

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



23 | 1969

1. DEZEMBERHEFT



## SELBOND®-Bildröhren ermöglichen moderne Formgebung

Bei Fernsehgeräten. Nicht nur die Innereien unserer Bildröhren haben wir grundlegend verbessert – sondern auch die äußere Form. Der Metallrahmen der SELBOND®-Röhre ist neu. Kein modischer Effekt, sondern die Voraussetzung für die Gestaltung neuer, noch modernerer Geräte. Das heißt aber auch: SELBOND®-Röhren bieten Ihnen viele positive Verkaufsargumente. Brillante Bildschärfe, hohe Lebensdauer, optimale Zuverlässigkeit, volle Ausnutzung der Bildfläche, geringes Gewicht, moderne und neue Form und nicht zuletzt – leichte und einfache Montage. Auch wichtig für Sie! Alle SELBOND®-Bildröhren sind hochmoderne Superrechteck-Röhren mit vergrößerter Bildfläche.

Sie sind in den beliebten Bildschirmformaten von 17" Typ A 44-13 W, 20" Typ A 51-10 W und 24" Typ A 61-120 W/2 in SELBOND®-Ausführung erhältlich. Für batterie- oder netzbetriebene Portables empfehlen wir unsere 11"-Röhre A 28-13 W oder die 12"-Typen A 31-15 W und A 31-19 W.

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren  
7300 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112  
Telefon: (07 11) 3 51 41 · Telex: 07-23594

ITT Bauelemente – Bausteine der Zukunft

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



gelesen · gehört · gesehen .....	895
FT meldet .....	896
Funkschutzzeichen wird Pflicht · Elektronik-Prüfzeichen für Bauelemente .....	897
<b>Magnetton</b>	
8-Spur-Stereo-Kassetten-Tonbandgeräte .....	898
Kassetten-Tonbandgerät mit eingebautem Elektret-Kondensatormikrofon .....	898
Bald Kassetten-Video recorder für Farbfernsehen .....	898
100000 Grundig-Lizenz-Tonbandgeräte in Warschau gebaut .....	898
<b>Elektroakustik</b>	
Technische Voraussetzungen für den Einsatz funktioneller Musik .....	899
<b>Halbleiter</b>	
Emitterwiderstandstabilisierte HF-Leistungstransistoren ..	903
<b>Persönliches</b> .....	902, 906
<b>Fernsehen</b>	
Das Telecon · eine neue Bildaufnahmeröhre .....	907
<b>Für den Tonbandamateur</b>	
18. Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme	910
<b>Stereophonie</b>	
2 x 40-W-Hi-Fi-Stereo-Anlage .....	911
<b>Meßtechnik</b>	
Schmitt-Trigger mit integrierter Schaltung .....	915
Erste kommerzielle Anwendungen von Halbleiteranzeigen	915
<b>Radiostrahlung aus dem Weltall</b> .....	916
<b>Ausbildung</b>	
Meisterlehrgänge für Radio- und Fernsehtechniker in der Schulungsstätte Schotten .....	920
Elektronik- und Fernsehlehrgänge in der Schulungsstätte Schotten .....	920
<b>Für den KW-Amateur</b>	
„IG 11“, Interessengemeinschaft zur Erschließung des 11-Meter-Bandes .....	920

Unser Titelbild: Die Messung der Funkentstörung von Hochspannungszündanlagen für Kraftfahrzeuge wurde vom Bundesverkehrsministerium der VDE-Prüfstelle in Offenbach übertragen. Die ausgestrahlten Störungen werden auf dem Gelände der VDE-Prüfstelle in dem Frequenzbereich 30...300 MHz in einer Entfernung von 10 m als Störfeldstärke gemessen. Dafür steht ein genügend großes freies Gelände mit einem darunter befindlichen unterirdischen Bunker (kleines Bild) für den Meßgeräteplatz zur Verfügung. Aufnahme: VDE

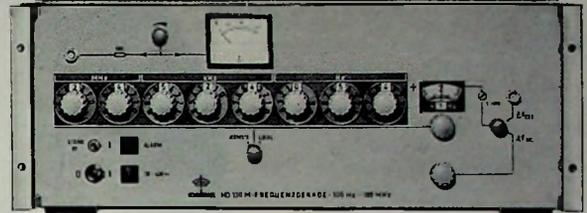
Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167. Telefon: (03 11) 4 12 10 31. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Telegramm-Anschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempen/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. — Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof



# Frequenz- Dekaden

- Fernbedienbare, volltransistorierte Frequenzdekade hoher spektraler Reinheit
- 300 Hz... 100 MHz in kleinsten quarzgenauen Schritten von 1 Hz
- Anschluß für AM/FM-Modulator



## ND 100 M



Eine Neuentwicklung der Schomandl KG

Dieser volltransistorierte, fernbedienbare und programmierbare Präzisions-Generator liefert im Bereich 300 Hz... 100 MHz Frequenzen in quarzgenauen Schritten von 1 Hz mit  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$  Fehlergrenze (Alterungsdrift/Monat). Eine zusätzlich einschaltbare Feinverstimmung erlaubt kontinuierliche Verschiebung und auch Wobbelung der Ausgangsfrequenz in dekadisch umschaltbaren Bereichen von  $\pm 5$  Hz bis  $\pm 5$  MHz. Maximale Ausgangs-EMK: 1 V<sub>eff</sub> (Innenwiderstand 50  $\Omega$ ). Bezogen auf den Pegel des Ausgangssignals ist der Abstand nichtharmonischer Nebenfrequenzen im gesamten Frequenzbereich — 80 dB und der Rauschpegel bei 1 Hz-Meßbandbreite — 120 dB. Die ND 100 M enthält einen Informationseingang für den Anschluß von AM-, FM- oder Phasenmodulatoren mit quarzgenauer Mittenfrequenz.

ND 30 M, ND 1 M und ND 99 k sind weitere bewährte Frequenzdekaden aus dem Produktionsprogramm der Schomandl KG. Die Geräte sind transistorisiert und zeichnen sich aus durch hohe Frequenzgenauigkeit, schnelle und irrtumsfreie Einstellung an dekadischen, additiv ablesbaren Schaltern; wahlweise zuschaltbare Interpolationsstufe zur kontinuierlichen Variation der Ausgangsfrequenz über umschaltbare Teilbereiche, geringes Gewicht und kleine Abmessungen. Alle Geräte können ohne Quarzgenerator oder mit einem temperaturstabilisierten Einbauquarzgenerator geliefert werden.

Type	ND 30 M	ND 1 M	ND 99 k
Frequenzbereich	300 Hz ... 31 MHz	300 Hz ... 1,1 MHz	0 ... 110 kHz
kleinste quarzgenaue Schritte	10 Hz	10 Hz	1 Hz
Genauigkeit des Interpolationsoszillators	$\pm 0,1$ Hz	$\pm 0,1$ Hz	$\pm 0,01$ Hz
Störfrequenzen Harmonische	> 40 dB	> 40 dB	> 40 dB
Nichtharmonische	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB
Ausgangsspannung	1 V EMK (Ri 50 $\Omega$ ) regelbar	2,7 V EMK (Ri 6 $\Omega$ u. 600 $\Omega$ )	2 x 1,5 V an 600 $\Omega$ (Gegentakt)
Abmessungen	444 x 184 x 300 mm	444 x 184 x 235 mm	444 x 184 x 235 mm
Gewicht	ca. 15 kg	ca. 12 kg	ca. 12 kg

## ROHDE & SCHWARZ

B München 80, Mühldorferstraße 15, Telefon (08 11) 40 19 81, Telex 5-23703

# Ein heißer Tip

(für kühle Rechner.)



Der neue Electronic-Rechner ICR 412 von Olympia. Er entschärft Rechenprobleme. Er macht komplizierte Rechenaufgaben zur Spielerei: Kaum haben Sie ihm eine Aufgabe gegeben, schon haben Sie das Ergebnis. Deshalb werden Sie mit dem ICR 412 anderen immer um die berühmte Nasenlänge voraus sein.

Sie glauben wir übertreiben? Sehen Sie sich den ICR 412 an! Er hat eine Ausstattung, die selbst bei Electronic-Rechnern alles andere als üblich ist. Eine 24-stellige Kapazität in sämtlichen Rechenbereichen. Eine Arithmetik-Rechentechnik. Einen rechnenden Speicher. Ein Memoria-werk als Gedächtnisspeicher. Eine Mehrzwecktastatur für Zifferneingabe und Dezimalstellen-Festlegung. Und einen Spannungsumschalter für alle Netzspannungen der Welt.

Dann wäre auch seine Form zu nennen. Hervorragend in Design und Farben. Prestigegewinn für jeden, der damit rechnet.

Und dann seine mehr als bescheidenen Abmessungen, die im krassen Gegensatz zu seiner Leistung stehen. Aber selbst darum macht ein Olympia ICR 412 keinen Wirbel. Er arbeitet lautlos. Ein stummer Diener. Aber ein treuer, den Sie stets bei der Hand haben.



Olympia International · Büromaschinen · Bürosysteme

*Olympia*



### Mesepolitische Veränderungen der Antennenhersteller

Eine Interessenabwägung der Mitglieder des Fachverbandes Empfangsantennen im ZVEI hat ergeben, daß für den größten Teil ein Rücktritt von den Hannover-Messen ab 1970 geboten scheint. Diese Entscheidung erfolgte im Einverständnis mit der Deutschen Messe- und Ausstellungs AG. Es werden jedoch nicht alle Hersteller der Hannover-Messe fernbleiben; einige Firmen, die entweder speziell Autoantennen fertigen oder deren Sortiment nur zum Teil Empfangsantennen zugrunde liegen, werden auch weiterhin vertreten sein.

Die Antennenindustrie ist mit dem Rundfunk- und Fernsehgebiet eng verbunden. Aus diesem Grunde werden sich die Firmen des Fachverbandes Empfangsantennen an den Funkausstellungen auch in Zukunft beteiligen.

### Deutsche Funkausstellung 1970 Düsseldorf

Die nächste Deutsche Funkausstellung wird vom 21. bis zum 30. August 1970 in Düsseldorf stattfinden, und zwar in zeitlicher und räumlicher Verbindung mit der hifi '70 (internationale Ausstellung mit Festival). Damit gehen die Hersteller von Rundfunk- und Fernsehgeräten gemeinsam mit den verwandten Industriezweigen zum 4. Male in die Hauptstadt des größten Bundeslandes, wo bereits 1950, 1953 und 1955 Funkausstellungen stattfanden.

Wie schon bei der Eröffnung der Stuttgarter Funkausstellung bekanntgegeben wurde, findet 1971 in Berlin erstmals eine internationale Funkausstellung statt. Über Zeitpunkt und Ort weiterer Funkausstellungen ist bisher weder beraten noch entschieden worden.

### Farbfernsehen in Belgien

Etwa in einem Jahr, in den Weihnachtstagen 1970, wird in Belgien das Farbfernsehen zunächst über die Sender Froidmont, Genck, Oostvleteren und Rivière gestartet. Sechs weitere Sender werden erst im Laufe des Jahres 1971 Farbfernsehsendungen übertragen.

### Spanien übernimmt PAL-System

Die spanische Regierung hat am 25. Oktober 1969 den Beschluß gefaßt, für das kommende Farbfernsehen in Spanien das PAL-System zu verwenden.

### Nachrichten- und Magazinsendungen sowie Ansagen in Farbe

Ab 29. März 1970 (Ostersonntag) werden ARD und ZDF ihre aktuellen Nachrichten- und Magazinsendungen in Farbe ausstrahlen, also auch Tagesschau und Heute. Von diesem Tag an werden auch die Programmansagen von ARD und ZDF in Farbe gesendet.

### Neue Geräte

#### AEG - Telefunken

Das neue 63-cm-Farbfernsehgerät „PALcolor 749 T“ ist eine interessante Ergänzung des bisherigen Angebots. Sein Design wird von der metallenen Frontseite, dem sich farblich abhebenden Bedienungsfeld und der durchgesteckten Bildröhre bestimmt. Der Hersteller bezeichnet diese Formgestaltung als „Prestige Look“. Der „PALcolor 749 T“ enthält das neue Farbchassis „709“.

#### Blaupunkt

Der Videorecorder „VG 1001“ wird in der 2. Jahreshälfte 1970 lieferbar sein. Der Preis wird voraussichtlich bei etwa 2950 DM liegen. **Blaupunkt-Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger** verschiedener Formate erhalten zum Anschluß dieses Videorecorders geeignete Videoein- und -ausgänge; der notwendige Adapter wird diese Empfänger um etwa 290 DM verteuern.

