tanz- und Unterhaltungsmusik beliebten Effekte wie Laufzeittricks, Echo und Shatterhall lassen sich mit der Hallplatte nicht erzeugen. Das hier beschriebene Verfahren kombiniert die Vorteile des Torsionshalls mit denen der Bandhallgeräte und gestaltet eine vielseitige und nutzenreiche Verwendung.

Torsions-Hall

Einen einfachen Weg, Nachhall mechanisch zu erzeugen, ging die Firma Hammond, Herstellerin der bekannten Hammond-Orgeln. Zwei lange Spiralfedern werden an ihrem einen Ende (Geberseite) elektrodynamisch in dem zu verhallenden Signal entsprechende Torsionsschwingungen versetzt und erzeugen an der Aufnahmeseite zeitlich verschobene, abklingende Tonspannungen, die ebenfalls auf elektrodynamischen Wege wiedergewonnen werden.

Dem Vorteil der Einfachheit und Robustheit der „Hallspirale“ stehen die Nachteile gegenüber, daß die maximale Hallzeit auf etwa 2 s begrenzt ist und daß spezielle Laufzeiteffekte, gewollte Shatterwirkungen und Echos nicht erzeugt werden können.

Band-Hall

Der zweite Weg, Nachhall künstlich zu erzeugen, besteht in der Anwendung des Magnettonverfahrens (endloses Band, rotierende Magnettfolienscheibe, Magnettrommel usw.). Durch örtliche Versetzung der Aufnahme- und Abtaststelle wird eine Schall-Laufzeit nachgebildet, von der ausgehend Echo und Nachhall aufgebaut werden können. Hierzu enthält das Echo-Hall-Gerät eine elektrische Rückführung, die einen einstellbaren Anteil der zeitverschoben abgetasteten Wiedergabespannung in den Aufzeichnungskanal zurückmischt. Dadurch ergibt sich eine Folge in ihrer Stärke abklingender Echos bezüglichweise ergeben sich bei bestimmten Voraussetzungen Hallerscheinungen, deren Dauer von der Laufzeit zwischen Aufnahme- und Abtaststelle und der Restdämpfung im Rückkopplungspfad abhängt. Die Nachhallzeit T_N , die durch einen Pegelrückgang um 60 dB definiert ist, errechnet sich aus der Formel

$$T_N = \frac{60}{\Delta P} \cdot \Delta T$$

ΔP ist die Restdämpfung im Rückkopplungspfad, ΔT die Laufzeit zwischen Aufnahme- und Abtastkopf (bei Geräten mit mehreren Abtastköpfen ist dies der zur Rückkopplung herangezogene Kopf, im allgemeinen wiederum der vom Aufnahmekopf am weitesten entfernte).

Die Nachhall-beziehungsweise Echozeit kann beim Bandgerät also verändert wer-

den und stellt keine Konstante wie beim Torsionshall dar. Zur Vergrößerung der Hallzeit wird man beim Bandhall die Restdämpfung im Rückkopplungspfad aus Stabilitätsgründen nicht kleiner als 2 ... 3 dB einstellen, so daß eine Nachhallzeit von maximal der 30 ... 20fachen Laufzeit ΔT entsteht.

Der Vorteil des Bandhalls liegt also in seiner variablen Einstellmöglichkeit, sein Nachteil jedoch darin, daß für einen musikalisch gebundenen Hall mehrere Abtastköpfe in Laufrichtung der Bandschleife benötigt werden, um Shatterwirkungen zu vermeiden.

sich schließlich im Knotenpunkt R_3 , R_4 die endgültige Hallsummenspannung H ergibt. Diese Zumischung ist notwendig, um bei großer Laufzeit im Bandhallgerät ein „Hall-Loch“ unmittelbar hinter einem kurzen Toneinsatz (Staccato) zu vermeiden. Mittels R_5 wird dann der Hallgrad H/T eingestellt. Mit dem Rückkopplungsregler und der Laufzeitverschiebung im Bandhallgerät sowie dem Umbinder R_1 , R_2 lassen sich außerordentlich viele Klangwirkungen erreichen. Bild 3 zeigt die in der jeweiligen Endstellung von R_1 , R_2 erreichte Hallwirkung. Durch die Reihen-Parallel-Schaltung von Torsions- und Laufzeit-Hall wird also eine Pufferwirkung erzielt, das Shatter einfacher Bandhallgeräte behoben und gleichzeitig die Hallzeit des reinen Torsions-Halls beträchtlich vergrößert. Mit der Anordnung lassen sich Hallzeiten bis etwa 10 s einstellen.

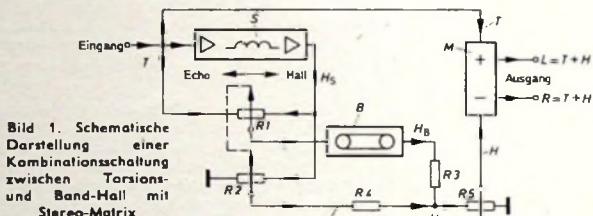
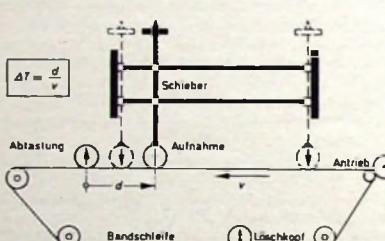


Bild 1. Schematische Darstellung einer Kombinationschaltung zwischen Torsions- und Band-Hall mit Stereo-Matrix



Kombination Torsions- und Band-Hall

Die den beschriebenen Systemen anhaftenden Nachteile gegenseitig aufzuheben und gleichzeitig ihre Vorteile nutzbringend einzusetzen, ermöglicht die im folgenden erläuterte Kombination von Torsions- und Band-Hall, deren funktionelles Zusammenspiel im Bild 1 im Prinzip dargestellt ist. Das Torsionssystem S wird vom zu verhallenden Schallereignis T angesteuert, sein Ausgang H_S speist die beiden Bahnen des Tandempotentiometers R_1 , R_2 . Die Bahn R_1 stellt einen Umbinder für den Eingang des Bandhalls B vom Schallereignis T zum Torsionshall H_S dar. Die Bahn R_2 wirkt als normales Potentiometer für den Torsionshall H_S . Das Bandhall-Gerät B hat einstellbare Rückkopplung ΔP und veränderbare Laufzeit ΔT und hat nur je einen Aufnahme- und Wiedergabekopf (zum Beispiel „Echocord-Mini“ von Dynacord). Die Anordnung der Laufzeit-abtastung zeigt Bild 2 schematisch.

Durch die im Bild 1 getroffene Anordnung kann nun der Eingang des Bandhalls B vom unverhallten Ton T bis zum Torsionshall H_S kontinuierlich umgeblendet werden, so daß ein stufenloser Übergang vom Echo beziehungsweise Shatter-Hall zum gebundenen Nachhall möglich ist. Die über R_3 geleitete Hallspannung H_S erfährt noch eine Mischung mit dem über R_2 eingestellten Torsionshall H_S , so daß

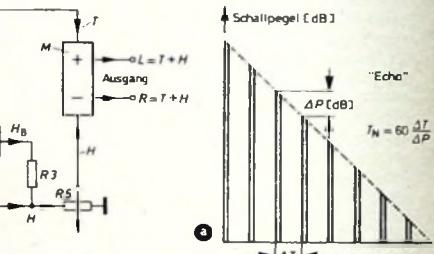
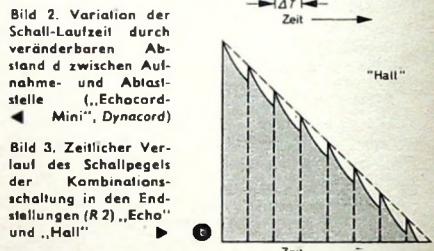


Bild 2. Variation der Schall-Laufzeit durch veränderbaren Abstand d zwischen Aufnahme- und Abtaststelle („Echocord-Mini“, Dynacord)



Stereo-Matrix

Die Zusammenmischung von Ton und Hall, die bei den üblichen Anlagen durch einfache Summation beider Spannungen erfolgt, wird hier zum Erreichen eines pseudostereophonischen Effektes mit Hilfe der Matrix-Schaltung M bewirkt. Dieser Zusatz steht nicht im Zusammenhang mit der besonderen Funktion der gezeigten Kombinationsschaltung, sondern ist bei jeder Verhullungsmethode anzuwenden.

Dem Originalsignal T wird der Hall H gegenphasig (Phasenumkehr) zugesetzt, so daß die Spannungssummen $T + H$ und $T - H$ entstehen. Leitet man diese Spannungen den Kanälen einer Stereo-Anlage zu, so entsteht eine deutliche Verbreiterung des verhallten Klangkörpers (Pseudo-Stereophonie).

Eine Analogie zur sogenannten Lauridsen-Stereophonie ergibt sich, wenn man dort die dem Stereo-Ereignis zugeordneten Signale $L = M + S$ und $R = M - S$ mit den Matrixspannungen $L = T + H$ und $R = T - H$ gleichsetzt. Dann entspricht T dem Mitten- oder Summensignal M und H dem Seitensignal S („Rauminformation“) der MS-Stereophonie.

Bei Mono-Betrieb ist im Fall der gezeigten Schaltung einer der beiden Spannungs-ausgänge $L = T + H$ oder $R = T - H$ allein zu benutzen. Beim elektrischen Zusammenfügen beider Ausgänge würde sich nämlich der Hall H aufheben.

Dipl.-Ing. Heinz Schmidt ist Mitarbeiter der Magnetband-Abteilung der BASF, Ludwigshafen.

Anwendung Integrierter Halbleiterschaltkreise in der Unterhaltungselektronik

DK 621.382

Im vergangenen Jahr wurden bereits von einigen Firmen in den USA Integrierte Schaltkreise (im folgenden IS genannt) in der Unterhaltungselektronik verwendet. Die Preise der IS zeigen eine stark fallende Tendenz, und es wird sicher nicht mehr lange dauern, bis die Anwendung der IS auch für europäische Geräteerzeuger lukrativ wird. Vorerst werden vielleicht nur Integrierte Schaltungen, die bereits von amerikanischen Firmen produziert werden, Verwendung finden, später aber sicher auch solche europäischer Hersteller.

Im vorliegenden Aufsatz werden einige Beispiele für die Anwendung von IS in der Rundfunk- und Fernsehtechnik gegeben, und zwar ausschließlich HF-Anwendungen. Es werden dabei auch die Vorteile und Nachteile der IS sowie die Problematik ihrer Verwendung erörtert.

1. Die Integrierte Schaltung

Unter Integration wird verstanden, aus vielen konventionellen Einzelschaltelementen ein neues Bauelement zu schaffen, und zwar durch eine Zusammenfassung von möglichst vielen Schaltelementen zu einer flächhaften Struktur. Die gedruckte Leiterplatte kann als Anfang dieser Entwicklung betrachtet werden. Fast gleichzeitig setzte die Entwicklung des Moduls ein. Unter einem Modul ist hier die Zusammenfassung möglichst kleiner konventioneller Bauteile besonderer Form (Zylinder, Würfel usw.) zu möglichst hohen Packungsdichten zu verstehen, wobei anschließend noch verdratet und vergossen wird. Bei der Integrierten Schaltung selbst als nächstem Schritt unterscheidet man zwischen drei derzeit vorwiegend üblichen Techniken. Es würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, auf jede ausführlich einzugehen. Die folgende Übersicht kann daher nur knapp sein.

1.1. Siebdruckschaltung

Bei der Siebdruckschaltung werden Leiterbahnen und Widerstände auf ein Keramikscheibchen aufgedrückt und anschließend durch einen Einbrenn-Glasurprozeß innig mit der Keramik verbunden. Aktive Elemente (Transistoren) müssen nachträglich eingesetzt werden, wobei vorzugsweise Subminiaturschaltkreise verwendet werden. Bei Schichtdicken über $5\text{ }\mu\text{m}$ wird dieses Verfahren auch als Dickfilmtechnik [1] bezeichnet.

1.2. Dünnschichtschaltung

Durch Bedampfen (oder Zerstäubungs- und verbesserte Siebdrucktechniken) im Vakuum werden auf einer Keramik- oder Glasplatte Widerstände, Kondensatorenflächen, Dielektrika und Leiterbahnen in Schichtdicken unter $1\text{ }\mu\text{m}$ aufgebracht. Für Widerstände wird im allgemeinen eine Chromnickellegierung, für Leiterbahnen Gold oder Silber und als Dielektrikum Siliziumoxid verwendet. Zur Zeit müssen die aktiven Schaltelemente auch bei dieser Technik getrennt hergestellt und nachträglich eingesetzt werden. Durch Aufdampfverfahren gelang aber auch schon die Herstellung von Cadmiumsulfid-Feld-

effekttransistoren. Vielleicht ist es in den nächsten Jahren möglich, auch einkristalline Schichten und damit Transistoren herzustellen. Je cm^2 können bei aufgedampften Dünnschichtschaltungen etwa 10 ... 20 Schaltelemente untergebracht werden, in Siebdrucktechnik bis zu 5 [2, 3].

Die beiden genannten Techniken ergeben Abmessungen der Schaltkreise, die im Zentimeterbereich liegen. Die Vorteile gegenüber der Integrierten Halbleiterschaltung bestehen vor allem darin, daß die passiven Bauelemente optimal dimensioniert werden können. Die Realisierung konventioneller Schaltungen in Dünnschichttechnik, und zwar ohne die Schaltungen besonders abzuändern, ist gegeben. Die Herstellungskosten sind allerdings noch hoch und für die Unterhaltungselektronik nicht immer tragbar.

1.3. Integrierte Halbleiterschaltung

Die neueste und bei Großserien wohl auch wirtschaftlichste Technik ist die der Integrierten Halbleiterschaltung, manchmal auch Festkörperschaltkreis genannt.

Eine Integrierte Halbleiterschaltung ist eine aus Schaltelementen und Verbindungen bestehende Integrierte Schaltung, wobei die Schaltelemente ausschließlich aus Halbleitermaterial gefertigt werden. Die später beschriebenen IS sind nach diesem Verfahren hergestellt, zunächst wird daher die Technologie dieser IS etwas näher erläutert.

2. Technik der Integrierten Halbleiterschaltung

Der erreichbare niedrigere Preis (vor allem der Monolith-Technik) gegenüber der Siebdruck- und Dünnschichtschaltung beruht darauf, daß man bei der Herstellung ähnlich wie bei der Planar- (beziehungsweise Epitaxial-Planar-) Transistor-Verfahren fährt. Es werden dabei aus einer einzigen großen Siliziumscheibe 50 ... 200 IS hergestellt, die ihrerseits bis zu 1000 Schaltelemente pro cm^2 enthalten können. Heute können bei der Transistorfertigung aus einer Siliziumscheibe 200 ... 500 Transistoren hergestellt werden.

Die Anwendung der Planartechnik ergibt eine sehr hohe Ausbeute (Oxidschutzschicht). Außerdem sind die Ausfälle nicht statistisch verteilt, sondern auf bestimmte Gebiete konzentriert. Ebenso zeigt es sich, daß selten einzelne Bauteile einer IS ausfallen – entweder sind alle Bauelemente gut oder viele schlecht [4]. Außerdem können die IS bereits vor dem Kontaktieren und Gehäuseeinbau geprüft werden. Dies ergibt eine überaus günstige Ausbeute an guten Schaltungen aus einer Siliziumscheibe.

Grundsätzlich werden drei verschiedene Varianten der Herstellung unterschieden:

- Monoscheiben-Technik (Monolith, Monochip-Technik); der komplette Schaltkreis wird aus einem einzigen Halbleiterscheibchen gefertigt. Die Bauelemente sind durch aufgedampfte Leiterbahnen untereinander verbunden.
- Multischeiben-Technik (Multichip-Technik); der Schaltkreis besteht aus mehreren

einzelnen Halbleiterscheibchen, die erst vor dem Gehäuseeinbau untereinander verbunden werden. Diese Technik erfordert als Substrat z.B. eine mittels Siebdruck vorbereitete Keramikplatte, auf der die einzelnen Scheiben montiert und zugleich verbunden werden.

c) Hybrid-Technik (teilweise Integrierte Halbleiterschaltkreise); dabei sind verschiedene Varianten möglich. Diese Technik stellt eine Verbindung zwischen Mono- oder Multischeiben-Technik zur Siebdruck- und Dünnschichtschaltung her. Die passiven Bauelemente können beispielsweise auf das fertige Halbleiterscheibchen mit aktiven Bauelementen aufgedampft werden. Oder sie werden getrennt hergestellt und anschließend mit dem Halbleiterchip verbunden. Bei dieser Technik ist es möglich, sowohl aktive als auch passive Elemente optimal zu dimensionieren.

2.1. Die Monoscheiben-Technik

Die beschriebenen IS sind alle in monolithischer Bauweise hergestellt. Bei diesem Verfahren können alle Bauelemente wie Transistoren, Dioden, Widerstände und Kondensatoren durch mehrere aufeinanderfolgende Diffusionsprozesse in einem Siliziumplättchen erzeugt werden. Nach Aufbringen einer $0,5\text{ }\mu\text{m}$ dicken isolierenden SiO_2 -Zwischenschicht werden die einzelnen Bauteile durch Aufdampfen von Leiterbahnen aus Aluminium oder Gold verbunden. Zwischen den Kontaktflächen des Halbleiterchips und den Gehäusedurchführungen werden mit Hilfe der Thermokompression (Bonden) Golddrähte von $25\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser eingedrückt. Da auf einer gegebenen Fläche möglichst viele Schaltelemente untergebracht werden sollen, weil dadurch ein niedrigerer Herstellungspreis möglich wird, eignet sich diese Technik besonders für Schaltungen mit vielen aktiven, aber wenigen passiven Elementen. Transistoren und Dioden können leicht und in großer Anzahl angefertigt werden. Passive Bauelemente wie Widerstände und Kondensatoren lassen sich wohl herstellen, doch muß relativ viel Kristalloberfläche geopfert werden. Widerstände können zur Zeit im Gebiet von einigen Ohm bis etwa $75\text{ k}\Omega$ erzeugt werden. Für einen $75\text{-k}\Omega$ -Widerstand benötigt man jedoch etwa die gleiche Fläche wie für 5 ... 10 Transistoren, bei einem $3\text{-k}\Omega$ -Widerstand etwa jene von 2 ... 3 Transistoren.

Noch schlechter verhält es sich mit Kondensatoren. Diese können als Sperrschiapkapazität oder in Dünnschichttechnik ausgeführt werden. Eine Sperrschiapkapazität benötigt für 200 pF etwa 1 mm^2 Kristalloberfläche, man rechnet jedoch damit, noch eine Verbesserung auf 1000 pF/mm^2 zu erreichen. Immerhin entspricht ein 5-pF -Kondensator dem Raumbedarf von 5 bis 10 Transistoren! Es ist daher verständlich, daß man bestrebt ist, auf passive Elemente zu verzichten. Fachleute sind überdies der Meinung, daß der Integrationsprozeß die Verwendung von Kapazität und Induktivität praktisch ausschließt [3]. Man wird also in der elektronischen Industrie die Schaltungskonzepte völlig umdenken müssen,

will man künftig die Geräte nur mit integrierten Schaltkreisen allein aufbauen. Die ersten, wenn auch noch nicht befriedigenden Schritte wurden bereits getan [5].

Zur Zeit werden für die Unterhaltungselektronik nur lineare Breitband-Schaltkreise angeboten. Der Vorwurf, daß durch die IS eine Starrheit in der Schaltungskonzeption bedingt wird, ist bis zu einem gewissen Grad berechtigt, wird jedoch im allgemeinen übertrieben. Obwohl es erst einige wenige in Frage kommende IS gibt, kann schon eine Vielzahl von Schaltungen

len Wünschen des Anwenders verdrahtet. Es wird aber dabei auch möglich sein, aus einer „Standardscheibe“ verschiedenenartige Schaltungen herzustellen.

3. Anwendungsbeispiele

In den beschriebenen Beispielen werden ausschließlich RCA-Linear-Halbleiterschaltkreise in monolithischer Bauweise verwendet. Da diese IS so ausgelegt sind, daß sie praktisch in konventionellen Schaltungen verwendet werden können, braucht der Anwender keine prinzipiell neuen Schaltungen zu entwickeln. Dies trifft spe-

Bild 1 [6]. Der CA 3012 ist ein Monolith-Breitbandverstärker, der als Verstärker im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und etwa 20 MHz eingesetzt werden kann, und zwar vorzugsweise für ZF-Stufen.