### Einheitliche Bandlängenanzeige bei Grundig-Tonbandgeräten

Die Bandlängenzählwerke unterschiedlicher Tonbandgeräte stimmen auf Grund ihrer Übersetzung in ihren Anzeigen leider nicht immer überein. Das erschwert sowohl den Bandaustausch als auch Kopierarbeiten jeglicher Art. **Grundig** hat daraus jetzt die nötigen Folgerungen gezogen und bei sämtlichen zur Zeit gefertigten Spulengeräten, gleich welchen Typs, eine einheitliche Zählwerkübersetzung von 1,5 : 1 eingeführt. Das bedeutet, daß 1,5 Umdrehungen der Aufwickelspule das Zählwerk um eine volle Ziffer weiterschalten.

### Party-Box für Compact-Cassetten

Für Compact-Cassetten in der **BASF-Kunststoff-Kassette** „8“ hat die Lederwarenfabrik **Gebrüder Kaiser**, Frochhausen

bei Offenbach am Main, in Zusammenarbeit mit der **BASF** einen formschönen Koffer entwickelt. Er faßt bis zu 12 Kassetten und wird unter der Bezeichnung „**BASF-Party-Box**“ angeboten.

### „Stereocenter 2000“

Das „Stereocenter 2000“ der Firma **Maja-Tische**, Kulmbach, bietet Platz für Stereo-Tuner, Stereo-Verstärker, Plattenspieler und Tonbandgerät sowie für maximal 110 Schallplatten. Die 30-cm-Langspielplatten können zu je drei Stück flach in verwindungsfreien Fächern untergebracht werden, während die Single-Platten stehend aufbewahrt werden, wobei jede Platte durch leichtes Antippen eines Schwenkhebels sofort griffbereit ist. Für die Ablagefächer sind je nach Kundenwunsch folgende Kombinationen möglich: je ein Fach für 30-cm- und Single-Platten, beide Fächer für 30-cm- beziehungsweise Single-Platten, ein Fach für Platten und eines leer oder beide Fächer leer. Das „Stereocenter 2000“ hat die Abmessungen 125 cm × 59 cm × 40 cm und wird in den Ausführungen Nußbaum, natur mattiert, Palisander und weiß mit verchromtem Stahlrohr-Untergestell geliefert.

### TTL-Familie wurde erweitert

Die **TTL-Grundschaltungen** der Serie T 100 der **SGS Deutschland GmbH** wurden um drei neue integrierte Schaltungen erweitert. Damit wird dem Entwicklungsingenieur für den Entwurf und den Bau von Digitalsystemen mittlerer und hoher Schnelligkeit eine komplette Reihe von insgesamt 18 **TTL-Logikschaltungen** angeboten, die alle **CCSL-kompatibel** sind. Bei den neuen Schaltungen handelt es sich um ein Zweifach-D-Flip-Flop (T 110), ein 4 × 2-NAND-Gatter mit offenem Kollektorausgang (T 112) und ein 4 × 2-NOR-Gatter (T 122).

### Transistoren für Dünn- und Dickfilmanwendungen

Eine Reihe neuer Miniaturtransistoren im Kunststoffgehäuse für Dünn- und Dickfilmanwendungen brachte jetzt **Texas Instruments** auf den Markt. Die Transistoren werden in Kunststoffrahmen mit Außenkontakten geliefert, die vor dem Einbau Schäden an den Anschlußdrähten verhindern und die Prüf- und Sortiervorgänge erleichtern. Die Reihe umfaßt die Typen A3T2221 und A3T2222 (für schnelles Schalten mit mittlerer Leistung und für allgemeine Verstärkeranwendungen), A3T2906 und A3T2907 (Komplementärtypen zu A3T2221 und A3T2222), A3T3011 (für schnelle Schaltanwendungen), A3T929 und A3T930 (für Kleinsignalverstärker), A3T2484 (für Verstärkeranwendungen mit hoher Verstärkung bei niedrigen Strömen) sowie A3T918 (für VHF- und UHF-Verstärker und -Oszillatoren).

### Standard-MOS-Programm

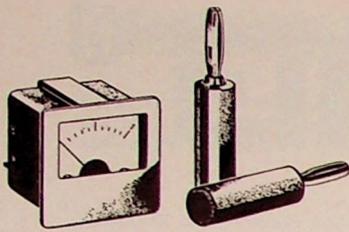
Sechs dynamische Schieberegister, ein Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) und zwei Festwertspeicher (ROM) stehen zur Zeit in der von der **Valvo GmbH** in das Lieferprogramm aufgenommenen **FD-Reihe** zur Verfügung. Diese Reihe, die durch zusätzliche Schaltungen noch erweitert werden soll, besteht aus höher integrierten **MOS-Schaltungen** mit P-Kanal-Transistoren vom Anreicherungsstyp. Grundbestandteil aller Schaltungen sind Zweiphasen-MOS-Zellen, die sich durch geringen Leistungsbedarf und hohe Arbeitsgeschwindigkeit auszeichnen.

### Berührungssichere Lampen-Schraubfassung

Eine berührungssichere Glühlampen-Schraubfassung hat Ing. (grad.) **Gerhard Graff** von der Berliner Licht- und Kraft (BEWAG)-Aktiengesellschaft entworfen. Bei dieser Fassung stehen weder der Fußkontakt noch der Gewindekorb mit spannungsführenden Teilen in Verbindung, solange die Lampe selbst noch nicht eingeschraubt ist.

### Wettersatelliten-Empfangsanlagen

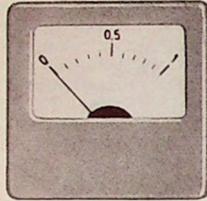
Das Programm der **VHF-Empfangsanlagen** von **Rohde & Schwarz** für Bildsendungen von Wettersatelliten umfaßt jetzt sechs verschiedene Anlagentypen („NU 4408“ bis „NU 4413“). Jede Anlage kann sowohl **APT-** (Automatic Picture Transmission), **DRIR-** (Direct Readout Infrared) als auch die **WEFAX-** (Weather Facsimile) Sendungen der **ATS-** (Application Technology Spacecraft) Synchronsatelliten empfangen und aufzeichnen. Alle Empfangs- und Steuergeräte sind transistorbestückt und in 19-Zoll-Technik ausgeführt.



**GOSSEN**  
8520 Erlangen

## Kleinst-Meßgeräte

auch für rückseitigen Einbau



natürliche Größe

- Formschön
- Einfache Montage
- mit Drehspulmeßwerk ab 25  $\mu$ A bzw. 40 mV
- hohe elektrische Empfindlichkeit
- hohe Rüttel- und Stoßsicherheit durch die in federnden Steinen gelagerten beweglichen Bauteile
- Gehäuse schwarz, grau oder glasklar

Wir senden Ihnen gerne unseren ausführlichen Prospekt.

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

### AEG-Telefunken übernimmt Kuba-Imperial

Die General Electric Company (USA) und die Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt, haben vereinbart, daß die General Electric sämtliche Geschäftsanteile der Kuba-Imperial GmbH, Wolfenbüttel, auf AEG-Telefunken überträgt. Außerdem wird auch die Compagnia Generale di Eletticità S. p. A. (CGE), Mailand, eine italienische Mehrheitsbeteiligung der General Electric, ihren Geschäftszweig Rundfunk und Fernsehen auf AEG-Telefunken übertragen.

### Robert Bosch Elektronik GmbH

Die Geschäftsbereiche Elektronik und Photokino der Robert Bosch Elektronik und Photokino GmbH werden vom 1. Januar 1970 an in zwei selbständigen Gesellschaften weitergeführt. Die bisherige Gesellschaft ändert ihren Firmennamen in Robert Bosch Elektronik GmbH; sie behält die Bereiche Nachrichtentechnik, Antennentechnik und medizinische Technik. Die Robert Bosch Photokino GmbH, die neu gegründet wird, fertigt und vertreibt künftig die Bauer-Erzeugnisse (Schmalfilmgeräte, Blitzgeräte, Dia-Projektoren, Kino-Projektoren).

### Nordmende-Zweigbetrieb in Bremerhaven wird ausgebaut

Nordmende hat in Bremerhaven mit einem weiteren Ausbau des Werkes IV begonnen. Nachdem die ersten beiden Ausbaustufen Anfang Juli 1969 abgeschlossen wurden, soll nun der dritte Bauabschnitt am 1. März 1970 beendet sein. Damit wird sich auf dem 20 000 m<sup>2</sup> großen Fabrikgelände die Produktionsfläche von zur Zeit 3200 m<sup>2</sup> auf 4800 m<sup>2</sup> vergrößern. Im Werk IV wird bereits seit Anfang Juni 1969 produziert.

### Umsatzsteigerung bei Nordmende

Der wertmäßige Umsatz von Nordmende, der bereits in der Zeit vom 1. Januar bis 30. September 1968 gegenüber dem Vorjahreszeitraum um 30 % angestiegen war, erhöhte sich in den ersten neun Monaten dieses Jahres erneut kräftig, nämlich um 23,3 %. Die Exportquote stellte sich in der Berichtsperiode auf 24,9 % (im Vorjahr 23,7 %). Bei Meß- und Prüfgeräten sowie bei der Industrie-Elektronik wurde eine Umsatzsteigerung von über 30 % erreicht. Unverändert optimistisch sind die Erwartungen besonders hinsichtlich der Nachfrage bei Farbfernsehempfängern.

### Zusammenarbeit von Philips mit Fairchild Camera and Instruments

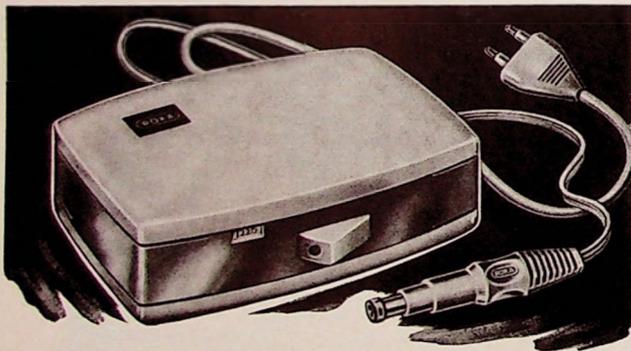
Die Fairchild Camera and Instruments Corp. und Philips haben auf dem Gebiet der Halbleitertechnologie einen Austauschvertrag geschlossen. Dieses Übereinkommen, das in erster Linie die Halbleiter- und die Mikrowellen-Optoelektronik-Gruppe von Fairchild und die entsprechenden Philips-Industriegruppen betrifft, schafft die technische Voraussetzung für die gegenseitige Übernahme der jeweiligen Fertigungsprogramme von Halbleiter-Bauelementen.

### 50 Jahre „Jahre“

Die Firma Richard Jahre, Spezialfabrik für Kondensatoren, wurde 1919 von dem damals 24jährigen Richard Jahre in Berlin gegründet. Für den Physikunterricht wollte er geeignete Apparate entwickeln und bauen. Schon ab 1921 lieferte er an Funkamateure und ab 1923 an die Rundfunkindustrie Bauteile. Ab 1926 begann mit der Übersiedlung in neue Räume eine Spezialisierung des Fertigungsprogramms auf vorzugsweise Glimmer- und Präzisionskondensatoren. 1945 mußte wieder neu begonnen werden, und 1965 wurde schließlich eine firmeneigene Fabrik mit 6000 m<sup>2</sup> Fertigungsfläche bezogen. 1966 verkaufte Richard Jahre die Firma wegen seines Alters an die Signalapparatefabrik Julius Kracker AG, die das Unternehmen unter Wahrung seiner Selbständigkeit im Rahmen der kooperativ arbeitenden Kracker-Gruppe weiterführt.

### Seminar „Digitaltechnik mit integrierten Schaltungen“

An der Technischen Akademie Eßlingen e. V. wird vom 8.-10. 12. 1969 ein Seminar „Digitaltechnik mit integrierten Schaltungen“ durchgeführt. Die Teilnahmegebühr beträgt 158 DM. Anmeldungen sind an das Sekretariat der Technischen Akademie Eßlingen e. V., 73 Eßlingen am Neckar, Rotenackerstraße 71, Telefon (0711) 3 79 36/3 79 37, zu richten.



## ROKA TRANSISTOR-NETZTEIL

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



8 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteil an fast jedes Kofferradio u. Cassettentonbandgerät

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 6 98 60 36 · TELEX 018 3057



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Funkschutzzeichen wird Pflicht · Elektronik-Prüfzeichen für Bauelemente

Zwei Themen einer am 21.10.1969 in der Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. in Offenbach veranstalteten Pressekonferenz beschäftigten sich mit dem Funkschutzzeichen und dem Elektronik-Prüfzeichen für Bauelemente.



Die Übermittlung von Informationen über Funkverbindungen auf weite Entfernungen hat den Nachteil, daß sie wegen der sehr kleinen, am Empfangsort ankommenden Energien stör anfällig ist. In dem Bemühen, Störungen auf ein erträgliches Maß zu beschränken, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) schon 1934 technische Bestimmungen für die Funk-Entstörung von Geräten herausgegeben.