Der Schaltkreis selbst (Bild 2) besteht aus 10 Transistoren, 7 Dioden und 11 Widerständen. Er ist in einem flachen TO-5-Gehäuse untergebracht und hat 10 Anschlüsse. Die Maße und Anschlußfolge sind aus Bild 3 ersichtlich [7]. Die Anschlüsse 6, 7 und 9 sind innerhalb des IS belegt und dürfen nicht verwendet werden. Weitere Daten können Tab. I sowie Bild 4 ent-

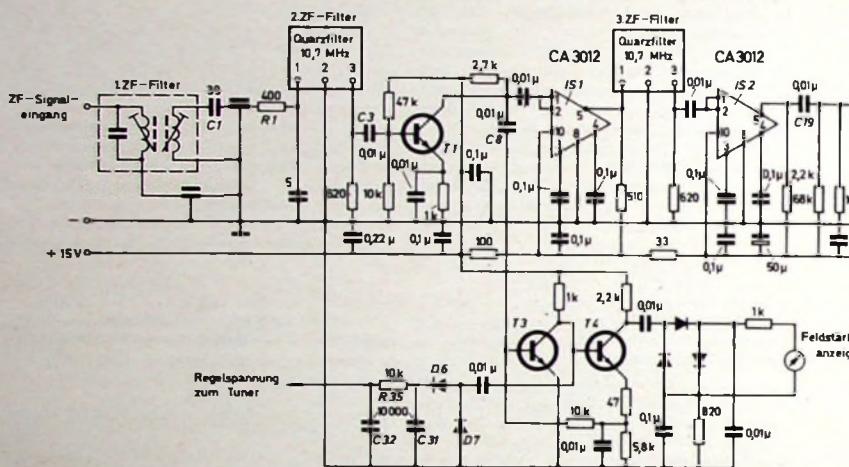


Bild 1. Schaltbild des ZF-Verstärkers im AM/FM-Stereo-Empfänger „AR 15“ (Heath)

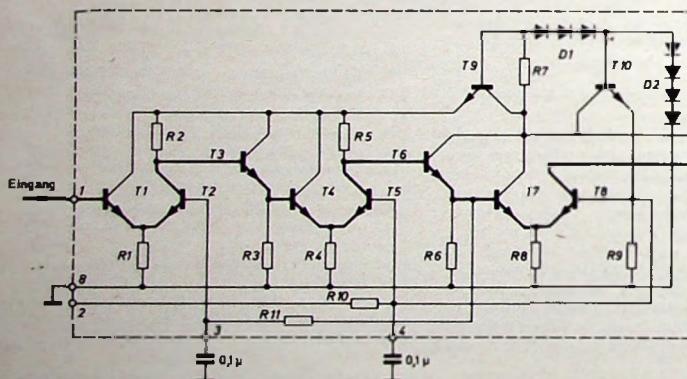
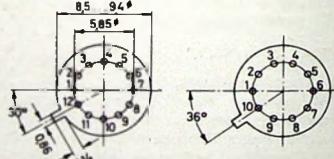
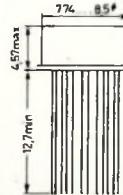


Bild 2. Schaltbild der Halbleiterschaltkreise CA 3011 und CA 3012

Bild 3. Maße und Anschlüsse für die RCA-Linearorschaltkreise CA 3005, CA 3011 bis CA 3014



CA 3005

CA 3011 bis CA 3014

mit ihnen aufgebaut werden. Mit einem einzigen IS zum Beispiel können drei verschiedene UKW-Tuner aufgebaut werden. Auch bestehen für die Zukunft bereits technologische Möglichkeiten, in großer Anzahl und somit preisgünstig hergestellte Schaltkreise zu variieren. Dabei bietet sich die Multischichten-Bauweise besonders an: Eine Anzahl von Standard-Einzelchips wird erst nach Anweisung des Verbrauchers verdrahtet. Wenn sich Änderungen während einer Produktionsserie ergeben, können die Leiterbahnen auf der Keramik-Trägerplatte sehr leicht geändert werden. Denkbar wäre auch die Möglichkeit, daß für gewisse Anwendungsbereiche (zum Beispiel NF-Vorverstärker) eine „Standardscheibe“ entworfen wird, die unverdrahtet in großen Serien hergestellt wird. Auf einem solchen Scheibchen sind die Bauelemente schachbrettartig angeordnet und werden erst nach den individuel-

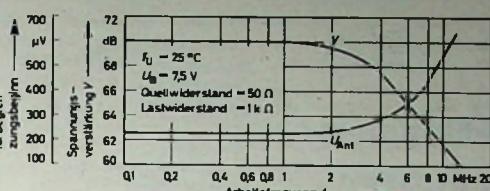
ziell für Zwischenfrequenz-Anwendungen zu, und es scheint, daß dieses Gebiet für die IS das Sprungbrett zum Durchbruch in der Unterhaltungselektronik geworden ist. Die beschriebenen Schaltungen stellen allerdings nur eine bescheidene Auswahl dar. Deutscher Hersteller steht zur Zeit für die Unterhaltungselektronik vor allem Integrierte Schaltungen für NF-Verstärker an (s. S. 503-507).

3.1. 10,7 - M Hz - F M - Z F - Stufen

Der neue AM/FM-Stereo-Empfänger „AR 15“ von Heath ist mit 69 Transistoren, 43 Dioden und 2 IS bestückt. Im UKW-Tuner mit Vierfachdrehkondensator werden drei Feldefekttransistoren verwendet, die Empfindlichkeit ist $0.7 \mu\text{V}$. In diesem Rahmen ist besonders der ZF-Teil interessant, da hier zwei IS CA 3012 (RCA) verwendet werden. Das Schaltbild des vollständigen ZF-Verstärkers für FM zeigt

nommen werden [7]. Der Weg des Signals durch den IS ist im Bild 2 dick markiert und kann so besser verfolgt werden. Man erkennt, daß die Transistoren T1 ... T8 die Verstärkung übernehmen, während die Transistoren T9 und T10 die Speisespannung stabilisieren. Auf Koppelkondensatoren kann verzichtet werden, da alle Stufen gleichstromgekoppelt sind. Dies ist aber nur deshalb so leicht möglich, weil alle Teile aus gleichem Material gefertigt sind und außerdem im gleichen Gehäuse untergebracht sind. So unterliegen alle Einzellemente gleichen Betriebsbedingungen (Temperatureinflüssen, Spannungsänderungen), und die Schaltung ist bei mäßigem Aufwand an stabilisierenden Gegenkopplungen über weite Temperatur- und Spannungsbereiche stabil. Der IS kann daher in einem Temperaturbereich von -50°C

Bild 4. Abhängigkeit der Spannungsverstärkung sowie der Begrenzung-Eingangsspannung von der Arbeitsfrequenz für CA 3011 bis CA 3014



Tab. I. Daten der Integrierten Schaltkreise CA 3011 bis CA 3014

Anwendung: Breitband-Zwischenfrequenz-Verstärker bis etwa 20 MHz (Typen CA 3013 und CA 3014 mit FM-Demodulator und NF-Vorstufe)

Grenzwerte

maximale Speisespannung:	10 V für CA 3011 und CA 3013 13 V für CA 3012 und CA 3014
maximale Eingangsspannung:	± 3 V
minimale Speisespannung:	+5,5 V
maximale Verlustleistung:	300 mW
zulässiger Arbeitbereich:	-55 ... +125 °C

Kennwerte ($U_B = 7.5$ V, $T_u = 25$ °C) für 4,5 MHz 10,7 MHz

Spannungsverstärkung V_U :	60 (min.) ... 87 55 (min.) ... 80 dB
Eingangsimpedanz R_E :	3 2,8 kΩ
C_E :	7 6,8 pF
Ausgangsimpedanz R_A :	31,5 41 kΩ
C_A :	4,2 3,9 pF
Begrenzungseinsatz bei:	300 500 μ V
Rauschfaktor:	8,7 8,7 dB

Demodulator-Kennwerte (gelten nur für CA 3013 und CA 3014):

Demodulator-Impedanz R_E :	12 kΩ	bei 10,7 MHz
C_E :	7 pF	
Ausgangswiderstand:	60 Ohm	
NF-Ausgangsspannung:	$U_B = 6$ V: 155 mV $U_B = 7,5$ V: 188 mV $U_B = 10$ V: 220 mV $U_B = 9$ V: 190 mV	bei 4,5 MHz bei 10,7 MHz
NF-Klirrfaktor:	1,8%	
AM-Unterdrückung:	50 dB	

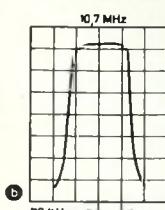
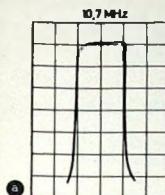


Bild 5. ZF-Durchlaßkurve des „AR 15“ mit kleinem Eingangssignal (a) und mit großem Eingangssignal (b)



Bild 6. ZF-Durchlaßkurve eines herkömmlichen Transistor-Empfängerteiles bei kleinem Eingangssignal (a) und bei großem Eingangssignal (b)

ibus + 125 °C eingesetzt werden. Die Änderung der Spannungsverstärkung ist in diesem Temperaturbereich relativ gering: Bei -50 °C beträgt sie noch immer 62 dB, bei +125 °C 65 dB (bezogen auf 70 dB bei +25 °C). Eine direkte Kopplung über eine derart große Stufenzahl wäre in herkömmlicher Technik kaum oder gar nicht möglich. Eine ausführlichere Funktionsbeschreibung des IS wird im Abschnitt 3.2. gegeben.

Die Integrierten Schaltkreise IS 1 und IS 2 werden als normale ZF-Verstärkerstufen verwendet. Der größte Unterschied gegenüber einer konventionellen Schaltung liegt vor allem in den geringeren Abmessungen, einer niedrigeren Lötstellenzahl und einer viel höheren Stufenverstärkung. Pro IS kann hier eine Spannungsverstärkung von 11 dB verwirklicht werden. Der gesamte ZF-Verstärker erreicht eine Verstärkung von über 130 dB.

Wichtig ist auch, daß trotz der hohen Stufenverstärkung keinerlei Neutralisation notwendig ist. Dies beruht auf der vorragenden Isolierung zwischen Eingang und Ausgang des IS. Das 1. ZF-Filter

siebt das 10,7-MHz-Signal heraus und führt es über C_1 , R_1 dem ersten Quarzfilter zu. Nur durch die Verwendung dieser Quarzfilter in Verbindung mit dem IS war es möglich, eine gute Durchlaßkurve des Verstärkers zu erreichen. Bei normalen ZF-Stufen mit Filterspulen kann man bei hohen Eingangssignalen und bei Begrenzung ein starkes Anwachsen der Durchlaßbandbreite beobachten. Diese übermäßige Bandbreite äußert sich in einem Anwachsen des Rauschens, einem erheblichen Absinken der Trennschärfe und durch Interferenzerscheinungen benachbarter Sender. Bei normalen Filterspulen muß vor allem in Stereo-Geräten ein Kompromiß geschlossen werden. Wohl kann man die Durchlaßkurve so schmalbandig auslegen, daß auch bei großen Signalen keine zu große Bandbreite entsteht. Doch dann ist bei kleinen und mittleren Signalen kaum Stereo-Empfang möglich, denn dazu ist eine gewisse Mindestbandbreite notwendig; außerdem steigen die Verzerrungen sehr stark an. Die ideale Durchlaßkurve müßte unter allen Betriebsbedingungen gleich bleiben. Dabei sollte sie eine möglichst geringe Dachschärfe, sehr steile Flanken, aber die erforderliche Bandbreite besitzen. Im Bild 5 ist die ZF-Gesamt-durchlaßkurve des „AR-15“ dargestellt, und zwar mit kleinem und mit großem Eingangssignal bei Begrenzung. Bild 6 zeigt zum Vergleich die Durchlaßkurven eines normalen ZF-Verstärkers unter sonst gleichen Bedingungen [6]. Die Durchlaßkurve des „AR-15“ kommt der Idealkurve schon recht nahe.

Die Begrenzungseigenschaften des CA 3012 sind hervorragend. Bei einem Eingangssignal von > 600 μ V ändert sich die Ausgangsspannung nur noch geringfügig. Die

Störgeräuschunterdrückung ist daher sehr gut. Es ergeben sich jedoch Schwierigkeiten bei der Gewinnung der Regelspannung für den Tuner. Würde die Regelspannung erst nach der Verstärkung des ZF-Signals durch den ersten IS gewonnen werden, könnte keine echte Regelspannung erreicht werden. Durch die hohe Verstärkung des Tuners und des IS selbst würde auch bei schwach eintreffenden Sendern der IS im begrenzten Zustand betrieben werden. Da sich aber dann die Ausgangsspannung nur noch sehr wenig ändert (auch wenn das Eingangssignal stark ansteigt), würde sich auch die Regelspannung so gut wie nicht ändern, gleichgültig, ob ein starker oder schwächerer Sender empfangen wird. Daher ist an das erste Quarzfilter über C 3 eine normale breitbandige Transistorstufe T 1 angekoppelt.

Da diese Stufe nicht begrenzt, kann an ihrem Ausgang über C 8 ein ZF-Signal abgenommen werden, das bereits genügend verstärkt ist und von der Feldstärke des eintreffenden Senders abhängt. Dieses Signal wird einem getrennten Regelspannungsverstärker T 3 zugeführt und durch D 6, D 7 gleichgerichtet. Über die Siegbänder R 35, C 31, C 32 wird dann die Regelspannung dem Eingangsstufen-Feldeffekttransistor zugeleitet. Nach weiterer Verstärkung des abgezweigten ZF-Signals durch T 4 ist dieser Verstärkungszweig durch ein in dieser Preisklasse übliches Meßinstrument abgeschlossen, das die Feldstärke anzeigen.

Erst auf T 1 folgt der erste IS. Nach dem 3. ZF-Filter folgt dann der zweite IS. Über C 19 ist daran noch eine normale Ratiotreiberstufe angekoppelt (T 2). Nach der Demodulation des ZF-Signals im symmetrischen Ratiotransistor wird das NF-Signal dem NF-Teil zugeführt.

Abschließend zu dieser Schaltung soll noch eine Möglichkeit aufgezeigt werden, die vielleicht schon in einigen Jahren aktuell sein wird. Noch müssen die Induktivitäten (zum Beispiel Filter) getrennt von den Integrierten Schaltungen aufgebaut werden. Wenn aber die Hybrid-Technik wirtschaftlich und damit auch für die Unterhaltungselektronik interessant wird, wäre es denkbar, daß die Induktivitäten durch aktive RC- oder integrierte Quarz- oder Piezo-Keramik-Filterkombinationen ersetzt werden können. Diese könnten dann mit dem IS in einem Gehäuse montiert werden. (Schluß folgt)

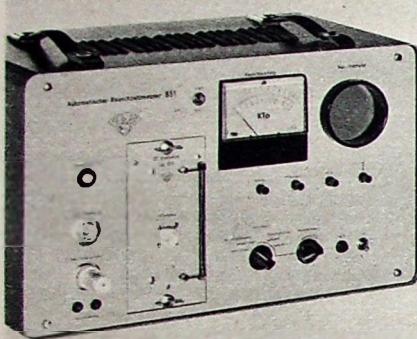
Schrifttum

- [1] Thiel, E.: Dickschicht-Hybridschaltungen. *Funk-Techn.* Bd. 22 (1968) Nr. S. 141-142
- [2] Entwicklungstendenzen der Halbleiter-Mikroschaltkreise. *Telefunken Röhren- und Halbleitermitteilung* 65 03 115
- [3] Integrierte Schaltung - Wege und Ziel. *Telefunken Röhren- und Halbleitermitteilung* 65 10 125
- [4] Festkörper - Schaltkreise aus Silizium. *Siemens-Sonderdruck 1-6300-072*
- [5] Mosel, H.: Integrierbarer Ton-ZF-Teil eines Fernsehempfängers. *Funk-Techn.* Bd. 21 (1968) Nr. 19, S. 880-882
- [6] Hannah, W.: Integrated circuits used in new HI-FI-AM/FM-receiver. *Electronics World*, Januar 1967, S. 34
- [7] RCA-Datenblätter 587-8.66 und 588-8.66

Weiteres Schrifttum

- Cacciola, J. A. u. Carr, E. Q.: World's first single-chip IC-radio. *Electronics World*, November 1966, S. 44

Die Rauschzahl von HF-Eingangsstufen automatisch gemessen



Tab. I. Technische Daten des automatischen Rauschzahlmessers „851“

Bild 1. Automatischer Rauschzahlmesser „851“
► (K. Heucke GmbH)

1. Automatischer Rauschzahlmesser „851“

1.1 Allgemeines

Rauschzahlmessungen gehören heute zu den Routineprüfungen in weiten Zweigen der Elektronik-Industrie. Das gilt besonders für die Fertigung von Fernsehgeräten und -tunern. Allerdings sind die üblichen Labormethoden zur Bestimmung der Rauschzahl sehr zeitraubend und für die Massenfertigung zu umständlich. Durch den automatischen Rauschzahlmesser „851“ (Bild 1 und Tab. I) der K. Heucke GmbH ist eine vollautomatische Messung der Rauschzahl von Fernsehtuntern, Geradeausz-Antennenverstärkern und auch Umsetzern im Frequenzgebiet von 30 bis 1000 MHz in kürzester Frist (der eigentliche Meßvorgang benötigt nur 0,2 s) mit einer maximalen Meßunsicherheit von $\pm 0,5$ dB möglich.

Diese Genauigkeit kann heute im oben angegebenen Frequenzbereich nur mit einer Rauschdiode erzielt werden, denn bei dieser Rauschquelle läßt sich die abgegebene Rauschleistung kontinuierlich mit Hilfe der zugeführten Heizleistung regeln, ohne daß die Anpassung an die Leitung sich merklich ändert. Zum besseren Verständnis seien zunächst zwei gebräuchliche Verfahren zur Bestimmung der Rauschzahl beschrieben.

1.2 Prinzip

Bei der einfachen Methode wird der Eingang des Prüflings an den Rauschgenerator angeschlossen; der Ausgang an einen Nachverstärker, dessen Verstärkung ausreichen muß, um das Eigenrauschen des Prüflings so zu verstärken, daß es von einem Meßinstrument angezeigt werden kann. Nun wird die Heizung der Rauschdiode eingeschaltet und so eingeregelt, daß sich die vom Instrument angezeigte Rauschleistung verdoppelt. Das Rauschen des Prüflings und das Rauschen des Rauschgenerators sind dann gleich groß. Die Bandbreite des Nachverstärkers spielt dabei keine Rolle, weil ihr Einfluß sowohl

auf das Rauschen des Prüflings als auch auf das der Rauschdiode gleich ist.

In der Praxis bereitet es oft einige Schwierigkeiten, die Rauschleistung genau auf den doppelten Betrag zu bringen. Bei der statistischen Natur der Rauschspannungen ist dazu nämlich ein Anzeigegerät nötig, das nur auf den Effektivwert der angebotenen Spannung und nicht auf deren Kurvenform reagiert. Diese Schwierigkeit wird vermieden, wenn man im Nachverstärker einen einschaltbaren 3-dB-Teiler anordnet. Jetzt wird zunächst mit voller Verstärkung und bei Rauschleistung 0 der Rauschdiode der Instrumentenausschlag abgelesen. Dann wird der 3-dB-Teiler eingeschaltet. Der Ausschlag des Anzeigegeräts geht ein Stück zurück und wird mit Hilfe der Rauschdiodeheizung wieder auf den alten Wert eingeregelt. Nun sind wieder die Rauschleistung des Prüflings und die des Rauschgenerators gleich groß, wobei das zu dieser Einstellung verwendete Instrument ganz unkritisch ist. Wichtig ist, daß sich der 3-dB-Teiler im linearen Teil des Verstärkers befinden muß, also vor einem eventuellen Gleichrichter (Bild 2). Das zu-

Hinter dem Nachverstärker folgt ein Gleichrichter zur Demodulation. Das Ausgangssignal des Gleichrichters ist eine Rechteckspannung. Wenn die Rauschleistung der Rauschdiode genau halb so groß wie die des Prüflings ist, dann wird diese Rechteckspannung zu Null. Dieser Nullabgleich erfolgt im Gerät automatisch durch Regeln der Heizspannung der Rauschdiode. Dazu wird diese von einem NF-Generator über einen Regelverstärker geheizt. Ein Diskriminator liefert die Rechteckspannung, deren Polarität von der Phasenlage der abgegebenen 50-Hz-Rechteckspannung abhängt.

Die Wirkungsweise des automatischen Rauschzahlmessers im einzelnen mit Impulspann ist aus der Blockschaltung nach Bild 3 ersichtlich. Die eingezeichneten Oszillogramme der Signalspannungen beziehen sich alle auf denselben Anfangszeitpunkt. Die Oszillogramme mit dem Buchstab *a* beschreiben die Situation bei offener Bedienungstaste, also vor Beginn des Meßvorganges, die Oszillogramme mit dem Buchstab *b* bei geschlossener Taste.

Der Prüfling liefert dann die in *a* 1 dargestellte ZF-Rauschspannung an den ZF-Verstärker. In dem 1,75-dB-Teiler wird diese Spannung mit 50 Hz periodisch um 1,75 dB abgeschwächt. Im ZF-Gleichrichter entsteht daraus die Spannung an *a* 3.

Der 1,75-dB-Modulator (Bild 4) ist eine der wichtigsten Baugruppen des Gerätes. Er muß sehr genau und konstant sein und wurde verwirklicht durch einen Resonanzkreis mit 1 kOhm Dämpfungswiderstand im Anodenkreis einer ZF-Verstärkerröhre, dem periodisch ein zweiter Resonanzkreis mit genau gleicher Bandbreite und 4,35 kOhm Dämpfungswiderstand parallel geschaltet wird. Geschaltet wird mit zwei Siliziumdioden BAY 18. Diese Dioden *D* 1, *D* 2 haben einen Durchlaßwiderstand von nur 5 Ohm und eine Sperrkapazität von 1 pF. *D* 1 schaltet die Kreise parallel; *D* 2 schließt den zweiten Resonanzkreis kurz, wenn er nicht gebraucht wird. *D* 1 wirkt gesperrt als Parallelkapazität zum Kreis *L* 1, *C* 1 und *D* 2 als Parallelkapazität zum Kreis *L* 2, *C* 2. Das muß beim Abgleich berücksichtigt werden.

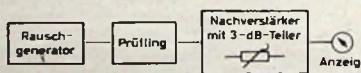


Bild 2. Prinzip der Rauschmessung

letzt genannte Prinzip wird im „851“ verwendet. Es wiederholt diese Messung 50-mal in der Sekunde.

1.3 Die Automatisierung des Meßvorganges

Die Rauschdiode des „851“ ist durch eine 50-Hz-Rechteckspannung an ihrer Anode 100 % moduliert. Gegenphasig dazu wird mit dem gleichen Rechteck das Signal im Nachverstärker durch einen Abschwächer mit elektronischem Schalter moduliert.

Die Modulationstiefe im Nachverstärker muß nicht (wie im obigen Beispiel) 3 dB betragen. Im „851“ ist sie nur 1,75 dB; dadurch wird der Meßbereich verdoppelt.

* Ing. Günter Peltz ist Entwicklungsingenieur der Technisches Laboratorium Klaus Heucke GmbH, 6806 Viersen.

Bild 3. Blockschaltbild und Impulsplan für den automatischen Rauschzahlmesser „851“

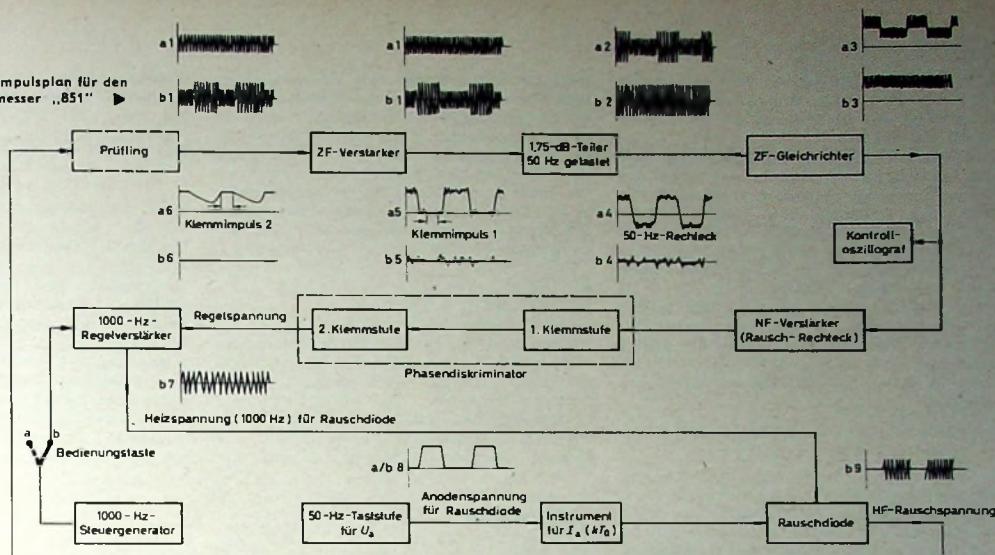
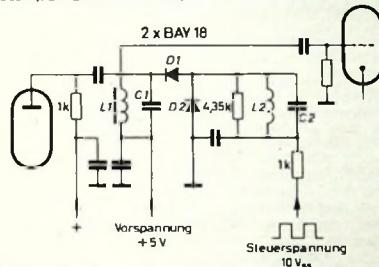


Bild 4 Prinzschaltung
des 1,75-dB-Modulators ▼



Bei der Messung muß die Rauschdiode nun während der Zeit, in der die ZF-Verstärkung um 1,75 dB abgeschwächt ist, eine Rauschspannung (b 9) abgeben, die den 1,75-dB-Vерlust genau ausgleicht. Zu diesem Zweck ist die Anoden Spannung der Rauschdiode mit 50 Hz (Rechteck) gestaltet. Diese Spannung treibt auch die Chopperdioden, die die 1,75-dB-Teilung bewirken, und ist dadurch genau synchron. Die Regelung der Rauschspannung b 9 erfolgt mit Hilfe der Heizleistung der Rauschdiode.

die andere Rechteckhalbperiode ab und führt die dort während des Klemmimpulszeitpunktes vorhandene Spannung dem Regelverstärker zu (a 6, b 6). Die Heizleistung erhöht sich nun so lange, bis die Eingangsrechteckspannung des Diskriminators zu Null geworden ist. Dieser Vorgang benötigt nur etwa 0,2 s und kann auf einer eingebauten Oszillografenröhre beobachtet werden.

Die Zeitkonstanten der RC-Glieder R1, C1, R2, C2 im Bild 5 verhindern Regelschwankungen durch die Wärmeträgheit des Rauschdiodenheizfadens. Der Regelvorgang ist auch von Hand durchführbar. Das kann nötig sein, wenn Impulse oder Wobbelstörungen in den Eingang des Prüflings gelangen. Hierbei wird das Rauschrechtecksignal durch ein von Hand regelbares (Regler „Rauschleistung“ im Bild 1) 50-Hz-Rechtecksignal ersetzt. Das ist gegenüber der direkten Regelung der Rauschdiodenheizung von Vorteil, denn durch eine vom Anodenstrom der Rauschdiode abhängige Rückführung wird erreicht, daß der Anodenstrom und damit die Rauschleistung von Netzspannungsschwankungen weitgehend unabhängig ist. Diese Gegenkopplung ist auch bei der Verwendung des Gerätes als normaler Rauschgenerator im Frequenzbereich 30 ... 1000 MHz wirksam. Die Rauschleistung kann entweder dauernd oder mit 50-Hz-Rechteckimpuls moduliert abgegeben werden. In der Schalterstellung „unmoduliert“ wird zu diesem Zweck mit einem Transistorzerhacker die rückgeführte Spannung phasenrichtig mit 50 Hz ausgetastet. Eine automatisch wirkende Begrenzungsschaltung schützt die Rauschdiode vor Überheizung.

Mit dem Betriebsartenschalter wird auch das Anzeigegerät so umgeschaltet, daß es in Stellung „Rauschzahlmesser“ die Rauschzahl des Prüflings, in Schalterstellung „Rauschgenerator“ die abgegebene Rauschleistung anzeigt.

Die erste Stufe des ZF-Verstärkers ist als ZF-Einschub ausgeführt und kann, wenn andere Frequenzbereiche für den Verstärkerteil gewünscht werden, durch UHF- oder VHF-Konvertereinschübe ersetzt werden.

2. Einige Anwendungsbeispiele

2.1. Rauschmessung eines VHF/UHF-Tuners

Da der Rauschzahlmesser vorwiegend bei der Prüfung und Entwicklung von Fernsehstunern in den FS-Bereichen I-V (etwa 40 ... 900 MHz) mit Norm-ZF (33,4/38,9 MHz) Verwendung findet, wird zunächst als Beispiel die Rauschmessung an einem VHF/UHF-Tuner üblicher Bauart beschrieben. Es wird vorausgesetzt, daß der Prüfling funktionsgeprüft und (vor-)abglichen ist.

Der eigentlichen Messung (bzw. der Meßserie) sollte stets eine Eigenkontrolle des Rauschzahlmessers vorangehen. Hierzu wird der Ausgang mit dem Eingang des Nachverstärkers (Einschub) über ein kurzes verlustarmes 80-Ohm-Kabel verbunden und die Taste „Rauschdiode ein“ gedrückt. Der Rauschmesser zeigt jetzt die Rauschzahl seines Einschubes an, und der Nullabgleich wird auf dem Oszilloskopenschirm kontrolliert. Hierbei steht der Betriebsartenschalter auf „Automatik“. Nach Umschalten auf „Handreglung“ wird mit dem Regler „Rauschleistung“ das Rauschrechteck auf dem Leuchtschirm ausgeregelt. Parallel zur Taste „Rauschdiode ein“ sind die Buchsen „Fernbedienung“ geschaltet, so daß der „851“ bei Serienprüfungen und dergleichen auch direkt vom Arbeitsplatz aus bedient werden kann.

Jetzt wird der Prüfling angeschlossen, wie die schematische Darstellung im Bild 6 zeigt. Hat der Tuner einen symmetrischen Eingang, dann muß ein verlustarmer Symmetriertreiber vorgeschaltet werden („5156“ für 450 ... 900 MHz oder „5157“ für 40 bis 250 MHz). Für Eingangsimpedanzen von 50 Ohm und 75 Ohm sind Vorsteck-Anpassungsleider lieferbar.

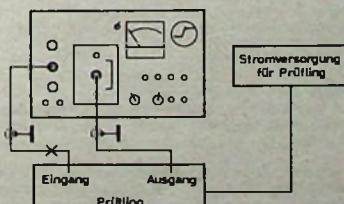


Bild 6. Meßschaltung für Rauschmessungen an einem Fernsehtuner; an der Stelle x ist bei Bedarf ein Symmetriekondensator einzufügen.

Der Betriebsartenschalter steht auf „Automatik“. Wird jetzt die Taste gedrückt, dann zeigt das Instrument die Rauschzahl in dB und kT_0 an.

Der Tuner kann nur durchgestimmt und die Rauschzahlen können im gesamten Frequenzbereich gemessen werden. Fernsehsender, Wobbler und andere Störer, die auf der eingestellten Frequenz des Prüflings arbeiten, verfälschen das Meßergebnis erheblich. In den meisten Fällen kann die Rauschmessung unter Verwendung der Handreglung trotzdem vorgenommen werden, da auf dem Oszilloskop-Sichtschirm Störsignal und Rauschen unterscheidbar sind. In ganz schwierigen Fällen muß in einer Abschirmkabine gearbeitet werden.

2.2. Messung eines vollständigen Fernsehempfängers

Sehr einfach gestaltet sich die Messung eines vollständigen Fernsehempfängers. Der Ausgang des Rauschgenerators wird (eventuell über einen Symmetriertrafo) mit dem Antenneneingang des Empfängers verbunden. An die letzte ZF-Stufe des FS-Empfängers wird eine Sonde angehängt, die über Koaxialkabel mit dem Eingang des ZF-Verstärker-Einschubes des „851“ verbunden ist. Die Sonde besteht einfach aus einem Stückchen Draht von 2 bis 3 cm Länge. Sobald dann die Prüftaste gedrückt wird, zeigt der Rauschmesser die Rauschzahl des FS-Gerätes an.

2.3. Messung von VHF- und UHF-Geradeausverstärkern (Antennenverstärker)

Zur Messung von VHF- oder UHF-Geradeausverstärkern wird der ZF-Einschub des Rauschmessers gegen den entsprechenden (VHF- oder UHF-) Konvertereinschub ausgetauscht und dieser auf die Frequenz des Prüflings abgestimmt. Als erstes wird wieder die Eigenrauschzahl gemessen. Wegen der geringeren Verstärkung der Konvertereinschübe gegenüber den des ZF-Einschubes ist das Oszilloskopbild kleiner. Jetzt wird der Prüfling genau wie ein Tuner (Bild 6) angeschlossen. Nach Drücken der Taste und eventueller Korrektur der Abstimmung des Konvertereinschubes auf Rauschminimum kann die Rauschzahl abgelesen werden.

2.4. Messung von Prüflingen mit Verstärkung $< 10 \text{ dB}$

Ist die Verstärkung des Prüflings geringer als 10 dB, dann ist die Eigenrauschzahl des Nachverstärkers (zum Beispiel der ZF-Eingangsstufe des „851“) zu berücksichtigen. Die tatsächliche Rauschzahl des Prüflings errechnet sich nach

$$F = F_a - \frac{F_n}{V_p}$$

F_a angezeigte Rauschzahl,

F_n Rauschzahl des Nachverstärkers,

F Rauschzahl des Prüflings,

V_p Leistungsverstärkung des Prüflings als Faktor).

Zur Erläuterung diene ein Zahlenbeispiel mit einem UHF-Tuner:

Verstärkung V_p des Tuners = $6 \text{ dB} \triangleq 4$. Rauschzahl F_n des Nachverstärkers (ZF-Eingang des „851“) = 3, angezeigte Rauschzahl F_a = 12,75.

$$F = F_a - \frac{F_n}{V_p} = 12,75 - \frac{3}{4} = 12$$

Diese Formel gilt nur für aktive Vierpole, die in einer Richtung verstärken. Die

gemessene Rauschzahl von Diodenmisern und Tunneldioden ist daher nur dann echt, wenn der später im Betriebsfall verwendete Nachverstärker die gleiche Eingangsrauschzahl wie der verwendete Einschub des „851“ hat. Andernfalls muß zumindest die erste Stufe des späteren Nachverstärkers mitgemessen werden, da deren Rauschzahl maßgeblich an der Gesamtراuschzahl beteiligt ist.

2.5. Messung von Prüflingen mit geringer Spiegelselektion

Eine weitere Möglichkeit der Fehlmessung ist gegeben, wenn es sich bei dem Prüfling um einen Mischer (zum Beispiel UHF-Tuner) ohne oder nur mit geringer Spiegelselektion handelt. In diesem Fall wird das Rauschspektrum auch auf der Spiegelfrequenz übertragen, so daß die

Rauschzahl bei einer Spiegelselektion von 0 (aperiodischer Eingang) mit einem Fehler von 3 dB (Faktor 2) zugunsten des Prüflings angezeigt wird.

2.6. Messung kleiner Dämpfungen

Eine interessante Anwendung des Gerätes ist die Messung kleiner Dämpfungen (Größenordnung: 0,5 dB ... 10 dB).

Hierzu wird die Dämpfung zwischen Rauschgenerator und Verstärker oder Konverter-Einschub geschaltet. Die Differenz zwischen der dB-Anzeige im Kurzschluß und mit zwischengeschalteter Dämpfung ist gleich der Dämpfung bei der Frequenz des Nachverstärkers. So kann zum Beispiel auf einfache Art und Weise der Dämpfungsverlauf eines Kabels in Abhängigkeit von der Frequenz aufgenommen werden.

Antennen

Zehn Jahre Arbeitskreis Rundfunkempfangsantennen

Im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, Bonn, trat der Arbeitskreis Rundfunkempfangsantennen anlässlich seines zehnjährigen Bestehens am 27. Juni 1967 zusammen. Diesem Arbeitskreis gehören 25 Behörden, Institutionen und Verbände an, unter anderem einige Bundes- und Länderministerien, die Rundfunkanstalten sowie die Spitzenorganisationen der Industrie, des Groß- und Einzelhandels, des Elektrohandwerks, der Vermieter und der Mieter. Die dem Arbeitskreis angehörenden Mitglieder stellten sich die Aufgabe, alle mit dem Errichten und Benutzen von Empfangsanlagen für den Ton- und Fernseh-Rundfunk zusammenhängenden Fragen und Probleme aufzugreifen und hierzu geeignete Lösungen zu erarbeiten. Die notwendigen Vorarbeiten leistet ein kleineres Gremium innerhalb des Arbeitskreises, die sogenannte „Arbeitsgruppe Gemeinschafts-Antennenanlagen“.

Die Sitzung eröffnete Ministerialdirektor Dipl.-Ing. Wiedemann mit einem Hinweis auf die Bedeutung der Antenne im Zeichen des Farbfernsehens. Ministerialrat Dipl.-Ing. Gerler gab dann einen Einblick und Rückblick in die Tätigkeit des Arbeitskreises im ersten Jahrzehnt seines Bestehens. Er hob vor allem ein bisher noch nicht gelöstes Problem hervor, die Empfangsbeeinträchtigung durch Hochhäuser. Im Anschluß daran beleuchtete Obering. Dipl.-Ing. Otto vom Fachverband Empfangsantennen im ZVEI e. V. die bisher gelösten Aufgaben und die Probleme der Zukunft. Wichtig waren die Schaffung der „Richtlinien für Planung, Aufbau, Übertragung, Wartung und Betrieb von Gemeinschaftsanlagen“ sowie das 1966 erschienene „Memorandum über Empfangsanlagenanlagen für den Ton- und Fernseh-Rundfunk“. Es gelang ferner, zu grundsätzlichen Fragen Gutachten zu erstellen, wie beispielsweise das Gutachten über den Abschreibungszeitraum von Gemeinschaftsanlagen, das eine Frist von sieben Jahren vorschlägt, sowie technische Gutachten der Deutschen Bundespost. Zu den besonderen Ereignissen gehörte auch eine Tagung des Funkstörmeßdienstes und der Industrie-Antennenfachleute. Es gelang außerdem, in zahlreichen Rundfunksendungen auf die Notwendigkeit und technischen Fragen von Gemeinschaftsanlagen hinzuweisen. Eine andere wichtige Aufgabe der Zukunft ist die Schulung der Nachwuchskräfte. Bisher wurden drei Lehrhefte fertiggestellt, zwei weitere sind in Bearbeitung. Dringend ist ferner der Austausch von Erfahrungen beim Farbempfang. Dipl.-Ing. Otto wies unter anderem auf neu aufgenommene Mitglieder des Arbeitskreises hin, zu denen das Finanzministerium Baden/Württemberg, NDR, SWF und

ZDF gehören. Ferner ist jetzt Dipl.-Ing. Klinger Geschäftsführer der Arbeitsgruppe.

Referent Hönsch vom Gesamtverband Gemeinnütziger Wohnungsunternehmen e. V. sprach anschließend über „Die Antenne in der wohnungswirtschaftlichen Praxis“. Er betonte zunächst, daß im Zusammenhang mit dem beginnenden Farbfernsehen die Antenne auf ein größeres Interesse weiter Bevölkerungskreise stoßen werde. Die Möglichkeiten der sogenannten Behelfsantennen (Fenster-, Zimmer- und Unterdachantennen) dürfen nicht überschätzt werden. Behelfsantennen können regelmäßig nur dann einwandfrei Empfang gewährleisten, wenn die Empfangsbedingungen, vor allem auch im UHF-Gebiet, außergewöhnlich gut sind. Im weiteren Verlauf des Vortrages wurden unter anderem auch juristische Fragen und die Kostenbeteiligung der Mieter bei GA-Anlagen usw. behandelt. In seiner kurzen Ansprache warnte ferner Herr Hirschmann vor immer wieder propagierten „Wunderantennen“, bei denen allgemein gültige physikalische Grundlagen übersehen werden.

Aus den einzelnen Vorträgen ging deutlich die Auffassung des Arbeitskreises hervor, daß Einzelantennen nur auf Einfamilienhäusern und ländlichen Wohnbauten am Platze sind. Auf Mehrfamilienwohnhäuser, Haussitzen und alle Alt- und Neubauten, in denen mehrere Antennenanschlüsse benötigt werden, gehören Gemeinschaftsantennenanlagen. Der Arbeitskreis will ferner erreichen, daß die Genehmigungsbehörden der Städte und Gemeinden die Bauherren verpflichten, auf jedem Neubau eine zeitgemäß ausgestattete GA-Anlage zu errichten. Ein großes Problem bilden Hochhäuser, die besonders den Fernseh-Rundfunkempfang empfindlich beeinträchtigen können. Diese Bauwerke können ebenso wie große Industrianlagen eine Abschattung verursachen sowie den Empfang durch Reflexionen stören. Es kommt hier darauf an, eine Regelung zu schaffen, die die Bauherren solcher Projekte dazu verpflichtet, die durch Hochbauten entstehenden Empfangsstörungen auf eigene Kosten zu verhindern oder zu beseitigen. Allerdings sind die gegenwärtig gegebenen gesetzlichen Möglichkeiten unbefriedigend.

In der Aussprache wurden verschiedene interessante Fragen diskutiert, wie beispielsweise die Genehmigungspflicht von GA-Anlagen mit Verstärkern und die Mitwirkung des Funkstörmeßdienstes der Deutschen Bundespost im Störungsfalle. Dabei erfuhr man, daß bisher etwa 20 000 GA-Anlagen genehmigt wurden. Auch die mit dem Stereo-Empfang zusammenhängenden Antennenprobleme standen im Mittelpunkt einer längeren Aussprache.

Werner W. Diefenbach

2 x 6/10-Watt-Stereo-Vollverstärker mit Siliziumtransistoren

1. Prinzipschaltung

Der Verstärker für 2 x 6/10 W Ausgangsleistung ist in der quasikomplementären eisenlosen Seriengegentakt-B-Schaltung aufgebaut, die auch bei dem 2 x 10/15-W-Stereo-Endverstärker nach [1] angewendet wurde. Im Unterschied zu diesem Ver-

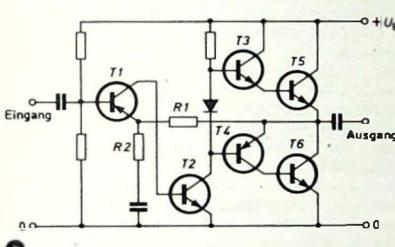
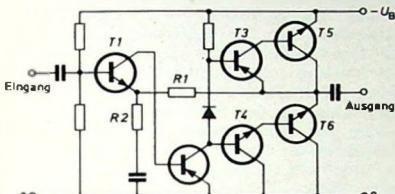


Bild 1. Prinzipschaltung des 2 x 6-W-Vollverstärkers (a) und des 2 x 10-W-Endverstärkers (b)

Vorstufe T1 einen NPN-Transistor verwenden zu können, weil dieser Transistor wegen des für Kristalltonabnehmer erforderlichen hohen Eingangswiderstandes schon bei kleinem Kollektorstrom eine sehr hohe Stromverstärkung haben muß. Ein NPN-Si-Transistor dieser Art ist aber leichter erhältlich als ein PNP-Si-Transistor mit gleichen Eigenschaften.