Messungen zur Beurteilung der bei der Konstruktion eines Gerätes getroffenen Entstörungsmaßnahmen nimmt die VDE-Prüfstelle seit 1951 an Geräten mit elektromotorischem Antrieb als Voraussetzung für die Erteilung einer VDE-Zelchengenehmigung vor. Daneben besteht seit 1949 eine gesetzliche Regelung zur Vermeidung von Funkstörungen. Nach dem „Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten“ dürfen Geräte oder Einrichtungen, die elektromagnetische Schwingungen von 10 kHz bis 30 MHz erzeugen, nur mit einer Genehmigung der Deutschen Bundespost in Betrieb genommen werden.

Um nun von wiederholten Prüfungen und Messungen am Betriebsort unabhängig zu werden, kann die technische Prüfung serienmäßig gefertigter Geräte vom Hersteller oder Importeur beim Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beantragt werden, das als Nachweis für die Einhaltung der technischen Bestimmungen eine FTZ-Serienprüfnummer erteilt, die auf jedem Gerät anzubringen ist. Vom 1. Januar 1958 an ist die Ausführung dieser Prüfungen der VDE-Prüfstelle übertragen worden. Das von ihr erstellte Gutachten wird von dem Antragsteller dem FTZ eingereicht, das daraufhin die Prüfungsurkunde mit der FTZ-Serienprüfnummer ausstellt. Nach einem ähnlichen Verfahren führt die VDE-Prüfstelle auch die Messungen zur Erteilung einer FTZ-Prüfnummer für Fernseh-Rundfunkempfänger und Fernseh-Frequenzumsetzer durch, falls der Hersteller nicht selbst über geeignete Meßmöglichkeiten verfügt. Nach diesem Verfahren kann besonders für importierte Fernsehgeräte die FTZ-Prüfnummer erteilt werden.

Ein weiteres Aufgabengebiet der VDE-Prüfstelle ist die Messung der Funkentstörung der Hochspannungs-Zündanlagen von Ottomotoren in Kraftfahrzeugen.

Serienmäßig gefertigte Geräte, die von der VDE-Prüfstelle typgeprüft sind und ihrer Fertigungskontrolle unterliegen, können mit dem „Funkschutzzeichen“, einem geschützten VDE-Verbandszeichen, gekennzeichnet werden. Bei Geräten, die unbeabsichtigt hochfrequente Schwingungen erzeugen, wird der erreichte Funkstörgrad (zum Beispiel „N“) in dem freien Kreisausschnitt des Zeichens angegeben.

Bei den Messungen, die die VDE-Prüfstelle zur Feststellung der Funkstörungen vornimmt, werden einerseits die Störungen festgestellt, die im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz über die Anschlußleitung des Gerätes in das Stromversorgungsnetz gegeben werden, und andererseits die Störungen, die in dem Frequenzbereich über 100 kHz in den Raum ausgestrahlt werden.

Mit der Zunahme der elektrischen Geräte im Haushalt und Gewerbe stieg der hochfrequente Störpegel durch die in diesen Geräten unbeabsichtigt entstehende Hochfrequenz in einem Maße an, daß gesetzliche Maßnahmen zur Unterdrückung der Funkstörungen erforderlich wurden. Aus diesem Grunde wurde im Dezember 1966

verfügt, daß Geräte, die unbeabsichtigt Hochfrequenz erzeugen, in das Hochfrequenzgesetz einbezogen wurden. Gleichzeitig wurde verfügt, daß serienmäßig hergestellte Geräte dieser Art nach dem 31. Dezember 1970 nur dann in Betrieb genommen werden dürfen, wenn sie den Bestimmungen VDE 0875/8.66 entsprechen und das VDE-Funkschutzzeichen tragen.



In Geräten und Anlagen, die erhöhte Anforderungen an die Funktionssicherheit stellen, zum Beispiel Datenverarbeitungsanlagen und Funkgeräte, können nur Bauelemente höchster Zuverlässigkeit eingesetzt werden. Seit 1966 gehört es mit zu den Aufgaben der Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V., solche Bauelemente, das heißt Elektronenröhren, Kondensatoren, Widerstände, Transistoren, Dioden und dergleichen, nach Normen zu prüfen, die diesem besonderen Einsatz Rechnung tragen.

Die technischen Anforderungen für elektronische Bauelemente sind festgelegt in den DIN-Normen, in den Empfehlungen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und anderer internationaler Organisationen. Die einzuhaltenden Prüfungen bestehen im allgemeinen aus drei Gruppen:

- a) Prüfung der Kennwerte der Bauelemente bei normalen Umweltbedingungen.
- b) Prüfung der Kennwerte während oder nach verschärften Umweltbedingungen wie Stoßen, Schocken, Bumsen, Flachfallen, Umstürzen, sinusförmiges Schwingen, konstante Beschleunigung bis zum 500fachen der Erdbeschleunigung, Prüfung bei tiefster und höchster Nenntemperatur, Temperaturwechselprüfung, Klimaprüfung, Sonneneinstrahlung, Unterdruckprüfung.
- c) Prüfung der Kennwerte nach einer Dauerprüfung von 1000 Stunden (etwa sechs Wochen) unter Nennbelastung und nach einer ebenso langen Lagerung bei oberer Grenztemperatur.

Bei der Durchführung der Prüfungen sind Wege beschritten worden, die sich in Ländern mit lange bestehenden Prüfinstitutionen (zum Beispiel Frankreich und Großbritannien) schon bewährt haben. Diese Prüfungen können unter Aufsicht eines hauptamtlichen Mitarbeiters der VDE-Prüfstelle im Prüflaboratorium des Herstellers stattfinden, sofern er die erforderlichen Meßeinrichtungen und das entsprechende Meßpersonal besitzt.

Seit kurzem erteilt die VDE-Prüfstelle bei positivem Ergebnis der Prüfung die „Genehmigung zum Benutzen des VDE-Elektronik-Prüfzeichens“. Dieses Zeichen besteht aus einem Dreieck, in das die gesetzlich geschützte Buchstabenfolge VDE sowie die Nummer des Genehmigungs-Ausweises eingetragen werden.

Für mittelgroße und kleine Firmen der Elektronik-Industrie bedeuten Prüfeinrichtungen für verschärfte Umweltbedingungen eine sehr große finanzielle Belastung. Daher ist die VDE-Prüfstelle dazu übergegangen, solche allgemein verwendbaren Einrichtungen in ihren Laboratorien in Offenbach aufzustellen. Dadurch können die Bauelemente teilweise in der VDE-Prüfstelle geprüft werden.

Dieses Prüfverfahren entspricht vollständig den zwischen Deutschland, Frankreich und Großbritannien vereinbarten grundlegenden Bestimmungen für harmonisierte Gütebestätigungssysteme für elektronische Bauelemente. Die Bestimmungen werden demnächst unter der Nummer DIN 45900 erscheinen. Damit soll erreicht werden, daß die betreffenden Normen der drei Länder gleichen Aufbau und gleichen technischen Inhalt haben, damit die durchgeführten Prüfungen gegenseitig anerkannt werden können.

## 8-Spur-Stereo-Kassetten-Tonbandgeräte

Auf die Verwendung von bespielten 8-Spur-Endloskassetten<sup>1)</sup> ist ein Geräteprogramm aufgebaut, das von der *Auto-Stereo-Anlagen GmbH*, Frankfurt am Main, vertrieben wird. Dieses „Meister-Stereo-System“ besteht aus vier Grundgeräten mit Einschubfach für die Kassette. Die Bänder werden mit einer Geschwindigkeit von 9,5 cm/s abgespielt. Mit Hilfe eines Wahlschalters ist jeweils der wiederzugebende Kanal (2 Spuren) wählbar und wird über ein Zahlenfeld im Gerät angezeigt. Am Ende einer Kanalaufzeichnung erfolgt automatisch die Umschaltung auf den nächsten Kanal.

Das Geräteprogramm umfaßt:

1. „Meister-Heim-Stereo“; 2x10-W-NF-Verstärker, Wiedergabebereich 50 bis 12 000 Hz, Anschlußbuchsen für Phono, Mikrofon oder andere Tonquellen, Netzanschluß 220 V~/70 W, Abmessungen 37,5 cm x 22 cm x 11 cm, Gewicht 7 kg.
2. „Meister-Satellite“ (Bild 1); Vorverstärker zum Anschluß an einen vor-



Bild 1. „Meister-Satellite“, Abspielgerät mit Vorverstärker

handenen Stereo-Verstärker, Abmessungen 25,4 cm x 29,2 cm x 12,5 cm.

3. „Stereo-Jet 8“; 2 x 1-W-NF-Verstärker, tragbares Gerät, 1 Lautsprecher (2 Lautsprecher anschließbar), Wiedergabebereich 100 ... 7000 Hz, 9-V-Batteriebetrieb, Abmessungen 23 cm x 22 cm x 8 cm, Gewicht 2 kg.
4. „Meister-Auto-Stereo“; NF-Verstärker 2 x 4 W an 4 Ohm beziehungsweise 2 x 2 W an 8 Ohm zum Einbau in Kraftfahrzeuge, Boote usw. (Halterung lieferbar), Wiedergabebereich 50 ... 10 000 Hz, Stromversorgung 12 V=, Abmessungen 21 cm x 17,5 cm x 7 cm, Gewicht 3 kg.

An Stelle einer Tonbandkassette läßt sich in alle Geräte zum Rundfunkempfang auch ein ebenfalls lieferbarer „8-S-Tuner“ (Bild 2) für UKW und Mit-



Bild 2. An Stelle der 8-Spur-Endloskassette einsehbarer „8-S-Tuner“ für UKW und MW

<sup>1)</sup> „TC 8 Bandkassetten“ von CBS; das im Oktober 1969 bekanntgemachte Startprogramm umfaßt bereits 109 Kassetten.

telwelle einschieben; im Auto kann er an jede Autoantenne angeschlossen werden. Für den „Meister-Auto-Stereo“ gibt es außerdem zusätzlich noch einen Auto-Tuner mit eingebautem UKW-Stereo-Decoder zum Empfang von UKW-Stereo-Sendungen.

Zum Selbstbespielen von 8-Spur-Kassetten wird ferner das Aufnahmegerät Akai „X 1800 SD“ angeboten. Die Aufnahme kann wahlweise erst auf normalem Tonband und von dort auf die Kassette erfolgen oder direkt von Platte auf Kassette beziehungsweise von Mikrofon auf Kassette.

### Kassetten-Tonbandgerät mit eingebautem Elektret-Kondensatormikrofon

In dem neuen Kassetten-Tonbandgerät „TC-80“ (Zweispur, Mono) hat Sony ein kürzlich entwickeltes kleines Elektret-Kondensatormikrofon mit sehr hoher Empfindlichkeit eingebaut. Nach Angaben des Herstellers genügt die Aufnahmequalität selbst geringster Flüsteröne professionellen Ansprüchen. Das Mikrofon enthält eine nach einem Spezialverfahren hergestellte polymere Kunststoffmembran mit Elektret-Erscheinung<sup>1)</sup>. Das Mikrofon befindet sich im Tonbandgerät links neben den Bedienungstasten. Wahlweise kann auch ein Außenmikrofon (0,2 mV, niedrige Impedanz) angeschlossen werden.

Das 25,5 cm x 6,2 cm x 18,2 cm große und 2,1 kg schwere Gerät arbeitet mit Compact-Cassetten. Bei Verwendung von entsprechenden Sony-Kassetten

<sup>1)</sup> Als Elektret wird ein Isolator bezeichnet, der an zwei gegenüberliegenden Flächen entgegengesetzt elektrisch gepolt ist. Bei der Herstellung von Elektreten wird das geschmolzene Isolatormaterial während der Abkühlung einem elektrischen Feld ausgesetzt; dadurch richten sich die molekularen Dipole aus und werden in dieser Lage festgehalten, so daß das Material elektrisch polar bleibt.

### 100 000 Grundig-Lizenz-Tonbandgeräte in Warschau gebaut

Generaldirektor Karl Richter (rechts) mit Direktor Ludomir Bielinski vom Verband der polnischen Elektroindustrie bei einem Rundgang durch das Werk



In den Kasprzak-Werken in Warschau lief das 100 000. Tonbandgerät, das dort nach Grundig-Lizenz gebaut worden ist, vom Band. Für die polnischen Vertragspartner war dies Anlaß, eine offizielle Veranstaltung anzubereiten. Im Beisein einer Reihe von Ehrengästen wurde das Jubiläumsgerät einer be-



Kassetten-Tonbandgerät „TC-80“ von Sony mit links neben den Bedienungstasten festeingebautem, empfindlichem Elektret-Kondensatormikrofon

mit „Auto-Sensor“ ertönt kurz vor Ende des Bandes ein Summwarnton, wodurch Fehlaufnahmen vermieden werden können. Optimale Aussteuerung der Aufnahmen wird durch das automatische „O-Matic“-Aufnahmesystem gewährleistet. Weitere technische Einzelheiten: Fernsteuerungsanschlußbuchse mit Fernsteuerung „RM 15“, Hilfseingangsbuchse (0,06 V, 100 kOhm), Mithörsprung für Ohrhörer (0,775 V, 10 kOhm), eingebauter 10-cm-Lautsprecher, Betrieb am Wechselstromnetz (110, 120, 220, 240 V; 50 oder 60 Hz; 3 W) oder aus 6-V-Autobatterie (2 W) oder aus vier Taschenlampenbatterien je 1,5 V oder aus aufladbarem Kleinakku „BP-16“.