Gegenüber dem 2 x 6-W-Verstärker enthält der 2 x 6-W-Verstärker zusätzlich vier Tandempotentiometer zur Einstellung von Lautstärke, Balance und Frequenzgang (Höhen und Tiefen).

Die Höhen- und Tiefeinstellung liegen im Gegenkopplungszweig des Verstärkers. Der bei dem 2 x 10-W-Verstärker aus ohmschen Widerständen bestehende Gegenkopplungssteiler R1, R2 ist bei dem 2 x 6-W-Verstärker ersetzt durch ein frequenzabhängiges, veränderbares Netzwerk, das durch Gegenkopplung die gewünschten Frequenzgänge ergibt. Vorteil dieser Anordnung ist, daß der jeweilige Verstärkungsüberschuß mittels Gegenkopplung zur Klirrfaktorminderung ausgenutzt wird.

2. Einzelheiten der Schaltung

2.1. Vorstufe, Treiber, Endstufe

Bild 2 zeigt das vollständige Schaltbild des 2 x 6-W-Verstärkers. Die Betriebsspannung beträgt im Leerlauf etwa 31 V und geht bei Vollast auf etwa 26 V zurück. Infolge der kräftigen Gegenkopplung hat das

verstärkungen beider Exemplare im Meßpunkt $U_{CE} = 2 \text{ V}$, $I_C = 0,5 \text{ A}$ um höchstens 20 % unterscheiden. Das Boucherot-Glied 47 nF, 10 Ohm gewährleistet bei hoher Frequenz einen endlichen reellen Lastwiderstand für den Verstärker und unterdrückt eine sonst mögliche Schwingneigung.

Die Endstufe wird angesteuert von der komplementärsymmetrischen Phasenumkehrstufe, bestückt mit dem NPN-Planartransistor BSY 53 und dem PNP-Planartransistor BSX 40, die ebenfalls gepaart sein sollten. Der Meßpunkt dafür ist $U_{CE} = 5 \text{ V}$, $I_C = 50 \text{ mA}$. Eine nicht gepaarte Phasenumkehrstufe bewirkt einen Anstieg des Klirrfaktors, im ungünstigen Fall etwa auf das Doppelte.

In den oberen Zweigen des Verstärkers werden die Transistoren BD 106 A und BSX 40 in Emitterschaltung betrieben, während in den unteren Zweigen beide Transistoren (BD 106 A und BSY 53) in Kollektorschaltung arbeiten, also einen Darlington-Verstärker bilden.

Der Treibertransistor BSX 40 arbeitet in Emitterschaltung. In seiner Kollektoreitung liegen drei Dioden, und zwar eine Silizium-Doppeldiode ZE 1,5 und eine Germaniumdiode G 580, die den Ruhestrom der Endstufe gegen Schwankungen der Netzspannung stabilisieren und außerdem die (nicht ganz vollständige) Temperaturkompensation des Ruhestromes gegenüber Schwankungen der Umgebungstemperatur bewirken. Mit Hilfe des 250-Ohm-Poten-

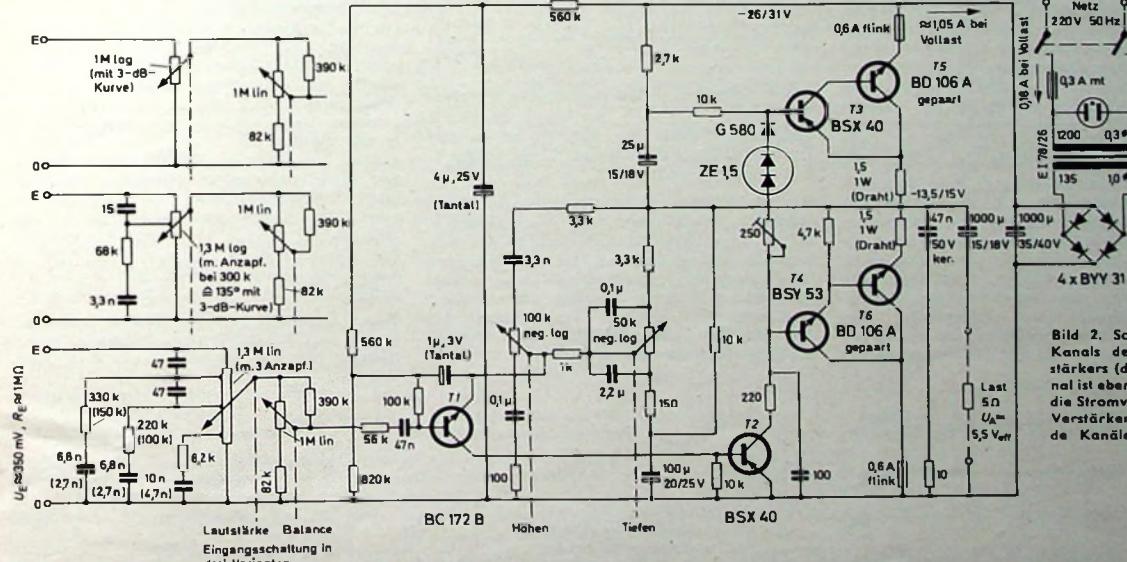


Bild 2. Schaltung eines Kanals des Stereo-Verstärkers (der zweite Kanal ist ebenso aufgebaut; die Stromversorgung des Verstärkers ist für beide Kanäle gemeinsam)

stärker wurde aber die Polarität der Betriebsspannung anders gewählt, wie der Vergleich beider Schaltungen nach Bild 1 zeigt. Zweck der Änderung ist es, in der

Ing. Rudolf Sydow ist Entwicklungsingenieur im Entertainment-Applikationslabor von Intermetal, Halbleiterwerk der Deutschen ITT Industrie GmbH, Freiburg i. Br.

keinen nachteiligen Einfluß auf die Eigenschaften des Verstärkers.

Zwei NPN-Planar-Leistungstransistoren BD 106 A, die gepaart sein müssen, liefern die Ausgangsleistung von 6 W an den 5-Ohm-Lastwiderstand, der über einen 1000- μF -Elko angekoppelt ist. Unter Paarung sei verstanden, daß sich die Strom-

metriometers soll der Ruhestrom der Endstufe im kalten Zustand (direkt nach dem Einschalten) auf etwa 10 ... 30 mA eingestellt werden, entsprechend einem Spannungsabfall von etwa 6,5 ... 20 mV am 1,5-Ohm-Emitterwiderstand der Endstufe.

Das RC-Glied 25 μF , 2,7 kOhm bewirkt einen Bootstrap-Effekt für die Speisespan-

nung der Treiberstufe und gewährleistet dadurch, daß der Endverstärker über den gesamten Speisespannungsbereich durchsteuert werden kann. Der 100-pF-Kondensator an der Basis des BSY 53 unterdrückt Schwingneigung bei hoher Frequenz, und der 220- Ω -Widerstand im Kollektor der Treiberstufe verhindert, daß bei Transistordefekten in der Endstufe die Treiberstufe in Mitleidenschaft gezogen wird.

Der 10-k Ω -Widerstand an der Basis des Treibertransistors sorgt dafür, daß der Vorstufentransistor BC 172 B mit einem definierten Kollektorstrom von 70 μ A betrieben wird, während beim Fehlen dieses Widerstandes der Kollektorstrom der Vorstufe nur etwa 5 ... 10 μ A wäre, abhängig von der Stromverstärkung des Treibertransistors BSX 40. Ein Kollektorstrom von 5 ... 10 μ A wäre aber ungünstig hinsichtlich der Stromverstärkung des BC 172 B; bei $I_C = 70 \mu$ A ist diese schon viel höher.

Der Basisspannungsteiler der Vorstufe, bestehend aus den Widerständen $2 \times 560 \text{ k}\Omega$ und $820 \text{ k}\Omega$, teilt die Versorgungsspannung etwa im Verhältnis 1 : 2; er bestimmt auf Grund der Gleichstromkopplung den Arbeitspunkt des gesamten Verstärkers. Der 4- μ F-Siebkondensator hält den Brumm der Versorgungsspannung vom Eingang fern. Mit Hilfe des 1- μ F-Tantalelkos am Emitter wird der Basisspannungsteiler „gebootstrapt“, so daß sein Innenwiderstand keinen Einfluß auf den etwa $2 \text{ M}\Omega$ betragenden Eingangswiderstand der Vorstufe hat. Dieser hohe Eingangswiderstand ist erwünscht, weil das Kristallsystem des an den Eingang anzuschließenden Tonabnehmers mit möglichst hohem Widerstand ($>0.5 \text{ M}\Omega$) abgeschlossen sein soll.

2.2 Klangsteller

Zwischen Verstärkerausgang und Emitter des Vorstufentransistors liegt der Gegenkopplungs-Spannungsteiler, gebildet durch das Klangstellernetzwerk. Dabei wird die Schaltung des Fächerentzerrers angewendet, die heute in fast allen hochwertigen NF-Verstärkern zu finden ist [2]. Abweichend von der gebräuchlichen Anordnung, bei der das Nutzsignal das Klangstellernetzwerk durchläuft und dabei den gewünschten Frequenzgang erhält, liegt hier das Klangstellernetzwerk im Gegenkopplungszweig. Dadurch sind die Frequenzgangkurven der gesamten Anordnung spiegelbildlich zu denen der herkömmlichen Anordnung. Was normalerweise Anhebung ist, wird hier, als Anhebung des Gegenkopplungssignals, zur Absenkung des Nutzsignals, und umgekehrt. Da jedoch die Frequenzgangkurven des Fächerentzerrers

bei richtiger Dimensionierung symmetrisch sind, ändert sich also durch die gewählte Art der Schaltung nichts gegenüber der sonst üblichen Schaltung.

Die Spannungsteilung des Tiefenstellers beträgt in Mitteinstellung 20, das heißt, das Gegenkopplungssignal am Schleifer des Tiefenstellers beträgt bei Vollaussteuerung 5,5 V : 20 = 275 mV. Addiert man dazu den Verlust im Balancesteller (etwa 3 dB), so erhält man die für Vollaussteuerung erforderliche Eingangsspannung (etwa 380 mV).

Beide Potentiometer des Klangstellernetzwerkes sollen negativ logarithmische Kennlinie haben, damit die Einstellung für linearen Frequenzgang etwa in der Mitteinstellung der Potentiometer liegt.

Die mit den Kondensatoren des Höhenstellers in Reihe geschalteten Widerstände haben den Zweck, die Anhebung oder Absenkung der Höhen nicht unbegrenzt mit 6 dB/Oktave verlaufen zu lassen. Vielmehr sollen die Kurven oberhalb des Hörbereiches wieder horizontal werden, um Störspannungen nicht unnötig anzuheben. Die Übergangsfrequenz beider RC-Glieder

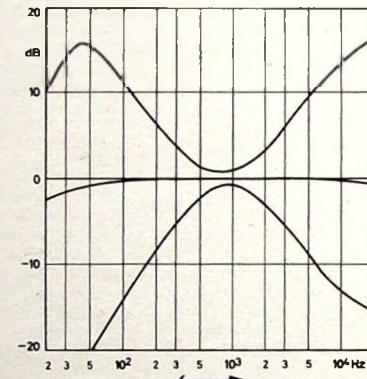


Bild 3. Einstellbare Frequenzgänge des Verstärkers

liegt bei 15 kHz. Ihr Einfluß ist in der im Bild 3 wiedergegebenen Frequenzgangkurve zu erkennen.

Der 10-k Ω -Widerstand neben dem Tiefensteller verringert den vom Emittstrom des Vorstufentransistors in der unteren Extremstellung des Tiefenstellers durchflossenen Widerstand von rund 50 k Ω auf etwa 8 k Ω und bewirkt dadurch, daß sich der Arbeitspunkt des Verstärkers beim Betätigen des Tiefenstellers nicht wesentlich ändert.

2.3 Balance- und Lautstärkesteller

Hinsichtlich des Balancestellers sei auf [3] verwiesen. Der Einstellbereich beträgt etwa +3 dB bis -10 dB, und die Summe der Ausgangsleistungen beider Kanäle bleibt beim Betätigen des Balancestellers konstant, wie das auch korrekterweise der Fall sein sollte. Die Dämpfung des Balancestellers ist in Mitteinstellung 3 dB. Er bietet dem nachgeschalteten Verstärker (Eingangswiderstand etwa 2 M Ω) einen Generatorwiderstand von etwa 200 k Ω und belastet das Lautstärkepotentiometer mit etwa 500 k Ω .

Für den Lautstärkesteller sind drei Versionen vorgeschlagen, wie Bild 2 zu entnehmen ist. Die einfachste Lösung ist ein logarithmisches Tandempotentiometer $2 \times 1 \text{ M}\Omega$ mit „3-dB-Kurve“. Der Ausdruck „3-dB-Kurve“ deutet an, daß die Abweichungen der Widerstandskurven der beiden auf gemeinsamer Achse sitzenden Potentiometer untereinander enger toleriert sind als bei einem Potentiometer, bei dem dieser Hinweis fehlt. Man könnte jetzt denken, diese Angabe bedeutet, daß sich die Ausgangsspannungen des Lautstärkestellers bei jeder Einstellung um <3 dB unterscheiden. Leider ist das aber nicht der Fall. Die Angabe „3-dB-Kurve“ sagt folgendes aus: Im Bereich von voller Lautstärke bis -20 dB ist die maximale Abweichung 2 dB, im Bereich -20 bis -30 dB ist die maximale Abweichung 3 dB, und im Bereich -30 dB ... -40 dB ist schließlich die maximale Abweichung 4 dB; darunter wird nichts mehr garantiert. Das bedeutet, wie Messungen an Potentiometern ergaben, daß zum Beispiel bei -50 dB oder -60 dB durchaus eine Pegeldifferenz von 10 dB zwischen den Kanälen möglich ist. Es kommt nun auf die Ausgangsleistung des Verstärkers und auf den Wirkungsgrad der Lautsprecherboxen an, ob das störend ist.

Im vorliegenden Fall ist die Ausgangsleistung mit $2 \times 6 \text{ W}$ relativ klein. Bei einer Eingangsspannung von etwa 500 mV dürfte die Einstellung -40 dB, die eine Ausgangsleistung von etwa 1 mW ergibt (entsprechend leiser Zimmerlautstärke bei einem Lautsprecher mittleren Wirkungsgrades) die kleinste Einstellung sein, bei der der Verstärker wirklich betrieben wird. Verwendet man als Lautsprecher zwei der heute viel verwendeten geschlossenen Boxen mit 20 l Rauminhalt, die einen ziemlich kleinen Wirkungsgrad haben, so verschiebt sich die Grenze der praktischen Anwendung auf etwa -30 dB.

Somit bestehen hier also keine Bedenken gegen den Einsatz eines Tandempotentiometers, das unterhalb -40 dB eine Kur-

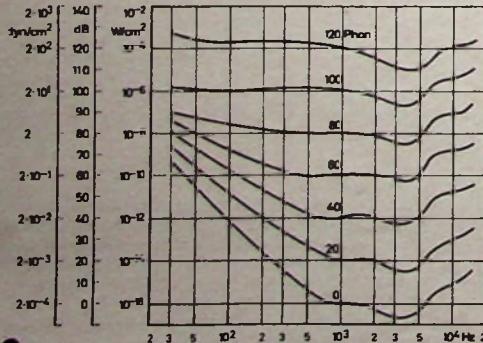
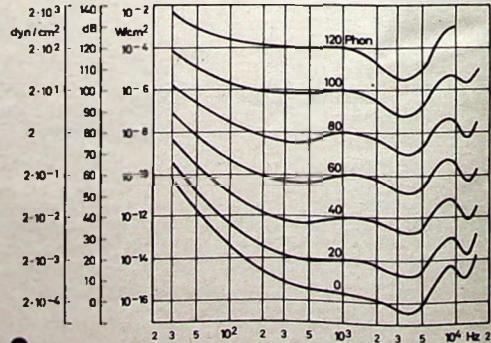
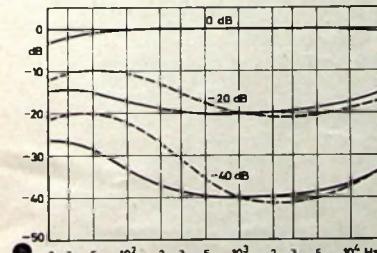
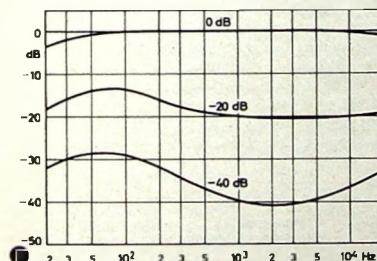
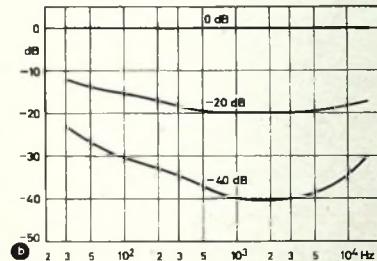
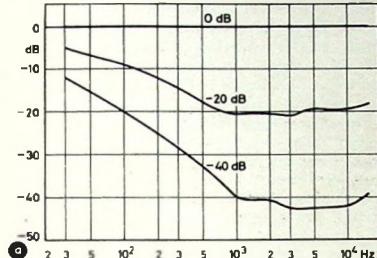


Bild 4. Kurven gleicher Lautstärke nach Fletcher und Munson (a) und Kurven gleicher Lautstärke nach ISO-Empfehlung



vendifferenz von bis zu 10 dB hat. Ein Potentiometer mit 3-dB-Kurve muß es aber auf jeden Fall sein, weil ein normales logarithmisches Tandempotentiometer schon bei -30 dB eine Kurvendifferenz von 10 dB und mehr haben kann.

Die etwas aufwendigere Lösung mit dem einmal angezapften, logarithmischen 1,3-MΩ-Potentiometer (mit 3-dB-Kurve) ist für gehörrichtige Lautstärkeeinstellung ausgelegt. Es wurden Kurven gleicher Lautstärke zugrunde gelegt. Dabei hat man die Wahl zwischen den Fletcher-Munson-Kurven nach Bild 4a [4, 5] und



dannen der ISO-Empfehlung R. 226 nach Bild 4b [6].

Ausgehend von diesen Kurven sei angenommen, daß der Verstärker bei voll aufgedrehtem Lautstärkesteller eine Lautstärke von 60 Phon entsprechend 60 dB bei 1 kHz abgibt. Dabei muß der Frequenzgang des Verstärkers gerade sein, und deshalb ist die Kurve für 0 dB in den Bildern 5a und 5b eine Gerade. Die Kur-

ven für reduzierte Lautstärke erhält man, indem man die Kurvenabstände aus den Bildern 4a und 4b von den 0-dB-Kurven der Bilder 5a und 5b abzieht. Bild 6a zeigt die mit dem einmal angezapften Potentiometer erreichten Kurven.

Die schon geschilderten Nachteile von logarithmischen Tandempotentiometern mit 3-dB-Kurve vermeidet die dritte für den Eingang vorgeschlagene Lösung. Sie ist am aufwendigsten und verwendet ein dreimal angezapftes, lineares Potentiometer. Die für einen brauchbaren Lautstärkesteller erforderliche logarithmische Kurve wird durch Beschalten der Anzapfungen erreicht. Gleichzeitig erreicht man eine noch bessere Annäherung an die Kurve für gehörrichtige Lautstärkeeinstellung, wie Bild 6b zeigt. Die ausgezogenen Kurven sind an die ISO-Empfehlung angehert, die gestrichelten an die Fletcher-Munson-Kurven. Ein Hörversuch unter Verwendung zweier hochwertiger, geschlossener 40-1-Lautsprecherboxen [7] ergab, daß die Fletcher-Munson-Kurven (Bilder 4a und 5a) eine zu starke Tiefenanhebung bewirken. Sie sollten höchstens dann der Potentiometer-Beschaltung zu-

höhere Umgebungstemperaturen möglich, wobei aber beachtet werden muß, daß bei tiefer Frequenz die Sperrschiitttemperatur nicht konstant ist, sondern im Takt des NF-Stromes schwankt.

Es ist auch möglich, beide Endtransistoren eines Kanals oder alle vier Endtransistoren isoliert auf einen gemeinsamen Kühlkörper zu schrauben. Dessen Wärmewiderstand $R_{th} K$ müßte dann etwa 6 ... 7 grd/W für zwei und etwa 3 grd/W für vier Transistoren sein.

Falls man es vorzieht, Kühlbleche zu verwenden, muß ein Al-Kühlblech für einen Transistor mindestens etwa $5 \times 5 \text{ cm}^2$ groß sein, für zwei Transistoren $5 \times 10 \text{ cm}^2$ und für vier Transistoren etwa 100 cm^2 [8].