### Bald Kassetten-Videorecorder für Farbfernsehen

Bei Philips wird zur Zeit an der Entwicklung eines Kassetten-Videorecorders gearbeitet, der für Aufnahme und Wiedergabe von Farb- sowie von Schwarz-Weiß-Fernsehsendungen geeignet ist. Nach dem großen internationalen Erfolg des Compact-Cassetten-Systems für Tonaufzeichnung soll auch die in Entwicklung befindliche Videokassette mit dem Ziel einer weltweiten Standardisierung herausgebracht werden. Zu diesem Zweck wird Philips mit den Firmen Grundig und Sony eng zusammenarbeiten. Die Videokassette wird auch für den Heimgebrauch in sehr einfacher Weise die Selbstaufnahme von Sendungen erlauben. Ebenso dürfte es möglich sein, vorbespielte Kassetten (käuflich oder leihweise erhältlich) über den Fernsehempfänger wiederzugeben.

nachbarten Volksschule geschenkt. Zwei Schülerinnen und ein Schüler mit ihrer Lehrerin nahmen es in ihre Obhut und bedankten sich bei dem Direktor der Fabrik mit einem Blumenstrauß. Generaldirektor Karl Richter und Direktor Wolf Zaune nahmen als Vertreter von Grundig an der Feier teil.

## Technische Voraussetzungen für den Einsatz funktioneller Musik

### 1. Zweck der funktionellen Musik

Der Einfluß der Musik auf die Stimmung des Menschen ist bekannt. Wer hat noch niemals die anregende oder stimulierende Wirkung von Musik selbst bemerkt? Daher wollen die Verbreiter funktioneller Musik diese dazu benutzen, mäßige oder gar schlechte Laune positiv zu beeinflussen. Ein gutgelaunter Mensch arbeitet schneller und besser, kauft schneller und mehr, fühlt sich in einer ihn ansprechenden Umwelt wohler, empfindet weniger Sorgen und Ängste und spricht leichter auf äußere Einflüsse an als ein griesgrämiger Zeitgenosse, der ständig nörgelt und schlechte Laune hat.

Die Zielsetzung für die Anwendung funktioneller Musik kann sehr verschieden sein: bessere Arbeitsleistung durch geeignete Arbeitsmusik - bessere Umsätze durch in funktionelle Musik verpackte Tonwerbung - freundlichere Atmosphäre in Warteräumen, gastronomischen Betrieben, Abfertigungshallen usw. Ein gemeinsames Merkmal aller Arten funktioneller Musik ist jedoch die Unaufdringlichkeit und allgemeine Gefälligkeit ihrer Wiedergabe. Jemandem, der hinhört, soll eine bestimmte Melodie und ihre Wiedergabe gefallen, aber jemandem, der nicht hinhört, soll dieselbe Melodie und deren Wiedergabe nicht stören. Über die Problematik der musikalischen Themenwahl, die Reihenfolge geeigneter Titel, ihr Arrangement und ihre Instrumentation zu sprechen, geht über den Rahmen dieses Beitrags hinaus. Hier interessieren die Forderungen, die an die Wiedergabetechnik für funktionelle Musik gestellt werden müssen, soll sie den erstrebten Nutzen bringen.

### 2. Qualitätsprobleme bei Wiedergabe und Übertragung

Bei Wiedergabe funktioneller Musik soll die Schallverteilung im Wiedergaberaum optimal gleichmäßig, nirgends schreiend und immer unaufdringlich sein. Die Musik soll also möglichst von jedem Platz aus gleich lautstark und ohne jeden Richtungscharakter empfunden werden. Diese Art der Beschallung erfordert eine dezentrale Lautsprecheranordnung im Gegensatz zu den zentral aufgebauten Beschallungsanlagen bei üblichen Redner- und Konzertanlagen in Theatern, Vortragssälen und Kinos. Bei diesen kommt man ohne zentrale und gerichtete Schallerzeugung nicht aus, weil die akustische Orientierung zum Orchester, zum Redner oder zum projizierten Bild dem optischen Eindruck entsprechen muß.

Obering, Gerhard Schwär ist technischer Mitarbeiter der Hauptartikelgruppe Anlagen und Wissenschaftliche Beratung bei der Philips Elektronik Industrie GmbH; Hans H. Leonhardt war bis zu seiner Pensionierung Leiter der Artikelgruppe Funktionelle Musik und ist jetzt freier Mitarbeiter bei der Philips Elektronik Industrie GmbH.

Dagegen ist die funktionelle Musik um so wirkungsvoller, je weniger man die Richtung gewahrt wird, aus der sie kommt.

Obwohl bei funktioneller Musik die Lautstärke verhältnismäßig niedrig gehalten wird, soll die Qualität der Wiedergabe dennoch gut sein. Die oft geäußerte Meinung, daß die Klangqualität um so weniger wichtig sei, je leiser eine Musik ausgestrahlt wird, ist irrig. Gerade bei unbewusster Beeinflussung macht sich gute Qualität besonders bemerkbar. Wenn man dann bei bekannten Melodien genauer hinhört und dabei eine schlechte Qualität feststellt, so wird keinesfalls die Stimmung verbessert und somit der Zweck der funktionellen Musik nicht erreicht. Daher werden bei modernen Anlagen für funktionelle Musik Tonträger verwendet, die auch hohen Ansprüchen an Qualität genügen.

Wegen dieser qualitativen Anforderung wird die Wirkung funktioneller Musik, wenn sie über normale Postleitungen bezogen und deren Frequenzbeschnidungen unterworfen wird, stark negativ beeinflusst, so daß man die Postleitung heute als Tonträger oder Tonzubringer ausschalten muß. In Ballungsräumen werden Musikprogramme aus zentral gelegenen Studios über Postleitungen verbreitet, aber die Tendenz geht dahin, diese Art des Übertragungswesens zu vermeiden. Das liegt nicht nur an der erwähnten Frequenzbeschnidung, sondern auch daran, daß der Teilnehmerkreis an einem solchen Musikprogramm auf Abonnenten beschränkt ist, die ihren Sitz nicht allzu weit vom Sendestudio haben, da lange Leitungen erhebliche Kosten verursachen. Außerdem stört es, daß über einen Sprechkanal immer nur ein einziges Programm zur selben Zeit bezogen werden kann. Die funktionelle Musik muß aber je nach Betriebszweck verschiedenen Charakter haben und den Verhältnissen des Zuhörerkreises angepaßt sein. Sie muß also für den einen Abnehmer getragen, für den anderen leicht und für den dritten unterhaltend sein. Dadurch wird der Abnehmerkreis eines von vornherein auf eine Musikart festgelegten „Telefonprogramms“ wiederum eingeschränkt, solange man nicht die Kosten für mehrere gleichzeitig betriebene Programmkanäle rechtfertigen kann.

Aus diesen Gründen hat Philips von vornherein das Tonband als Tonträger vorgezogen, denn es kann direkt am Ort des Abnehmers in die Wiedergabeanlage eingespielt werden. Frühere Versuche, die Schallplatte für diesen Zweck zu verwenden, sind wegen ihrer kurzen Spieldauer und wegen der qualitativen Vorteile des Tonbandes mit seiner außerdem noch extrem langen Spieldauer gescheitert. Da es verhältnismäßig einfach war, aus vorhandenen Aufnahmen die ersten Programme längerer Dauer zusammenzustellen und

für funktionelle Musik bereitzuhalten, testete man zuerst handelsübliche Tonbandgeräte auf ihre Eignung für die Darbietung funktioneller Musik.

### 3. Anforderungen an Abspielgeräte

Abspielgeräte für funktionelle Musik müssen vor allem den Dauerbetrieb über lange Zeit aushalten. Außerdem sollte während der Abspielzeit praktisch keinerlei Bedienung erforderlich sein; das Gerät muß also vollautomatisch arbeiten. Die Aufnahmemöglichkeit darf entfallen, und man kann auch auf schnellen Vor- und Rücklauf verzichten, denn das Aufsuchen bestimmter Stücke ist beim Abspielen funktioneller Musik überflüssig. Auch auf den Einbau einer Wiedergabe-Endstufe glaubte man verzichten zu können, weil bei den meisten Interessenten wie Fabriken, Warenhäusern, Supermärkten und Flughäfen bereits eine Verstärkeranlage vorhanden ist, die für funktionelle Musik ausreichend dimensioniert und einsetzbar ist.

Von einem automatischen Abspielgerät muß man eine zeitlich möglichst unbegrenzte Wiedergabe verlangen, um besonders in Ladengeschäften und gastronomischen Betrieben das Band den ganzen Tag ohne Bedienung abspielen zu können. Abgesehen von der Betätigung des Netzschalters, sollte die Bedienung sich einzig und allein auf das Einlegen des Bandes zu Beginn und auf den Austausch des Bandes bei Programmwechsel beschränken. Natürlich wurde auch überlegt, ob sich die etwa zur gleichen Zeit entwickelten Endlos-Kassetten für funktionelle Musikprogramme verwenden lassen. Leider fassen derartige Kassetten kein ausreichend großes Repertoire, und außerdem sind sie einem hohen mechanischen Verschleiß unterworfen. Diesen Kassetten fehlt also die notwendige Dauerzuverlässigkeit, so daß man die Methode der automatischen Abspielung im Wechsel von Vorlauf und Rücklauf wählte.

### 4. Abspielgerät mit Laufumkehrung durch Schallfolie

Ein Abspielgerät aus jener Zeit, zum Beispiel das Philips-Gerät „EL 6922“ (Bild 1), ähnelt äußerlich noch einem handelsüblichen Tonbandgerät, obwohl es sich technisch wesentlich davon unterscheidet. Es wurde speziell zum Abspielen funktioneller Musik gebaut und arbeitet nach dem Zweispursystem mit einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s, da zur Zeit seines Entstehens das Vierspursystem noch nicht ausreichend weit entwickelt war, um es für eine solche professionelle Aufgabe einzusetzen. Im Gegensatz zu den erwähnten Einsparungsmöglichkeiten hatte dieses Gerät einen schnellen Rücklauf, um ein nicht voll abgelaufenes Band zum Bandtausch schnell in seine Anfangslage zurückspulen zu können.

Das „EL 6922“ enthält eine Umkehrautomatik. Nach dem vollen Durchlauf



Bild 1 (oben). „EL 6922“, einer der ersten speziell für das Abspielen funktioneller Musik konstruierten Abspielautomaten

Bild 2. Schaltung der Bandlauf- und Kopfummschaltung des „EL 6922“

Bild 3 (unten). Abspielautomat „SM 9900“ für die Wiedergabe funktioneller Musik mit vertikal angeordneten Bandschulen



der ersten Spur bewirkt eine Schaltfolie am Ende des Bandes das Ansprechen eines Relais, das die Laufrichtung des Bandes umkehrt und vom bisher benutzten Wiedergabekopf auf einen in der zweiten Spurlage liegenden Kopf umschaltet. Da die beiden Wiedergabeköpfe symmetrisch beiderseits der Tonrolle angeordnet sind, kommt man für Vor- und Rücklauf mit einer einzigen Tonrolle aus. Es wird jeweils der in Laufrichtung vor der Tonrolle angeordnete Kopf benutzt, so daß das Band stets an dem eingeschalteten Kopf vorbeigezogen wird. Kommt man beim Rücklauf an das andere Bandende, tritt wiederum eine Schaltfolie in Funktion und kehrt den Bandlauf erneut um.