Maßgebend für die thermische Stabilität sind die Kühlung des Transistors T 6, die beiden 1,5-Ohm-Emitterwiderstände und die Temperaturkompensation des Kollektorstroms der Endstufe mit Hilfe der Dioden ZE 1,5 und G 580. In der beschriebenen Dimensionierung ist der Verstärker bis $T_U = +70^\circ\text{C}$ temperaturstabil.

Es sind zur Stabilisierung und Temperaturkompensation des Ruhestromes der

Tab. I. Elektrische Werte des Stereo-Endverstärkers im Vergleich mit den Forderungen nach DIN 45 500 Blatt 3

	beschriebener Verstärker	in DIN 45 500 Blatt 3 gefordert [9]
Music-Power	$2 \times 10 \text{ W}$	
Ausgangsleistung für Dauerton	$2 \times 6 \text{ W}$	$2 \times 6 \text{ W}$
Übertragungsbereich ($\pm 1,5 \text{ dB}$, bezogen auf 1 kHz)	40 Hz: -1 dB 20 kHz: -0,5 dB	40 Hz ... 16 kHz
Klirrfaktor (s. Bild 8)	$\approx 0,2 \dots 0,7 \%$	< 1 %
bei $2 \times 6 \text{ W}$	$\approx 0,2 \%$	
bei $2 \times 100 \text{ mW}$		
Intermodulationsfaktor nach DIN 45 403 [10]	$\approx 0,7 \%$	< 3 %
Nenn-Lastwiderstand	5 Ohm	4 Ohm
Eingangsspannung	$\approx 350 \text{ mV}$	$< 0,5 \text{ V}$
Eingangswiderstand	$\approx 1 \text{ M}\Omega$	$> 470 \text{ k}\Omega$
Fremdspannungsabstand nach DIN 45 405 [11]	55 ... 60 dB	$> 50 \text{ dB}$
Dämpfungsfaktor	≈ 10	> 3
Übersprechdämpfung bei 1 kHz	$\approx 45 \text{ dB}$	$> 40 \text{ dB}$
bei 10 kHz	$\approx 37 \text{ dB}$	$> 30 \text{ dB}$
Stromaufnahme bei Vollaussteuerung gleichstromseitig netzseitig (220 V)	$\approx 1,05 \text{ A}$	
im Leerlauf	$\approx 180 \text{ mA}$	
gleichstromseitig netzseitig (220 V)	$\approx 40 \text{ mA}$	
	$\approx 75 \text{ mA}$	

Bild 5. Aus Bild 4a abgeleitete Soll-Kurven für gehörrichtige Lautstärkeeinstellung (a) und aus Bild 4b abgeleitete Soll-Kurven für gehörrichtige Lautstärkeeinstellung (b)

Bild 6. Mit einmal angezapftem Lautstärkesteller erreichte Kurven (a) und mit dreimal angezapftem Lautstärkesteller erreichte Kurven (b); für die gestrichelten Kurven gelten die im Bild 2 eingeschweiften Werte der Be- schaltungswiderstände und -kondensatoren

grunde gelegt werden, wenn kleine Lautsprecherboxen mit schlechter Tiefenwiedergabe benutzt werden sollen.

3. Kühlkörper für die Endstufe, thermische Stabilität

Die höchste mittlere Verlustleistung in der Endstufe beträgt etwa 2,7 W je Endtransistor. Hat jeder Transistor einen eigenen Kühlkörper, so soll dessen Wärmewiderstand $R_{th} K$ etwa 15 grd/W betragen. Damit wird die mittlere Sperrschiitttemperatur etwa $2,7 \text{ W} \cdot (15 + 13) \text{ grd/W} = 75 \text{ grd}$, wobei der innere Wärmewiderstand des BD 106 mit $R_{th} G = 13 \text{ grd/W}$ eingesetzt ist. Legt man nach DIN 45 500 eine höchste Umgebungstemperatur von 35°C zugrunde, dann wird die höchste mittlere Sperrschiitttemperatur $T_j = 35 + 75 = 110^\circ\text{C}$. Da der BD 106 eine zulässige Sperrschiitttemperatur von 175°C hat, sind auch

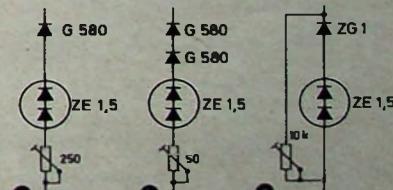


Bild 7. Drei Varianten der Ruhestromstabilisierung und -kompensation

Endstufe mehrere Alternativlösungen denkbar. Die Schaltung nach Bild 7a ist die ursprünglich verwendete Anordnung. Die Schaltung nach Bild 7b hat bessere Stabilisierung und Kompensation, erfordert aber eine Ge-Diode mehr; das Potentiometer kann dabei unter Umständen

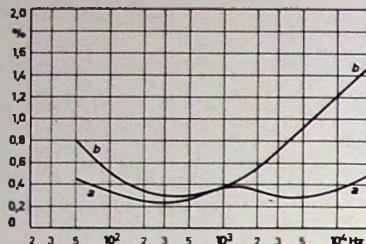


Bild 8. Klirrfaktor des Verstärkers; Frequenzgang linear (a), Höhen und Tiefen angehoben (b)

entfallen. Die Schaltung nach Bild 7c hat bessere Stabilisierung als die nach Bild 7a, aber keine wesentlich bessere Kompen-sation.

4. Diskussion der Eigenschaften des Verstärkers

Aus den in Tab. I angegebenen elek-trischen Werten des Verstärkers geht her-vor, daß die in DIN 45 500 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi)“ aufgestellten Anforderun-gen erfüllt und teilweise weit übertragen werden.

Der Klirrfaktor ist abhängig von der Güte der Paarung von Endstufe und Phasenumkehrstufe sowie vom Absolutwert der Stromverstärkung in beiden Stufen, bleibt jedoch bei linearer Einstellung des Fre-quenzgangs unter 1 %.

Die jedem Endtransistor vorgeschaltete flinke Feinsicherung 0,6 A bietet keinen hundertprozentigen Schutz gegen Beschädigung der Endtransistoren durch Überlastung, zum Beispiel bei Betrieb mit kurzgeschlossenen Lautsprecheranschlüssen. Ein absolut sicherer Schutz ist selbst mit superflinken Microfuses (Wickmann) nicht zu erreichen, weil die thermische Zeitkonstante infolge des kleinen Systems der Planartransistoren BD 106 sehr klein ist, und zwar kleiner als die Abschaltzeit superflinker Sicherungen.

Bei Einstellung auf linearen Frequenz-gang stehen Höhen- und Tiefenpotentiome-ter nicht ganz in der Mitte. Jedoch ist die Abweichung vom linearen Frequenz-gang bei Mittelstellung der Potentiometer so gering, daß man den Frequenzgang da-bei als linear ansehen kann.

Schriftum

- [1] Sydow, R.: Stereo-Endverstärker 2 X 10/15 W mit Planartransistoren. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 5, S. 149-151
- [2] Pfeifer, H.: Berechnung und Dimen-sionierung eines Fächerentzerrers. Funk und Ton Bd. 8 (1954) Nr. 13, S. 409-419
- [3] Balanceeinstellung in Stereo-Verstär-kern. Intermat-Applikationsbericht Nr. 1867-22
- [4] Fletcher, H.: Loudness, its definition, measurement and calculation. J. Acoust. Soc. Amer. Bd. 5 (1933)
- [5] Telefunk-Laborbuch, Bd. 1, 6. Ausg. S. 165, Ulm 1964
- [6] Meßgeräte-Katalog der Fa. Brüel + Kjaer, Nærum/Dänemark, Nov. 1963, Abschn. 13, S. 9 (ISO-Empfehlung R. 226)
- [7] Lorenz - Hi-Fi - Lautsprecherbaukasten 25 W. Druckschrift der Standard Elektrik Lorenz AG
- [8] Ermittlung von Kühlflächen für Halbleiterbauelemente. Intermat-Datenbuch 1965/66, S. 25-26
- [9] DIN 45 500 Blatt 6: Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Verstärker
- [10] DIN 45 403: Messung von nichtlinearen Verzerrungen in der Elektroakustik
- [11] DIN 45 405: Geräuschspannungsmesser für elektroakustische Breitbandübertragung

Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung

V. Sperrschiicht-Photozellen

In der V. und letzten Folge der vorliegen-den Beitragsreihe werden die als „Solarzellen“ für die Energieversorgung von Satelliten weithin bekanntgewordenen Sperrschiicht-Photozellen behandelt. Den Abschluß bildet eine „Science Fiction“ der zukünftigen Energieversorgung der Menschheit, die die Einordnung der bisher behandelten Generatoren in ein Gesamtschema versucht.

1. Physikalische Grundlagen der Halbleitung in Sperrschiicht-Photozellen.

Das Verständnis der Sperrschiicht-Photo-zellen setzt bestimmte Einsichten in den Leitungsmechanismus in Festkörpern vor-aus. Die schon historische Unterscheidung zwischen Metallen und Isolatoren ist hin-reichend bekannt; zwischen beide wurde in der Vergangenheit der Halbleiter eingeschoben, der sich dadurch von metalli-schen Leitern unterscheidet, daß die Leitungselektronen erst durch die Überwindung einer endlichen Aktivierungsenergie aus chemischen Bindungen befreit werden. Beim metallischen Leiter dagegen sind stets genügend Elektronen im Kristallgitter verfügbar, die dem Einfluß eines äußeren elektrischen Feldes folgen kön-nen. Die Aktivierung des Ladungstransportes im Halbleiter kann einmal auf ther-mischem Wege, also durch Temperaturer-höhung, geschehen. Ebenso ist aber eine Elektronenbefreiung durch Einstrahlung einer Lichtwelle hinreichend hoher Fre-quenz möglich (innerer Photoeffekt). Schließlich ist auch eine Elektronenfreisetzung durch sogenannte Stoßionisation mög-lich.

Am einfachsten lassen sich die Verhältnisse in Halbleitern am Beispiel des soge-nannten Eigenhalbleiter*) verfolgen; ge-meint ist damit ein Stoff, der ohne Fremd-stoffe elektrisch leitend werden kann. Wie oben erwähnt, können einzelne Elektronen unter der Wirkung einer hinreichend starken Anregung ihre Bindung verlassen und als „quasifreie“ Elektronen äußeren Kraftwirkungen folgen. Dabei entstehen gleichzeitig in den Ausgangsplätzen dieser Elektronen sogenannte „Löcher“, in denen ein Elektron gegenüber dem idealen Aufbau fehlt. Relativ zum neutralen Kristall haben diese Löcher damit eine positive Ladung vom Betrag e . Ein Auffüllen der Löcher durch benachbarte Elektronen und eine scheinbare Ortsveränderung dieser Löcher ist möglich. Der Ladungstransport innerhalb des neutralen Kristalls kann da-mit in den voneinander unabhängigen Be-wegungen der freien Elektronen (Lei-tungselektronen) und der Löcher (Defektelektronen) gesehen werden. Allgemein wird mit N die Konzentration der Lei-tungselektronen, mit P die der Defektelek-tronen bezeichnet.

Neben dem geschilderten Halbleitertyp gibt es die große Gruppe der Störstellenhalbleiter, bei denen eingelagerte Störstel-

len im Kristallgitter erheblich kleinere Aktivierungsenergien besitzen. So läßt sich zum Beispiel beim Ersatz eines Ge-Atoms durch ein fünfwertiges Element (As, Sb, P) das fünfte Elektron bereits bei einer Aktivierungsenergie von rund 0,01 eV (gegenüber 0,72 eV) abspalten. Der-artige Stoffe werden Elektronenspender oder Donatoren genannt. Im Gegensatz zum Eigenhalbleiter verbleiben die einfach positiven As-, Sb- oder P-Ionen fest an ihrem jeweiligen Gitterplatz. Ein Nach-rücken von benachbarten Elektronen ist nicht möglich, da der dazu erforderliche Energieaufwand 0,72 eV, der energetische Gewinn am Donator dagegen nur 0,01 eV beträgt. Da somit nur Elektronen am Ladungstransport beteiligt sind, bezeichnet man die Substanz als einen N-Typ-Halbleiter [1].

Eine zweite Gruppe der Störstellenhalbleiter sind die P-Typ-Halbleiter. Hier wird zum Beispiel im Germanium ein Atom durch ein dreiwertiges Element (In, Al, Ga) ersetzt. Die dreiwertigen Störstellen werden Akzeptoren genannt. Ebenso wie die Donatoren des N-Typ-Halbleiters verbleiben auch hier die Fremdelemente – in diesem Fall als negative Ionen – fest im Gitter, so daß der Ladungstransport hier nur mit den Defektelektronen erfolgt.

2. Aufbau und Wirkungsweise der Sperrschiicht-Photozellen

Wie eingangs erwähnt, können auch Photo-tonen hinreichender Energie beim Auf-treffen auf einen geeigneten Halbleiter eine Bindung aufbrechen und dadurch ein Elektron-Defektelektron-Paar freisetzen. Die Wirkungsweise der Sperrschiicht-Photo-zellen besteht nun darin, diese entgegengesetzten Ladungen in entgegenge-

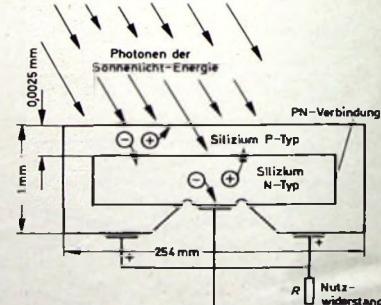


Bild 1. Prinzipskizze einer Silizium-Sperr-schiicht-Photozelle, die auf einem N-Si-Kern eine dünne P-Si-Schicht trägt; nach [1]

setzter Richtung abzusaugen. Das Ziel ist, sie an einer vorzeitigen Rekombination zu hindern, damit in einem äußeren Nutzstromkreis Arbeit geleistet werden kann (Bild 1).

Ein ursprünglich homogener Halbleiter-Einkristall (meist Ge, Si) wird hier durch Legierung mit Akzeptoren beziehungsweise Donatoren erzeugenden Zusatzele-

*) In diesem Abschnitt ist weitgehend der Darstellung von E. Justi [1] gefolgt. Zum tieferen Verständnis der Vorgänge wird dieses Werk besonders empfohlen.

menten in einen P-Typ- und einen N-Typ-Bereich aufgegliedert, ohne daß störende Fremdschichten auftreten. Als Folge des großen Konzentrationsgefälles in der Übergangszone zwischen P- und N-Bereich diffundieren die beweglichen Elektronen und Defektelektronen in das jeweils benachbarte Gebiet. Im P-Bereich verbleiben damit negativ ionisierte Akzeptoren, im N-Bereich positive Donatoren. Das durch diese Raumladungen entstehende elektrische Feld wirkt dem Konzentrationsausgleich durch Diffusion entgegen, so daß sich im Gleichgewichtsfall wie beim Metall-Halbleiter-Kontakt ein Potential einstellt.

Für den Hersteller einer Halbleiter-Sperrschicht-Zelle ergibt sich die Aufgabe, eine Sperrsicht von möglichst großer Ausdehnung senkrecht zum Lichteinfall und in so geringer Tiefe unter der Kristalloberfläche anzuordnen, daß das einfallende Licht möglichst innerhalb der Sperrsicht absorbiert wird [1].

3. Entwicklungsstand der Sperrsicht-Photozellen und ihre Stellung innerhalb der konkurrenden Energieerzeugungsverfahren

Wie in der IV. Folge der vorliegenden Beitragsreihe erwähnt, liegt die obere Leistungsgrenze von Solarzellen, die derzeit als Energieversorgungs-Anlagen für Flugkörper im Raum eingesetzt werden, bei rund 100 W, jedenfalls im Subkilowatt-Bereich. Solarzellen waren bisher die wichtigsten Energieversorgungsaggregate der Weltraumfahrzeuge. Die verschiedenen Flugkörper für die Erforschung der hohen Atmosphäre sowie des erdnahen und erdfernen Weltraums, aktive Nachrichtensatelliten, Relaisstationen sowie unbemannte Observatorien waren und sind überwiegend mit Sonnen-Photoelementen (Solarzellen) von einigen bis zu einigen 100 W Leistung ausgerüstet [2]. Künftige Raumfahrzeuge benötigen Energieversorgungs-Anlagen höherer Leistung und längerer Lebensdauer. Verschiedene Studien zeigen, daß die meisten zukünftigen Projekte eine Leistung zwischen 5 und 100 kW bei einer Lebensdauer von ein bis mehreren Jahren verlangen. In diesem Zusammenhang erweist sich die Empfindlichkeit der Solarzellen gegen die energiereiche Korpuskulär-Strahlung des Weltraums als Nachteil, auf die ein Teil der Satellitenausfälle zurückzuführen ist. Besonders anfällig sind die Siliziumzellen. Mit Verbindungshalbleitern, insbesondere Gallium-Arsenid, wird die Strahlungsanfälligkeit herabgesetzt [2].

Mit diesen hohen Anforderungen bezüglich Leistung und Lebensdauer drängen Energieträger und -wandler in den Vordergrund, die die Vorteile eines optimalen Leistungsgewichtes mit langer Lebensdauer und niedrigen Anlage- sowie Brennstoffkosten verbinden. Die Bedeutung der Solarzellen für die Erforschung des Weltalls wird dadurch geschmäler. Ihr Wirkungsgrad beträgt heute 10...15%, ihr Leistungsgewicht liegt in der Größenordnung 1000 kg/kW. Ihr Investitionsaufwand ist mit einigen 10^6 DM/kW für zivile Anwendungen noch prohibitiv hoch. Indessen scheint durch die Entwicklung polykristalliner Dünnschichtzellen eine Verringerung der Investitionskosten und insbesondere auch des Leistungsgewichtes um jeweils 3 Größenordnungen möglich [3], so daß mit Otto-Motoren erreichbare Leistungsgewichte ($\approx 1 \text{ kg/kW}$) realisierbar erscheinen. Dadurch würde auch die Ener-

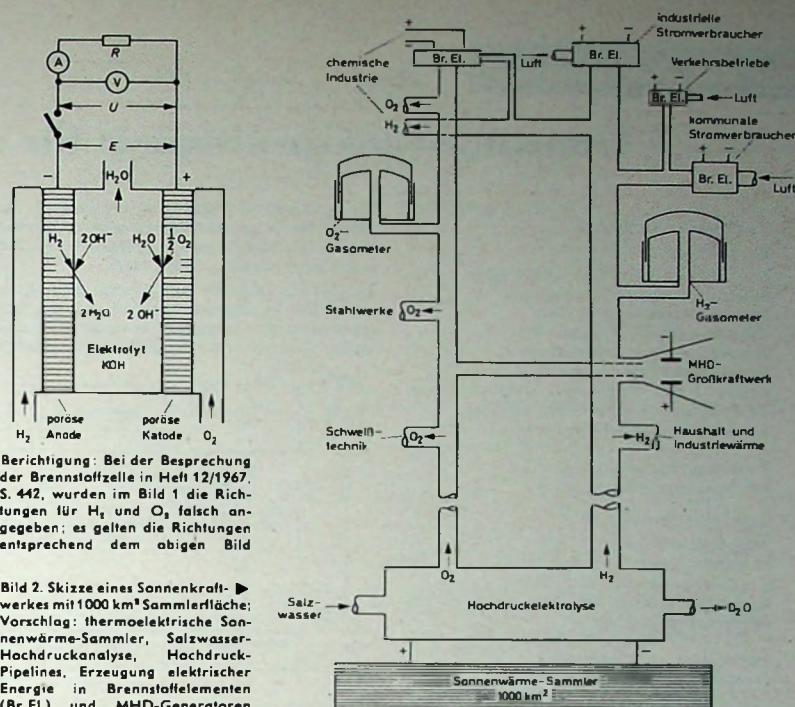


Bild 1: Skizze eines Brennstoffzellen-Modells. Oben: Ein Schaltungsprinzip zeigt einen Widerstand R, eine Spannungsmessung U, eine Elektrode E, Wasser H₂O und einen Zellenaufbau. Der Zellenaufbau besteht aus einem Elektrolyten KOH zwischen einer porösen Anode (H₂) und einer porösen Kathode (O₂). Reaktionen sind 2H⁺ + 2OH⁻ → 2H₂O und 1/2 O₂ + 2OH⁻ → OH⁻. Unten: Eine Berichtigung zur Richtung von H₂ und O₂ in Bild 1 ist angegeben. Bild 2: Skizze eines Sonnenkraftwerkes mit 1000 km² Sammlerfläche. Es zeigt einen Salzwasser-Hochdruckanlauf, Hochdruck-Pipelines, Erzeugung elektrischer Energie in Brennstoffelementen (Br.Ei.) und MHD-Generatoren, sowie verschiedene Stromverbraucher (chemische Industrie, Stahlwerke, MHD-Großkraftwerk, Haushalt und Industriewärme). Ein Sonnenwärme-Sammel器 mit 1000 km² ist ebenfalls dargestellt.

gieversorgung durch Nutzbarmachung der Sonnenenergie in netzfernen Gebieten heißer Länder attraktiv, die vorerst an den hohen Investitionskosten scheitert. Freilich werden die Vorteile der polykristallinen Dünnschichtzellen mit einer erheblichen Wirkungsgradeinbuße gegenüber der Einkristallform erkauft; derzeitig werden Wirkungsgrade um 7% realisiert, solche von 10% scheinen möglich.

Für kleine Leistungen überwiegen die Vorteile der Solarzellen ohne Zweifel; sie sind einfach, robust, haben keine bewegten Teile und benötigen keine Sammler für die Sonnenenergie. Sie haben, wie alle anderen Energiewandlersysteme, die als Primärenergie Sonnenenergie benutzen, den Nachteil der Lageabhängigkeit und benötigen bei erdnahen Satelliten für den Betrieb auf der Nachtseite einen Energiespeicher [2]. Bezüglich ihres Leistungsgewichtes sind sie vorerst keinesfalls wettbewerbsfähig; thermoelektrische und thermionische Systeme haben heute (abhängig von der Leistung) Gesamt-Anlagenmasse zwischen 10 und 100 kg/kWe und liegen damit wenigstens eine Größenordnung unter den entsprechenden Werten der Solarzelle [4].

4. Skizze eines großen Sonnenkraftwerkes für die Energieversorgung

Die Notwendigkeit einer Alternative zur Kernenergie ist unbestritten und hat viele Forscher und Institutionen zu Untersuchungen über die wirtschaftliche Nutzung der Sonnenenergie angeregt. Neben der Entwicklung von Solarzellen wurde zu diesem Zweck der thermoelektrische Sonnenwärmekollektor mit Seebeck-Elementen entwickelt und verfeinert. E. Justi [1] ist der Frage nachgegangen, wie der Energiebedarf eines Landes von der Größe der Bundesrepublik durch Ausnutzung der Sonnenenergie gedeckt werden kann. Diese "Science Fiction" ist im Bild 2 wiedergegeben.

[1] Reaktor + Wandler + Kreisläufe + Strahler

Für die Deckung eines jährlichen Energiebedarfs von 10^{11} kWh und bei einem Wirkungsgrad der thermoelektrischen Generatoren von 6% sind rd. 1000 km² Empfängerfläche erforderlich. Dabei wird eine mittlere Sonneneinstrahlung von 1 kW/m² über 10 h täglich zugrundegelegt (Sahara). Die Energie wird zur Salzwasser-Hochdruckelektrolyse benutzt, wobei Wasserstoff, Sauerstoff und als Nebenprodukt noch Schwerwasser (D₂O, Reaktormoderierung) anfallen. Dieser Weg wird eingeschlagen in der Einsicht, daß der Investitionsbedarf für Hochdruck-Pipelines je transportierter Energieeinheit nur etwa 30% der Investitionen für Hochspannungsleitungen beträgt. Die Erzeugung elektrischer Energie erfolgt in Brennstoffelementen und MHD-Generatoren; H₂ und O₂ können für Industrie, Heizzwecke und Haushalte auch direkt entnommen werden.

Die gezeigte Konzeption des Sonnenkraftwerkes eignet sich grundsätzlich ebenso für den Einsatz von Solarzellen und thermionischen Dioden. Wenn sicherlich auch nicht in allen Punkten realisierbar, ist sie ein mutiger und phantasievoller Beitrag zum Thema Energieversorgung der Menschheit.

Schrifttum

- [1] Justi, E.: Leitungsmechanismus und Energieumwandlung in Festkörpern, 2. Aufl. Göttingen 1965, Vandenhoeck & Ruprecht
- [2] Groß, G., Langpape, R. u. Stahl, K.: Energieversorgungsanlagen für zukünftige Raumfahrzeuge. BBC-Nachrichten Bd. 46 (1966) Nr. 3, S. 156-166
- [3] Klapp, E.: Entwicklungsstand und Problematik der Brennstoffzellen. Vierte Internationale Tagung über Energie-Direkt-Umwandlung (EDU) am 10. Februar 1967 im Hause der Technik, Essen. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 21 (1967) Nr. 4, S. 105-106
- [4] Budnick, D. u. Oldekop, W.: Kernreaktor - Energieversorgungsanlagen für Raumfahrtzwecke. 5. Lehrgang für Raumfahrttechnik, Stuttgart, 1966

Transistor-Funksprechgerät für das 2-m-Band

Technische Daten

Empfänger

Frequenzbereich: 143,5...146,5 MHz

Schaltungsprinzip: Doppelsuper

Eingangsimpedanz: 60 Ohm

Zusatzauszahl F_2 : etwa 2,5

Spiegelämpfung: etwa 25 dB

Frequenzstabilität: 6 kHz/ $^{\circ}$ C

Kreise: 3 HF-, 4 ZF- und 2 Oszillatorkreise

ZF-Bandbreite: etwa 6 kHz bei 3 dB

Zwischenfrequenzen: 1. ZF = 5,5 MHz

2. ZF = 455 kHz

Regelung: automatisch (AVC)

NF-Ausgangsleistung: 0,5 W

Sender, Modulator

Ausgangsfrequenz:

je nach Quarz 144...146 MHz

eingebauter Quarz: 48,5 MHz

Ausgangsimpedanz: 60 Ohm asymmetrisch

NF-Ausgangsleistung:

1,5 W PEP Output \pm 20%

Modulation: AM, max. 90%

Modulatorleistung: 0,5 W

Stromversorgung

Spannung: 2 x 9-V-Batterien

Stromaufnahme:

bei Empfang ohne Signal etwa 30 mA,
bei Senden ohne Modulation etwa 65 mA
(mit Modulation etwa 110 mA)

Abmessungen und Gewicht

275 mm x 110 mm x 48 mm;

1,7 kg mit Batterien

Für die Ortstelefonie auf dem 2-m-Band sind kleine tragbare Funksprechgeräte für den Amateurfunk sehr nützlich. Ihr Aufbau vereinfacht sich durch Verwendung handelsüblicher Bausteine wesentlich. Im hier beschriebenen Funksprechgerät werden Bausteine von SemcoSet verwendet. Das Gerät bewährte sich für den beweglichen Einsatz und ist besonders für Inhaber der neuen Amateurfunk-C-Lizenz interessant.

Die technischen Daten gehen aus der obenstehenden Übersicht hervor. Der Stufenaufbau des Gerätes ist im Bild 1 (Blockschaltbild) wiedergegeben.

Empfänger

Mini-Tuner

Der Tuner (Bild 2) ist mit Germanium-Plastik-Transistoren von Texas Instruments bestückt. Von der Antenne gelangt das Eingangssignal über den Schalterkontakt S 1a an die Antennenspule L 1 und weiter über die Ankoppelspule L 2 und Kondensator C 2 an die Basis des Transistors T 1 (TIX MO 5). Dieser Transistor arbeitet in Zwischenbasissschaltung, deren Eigenschaften zwischen denen der Emitter- und der Basisschaltung liegen. Die Schaltung hat den Vorteil, daß Rausch- und Leistungsanpassung ungefähr zusammenfallen.

Der Vorstufentransistor liegt über den Widerstand R 1 an der Regelstufe. Das verstärkte Eingangssignal gelangt über das zweikreisige Bandfilter L 3, L 4 - es hat vorwiegend kapazitive Kopplung über C 3 - an die Basis des 1. Mischtransistors T 2.

Es wird additive Mischung angewandt. Der Basis des Mischtransistors wird außerdem das 1. Oszillatorsignal zugeführt. Die ZF-Ausgangsfrequenz ist 5,5 MHz.

Da der Empfänger mit einem schmalbandigen ZF-Verstärker arbeitet und ein freischwingender Oszillator benutzt wird, muß dafür gesorgt werden, daß die Oszillatoren

ist der Oszillator gegen Temperaturschwankungen weitgehend stabilisiert. Die auftretende Frequenzverschiebung ist nur etwa 6 kHz/ $^{\circ}$ C. Spannungsmäßig ist der Oszillator durch die Zenerdiode D 1 (ZF 6,2) stabilisiert. Der Oszillator wird kapazitiv abgestimmt (C 20a, C 20b). Der Transistor T 3 (AF 106) arbeitet wegen der

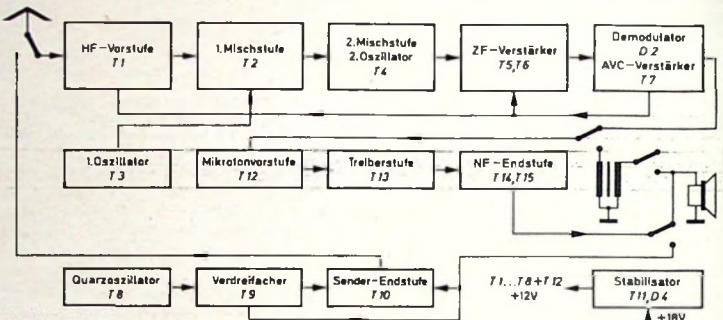


Bild 1 (oben). Blockschaltbild des 2-m-Funksprechgerätes

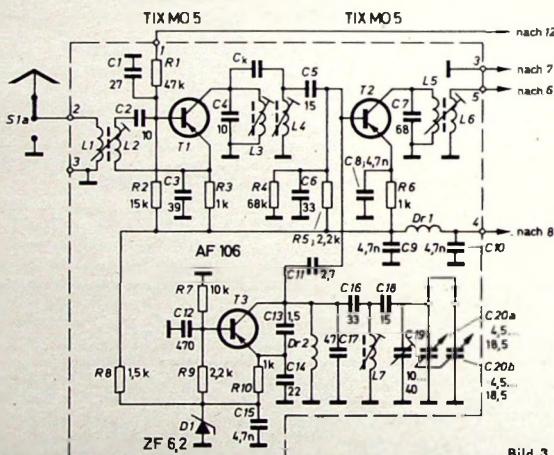
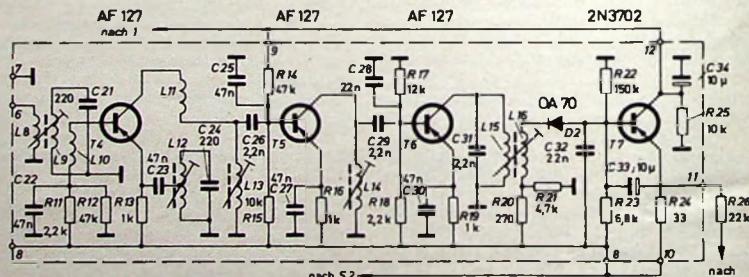


Bild 2. Schaltung des Mini-Tuners



frequenz durch irgendwelche antennenseitigen Einflüsse oder durch die Regelung der Vorstufe nicht unerwünscht stark verstellt wird. Das wurde durch Mischen mit der ersten Oberwelle der Oszillatofrequenz erreicht. Die Mischstabilität ist dadurch nur geringfügig geringer als bei der Mischung mit der Grundwelle, die Rückwirkung auf den abgestimmten Oszillator jedoch sehr klein. Durch Kondensatoren mit unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten

hohen Oszillatofrequenz in Basisschaltung. Die Auskopplung erfolgt über C 11. Soll der Abstimmbereich gedehnt werden, dann muß dem Abstimmdekkondensator C 20a das freie Paket des Drehkondensators C 20b parallel geschaltet werden.

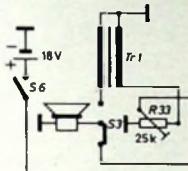
Z F - T e i l

Den Eingang des ZF-Verstärkers (Bild 3) bildet eine selbstschwingende, mit dem Transistor T 4 (AF 127) bestückte Misch-

stufe. Sie setzt die erste Zwischenfrequenz von 5,5 MHz auf 455 kHz um. Die Oszillatorkreis in der zweiten Mischstufe wird durch den Kreis C 24, L 12 bestimmt. Die zweite ZF verstärkt ein zweistufiger ZF-Verstärker mit Einzelkreisen. Um im ZF-Verstärker Verzerrungen zu vermeiden, wird nur die erste ZF-Stufe geregelt.

Die Demodulatordiode D 2 ist über L 16 an den letzten ZF-Kreis L 15, C 31 gekoppelt. Das NF-Signal gelangt über die RC-Kombination C 33, R 26 zum Lautstärkeregler P 1 (Bild 4). T 7 ist der Regeltransistor. Die Regelung erfolgt automatisch über zwei Stufen.

Bild 4. Schaltung des Sender- und NF-Teils sowie der Stromversorgung



Sender

Der Sender (Bild 4) ist dreistufig ausgeführt und mit Silizium-NPN-Transistoren bestückt. Der Transistor T 8 arbeitet als Leistungsoszillator. Um die Stufenzahl geringzuhalten, wurde ein 48,5-MHz-Obertonquarz verwendet. Der Quarz schwingt zwischen dem kapazitiven Spannungsteiler C 37, C 38 und der Basis von T 8. Um eine Frequenzmodulation des Oszillators zu vermeiden, die durch abfallende Modulationswechselspannung am Innenwiderstand der Stromquelle entstehen könnte, wurde die Versorgungsspannung des Oszillators stabilisiert. Die nächste Stufe verdreifacht die Oszillatorkreisfrequenz auf 144 MHz. Der Dreifachverstärker arbeitet wie die Endstufe in C-Betrieb. Um einen hohen Wirkungsgrad in der Dreifachverstärkerstufe zu erreichen, arbeitet sie mit einem verhältnismäßig großen Emitterwiderstand. Im Kollektorkreis des Transistors T 9 liegt ein Parallelresonanzkreis. Die Endstufe ist kapazitiv über C 43 angekoppelt und arbeitet wie Oszillator und Dreifachverstärker in Basischaltung. Den Ausgangskreis bildet ein Pi-Filter mit der Spule L 19 und den Trimmern C 47, C 49. Dadurch wird eine gute Anpassung an den 60-Ohm-Ausgang erreicht.

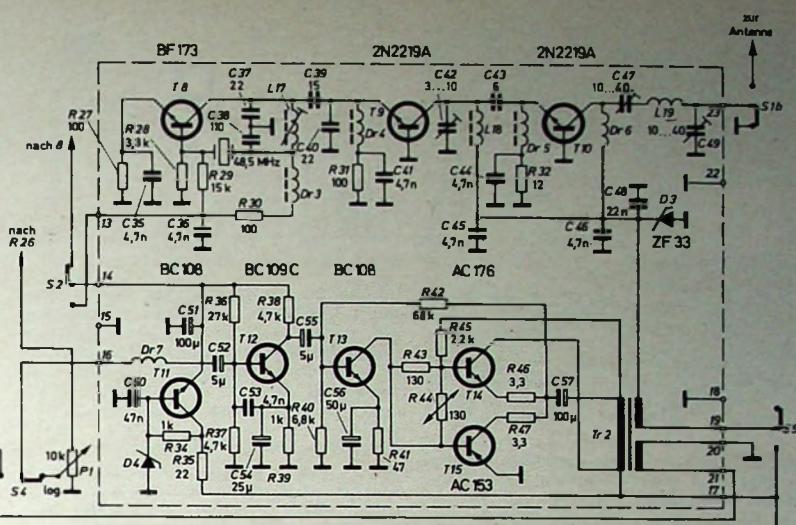
Modulation

Es wurde Kollektorspannungsmodulation der Sender-Endstufe und auch der Treiberstufe angewandt, um genügend Treiberleistung während der positiven Modulationshalbwelle zur Verfügung zu haben. Es steigt dann bei der Modulation der Kollektorstrom der Endstufe gleichmäßig mit der Kollektorspannung, und die Modulationskurve ist eine Gerade.

Damit bei Übermodulation keine Spannungsspitzen an die Treiber- und Endstufentransistoren gelangen - sie würden die Kollektordurchbruchsspannung überschreiten und somit die Transistoren sofort zerstören - ist die Begrenzerdiode D 3 eingebaut. Sie beschneidet die Modulations spitzen oberhalb der Zenerspannung. Bei dauernder Übermodulation kann die Diode D 3 durch Erwärmung beschädigt werden.

NF-Teil

Der NF-Verstärker (Bild 4) ist dreistufig und verwendet in den Vorstufen rauscharme Siliziumtransistoren. Er wird beim



Senden als Modulator, bei Empfang als NF-Verstärker für Lautsprecherwiedergabe benutzt und liefert etwa 0,5 W Ausgangsleistung. Im Eingang liegt der Umschalter S 4 für Lautsprecher und Empfänger. Bei Schaltung „Empfang“ wird die Empfindlichkeit des Modulationsverstärkers durch einen Vorwiderstand vor dem Lautstärkeregler heruntergesetzt.

Im Basiskreis des Transistors T 12 liegt die Drossel D 7, die als HF-Sperre wirkt. T 13 bringt die notwendige Treiberleistung für die eisenlose Endstufe auf. Zur Modulation des Senders wird jedoch ein Übertrager T 2 über C 57 an die Endstufe gekoppelt. Transformator T 1 bringt die niedrige Spannung und Impedanz des Lautsprechers auf den richtigen Wert für die Eingangsstufe des NF-Verstärkers. Mit dem Trimmregler R 33 läßt sich der günstigste Modulationsgrad einstellen.

Stromversorgung

Als Spannungsquelle eignen sich zwei hintereinander geschaltete 9-V-Compact-Batterien. Die Versorgungsspannung ist 18 V. Die Oszillatorkreisfrequenz des Senders und die Vorstufe des Modulators werden aus einer

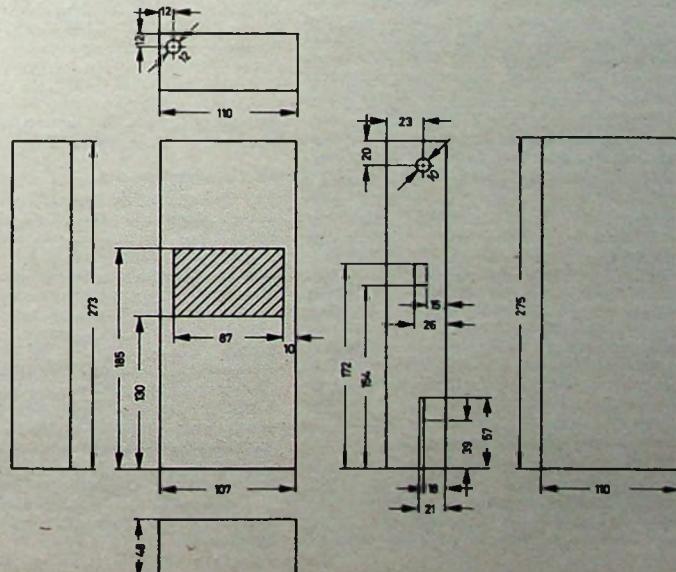
stabilisierten Spannung von 12 V gespeist. Die Spannung stabilisiert der Transistor T 11. Die Referenzspannung erzeugt die Zenerdiode D 4.

Gehäuseaufbau und konstruktive Einzelheiten

Die Seitenteile des Gehäuses (Bild 5) werden aus 1,5 mm, die Front- und Deckplatte aus 0,55 mm dickem verzinktem Eisenblech hergestellt. Die Seitenteile lötet man zu einem Rahmen zusammen. Die inneren Lötsstellen werden nicht abgefeilt, damit der Rahmen stabil wird.

Jetzt werden die Löcher für den Lautsprecherausschnitt gebohrt. Beim Ankörnen der Löcher muß man für eine feste Unterlage für die Frontplatte sorgen, damit sie sich nicht verzerrt. Nun setzt man die Frontplatte 4 mm tief in den Rahmen ein und lötet sie fest. Das Zinn auf der Außenseite der Frontplatte wird mit einem Dreikantschaber entfernt. Die Schrauben für die Befestigung der einzelnen Bausteine, des Drucktastenaggregates und des Lautsprechers werden festgelötet. Die Bohrungen für die Stabantenne und die Achse des Drehkondensators sowie die Ausschnitte

Bild 5.
Abwicklung
des Gehäuses



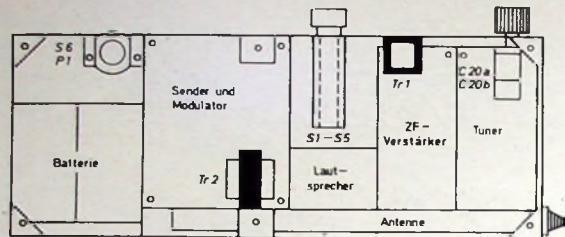
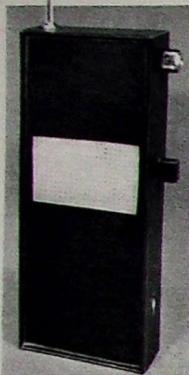


Bild 7 (oben). Anordnung der Baueinheiten in dem Gehäuse

Bild 6. Frontansicht des Funksprechgerätes

für den Sende-Empfangsschalter gehen ebenfalls aus Bild 5 hervor. Die Ausschnitte werden mit einem dünnen Bohrer ausgebohrt und die entstehenden Kanten danach abgefeilt. Die Winkel für die Befestigung der Deckplatte bestehen gleichfalls aus 1,5 mm dickem Eisenblech. Unter die Winkel lötet man Muttern.

Das Blech für die Batteriehalterung ist 0,75 mm dick. Nachdem es festgelötet ist, wird es ein wenig in Richtung der Batterien gebogen, damit es eine federnde Wirkung hat und die Batterien dadurch festgehalten werden. Das Lautstärkereglerpotentiometer ist auf einer 1 mm dicken Pertinaxplatte zu befestigen, die wiederum an zwei festgelöten Metallwinkeln montiert wird. Der Lautsprecher ist an der Seitenwand mit einem angelöteten Klemmbügel gehalten, auf der anderen Seite durch einen angeschraubten Blechwinkel.