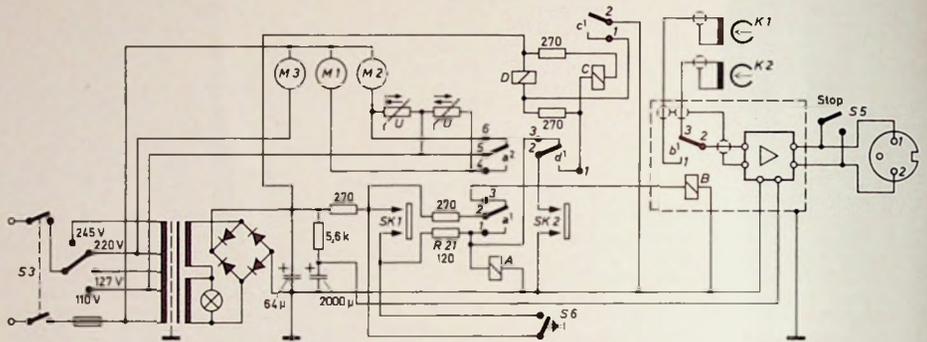
Im einzelnen laufen dabei folgende Vorgänge ab (Bild 2): Nach Einschalten des Schalters S 3 läuft der Brems- und Aufwickelmotor M 3 sofort an. Der Tonwellenmotor M 2 für Vorlauf erhält Spannung über Kontakt a<sup>2,5,6</sup> des Relais A, während über Kontakt a<sup>2,3</sup> gleichzeitig das Relais B an Spannung gelegt und damit der Wiedergabekopf K 1 eingeschaltet wird. Am Bandende schließt die Schaltfolie den Kontakt SK 1 und

schaltet über R 21 das Relais A ein, wobei der Vorlaufmotor M 2 abgeschaltet und über den Kontakt a<sup>1,4,5</sup> der Tonwellenmotor M 1 für Rücklauf eingeschaltet wird. Das Öffnen des Kontaktes a<sup>2,3</sup> macht B stromlos; es fällt ab und schaltet dabei den Wiedergabekopf K 2 für Rücklauf ein. Relais A hält sich selbst über seinen Kontakt a<sup>1,2</sup>. Das Band läuft nun bis zum Bandanfang zurück. Eine dort angebrachte Folie schließt SK 2 kurz und legt über den Kontakt d<sup>1,2,3</sup> die Relaisspannung von A an Masse, so daß A abfällt, wobei, wie zu Beginn, M 2 und K 1 wieder eingeschaltet werden.

Wird die Netzspannung während des Rücklaufs unterbrochen, so stellen sich

nur in den seltensten Fällen eine Lautsprecheranlage, und so machte sich das Fehlen einer eingebauten Endstufe gelegentlich als Nachteil bemerkbar. Das Nachfolgegerät „SM 9900“ (Bild 3) erhielt daher eine Endstufe mit 6 W Ausgangsleistung, an die ohne zusätzlichen Leistungsverstärker mehrere Lautsprecher angeschlossen werden können.

Obwohl das Prinzip der Umschaltung mittels Schaltfolie im allgemeinen gut funktionierte, gab es doch bei der großen Zahl von Einsätzen infolge allmählich eintretender Sorglosigkeit des Bedienenden hinsichtlich der regelmäßigen Säuberung von Kontakten und Folien ab und zu ärgerliche Pannen, die zu starken Bandschäden führen konnten. Deshalb entschloß sich Philips,



die Schalter auf Vorlauf ein. Soll das Gerät jedoch den Rücklauf fortsetzen, so kann man das durch Drücken der Taste S 6 erreichen.

#### 5. Abspielgerät mit Laufumkehrung durch befestigte Bandenden

Nachdem der Nutzen funktioneller Musik einmal erkannt war, zeigten auch viele mittlere und kleine Betriebe großes Interesse dafür. Sie besaßen jedoch

das bisherige Umschaltensystem zu verlassen und beim „SM 9900“ den Bandzug für die Umschaltung zu benutzen. Dazu werden beide Bandenden innerhalb der Spulen befestigt. Ist das Band durchgelaufen, so strafft es sich und betätigt einen Mikroschalter, der die Laufrichtung umschaltet. Da das für beide Bandenden gilt, können im Dauerbetrieb beliebig viele Richtungswechsel erfolgen.

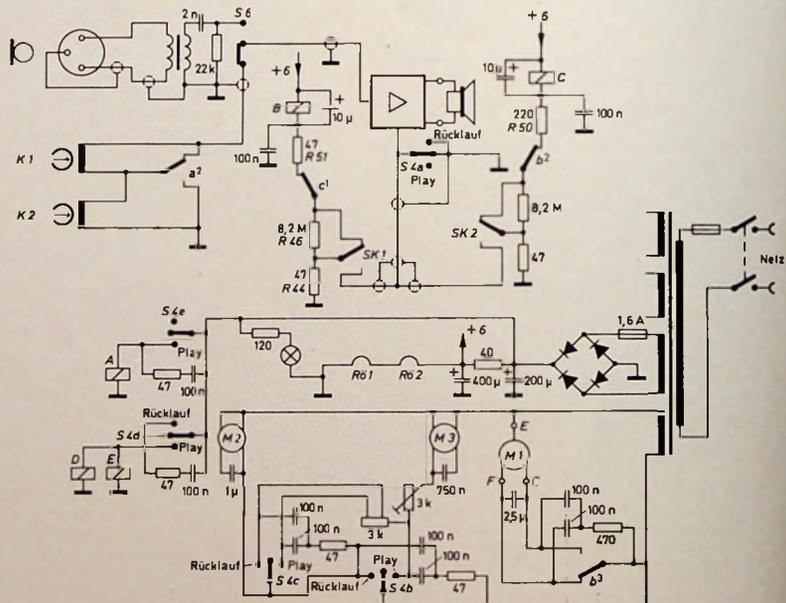


Bild 4. Schaltung der Bandlauf- und Kopfummschaltung des „SM 9900“

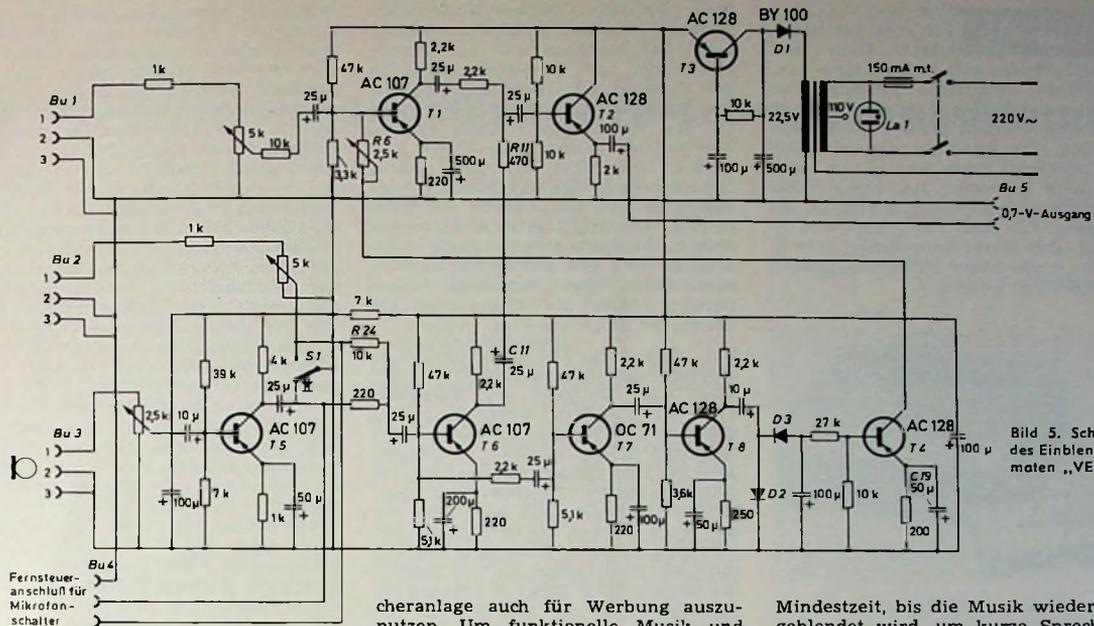


Bild 5. Schaltung des Einblendautomaten „VE 2781“

Die Schaltvorgänge können an Hand des Schaltbildes (Bild 4) verfolgt werden. In Spielstellung „Play“ des Schalters *S4* dient Motor *M2* zur Bandbremsung und Motor *M3* zum Aufwickeln. Motor *M1* treibt die Tonwelle an. Die Schalter *SK1* und *SK2* sprechen auf den mechanischen Zug an beiden Bandenden an. Im eingeschalteten Zustand liegt an den Relais *B* und *C* die gleiche Spannung. Die vorgeschalteten Widerstände *R51* beziehungsweise *R50* bewirken jedoch unterschiedliche Anzugsströme und damit auch unterschiedliche Anzugszeiten. Infolge des kleineren Widerstandes von *R51* zieht zuerst Relais *B* an, unterbricht mit seinem Kontakt *b<sup>2</sup>* die Spannung für das Relais *C* und verhindert so das Anziehen von *C*. Dadurch ist die Einschaltzeitung von *M1* vorgegeben, da seine Wicklung *F-E* an Spannung liegt. Gleichzeitig wird über *a<sup>2</sup>* der Wiedergabekopf *K2* angeschlossen.

Nach dem Durchlauf trifft sich das Band und betätigt *SK1*. Dadurch wird der große Widerstand *R46* in den Relais-Stromkreis eingeschaltet, so daß *B* abfällt, sich der Kontakt *b<sup>2</sup>* schließt und Relais *C* anzieht. Gleichzeitig schaltet *a<sup>2</sup>* um und setzt den Kopf *K1* in Betrieb. Während des Umschaltens von *SK1* wird die NF-Spannung über *R44* an Masse gelegt, um Schaltknacken unhörbar zu machen.

Bei der Umschaltung von *b<sup>1</sup>* wird die Motorrichtung von *M1* durch Einschalten der Wicklung *C-E* umgekehrt. Ist das Band in Rücklaufrichtung durchgelaufen, so betätigt der erhöhte Bandzug den Bandschalter *SK2*, bringt dadurch *C* zum Abfallen und somit *B* zum Anziehen, womit das Spiel von vorn beginnt. Mit *S6* läßt sich das Gerät als Mikrofonverstärker für Mikrofondurchsagen umschalten.

#### 6. Einsatz für Werbung

Die Wirtschaft wünscht, die für funktionelle Musik vorhandene Lautspre-

cheranlage auch für Werbung auszunutzen. Um funktionelle Musik und Werbetexte miteinander verbinden zu können, wurde ein automatisches Überblendgerät entwickelt, das automatisch die funktionelle Musik während der Durchsage von Werbetexten ausblendet und sie nach Beendigung der Ansage wieder einblendet. Dieses transistorbestückte Gerät „VE 2781“ wird in Verbindung mit der Abspielmaschine „EL 6922“ verwendet. Die von der Musikaufzeichnung stammende Modulation läuft ohne Beeinflussung durch das Überblendgerät zum Endverstärker. Kommt nun über einen zweiten Kanal, zum Beispiel eine zweite Tonbandmaschine, eine weitere Modulation, so sorgt das Überblendgerät dafür, daß bei Beginn der zweiten Modulation die erste ausgeblendet wird und die zweite allein zum Endverstärker gelangt. Nach Schluß des Werbetextes schaltet die Automatik wieder um und blendet auf die funktionelle Musik zurück.

Bild 5 zeigt die Schaltung des Einblendautomaten „VE 2781“. Die funktionelle Musik wird über *Bu1* zugeführt, mit den Transistoren *T1* und *T2* verstärkt und am Ausgang *Bu5* abgenommen. Der Transistor *T3* siebt die Gleichspannung. Der Werbetext gelangt von einem zweiten Tonbandgerät über *Bu2* zur Basis von *T6*. Dieses Signal wird mit *T6*, *T7*, *T8* verstärkt und mit *D3* gleichgerichtet. Die gleichgerichtete Spannung öffnet *T4*, der dann den Arbeitspunkt von *T1* so verschiebt, daß dieser Transistor für die Verstärkung der funktionellen Musik gesperrt ist. Das mit *T6* verstärkte Werbesignal gelangt aber auch über *C11* und *R11* zur Basis von *T2*, der wegen der Sperrung von *T1* kein Musiksignal mehr erhält. *T2* verstärkt dann das Werbesignal und gibt es an den Ausgang ab.

Solange man *T6* kein Werbetext-Signal zuführt, verstärkt der Transistor *T1* das Musiksignal. Die RC-Kombination *R6*, *C19* bestimmt die

Mindestzeit, bis die Musik wieder ausgeblendet wird, um kurze Sprechpausen im Werbetext zu überbrücken.

Durch Drücken der Taste *S1* kann an Stelle einer Tonbandwerbung eine Mikrofondurchsage in die Musikübertragung eingeleitet werden. Dabei dient *T5* als Mikrofonvorstufe. Bei der Umschaltung von *S1* wird das Mikrofonsignal an *T6* geschaltet und das über *Bu2* zugeführte Tonbandsignal über *R24* an Masse gelegt.