Nun beginnt man mit dem Überziehen des Gehäuses mit Kunstleder, das in jedem Lederwarengeschäft erhältlich ist. Aus dem Kunstleder wird ein Ausschnitt für das Lautsprechergitter mit einer Rasierklinge herausgeschnitten. Man bestreicht das Gehäuse und das Kunstleder mit „Pattex“ und lässt den Klebstoff 15 bis 20 Minuten trocknen. Jetzt legt man den Ausschnitt im Kunstleder über das Lautsprechergitter und preßt es mit dem Gehäuse zusammen. Sind Luftblasen entstanden, streicht man das Kunstleder mit einem sauberen Lappen von innen nach außen glatt. Mit den Seitenteilen und der Rückwand verfährt man ebenso. Danach wird der Übertrager *Tr 1* mit „Uhu-Plus“ neben dem Drucktastenaggregat angeklebt. Bild 6 zeigt die Frontansicht des fertigen Gehäuses.

Die Anordnung der Baugruppen richtet sich im wesentlichen nach der Größe des Gehäuses. Im Mustergerät hatte der Tuner seinen Platz im Oberteil des Gehäuses, darunter folgten ZF-Verstärker, Drucktastenaggregat, Lautsprecher, Sender mit Modulator und zum Schluß die beiden 9-V-Batterien (Bildern 7 und 8). Sämtliche Bausteine wurden auf Abstandsröhrchen (7 mm) gesetzt. Da die Antenne mit dem Gehäuse keine Verbindung haben darf, wurde sie zwischen zwei Isolierscheiben befestigt. Außerdem ist die Stabantenne etwas zu lang; man lötet darum nach dem Verdrahten das letzte Glied der Antenne an der Halterung fest. Es wird zum Schluß mit einem Isolierschlauch überzogen.

Die Verdrahtung der einzelnen Bausteine ist verhältnismäßig unkritisch. Die NF-Leitungen müssen nicht abgeschirmt sein, wohl aber die Antennenleitungen. Hier darf aber keine Mikrofonleitung verwenden.

det werden, sondern dünnes Koaxialkabel mit ausreichender Güte. Beim Anschließen der Bausteine kann nach dem Verdrahtungsplan Bild 9 vorgegangen werden. Es sind die entsprechenden Punkte der Bausteine mit dem Drucktastenaggregat und dem Lautstärkeregler zu verbinden.

Inbetriebnahme und Abgleich

Bevor das Gerät zum erstenmal eingeschaltet wird, ist die Verdrahtung auf etwaige Fehler zu untersuchen. Dann müssen die abgeschirmten Antennenleitungen auf Masseschlüsse kontrolliert werden. Jetzt kann das Funksprechgerät eingeschaltet werden.

Tuner, ZF-Verstärker und Sender werden vom Hersteller sorgfältig abgeglichen geliefert. Es müssen lediglich das Pi-Filter an die Antenne angepaßt und – falls notwendig – der Sender auf positive Modulation abgestimmt werden. Dazu gleicht man die Trimmer C 42, C 47, C 49 erneut mit Modulation auf größten Output ab. Der Trimmer C 42 ist sorgfältig nur mit angelegter Modulation (zum Beispiel in das

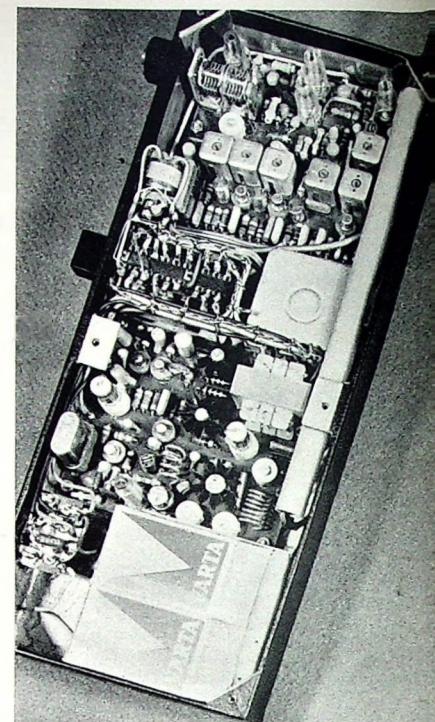
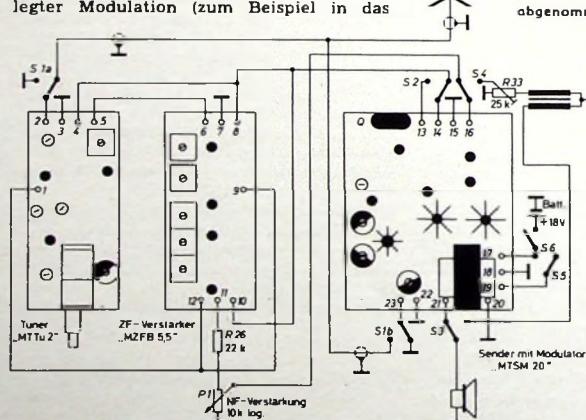


Bild 8. Blick in das Gerät bei abgenommener Deckplatte





Transistor-Mini-Einkreiser

Technische Daten

Prinzip: Audion mit regelbarer Rückkopplung, einstufiger NF-Verstärker
Frequenzbereich: 520...1600 kHz
Rückkopplung:
 durch Potentiometer regelbar
NF-Teil: einstufig
Lautstärke: stetig regelbar
Ausgang: Kopfhörer (hochohmig)
Beschriftung: AF 106, AC 122
Betriebsspannung: 9 V
Stromverbrauch: 3 mA

Schaltung

Über den Kondensator C1 gelangt die Hochfrequenz zum Schwingkreis L1, C2 (Bild 1). Durch die Anzapfung der Spule L1 bei einem Drittel der Windungszahl (vom kalten Ende) wird der Schwingkreis

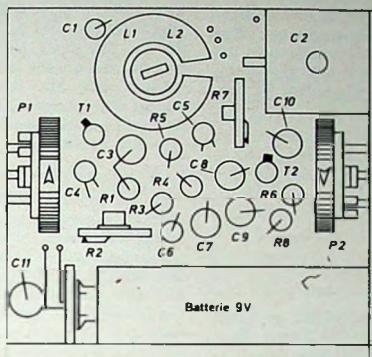
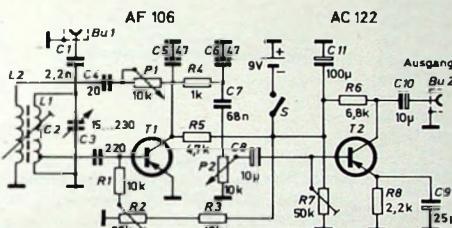


Bild 3. Aufbauskizze des Mini-Emplängers

Bild 1. Schaltung des Empfängers



an den niederohmigen Eingangswiderstand des Transistors angepaßt. Die Basisspannung von T1 läßt sich mit dem Potentiometer R2 einstellen. R1 und R3 sind Begrenzungswiderstände. Die Rückkopplungs- spannung wird über P1 und C4 zur Spule L2 geführt. L2 muß den umgekehrten Windungssinn haben wie L1, damit die Rückkopplungsspannung phasenrichtig zur Basis von T1 gelangt.

Über den Tiefpaß C5, R4, C6, der etwaige HF-Reste aussiebt, und den Kondensator

Tab. I Spulendaten

L 1: 150 Wdg. HF-Litze 20 × 0,05 mm,
Anzapfung bei 50 Wdg.
L 2: 50 Wdg. HF-Litze 20 × 0,05 mm
Spulenkörper „Sp 9 Gw“ mit Kern „Gw 9/20 spez. FC“ (Vogt)

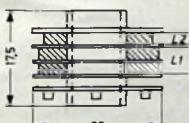


Bild 2. Skizze der Audionspule

C7 wird die Niederfrequenz zum Lautstärkeregler P2 geführt. Die Verstärkung der NF-Stufe T2 reicht aus, um einen Kopfhörer zu betreiben. Der Transistor T2 arbeitet in Emitterschaltung. Die Basisspannung wird mit R7 eingestellt. Die Spulendaten sind in Tab. I zusammengestellt; Bild 2 zeigt die Anordnung der Wicklungen auf dem Spulenkörper.

Einzelteilliste

Drehkondensator „201/1-250“, 250 pF	(Mütron)
Spulenkörper „Sp 9 Gw“	(Vogt)
Spulenkern „Gw 9/20 spez. FC“	(Vogt)
Potentiometer „TV 200“, 10 kOhm	(Fern)
Trimmregler „64 WTD-P“	(Dralowid)
Widerstände, 0,5 W	(Dralowid)
Kondensatoren, keramisch	(Telefunken/NSF)
Kondensatoren „Tropyfol F“, 400 V	(Wima)
Elektrolytkondensator, 12/15 V	(Wima)
Batterie „Nr. 438“, 9 V	(Pertrix)
Transistoren AF 106, AC 122	(Telefunken)

Bezug der angegebenen Einzelteile nur über den Fachhandel

Montageplatte

Das Gerät wird auf einer doppelagigen, 58 mm × 61 mm großen Resopalplatte aufgebaut und unterhalb der Platine in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet. Da Batterie, Spule, Drehkondensator sowie Lautstärke- und Rückkopplungsregler viel Platz benötigen, müssen die übrigen Bauteile sehr gedrängt angeordnet werden (Bilder 3 und 4). Will man dieses Gerät in ein Gehäuse einbauen, dann ist es

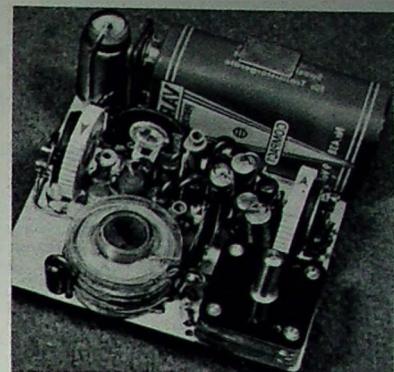


Bild 4. Blick auf den Transistor-Einkreiser

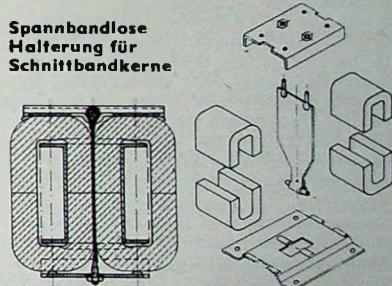
vorteilhaft, die Batterie flach und nicht hochkant zu montieren, um ein flaches, kleines Gehäuse verwenden zu können.

Inbetriebnahme

Bevor man das Gerät einschaltet, kontrolliert man die Schaltung auf etwaige Fehler in der Verdrahtung. Dann müssen die Schleifer der Regler R2 und R7 zum masseseitigen Ende gedreht werden, um die Transistoren beim Einschalten nicht zu überlasten. Nimmt das Gerät nach dem Anlegen der Betriebsspannung von 9 V etwa 0,5 mA auf, dann kann man R2 und R7 auf maximale Ausgangsleistung einregeln. Die.

Für Werkstatt und Labor

Spannbandlose Halterung für Schnittbandkerne



Eine Schwierigkeit bei der Anwendung von Schnittbandkernen lag bisher darin, daß es kaum brauchbare, preisgünstige Halterungen für diese Kerne gab. Zeissler hat jetzt jedoch eine Halterung für Schnittbandkerne entwickelt, die es erlaubt, den Kern ohne Spannband zu spannen und gleichzeitig zu befestigen. Die Halterung, die aus einer Grundplatte mit den Befestigungslöchern, einem senkrecht einzusetzenden Mittelstück und einer oberen Druckplatte besteht, läßt sich ohne Vorrichtung sehr schnell montieren. Durch die Verspannung von Grundplatte und oberer Druckplatte mit Hilfe des in der Mitte durch den Kern geführten Mittelstückes lassen sich bei der Montage genau definierte Spannkräfte auf den Trennflächen des Kerns erreichen. Die Einhaltung der Spannkräfte ist bei Schnittbandkernen besonders wichtig, da davon die Brummfreiheit und teilweise auch die Verluste des Transformators abhängen.

Zunächst ist die Halterung für die Kerngröße SM 74 lieferbar; die Werkzeuge für die übrigen Größen der SM-Reihe werden bis Januar 1968 fertiggestellt sein.

Hochfrequenzoszillatoren mit Quarzstabilisierung

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 13, S. 490

2.5. Die Quarz-Ersatzschaltung

Wird der Quarz in einer Oszillatorschaltung zu Schwingungen angeregt, so wirkt er wie ein elektrischer Schwingkreis. Man kann deshalb für einen Quarz ein Ersatzschaltbild aufstellen, wie es im Bild 9 neben dem allgemeinen Schaltsymbol für einen Quarz dargestellt ist. Die Induktivität L_1 , die Kapazität C_1 und

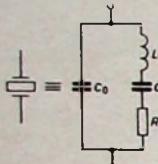


Bild 9. Schaltsymbol und Ersatzschaltbild eines Quarzes

der Widerstand R_1 sind Konstanten des Quarzkristalls im angelegten Zustand. Diese drei Ersatzgrößen bilden zusammen einen Serienresonanzkreis, dem die Kapazität C_0 parallel geschaltet ist. Die Kapazität C_0 setzt sich zusammen aus der Kapazität des Quarzhalters und des Quarzelementes. Die Induktivität L_1 ist von den Abmessungen des Quarzelementes abhängig sowie von dem Schnittwinkel, unter dem es aus dem Mutterkristall herausgeschnitten wurde. Sie erreicht ungewöhnlich hohe Werte. Dafür ist die Kapazität C_1 sehr klein. Ihr Wert liegt bei etwa 10^{-1} pF und ist unabhängig von den Abmessungen und dem Schnittwinkel des Quarzes. Daraus resultiert ein überaus günstiges L/C -Verhältnis. Der Wert des Widerstandes R_1 hängt unter anderem von den Eigenschaften der Quarzhalterung ab; er ist ebenfalls sehr niedrig. Damit erhält man einen Schwingkreis, dessen Güte zwischen 10^4 und 10^7 liegt und damit groß ist gegenüber der Güte, die man bei Schwingkreisen aus L - und C -Bauteilen erreicht. Die Güte bei einem Schwingquarz ist von der Temperatur und der Belastung des Quarzes abhängig.

Da parallel zu der Serienschaltung aus L_1 , C_1 und R_1 noch die Kapazität C_0 liegt, kann der Quarz auch als Parallelresonanzkreis betrieben werden. Bei Anregung der Parallelresonanz muß man sich die Kapazitäten C_1 und C_0 in Reihe geschaltet denken. Die Resonanzfrequenz bei Anregung der Parallelresonanz liegt deshalb etwas höher als bei Serienresonanz. Werden die Verluste vernachlässigt, so ist die Serienresonanzfrequenz f_s gegeben durch

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C_1}} \quad (1)$$

Die Parallelresonanzfrequenz f_p ist

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \frac{C_1 \cdot C_0}{C_1 + C_0}}} \quad (2)$$

2.5.1. Blindwiderstandsverlauf

Im Bild 10 ist der Verlauf des Blindwiderstandes der Schwingquarz-Ersatzschaltung nach Bild 9 in Abhängigkeit von der Frequenz aufgezeichnet. Bei tiefen Frequenzen ist der Blindwider-

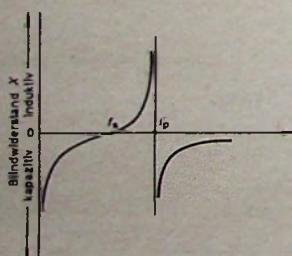


Bild 10. Blindwiderstandsverlauf eines Quarzes in Abhängigkeit von der Frequenz

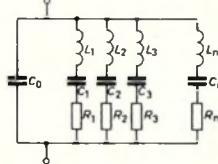
stand X kapazitiv, das heißt, der Quarz wirkt wie ein Kondensator. Wird die Serienresonanzfrequenz f_s erreicht, dann verschwindet der Blindwiderstand, und es ist nur noch der Verlustwiderstand R_1 aus Bild 9 wirksam. Bei weiterem Erhöhen der

Frequenz wird der Blindwiderstand induktiv, das heißt, der Quarz nimmt die Eigenschaften einer Spule an. An der Stelle der Parallelresonanzfrequenz f_p nimmt der Blindwiderstand sehr hohe Werte an (im Idealfall ist er unendlich groß). Oberhalb der Parallelresonanzfrequenz verhält sich der Quarzschwinger schließlich wieder wie ein Kondensator (Blindwiderstand kapazitiv). Bei einem Quarzschwingkreis hat man also im Gegensatz zu Schwingkreisen aus Spulen und Kondensatoren zwei Bereiche mit kapazitivem Verhalten.

2.5.2. Nebenresonanzen

Wie wir gesehen haben, können bei einem Quarz, der zu Schwingungen angeregt wird, außer seiner Grundfrequenz auch gleichzeitig eine Anzahl von Oberwellen entstehen. Es ergeben sich also eine Reihe von Stellen auf der Frequenzskala, auf denen der Quarz in Resonanz gerät. Diejenige dieser Resonanzstellen, auf der man den Quarz zum Schwingen anregen möchte, wird Hauptresonanz genannt. Alle anderen Resonanzstellen bezeichnet man als Nebenresonanzen. Wollte man im Ersatzschaltbild auch die Nebenresonanzen berücksichtigen, so müßte man das Ersatzschaltbild von Bild 9 entsprechend Bild 11 vervollständigen.

Bild 11. Ersatzschaltbild eines Quarzes mit Nebenresonanzen



Bei einer bestimmten Frequenz, die der Resonanzfrequenz eines dieser Ersatzschwingkreise entspricht, gerät nur dieser Kreis in Resonanz. Alle übrigen Ersatzresonanzkreise werden von dieser Frequenz nicht betroffen.

2.6. Temperaturverhalten

Beim Einsatz eines Schwingquarzes in einer Oszillatorschaltung, die eine hochkonstante Frequenz liefern soll, muß die für jeden Quarz vorgeschriebene Betriebstemperatur genau eingehalten werden. Die Temperaturabhängigkeit der Quarzfrequenz wird durch den Temperaturkoeffizienten TK_f der Frequenz angegeben. Der Temperaturkoeffizient TK_f gibt an, wie groß die relative Frequenzänderung $\Delta f/f$ (das heißt die absolute Frequenzänderung im Verhältnis zur Resonanzfrequenz) des Quarzes bei einer Temperaturerhöhung um 1°C ist. Er enthält einen Plus- oder einen Minusfaktor, je nachdem, ob die Frequenz mit steigender Temperatur zu- oder abnimmt. Wenn für einen Quarz ein Temperaturkoeffizient von beispielsweise $+2 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ angegeben wird, so bedeutet das, daß sich bei einer Temperaturerhöhung um 1°C die Schwingfrequenz des Quarzes um $+2 \cdot 10^{-6}$ seiner Resonanzfrequenz erhöht. Hat der Quarz bei der für ihn vorgeschriebenen Temperatur eine Resonanzfrequenz von 1 MHz und nimmt diese Temperatur um 1°C zu, so erhöht sich die Quarzfrequenz also um $+2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 \text{ Hz} = 2 \text{ Hz}$.

Ist die Temperaturstabilität eines Quarzes nicht ausreichend, so kann der Quarz in einem Thermostaten betrieben werden. Das ist ein geheiztes und wärmeisolierter Gehäuse, in dem die Temperatur durch einen Wärmeregler genau auf ihrem vorgeschriebenen Wert gehalten wird. Es ist auch möglich, die ganze Oszillatorschaltung in einen Thermostaten einzubauen.

Der Frequenz- und Temperaturgang eines Quarzes ist bei gegebener Dicke und Oberfläche in erster Linie von der Art des Quarzschnittes abhängig. Im Bild 12 ist daher der Verlauf der relativen Frequenzänderung $\Delta f/f$ in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur für die Quarzschnitte BT, CT und DT aufgetragen. Die relative Frequenzänderung folgt bei diesen Schnitten einer quadratischen Funktion. Im Bild 13 dagegen ist die relative Frequenzänderung als Funktion der Betriebstemperatur nur für den AT-Schnitt, jedoch bei verschiedenen Schnittwinkeln, aufgetragen. Die Frequenzänderung gehorcht hier einer Gleichung dritten Grades.

Als Beispiel sei an Hand von Bild 12 die Frequenzänderung ermittelt, die sich beispielweise bei einem Quarz mit BT-Schnitt ergibt, wenn sich seine Betriebstemperatur um $+30^\circ\text{C}$ erhöht.

Die für den Quarz vorgeschriebene Temperatur T_0 ist in den Scheitelpunkt der parabolischen Frequenz-Temperatur-Kurven gelegt worden. Nur bei dieser Temperatur schwingt der Quarz genau auf seiner ihm eigentümlichen Resonanzfrequenz. Die Lage des Scheitelpunktes der Frequenz-Temperatur-Kurven ist vom Schnittwinkel des Quarzelementes abhängig. Auf der Abszisse des Koordinatensystems ist die Differenz zwischen den Augenblickstemperatur T und der für den Quarz vorgeschriebenen Betriebstemperatur T_0 aufgetragen, beginnend mit dem Wert Null im Scheitelpunkt der Parabeln. Die relative Frequenzänderung $\Delta f/f$ wird an der Ordinate abgelesen. Bei einer Differenz von $+30^\circ\text{C}$ zwischen vorgeschriebener Temperatur und tatsächlicher Temperatur liest man dort den Wert ≈ -35 für den BT-Schnitt ab.

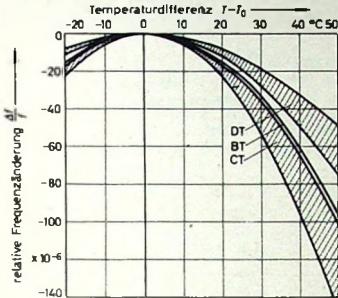
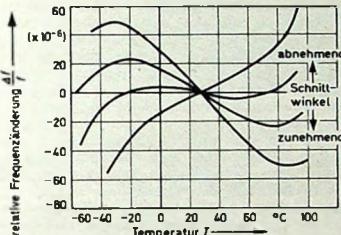


Bild 12. Frequenz-Temperatur-Kurven nach quadratischen Funktionen für verschiedene Quarzschnitte [4, 6]

Bild 13. Frequenz-Temperatur-Kurven des AT-Schnittes für verschiedene Schnittwinkel; die Kurven gehorchen hier einer Gleichung dritten Grades [4, 6]



Dieser Wert ist mit dem Faktor 10^{-6} zu multiplizieren. Beträgt die Resonanzfrequenz des Quarzes bei der vorgeschriebenen Betriebstemperatur zum Beispiel $f = 10 \text{ MHz}$, so ergibt sich nunmehr die Frequenzänderung $\Delta f \approx -35 \cdot 10^{-6} \cdot f \approx -35 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \text{ MHz} \approx -350 \text{ Hz}$. Das heißt, nach einer Temperaturerhöhung von 30°C schwinge der Quarz nun anstatt auf 10 MHz auf etwa $9,99965 \text{ MHz}$. Die Frequenzänderung bei Temperaturschwankungen in der Nähe der vorgeschriebenen Betriebstemperatur ist also nicht groß. Das geht auch daraus hervor, daß die Steigung der Frequenz-Temperatur-Kurven in der Nähe des Scheitelpunktes gering ist.

Während man es bei der zu Bild 12 gehörenden Gruppe von Quarzschnitten in der Hand hat, durch geringe Änderungen des Quarz-Schnittwinkels die Temperaturlage des Scheitelpunktes der Frequenz-Temperatur-Kurven, das heißt die für den Quarz vorgeschriebene Betriebstemperatur, in gewissen Grenzen zu verschieben, liegen die Frequenz-Temperatur-Kurven des AT-

Schnittes im Bild 13 mit dem Wendepunkt der Kurvenkrümmung bei einer bestimmten Temperatur unveränderlich fest. Jedoch ist es hier möglich, durch geringfügige Schnittwinkelvariationen bei der Herstellung des Quarzvibrators die Kurvensteilheit im Wendepunkt sowie die Höhe der Kurvenmaxima zu verändern. Da der Wendepunkt aller Kurven bei einer bestimmten Temperatur festliegt, bezieht man die Nennfrequenz des Quarzes auf diesen Punkt. Wie aus Bild 13 hervorgeht, ändert sich bei einem bestimmten Schnittwinkel des AT-Schnittes die Frequenz auch in großen Temperaturbereichen nur sehr wenig.

2.7. Verändern der Schwingfrequenz des Quarzes

Aus fertigungstechnischen Gründen ist es nicht immer leicht, die Schwingfrequenz eines Quarzes so festzulegen, daß sie genau mit der geforderten Sollfrequenz übereinstimmt. Aus Gl. (2) geht jedoch hervor, daß die Parallelresonanzfrequenz f_p nicht nur von der Kapazität C_1 und der Induktivität L_1 , sondern auch von der Parallelkapazität C_0 abhängt. Man hat dadurch eine Möglichkeit, die Schwingfrequenz des Quarzes nachträglich in der Schaltung ein wenig zu korrigieren, indem man zum Beispiel die Kapazität C_0 durch eine weitere Parallelkapazität C_p künstlich vergrößert. Eine derartige Frequenzänderung durch zusätzliche Bauelemente, die je nach Bedarf entweder in Reihe oder parallel zum Quarz geschaltet werden müssen, bezeichnet man als „Ziehen“ der Quarzfrequenz. Dieser Vorgang ist aber nur innerhalb kleiner Bereiche in der Nähe der Nennfrequenz des Quarzes erfolgreich.

Schaltet man entsprechend Bild 14a, wie schon erwähnt, eine Kapazität C_p parallel zum Quarz und vergrößert dadurch die vorhandenen Quarzhalterungs- und Schaltkapazitäten, dann erhält man eine kleinere Parallelresonanzfrequenz. Die Resonanzfrequenz, die sich bei Serienanregung des Quarzes ergibt, wird durch diese Maßnahme jedoch nicht verändert.

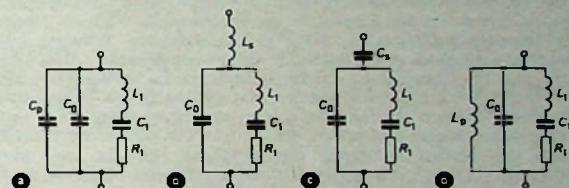


Bild 14. Nachträgliches Verändern der Schwingfrequenz des Quarzes („Ziehen“ der Frequenz) durch eine Parallelkapazität C_p (a), eine Serieninduktivität L_s (b), eine Serienkapazität C_s (c) und durch eine Parallelinduktivität L_p (d).

Schaltet man gemäß Bild 14b in Reihe zum Quarz eine Induktivität L_s , dann wird die wirksame Induktivität vergrößert ($L_{\text{ges}} = L_1 + L_s$), und man erhält eine niedrigere Serienresonanzfrequenz. Die Parallelresonanzfrequenz wird dadurch nicht beeinflußt. Allerdings entsteht eine zweite Serienresonanzstelle, die jedoch weit oberhalb der Parallelresonanzfrequenz liegt und sich bei richtiger Bemessung der übrigen Schaltelemente normalerweise nicht ungünstig auswirkt.

Ein Erhöhen der Schwingfrequenz des Quarzes kann man entweder durch eine Kapazität in Serie zum Schwingquarz erreichen oder durch eine Induktivität, die dem Quarz parallel geschaltet



Berlin ruft

Neue Technik - Neue Geräte - Kontakte für Sie!
Farbfernsehstart

Nie war der Besuch einer Funkausstellung so notwendig wie 1967!

BERLINER AUSSTELLUNGEN
1000 Berlin 19, Messedamm 22, Tel. 3 0391



sein muß. Im Bild 14c liegt mit dem Quarz eine Kapazität C_s in Serie. Man erhält dadurch eine höhere Serienresonanzfrequenz, weil sich die für die Serienresonanz wirksame Gesamtkapazität nach der Gleichung

$$C_{\text{geo}} = \frac{C_1 \cdot C_s}{C_1 + C_s}$$

verringert. Die Parallelresonanzfrequenz erfährt dadurch keine Veränderung.

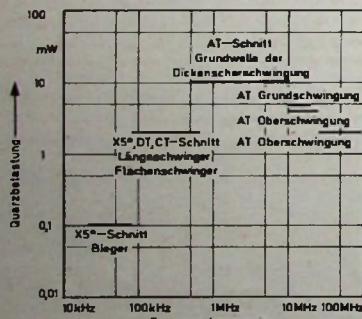
Im Bild 14d ist dem Quarz zum Erhöhen der Parallelresonanzfrequenz eine Induktivität L_p parallel geschaltet. Die Serienresonanzfrequenz wird durch diese Maßnahme nicht verändert, jedoch tritt eine zweite Parallelresonanzstelle auf, die unterhalb der Serienresonanz liegt.

Wird die Quarzfrequenz nach den beschriebenen Maßnahmen nach der einen oder anderen Richtung „gezogen“, dann ist dem Temperaturkoeffizienten des dafür verwendeten Bauelementes besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Durch das Einfügen eines zusätzlichen Schaltelementes parallel oder in Reihe zum Quarz kann sich nämlich auch der Temperaturkoeffizient des Quarzes ändern.

Außerdem muß noch die sogenannte „Lastkapazität“ C_L beachtet werden. Man versteht darunter die Kapazität, die der Schwingquarzfassung parallel liegt, wenn der Quarz aus der Fassung gezogen wird. Die Lastkapazität besteht im wesentlichen aus den Schaltkapazitäten parallel zur Schwingquarzfassung. Die für einen Quarz angegebene Nennfrequenz gilt nur für eine ganz bestimmte Lastkapazität, die gleichfalls vom Hersteller angegeben wird. Die Lastkapazität wird durch die „Ziehkapazitäten“ C_p oder C_s vergrößert oder verkleinert.

2.8. Belastbarkeit von Quarzen

Wenn der Schwingquarz in der Oszillatorschaltung eingesetzt ist, wird er von einem hochfrequenten Wechselstrom durchflossen. Diesem Strom ist die Amplitude der mechanischen Schwingungen des Quarzes proportional. Wird die mechanische Schwingungsamplitude zu groß, dann kann der Quarz zerspringen. Außerdem kann sich bei Überlastung die Resonanzfrequenz ändern, weil sich der Quarz erwärmt. Diese Erwärmung ist bei hohen Frequenzen wiederum größer als bei tiefen. Die Quarzbelastung wird entweder ausgedrückt durch den Strom, der den Quarz durchfließt, durch die Wechselspannung, die am Quarz abfällt, oder aber durch die Verlustleistung. Die Belastbarkeit eines Quarzes ist je nach Quarzschnitt verschieden. Außerdem hängt sie davon ab, ob der Quarz unter normalem Luftdruck oder in einem evakuierten Quarzhalter betrieben wird. Im evakuierten Quarzhalter ist die zulässige Belastung geringer.



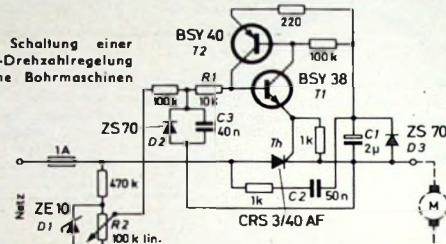
Im Bild 15 sind die Belastungsgrenzen von Schwingquarzen verschiedener Schnitte über dem technisch wichtigen Frequenzbereich und für normale Druckverhältnisse aufgetragen (in mW Verlustleistung). (Fortsetzung folgt)

Aus Zeitschriften und Büchern

Thyristor-Drehzahlregelung für kleine Bohrmaschinen

Setzt man zur elektrischen Regelung der Drehzahl eine einfache Thyristor-Steuerung ein, bei der von den positiven Halbwellen der Netzspannung nur ein mehr oder weniger großer Teil durchgeschaltet wird, dann muß der verwendete Thyristor mit einem maximalen Strom von etwa 3 A, der beim Stillstand des Motors auftritt, belastbar sein und eine Spannungsfestigkeit von etwa 400 V haben. In jedem sich drehenden Motor wird eine Spannung erzeugt, die der Netzspannung entgegengerichtet ist. Auf Grund der Remanenz des Eisenpakets des Motors wird aber auch eine Spannung erzeugt, wenn in je einer der Halbwellen der Betriebsspannung kein Arbeitsstrom fließt. Diese Spannung ist drehzahlabhängig und erreicht bei maximaler Drehzahl des Bohrmaschinenmotors etwa 7 V.

Bild 1. Schaltung einer Thyristor-Drehzahlregelung für kleine Bohrmaschinen



Die Schaltung des Regelergerätes ist im Bild 1 dargestellt. D1, C1 und C2 bilden eine Niederspannungsquelle, die die Betriebsspannung für die Transistoren und den Zündstrom für den Thyristor Th liefert. Während der negativen Halbwelle der Netzspannung, während der Th gesperrt ist, leitet D3, so daß sich C2 aufladen kann. Wenn die Netzspannung von ihrem negativen Scheitelpunkt wieder nach Null ansteigt, wird C1 von C2 auf etwa 8 V aufgeladen, und C1 behält diese Spannung auch während der positiven Halbwelle der Netzspannung bei, solange die Transistoren T1 und T2 gesperrt sind. T1 und T2, die eine Triggerschaltung bilden, werden während jeder negativen Halbwelle der Netzspannung gesperrt, da ihre Betriebsspannung dann Null wird. Sie bleiben gesperrt, bis im Basiskreis von T1 ein Steuerstrom fließt, der etwa 6 µA Kollektorstrom zu Folge hat. Dann beginnt T2 zu leiten, wodurch beide Transistoren schlagartig in den geöffneten Zustand geschaltet werden, so daß sich C1 über T2 und T1 entladen kann und ein Zündstrom von etwa 40 mA zur Steuerelektrode des Thyristors fließt. R1 verhindert eine Sperrung der Transistoren beim Zünden des Thyristors. Dem gleichen Zweck dient auch D2, die außerdem die Transistoren vor Beschädigungen durch den Rückstrom schützt, der beim Scheitelpunkt der Netzspannung 3 mA erreichen kann. Für D2 ist eine Diode mit niedrigem Sperrstrom (Siliziumdiode) erforderlich.

Da die Empfindlichkeit dieser Triggerschaltung höher als 1 µA ist, müssen die Transistoren Sperrströme haben, die klein gegenüber 1 µA sind und die auch bei 20 V Kollektorsperrspannung noch nicht wesentlich ansteigen. Im leitenden Zustand müssen durch die Transistoren 40 mA fließen können bei nicht mehr als 1 V Kollektorrestspannung. Allen Anforderungen genügen Epitaxial-Planar-Typen.

Die Referenzspannung wird von der 10-V-Zenerdiode D1 geliefert, die aber nur während der positiven Halbwelle der Netzspannung wirksam ist. Den an R2 abgegriffenen Anteil dieser Spannung vergleicht man an der Basis von T1 mit der vom Motor infolge der Remanenz erzeugten Spannung. Der Thyristor zündet, wenn die erzeugte Spannung zu niedrig ist.

Die Dimensionierung von C3 erfordert einen Kompromiß. Ist C3 zu klein, dann arbeitet die Regelung zwar bei höheren Drehzahlen gut, aber bei niedrigen ungenügend. Vergrößert man dagegen C3 zu stark, dann ist das Verhalten bei niedrigen Drehzahlen gut, jedoch bei hohen ist der Motor zu „weich“. Der gewählte Wert von 40 nF stellt eine gute Regelfähigkeit bis herab zu etwa 10% der Maximaldrehzahl sicher.

Die für das Drehzahlregelgerät benötigten Bauteile lassen sich in einem kleinen Kästchen mit den Abmessungen 5 cm x 5 cm x 5 cm unterbringen. Da der Thyristor nur rund 1 W Verlustleistung erzeugt, reicht ein Aluminiumkühlblech von etwa 5 cm x 5 cm Größe zur Abführung der Verlustleistung aus.

(Johnson, K. C.: Thyristor speed control for electric drill motors. Wireless Wld. Bd. 73 [1967] Nr. 7, S. 328-329)

Wenn Sie jemand brauchen,
der für Transistoren zu-
ständig ist, brauchen Sie ihn
nicht mehr zu suchen. Soeben
haben Sie ihn kennengelernt.



SERVIX

Kaufgesuche

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

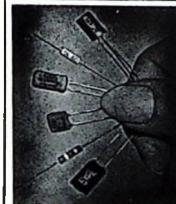
Röhren und Transistoren aller Art kleine und große Posten gegen Kasse. Röhren-Müller, Keilheim/Ts., Parkstr. 20

Bitte bieten Sie uns an:
Ihre Oberbestände an Transistoren –
Diolen – elektronische Bauteile.
Kauen gegen Kasse
kleine und große Posten.

Art Elektronik
1 Berlin 44, Postfach 225, Tel. 68 11 05

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch die bewährten Christiani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich einen Studienführer mit ausführlichen Lehrplänen. Schreiben Sie eine Postkarte: Schickt Studienführer. Karte heute noch absenden an Technisches Lehr-Institut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz, Postfach 1257



Elektronische Bauteile

für Amateure - Werkstätten - Handel.
Preisgünstig bieten wir an:

Si- und Ge-Transistoren, Widerstände, Einstellregler, Mylar-, Keramik-, Elektrolytkondensatoren, Trimmer, Spulenkörper, Schalenkerne, Vero-Leiterbahnenplatten usw.

Promoter HH-Versand ab Lager! Kostenlose Preisliste anfordern!

M. LITZ elektronische Bauteile
7742 St. Georgen · Postfach 55

Elkoflex

Isolierschlauchfabrik
gewebehaltige, gewebelose, Glas-
seidensilicon- und Silicon-Kautschuk-

Isolierschläuche

für die Elektro-,
Radio- und Motorenindustrie
Werk: 1 Berlin 21, Hutfeststr. 41-44
Zweigwerk: 8192 Gartenberg / Obb.
Rübezahlstr. 663

Hirschmann - Antennenverstärker

AV 624 K 21-60, v = 20 dB m. Netzt. u. Gehäuse n. 98,-
AV 614 K 21-60, v = 10 dB m. Netzt. u. Gehäuse n. 60,-
AVf 624 K 21-60, v = 20 dB ferngesp. m. wd. Geh. n. 90,-
AVs 614 K 21-60, v = 10 dB o. Netzt. o. Gehäuse n. 19,-
AVfs 624 K 21-60, v = 20 dB o. Netzt. o. Gehäuse n. 69,- entspricht der Type AVs 624

zu verkaufen. Alle Verstärker sind neu und mit Röhren E 88 C. 12 Monate Garantie. Bitte gewünschten Kanal angeben. Mengenrabatte: bei 10 Stück = 3%, ab 25 Stück = 6%, auch sortiert. Prospekte frei.

Koax-Kabel 60 Ω versilbert Voll-Polyäth. per 100 m n. 48,-
Versand per Nachnahme.

Ulrich Sattler, 7 Stuttgart-S, Hasenstraße 6, Tel. 70 98 81



Rundfunk-Transformatoren

für Empfänger, Verstärker
Meßgeräte und Kleinsender
Ing. Erich u. Fred Engel GmbH
Elektrotechnische Fabrik
62 Wiesbaden-Schierstein

Betriebsstundenzähler „Horacont“

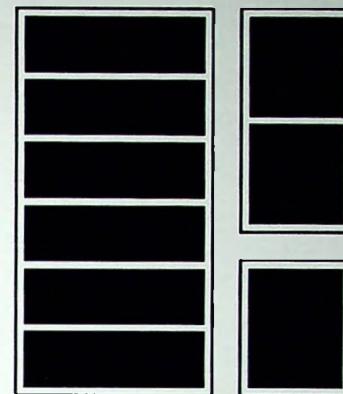
Elektro: 25 x 50 mm
Type 510 - DM 34,-



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

Kontrolluhrenfabrik Julius Bauer
7241 Empfingen, Horberg 34

nach
DIN 41490
und dem
19" System



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

LEISTNER

Lieferung über den bekannten Fachhandel

Hi-Fi-Leistungsstufe für höchste Ansprüche!

Nennleistung: 40 Watt • Klimafaktor bei 40 Watt von 5 Hz bis 50 kHz kleiner 0,3% • Leistungs frequenzgang: 4 Hz...80 kHz • Frequenzgang: 2 Hz...900 kHz ± 1 dB • Rauschspannungsabstand größer 100 dB • Eingangsempfindlichkeit: 1 V • Eingangs widerstand: 3 kΩ • Bestückung: 12 Si-Transistoren und 10 Si-Dioden. Preis für Fertigerät: DM 130,-; Preis für Bausatz ES 40 DM 98,-. Auf Wunsch erhalten Sie ausführliches Informationsmaterial.

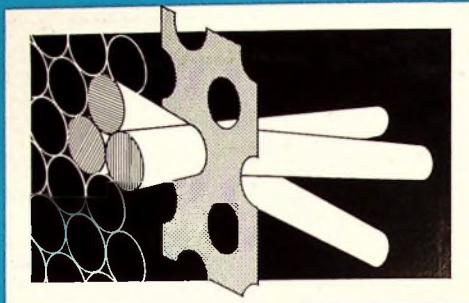
Gerätebau Erwin Kroha · 731 Plochingen · Friedrichstraße 3

Alle
Einzelteile
und Bausätze für
elektronische Orgeln
Bitte Liste T66
anfordern!
DR. BÖHM
495 Minden, Postfach 290140

Jetzt kaufen!
Preise stark herabgesetzt
für Schreibmaschinen aus
Vorführung und Relouren,
große Garantie u. Umtausch-
rechte. Kleinste Raten. Fordern
Sie Großkatalog K 907
NÖTHEL Deutsches größtes
Büromaschinenhaus
34 GÖTTINGEN, Postfach 601



DR.-ING. NORBERT MAYER (IRT)



Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM



Das farbige Fernsehen und die drei Übertragungsverfahren mit ihren Spezifikationen

330 Seiten DIN A 5 mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang · 110 Schriftumsangaben
Amerikanische/englische Fachwörter mit Übersetzung ins Deutsche Ganzleinen 32,— DM

Erscheint zur 25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin

AUS DEM INHALT: Grundlagen der Farbenlehre · Aufnahmegeräte · Wiedergabeeinrichtungen
Übertragungsverfahren · Farbfernsehempfänger · Meßeinrichtungen

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 BERLIN 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167

E.-Thälmann-Str. 56

10020

b.v.