#### 7. Abspielgerät mit Bandkassette

Bei dem Gerät „SM 9900“ führte immer noch das Bandefäden zu Schwierigkeiten. Das Bedienungspersonal in der Gastronomie oder im Lebensmittel-einzelhandel ist auf so völlig andere Arbeiten eingestellt, daß ihm das Bandefäden ungewohnt und daher lästig ist. Im Bestreben, eine als „narrensicher“ anzusprechende Abspielmaschine herauszubringen, griff daher Philips das Kassetten-Prinzip auf, das sich in Form der Compact-Cassette schon in der Amateurtchnik als gutes Mittel der Vereinfachung erwiesen hatte. Allerdings braucht man, um ein Programm funktioneller Musik ausreichender Dauer zusammenstellen zu können, größere Kassetten. Unter Ausnutzung der inzwischen hinsichtlich Qualität und Betriebszuverlässigkeit ausgereiften Vierspurtchnik in Verbindung mit einer für die Wiedergabe funktioneller Musik völlig zufriedenstellenden Abspielgeschwindigkeit von 4,75 cm/s ließ sich in einer handlichen Kassette ein Programm mit einer Gesamtlauzeit von etwa acht Stunden unterbringen. In dieser Zeit können rund 160 Titel nacheinander ohne Wiederholung abgespielt werden. Die beiden Bandspulen und das Tonband befinden sich in einer geschlossenen Kassette, die ebenso leicht in die dafür auf dem Gerät vorgesehene Vertiefung eingelegt wie ihr entnommen werden kann (Bild 6).

Da dieser Abspielautomat „LGC 2000“ neben einer roten Taste für Mikrofondurchsagen nur noch eine Taste zum

Ein- und Ausschalten hat, ist keine Möglichkeit mehr für eine Fehlbedien- gung gegeben. Übrigens kann diese Schaltfunktion auch durch eine handelsübliche elektrische Schaltuhr aus- gelöst werden. Das „LGC 2000“ enthält auch eine NF-Endstufe mit 9 W Sprech- leistung. Da man mit diesem Gerät eine möglichst große Anzahl von Laut- sprechern betreiben, also einen hohen Wirkungsgrad erreichen wollte, ist der Ausgang für das 100-V-System aus- gelegt. Das Gerät kann daher auch in bereits vorhandene 100-V-Ela-Anlagen eingegliedert werden.



Bild 6. Abspielgerät „LGC 2000“ in professioneller Bauart für die Wiedergabe funktioneller Musik unter Benutzung von geschlossenen Band- kassetten; Gesamtlaufzeit etwa acht Stunden

Bei der verhältnismäßig hohen Span- nung von 100 V benötigt man zur Übertragung einer bestimmten Leistung relativ niedrige Stromstärken und dementsprechend jedoch hochohmige Laut- sprecher.

Wegen der niedrigen Stromstärke er- geben sich geringe Leistungsverluste, und daher kann man erheblich mehr Lautsprecher ohne zusätzliche Lei- stungsverstärker betreiben als bei nie- derohmigen Netzen. Außerdem erhält man auch bei Leitungen sehr un- terschiedlicher Länge eine gleichmäßige Lautstärkeverteilung.

#### 8. Werbe-Einblendung und Media- Steuerung

Da sich das Überblendgerät „VE 2781“ sehr gut bewährt hatte, wurde bei der Konstruktion des Abspielautomaten „LGC 2000“ die Möglichkeit für den Einbau einer nach dem gleichen Prin- zip arbeitenden Einrichtung vorgesehen. Während der „LGC 2000“ im allgemei- nen mit funktioneller Musik auf vier Spuren arbeitet, wird er beim Einbau eines Überblendautomaten so umge- schaltet, daß zwei gegenläufige Spuren für die funktionelle Musik benutzt und die beiden anderen Spuren für Werbe- einblendungen freigelassen werden. Das Aufsprechen der Werbetexte muß, da die Abspielmaschine lediglich die Möglichkeit der Wiedergabe hat, mit einem anderen Gerät erfolgen.

Die Werbedurchsagen sollten, um beste Wirkung zu erreichen, mindestens 20 dB über dem Pegel der funktionellen Mu- sik liegen. Wenn man beide Signale auf derselben Spur aufnimmt, liegt der Pegel der funktionellen Musik etwa 20 dB unter dem maximal möglichen Aufzeichnungspegel. Da die brauchbare Dynamik eines Tonbandgerätes aber nur maximal 50 dB beträgt, bleibt für die funktionelle Musik lediglich ein Bereich von 30 dB über dem Rauschen

übrig. Bei diesem mäßigen Unterschied zwischen maximal möglichem Musik- pegel und Störpegel tritt das Störge- räusch bei der Wiedergabe stark in den Vordergrund. Daher muß eine sol- che Aufnahme zu geringerer Tonquali- tät der funktionellen Musik führen, was für den angestrebten Zweck kei- neswegs vorteilhaft ist. Aus diesem Grunde wurde das zweikanalige Ver- fahren für die Einblendung der Wer- betexte bevorzugt, bei dem die beiden Zwischenverstärker unabhängig von- einander sind und sich einzeln auf den gewünschten Pegel einstellen lassen. Dadurch kann die Tonqualität auf maximaler Höhe gehalten werden.

Bei dem mit Überblendrichtung ausgestatteten Abspielautomaten „LGC 2000“ wird übrigens der Wirtschaft noch eine weitere Werbemöglichkeit angeboten. Während der Dauer des Werbetextes steht an einem besonderen Ausgang eine Steuerspannung, mit der man zusätzliche Werbemedien, zum Beispiel Anstrahlungen oder Dias, die mit den Texten in Zusammenhang ste- hen, steuern kann. Außerdem läßt sich mit der Steuerspannung die Anzahl der abgestrahlten Werbedurchsagen für die Abrechnung mit den Werbefirmen ermitteln.

#### 9. Musik im Abonnement

Die Versorgung von Abnehmern funk- tioneller Musik, von Fabriken, Selbst- bedienungsläden, gastronomischen Be- trieben oder anderen, erfolgt auf Grund von Jahresabonnements. Abspielgeräte,

Tonbänder oder Bandkassetten werden vermietet. Bänder oder Kassetten tauscht man im allgemeinen monatlich oder alle zwei Monate aus, so daß für genügend Abwechslung in den Darbie- tungen gesorgt ist. Da funktionelle Mu- sik für sehr unterschiedliche Zwecke eingesetzt wird, stehen Bänder mit dif- ferenzierten Musikkategorien bereit, aus denen der Abonnent den für seine Zwecke am besten geeigneten Musiktyp auswählen kann. Die Mietgebühren richten sich nach der Größe des ständi- gen Band- oder Kassettenvorrats und der Häufigkeit des Kassettentausches. Sie liegen in der Größenordnung von 1000 DM für ein Jahr (ohne Mehrwert- steuer). Hinzu kommen noch die Geb- ühren, die nach dem Urheberrechts- gesetz für die öffentliche Wiedergabe von Musik an die Gesellschaft für mu- sikalische Aufführungs- und mechani- sche Vervielfältigungsrechte (Gema) zu bezahlen sind. Das Inkasso übernimmt im allgemeinen der Vermieter der Mu- sikbänder. Bei eigenen Überspielungen von Rundfunksendungen, Schallplatten- musik usw. und ihrer Benutzung für funktionelle Musikdarbietungen sind zusätzliche Lizenzgebühren zu zahlen, deren Höhe nur in direkter Absprache mit der jeweils zuständigen Bezirks- direktion der Gema ermittelt werden kann. Mit dem Einsatz von fertigen Leih-Bändern und ihrer Konfektionie- rung in geschlossenen und problemlos anwendbaren Kassetten dürfte ein ge- wisser Abschluß der Entwicklung von Abspielmaschinen für funktionelle Mu- sik erreicht sein.

## F. Bender 50 Jahre



Einer der international bekanntesten Pressechefs der deutschen elektrotech- nischen und elektronischen Industrie hat am 12. November 1969 das 50. Le- bensjahr vollendet: Friedrich Bender, Direktor der Abteilung Presse und Information von AEG-Telefunken. Das Journalisten-Handwerk hat er von der Pike auf gelernt. Deshalb wohl ist seine berufliche Arbeit immer gekennzeichnet gewesen durch einen gut entwickelten Sinn für das, was der Journalist der Tages- und Fachpresse von einem Industriepressechef erwar- tet. Seine ersten Sporen hat er sich als Pressechef der Berliner Ausstellungen verdient. Von dort aus ging er 1958 in die Elektronik-Industrie, und 1960 über- nahm er die Telefunken-Presseabtei- lung. Seit 1967 leitet er im Hause AEG-Telefunken die Abteilung Presse und Information.

F. Bender hat es verstanden, seinen Mitarbeitern etwas von dem zu diesem Beruf notwendigen Elan mitzugeben, und nicht zuletzt ist es diesem Umstand zuzuschreiben, daß die geleistete Öf- fentlichkeitsarbeit ein so weltweites Echo gefunden hat. Besondere Aner- kennung hat das seit einigen Jahren

jährlich stattfindende Technische Presse- Colloquium gefunden, das zu einem vorbildlichen Treffpunkt für den Aus- tausch von Informationen und Mei- nungen zwischen den führenden Exper- ten von AEG-Telefunken und der Fach- presse geworden ist. Seine Erfahrun- gen und sein Wissen stellt er aber auch übergeordneten Gremien zur Ver- fügung. Im Arbeitskreis Presse des Bundesverbandes der Deutschen Indu- strie, in der Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electro- nique (UIPRE) und der Technisch-Lite- rarischen Gesellschaft (TELI) gilt seine Stimme viel.

Die Fachwelt hat F. Bender für viele Informationen zu danken. Möge es ihm noch viele Jahre vergönnt sein, in dem von ihm wesentlich mitgeprägten Stil berufener Mittler für den Informa- tionsaustausch zwischen Industrie und Fachpresse und damit der technischen Fachwelt zu sein. —th

# Emitterwiderstandstabilisierte HF-Leistungstransistoren

## 1. Einleitung

Fortschritte in der Steuerung von Diffusionsprozessen und Epitaxieverfahren lassen es heute zu, HF-Leistungstransistoren mit größerer aktiver Fläche herzustellen, als das noch vor wenigen Jahren möglich war. Bis dahin gab es HF-Leistungstransistoren nur für Frequenzen bis etwa 10 MHz. Heute liefert *Intermetall* HF-Leistungstransistoren hoher Leistung für Frequenzen bis zum UHF-Bereich.

Zunächst war es mit der herkömmlichen Diffusionstechnik schwierig, zuverlässige VHF-Leistungstransistoren für 100 W und mehr mit befriedigender Ausbeute herzustellen. Es sind spezielle Maßnahmen erforderlich, um bei Hochleistungstransistoren eine gute Ausbeute zu gewährleisten. So wurde es notwendig, bei großflächigen Transistoren mit sehr feiner HF-Geometrie die Transistorstrukturen zu modifizieren, um gleichförmige Funktion und Stabilität bei hoher Verlustleistung und hoher Temperatur zu erreichen.

Die erste wirkliche Lösung des Problems, eine hohe VHF-Leistung mit einem Transistor großer aktiver Fläche zu erzeugen, ist der emitterwiderstandstabilisierte HF-Leistungstransistor, der in dieser Arbeit aus der Sicht des Schaltungsentwicklers beschrieben werden soll.

## 2. Problemstellung

Hochleistungs-HF-Transistoren benötigen eine große aktive Fläche und damit auch eine große Fläche des Siliziumkristalls, und daher rührt das Problem der nicht ausreichend gleichförmigen Stromverteilung in diesen Bauelementen. In dieser Arbeit sollen Siliziumtransistoren mit feiner VHF-Geometrie und einer Kristallgröße von 1 mm<sup>2</sup> und mehr beschrieben werden.

Um hohe Verstärkung bei hoher Frequenz zu erhalten, benötigt man geringe Basisweite, kleinen Basisbahnwiderstand und eine fein unterteilte HF-Geometrie, die bei kleinem Kristall und kleiner Ausgangskapazität eine große aktive Fläche gewährleistet. Wenn man versucht, diese Parameter optimal zu dimensionieren, erhält man ein Bauelement, bei dem eine reproduzierbar gleichmäßige Arbeitsweise nicht gewährleistet ist, und zwar unter anderem auf Grund ungleichmäßiger Verteilung der Stromdichte im System, wodurch sogenannte hot spots (lokale Überhitzungen) entstehen. Eine wesentliche Rolle spielt dabei auch die Größe der Siliziumscheibe, in die die Transistorsysteme eindiffundiert werden. Unterschiedlicher spezifischer Wi-

Der Aufsatz von John G. Tatum, Application Manager bei ITT Semiconductors, West Palm Beach, Florida, wurde übersetzt und bearbeitet von Ing. (grad.) Rudolf Sydow, Sachbearbeiter für Technisches Schrifttum bei der *Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg*.

erstand an verschiedenen Stellen der Scheiben, unterschiedliche Dicke der Epitaxschicht, unterschiedlicher Basisbahnwiderstand usw. verhindern eine gleichmäßige Stromdichte über die Fläche des Transistorsystems, woraus sich die Neigung zu hot spots ergibt.

## 3. Angestrebte Lösung

Eine naheliegende Lösung des Problems wäre, die Transistorsysteme mit hoher Gleichmäßigkeit herzustellen. Das ist jedoch bei Basisweiten von unter 1 µm mit der heutigen Technologie schwierig. So besteht das Problem darin, zum einen ein günstiges Verhältnis von aktiver Fläche zu Kristallgröße zu erzielen und zum zweiten gleichmäßige Stromdichte und Spannungsverteilung über die gesamte Fläche eines Transistorsystems zu gewährleisten. Vom Anwender her gesehen, ergeben sich daraus höhere Zuverlässigkeit, höhere Ausgangsleistung sowie höherer zulässiger Ruhestrom bei A- und AB-Betrieb (wichtig für Einseitenband-Anwendung) und bessere Aufwärtsmodulations-Eigenschaften für mobile Anwendungen infolge besserer Second-breakdown-Eigenschaften. Außerdem erhält der Anwender damit einen Transistor mit hoher Strahlungsfestigkeit und höherer Belastbarkeit bei Impulsbetrieb im NF-Gebiet, z. B. für Spannungswandler und ähnliche Schaltungen in Raketen und Raumfahrtanwendungen, wo Strahlungsfestigkeit wichtig ist.

## 4. Transistor-Stabilität bei Gleichstrom

Ein befriedigendes Betriebsverhalten von HF-Leistungstransistoren hängt direkt von ihren Second-breakdown-Eigenschaften (zweiter Durchbruch, Neigung zu hot spots) und ihrem Wärmewiderstand ab. Diese Parameter lassen sich sehr einfach mit Gleichstrom messen, wobei gute Meßgenauigkeit und Einhaltung des Arbeitspunktes möglich sind.

Die Fähigkeit eines Transistors, bei einer bestimmten Spannung einen bestimmten Strom zu führen, ohne daß lokale Überhitzungen (hot spots) auftreten, läßt sich einfach durch Messen der temperaturabhängigen Basis-Emitter-Spannung ermitteln. Eine derartige Meßmethode wurde in den ITT-Laboratorien entwickelt. Sie besteht darin, den Kollektorstrom als Funktion der Basis-Emitter-Spannung bei konstanter Kollektorspannung zu registrieren, also praktisch die Verlustleistung als Funktion der Basis-Emitter-Spannung aufzuzeichnen. Wenn die Sperrschichttemperatur im Bereich eines hot spots schnell ansteigt, dann sinkt die Basis-Emitter-Spannung stark ab, und man kann sagen, daß der Transistor in diesem Arbeitspunkt instabil ist.

Bild 1 zeigt die theoretische Kurvenschar  $I_C = f(U_{BE})$  für konstante Sperrschichttemperatur als Parameter, wobei zusätzlich eine Kurve eingetragen

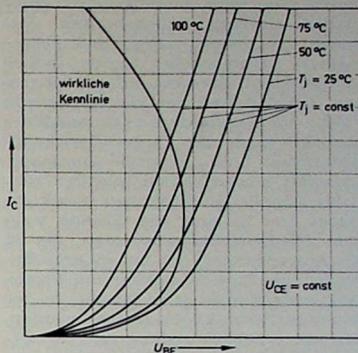


Bild 1. Transistorkennlinien  $I_C = f(U_{BE})$

ist, die den wirklichen Verlauf  $I_C = f(U_{BE})$  bei steigender Verlustleistung zeigt. Im Bereich negativer Steigung dieser Kurve benötigt ein in Emitter-schaltung mit konstanter Basisvorspannung betriebener Transistor einen externen Emitterwiderstand zur Stabilisierung des Arbeitspunktes. Die Steilheit der negativen Steigung ist eine Funktion des Wärmewiderstandes und der ungleichmäßigen Stromverteilung über die Fläche des Transistorsystems. Ein Transistor mit größerer Neigung zu hot spots wird eine größere negative Steigung der  $I_C-U_{BE}$ -Kennlinie haben. Es besteht eine Korrelation zwischen stabilem Betrieb bei Gleichstrom und bei Hochfrequenz.

Im Bild 2 sind die  $I_C-U_{BE}$ -Kennlinien bei verschiedener Kollektorspannung für einen großen 60-W-HF-Transistor dargestellt, der bei 40 V Betriebsspannung und 1,2 A Stromaufnahme eine

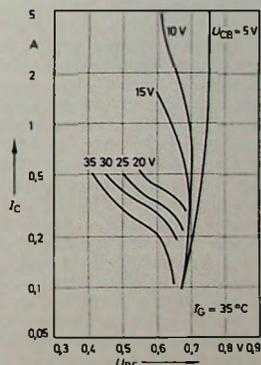


Bild 2. Gemessene  $I_C-U_{BE}$ -Kennlinien eines Transistors 3 TE 130

HF-Leistung von 30 W bei  $f = 70$  MHz abgibt (3 TE 130 von ITT, inzwischen durch verbesserte Typen, zum Beispiel 2 N 4131, ersetzt). Eine höhere Kollektorspannung erhöht die Verlustleistung sowie die Sperrschichttemperatur und bedeutet schon bei kleinerem Kolle-

torstrom erhöhte Instabilität. Dieser Typ des HF-Leistungstransistors mit großer Systemfläche hat bei Gleichstrom ohne großen externen Emittterwiderstand eine geringe Stabilität, ist aber trotzdem brauchbar für B- und C-Betrieb in HF-Leistungsstufen.

Allgemein haben NF-Leistungstransistoren eine hohe Stabilität und einen großen sicheren Arbeitsbereich. Das kommt vor allem daher, daß gleichmäßige Arbeitsweise durch hohen Emittterbahnwiderstand infolge der groben Struktur und der kleinen aktiven Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche bewirkt wird. Der hohe Basisbahnwiderstand und die große Ausgangskapazität machen einen solchen Transistor aber für Hochfrequenz wenig geeignet. Das ist einer der Gründe, weshalb HF-Leistungstransistoren, die in NF-Anwendungen mit hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und Strahlungsbeständigkeit (zum Beispiel in der Raumfahrttechnik) eingesetzt werden, nur mit erheblich reduzierter Verlustleistung betrieben werden dürfen.

### 5. Emittterwiderstandstabilisierung

Um die Gleichmäßigkeit der Arbeitsweise eines großflächigen HF-Transistors zu verbessern und damit den sicheren Arbeitsbereich zu vergrößern, ohne daß dadurch Leistungsverstärkung und erreichbare Ausgangsleistung beeinträchtigt werden, muß man ein günstiges Verhältnis von aktiver Fläche zu Kristallgröße gewährleisten und

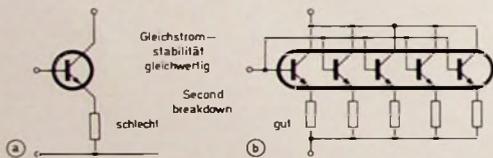


Bild 3. Vergleich von externem (a) und verteiltem internen Emittterwiderstand (b)

gleichzeitig für einen positiven Widerstand im Emitttergebiet sorgen, der es verhindert, daß für kleine Flächenteile des Transistorsystems der Verlauf der  $I_C-U_{BE}$ -Kurve negativ wird. Ein externer Widerstand in der Emittterleitung des Transistors kann erhöhte Stabilität nur bewirken, wenn der Transistor von sich aus eine gleichmäßige Stromverteilung über die gesamte Fläche des Systems hat, was bei großflächigen Transistoren aber nicht der Fall ist. So mag ein Transistor mit externem Emittterwiderstand (Bild 3a) zunächst anscheinend gleiche Eigenschaften haben wie ein emittterwiderstandstabilisierter Transistor (Bild 3b), jedoch ist die Stabilität des letzteren und sein Second-breakdown-Verhalten erheblich besser. Viele kleine parallel geschaltete Transistoren mit jeweils eigenem Emittterwiderstand ergeben ein weit gleichförmigeres Bauelement, als es ein großflächiger Transistor mit einem externen Emittterwiderstand ist. Diese Erkenntnis ist der Schlüssel zum emittterwiderstandstabilisierten Transistor.

Stabilität des Arbeitspunktes ist eines der wichtigsten Probleme bei HF-Leistungstransistoren, und es wurde vor allem durch den emittterwiderstandstabilisierten Transistor gelöst. Um das

zu verstehen, soll im folgenden betrachtet werden, was den Arbeitspunkt eines Transistors in der Schaltung beeinflusst und welches die wichtigen und weniger wichtigen Parameter sind.

Bei einer gebräuchlichen Schaltung nach Bild 4 ändert sich der Emittterstrom in einem Transistor mit großflächigem System infolge Temperaturänderung und infolge ungleichmäßiger Stromverteilung aus folgenden Ursachen:

- Der Kollektorreststrom  $I_{CBO}$  steigt mit der Temperatur. Der Einfluß des Kollektorreststroms ist bei einem Siliziumtransistor kleiner Stromverstärkung nicht sehr groß, vorausgesetzt, daß auch der Quellwiderstand der Basisvorspannung ausreichend klein ist.
- Der Durchlaßstrom der Emittterdiode steigt exponentiell mit steigender Temperatur, mit etwa 8 %/grd bei konstanter Spannung  $U_{BE}$ .
- Steigende Temperatur begünstigt und steigert die ungleichmäßige Stromverteilung im System des Transistors, wodurch die wirksame Basis-Emittter-Spannung mehr abnimmt, als auf Grund der mittleren Sperrschichttemperatur  $T_j$  anzunehmen ist.

Die unter a) bis c) beschriebenen drei Effekte lassen sich für eine Schaltung nach Bild 4 angenähert in einer Differentialgleichung zusammenfassen, die für kleine Änderungen in der Um-

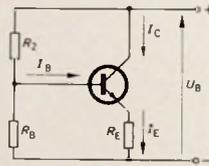


Bild 4. Transistor in Emittterschaltung; Kollektorreststrom durch Basisspannteiler und Emittterwiderstand stabilisiert

gebung des Arbeitspunktes gilt ( $U_B$  bezogen auf den Minuspol der Betriebsspannung)

$$dU_B = \frac{U_B}{I_{CBO}} dI_{CBO} + \frac{U_B}{I_C} dI_C + \frac{U_B}{T_j} dT_j \quad (1)$$

Wie bereits unter a) erwähnt, kann der Einfluß des Kollektorreststromes vernachlässigt werden, und Gl. (1) kann daher als Differenz zweier Ausdrücke angegeben werden, wobei eine positive Differenz stabile Arbeitsweise bedeutet

$$\Delta U_B = I_C \cdot R_E - \frac{dU_{BE}}{dT_j} \cdot \Delta T_j,$$

wobei  $R_E > \frac{dU_{BE}}{dI_C}$  vorausgesetzt ist.

Das bestehende Problem der ungleichmäßigen Stromverteilung wurde besonders deutlich, als man versuchte, HF-Leistungstransistoren für Ausgangsleistungen von 50 W bei Arbeitsfrequenzen über 50 MHz zu bauen. Zerstörung der Transistoren infolge ungleichmäßiger Stromverteilung trat meist schon bei der Hälfte der angestrebten Ausgangsleistung ein. Daher

wurde in den ITT-Laboratorien versucht, eine gleichmäßige Stromverteilung durch einen Widerstand in der Emittterstruktur selbst zu erzwingen. Der Widerstand kann dabei konzentriert oder auch verteilt vorhanden sein. Als Resultat erhielt man einen

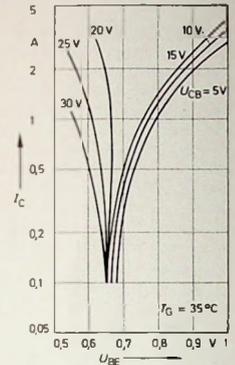


Bild 5. Gemessene  $I_C-U_{BE}$ -Kennlinien eines emittterwiderstandstabilisierten Transistors 3 TE 130 R

Transistor, der die auf Grund seiner Systemgröße erwartete Ausgangsleistung auch abgab und der große Vorteile hinsichtlich zuverlässiger Arbeitsweise, stabilen Arbeitspunktes und Linearität hatte. Bild 5 zeigt die  $I_C-U_{BE}$ -Kurven eines emittterwiderstandstabilisierten Transistors 3 TE 130 R (60 W), der die gleiche Systemgröße hat wie der 3 TE 130 von Bild 2. Man kann sehen, daß der sichere Arbeitsbereich gegenüber Bild 2 erheblich größer ist. Es ist durchaus möglich, auf Kosten von Sättigungsspannung und Leistungsverstärkung die Stabilität noch weiter zu erhöhen. Bei optimal bemessenem Emittterwiderstand hat dieser die Größenordnung Milliohm, wodurch die Leistungsverstärkung nur um etwa 3 bis 4 dB reduziert wird.

Verdoppelt man die Fläche des Systems der Transistoren von Bild 2 beziehungsweise Bild 5, die ausgelegt sind für eine HF-Leistung von 30 W, dann er-

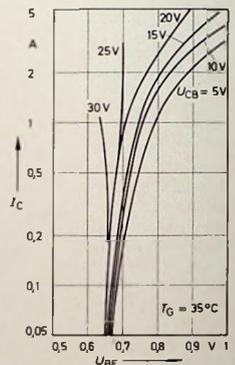


Bild 6. Gemessene  $I_C-U_{BE}$ -Kennlinien eines emittterwiderstandstabilisierten Transistors 2 N 4130

hält man bei entsprechend bemessenen Emittterwiderständen den Transistor 2 N 4130, der 50 W Ausgangsleistung bei 70 MHz abgibt und dessen  $I_C-U_{BE}$ -Kurven Bild 6 zeigt.

Der Stabilitätsgrad läßt sich bei der Entwicklung eines Transistors der vorgesehenen Anwendung anpassen. So benötigt beispielsweise ein für A-Betrieb vorgesehener Transistor bessere Stabilitätseigenschaften als ein für

AB- oder B-Betrieb bestimmter Transistor.

Mit Hilfe der Emittterwiderstandstabilisierung können heute HF-Leistungstransistoren für die im Bild 7 dargestellten Anwendungsbereiche produziert werden. Transistoren für 50 W

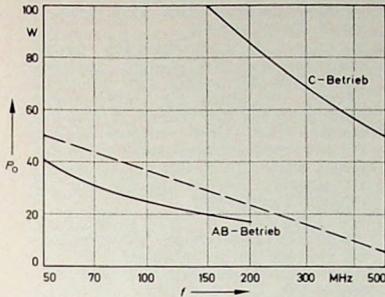


Bild 7. Mit HF-Leistungstransistoren erzielbare Ausgangsleistung  $P_0$  bei C- und AB-Betrieb als Funktion der Frequenz

Ausgangsleistung bei 150 MHz oder für 20 W bei 400 MHz gehören zum Stand der Technik.

## 6. Anwendungsvorteile

### 6.1. Hohe Ausgangsleistung

An Hand von Bild 7 wurde die derzeit erreichbare Ausgangsleistung als Funktion der Frequenz gezeigt. Das Prinzip der Emittterwiderstandstabilisierung würde bei tieferen Frequenzen auch noch weit höhere Ausgangsleistungen ermöglichen. Es wäre die Entwicklung von Parallelstrukturen mit Ausgangsleistungen von 500 W und mehr möglich, wenn man Anstrengungen in dieser Richtung machen würde. Allerdings müssten dann gleichzeitig Transistorgehäuse und Zubehör entwickelt werden, die die Verarbeitung derart hoher HF-Leistungen bei dem vorliegenden relativ niedrigen Impedanzniveau (hohe HF-Ströme!) gestatten.

Größere Anstrengungen widmet man zur Zeit höheren Ausgangsleistungen im VHF/UHF-Bereich.

Es ist zu erwarten, daß weitere Arbeiten auf dem Gebiet des zweiten Durchbruchs und der gleichmäßigen Stromverteilung bei großflächigen, fein unterteilten Transistorstrukturen den Einsatz von Halbleiterbauelementen in Hochleistungsanwendungen ermöglichen werden, die bisher noch Röhren vorbehalten sind. Fortschritte in der Halbleitertechnik werden nach und nach Röhren bis ins Mikrowellengebiet hin überflüssig machen.

### 6.2. Wirkliche Stabilität des Arbeitspunktes

Die vorangegangenen Erläuterungen der Arbeitspunktstabilität zeigten, wie die Kombination von gleichmäßiger Stromverteilung und zusätzlichem Emittterwiderstand die Arbeitspunktstabilität von großflächigen HF-Leistungstransistoren in Emittterschaltung bei konstanter Basisvorspannung gewährleistet. Besonders wichtig ist die Stabilität des Arbeitspunktes ohne Anwendung eines externen Emittterwiderstandes bei kleinem Kollektorstrom in AB-Verstärkern. Die Möglichkeit, den

Emittter unter Verzicht auf einen externen Widerstand direkt an Masse zu legen, ergibt folgende Vorteile:

a) Von der Betriebsspannung geht hinsichtlich des Aussteuerbereiches praktisch nichts verloren, weil der interne verteilte Emittterwiderstand viel kleiner ist als der sonst erforderliche externe Emittterwiderstand.

b) Infolge des Fortfalls von Emittterwiderstand und -kondensator wird die Schaltung vereinfacht, und der Aufwand an Bauelementen ist geringer.

c) Die gebräuchlichen kleinen Emittterwiderstände lassen sich für Hochfrequenz nur schwer durch induktivitätsarme Kondensatoren überbrücken. Jegliche Induktivität in der Emittterleitung reduziert aber die Verstärkung. Daher bedeutet der Fortfall der Emittterkombination erhöhte konstante Verstärkung.

d) Die elektrische Verbindung des Emittters mit dem Gehäuse, erstmals 1963 von ITT-Intermetall-Clevite eingeführt, gestattet es, den HF-Leistungstransistor ohne Isolationszwischenlage direkt auf ein auf Massepotential befindliches Kühlblech zu schrauben, wodurch sich sowohl ein günstiger Wärmewiderstand als auch eine extrem in-

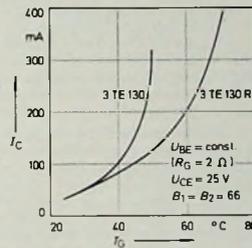


Bild 8. Vergleich der Ruhestromstabilität zwischen emittterwiderstandstabilisiertem und nichtstabilisiertem Transistor gleicher Stromverstärkung B

duktivitätsarme Masseverbindung des Emittters ergeben.

Bild 8 zeigt die eindrucksvolle Verbesserung der Arbeitspunktstabilität beim 3 TE 130 R gegenüber dem 3 TE 130. Bei der Ermittlung dieser Kurven wurde der Arbeitspunkt zweier Transistoren mit gleicher Gleichstromverstärkung bei  $U_{CE} = 25$  V und  $T_C = 25$  °C auf  $I_C = 30$  mA eingestellt, wobei der Generatorwiderstand der Basisspannungsquelle 2 Ohm betrug. Infolge der durch den inneren Emittterwiderstand erzwungenen gleichmäßigen Stromverteilung verläuft die Kurve des 3 TE 130 R erheblich flacher als die des emittterwiderstandslosen 3 TE 130, der bei etwa 50 °C instabil und infolge thermischen Weglaufens (hot spots) zerstört wird.

Eine weitere Verbesserung der Stabilität läßt sich durch den Einbau einer Diode in das Transistorgehäuse erreichen, die infolge des engen thermischen Kontakts (sie kann beispielsweise in denselben Kristall wie das Transistor-system diffundiert sein) zur Kompensation der Temperaturabhängigkeit der Basis-Emittter-Spannung  $U_{BE}$  herangezogen werden kann. Das wird heute bei für die Einseitenbandtechnik bestimmten Transistoren schon ab und zu gemacht.

### 6.3. AB- und SSB-Verstärkerschaltung

Neben der Anwendung in Hochleistungs-C-Verstärkern findet der emittterwiderstandstabilisierte HF-Leistungstransistor bevorzugt Anwendung in der kommerziellen Nachrichtentechnik, wo die Einseitenbandtechnik (SSB) vielfach in Gebrauch ist, um viele Übertragungskanäle in einem schmalen Frequenzband unterzubringen. Einseitenbandtechnik und die dabei oft angewendete Pulsodemodulation werden heute bei Frequenzen von 400 MHz und mehr eingesetzt. SSB-Betrieb erfordert gute Linearität des Verstärkers, damit bei der gleichzeitigen Verstärkung mehrerer Kanäle die Auswirkungen der Intermodulation klein bleiben. Die übliche Forderung ist, daß bei Verstärkung zweier um eine Kanalbreite (5 kHz) voneinander entfernter HF-Signale die Intermodulationsprodukte 30 dB unter den Nutzsinalen bleiben müssen.

Die durch das Ein- und Ausschalten der HF-Leistungstransistoren bei B- und C-Betrieb entstehende Intermodulationsverzerrung ist für kommerzielle Nachrichten Anwendung viel zu hoch. Es ist daher erforderlich, die Verstärkerkennlinie durch einen kleinen Ruhestrom im Transistor zu linearisieren. Bei konstanter Ausgangsscheitelleistung wird die Intermodulation mit zunehmendem Ruhestrom kleiner. Erhöhung der Ausgangsscheitelleistung erhöht die Intermodulation, weil die Linearität der Transistoren mit steigendem Spitzenstrom abnimmt.

Eine typische Meßschaltung für SSB-Betrieb ist im Bild 9 wiedergegeben. Sie enthält den emittterwiderstandstabilisierten HF-Leistungstransistor 3 TE 130 R und arbeitet bei 30 MHz. Wie im Abschnitt 6.2. unter c) und d) beschrieben, ist der Emittter mit dem Transistorgehäuse und damit direkt mit dem Chassis (Masse) der Schaltung verbunden, und es ist kein externes Arbeitsnetzwerk zur Stabilisierung des Arbeits-

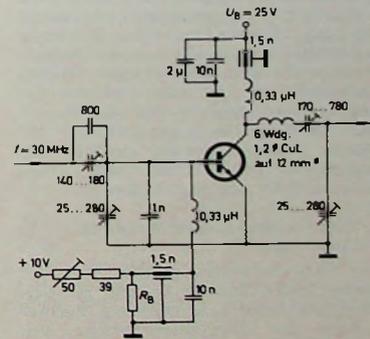


Bild 9. 30-MHz-Einseitenband-Meßschaltung

punktes vorhanden. Die Anpassungsnetzwerke am Eingang und am Ausgang sind in herkömmlicher Weise aufgebaut.

Ein Transistor kleiner Stromverstärkung hat eine größere Stabilität des Ruhestroms und einen weniger nicht-linearen Verlauf der Stromverstärkung in Abhängigkeit vom Kollektorstrom gegenüber einem Transistor hoher

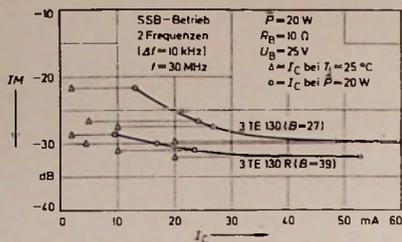


Bild 10. Vergleich der Intermodulationsverzerrung IM bei SSB-Betrieb zwischen einem emitterwiderstandstabilisierten und einem nichtstabilisierten Transistor

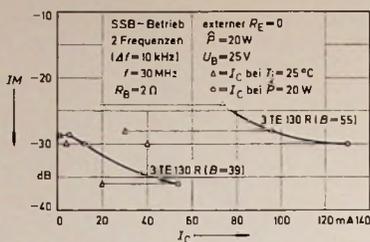


Bild 11. Vergleich der Intermodulationsverzerrung IM bei SSB-Betrieb zwischen einem Transistor kleiner und einem Transistor hoher Stromverstärkung, beide emitterwiderstandstabilisiert

Stromverstärkung. Daher wird ein Transistor kleiner Stromverstärkung eine geringere Intermodulationsverzerrung bei gleicher Ausgangsleistung und gleichem Ruhestrom erzeugen als ein Transistor hoher Stromverstärkung.

Der interne Emitterwiderstand jedoch linearisiert die Arbeitsweise der HF-Leistungstransistoren, so daß ein emitterwiderstandstabilisierter Transistor hoher Stromverstärkung mit geringerer Intermodulation arbeitet als ein nichtstabilisierter Transistor kleiner Stromverstärkung. Das sei an Hand von Bild 10 erläutert, das den Intermodulationsgrad als Funktion des Ruhestroms zeigt. Der emitterwiderstandstabilisierte Transistor (3 TE 130 R) erzeugt sehr viele kleinere Intermodulationsverzerrungen bei sehr kleinem Ruhestrom und ist bei allen Werten des Ruhestroms besser als der nichtstabilisierte Transistor (3 TE 130). Das ist eine eindrucksvolle Demonstration der Verbesserung, die eine begründete Eingangskennlinie beim AB-Verstärker bewirkt. Es zeigt sich auch, daß der Anstieg des Ruhestroms bei Belastung mit voller Ausgangsleistung beim emitterwiderstandstabilisierten Transistor geringer ist als beim nichtstabilisierten Transistor.

Bild 11 zeigt im Vergleich zweier emitterwiderstandstabilisierter Transistoren 3 TE 130 R unterschiedlicher Stromverstärkung, daß ein Exemplar mit kleiner Stromverstärkung sowohl linearer arbeitet als auch eine kleinere Ruhestromänderung mit der Temperatur hat. Infolgedessen ist bei dem Exemplar kleiner Stromverstärkung für gleiche Verzerrungen nur ein kleinerer Ruhestrom erforderlich, was einen höheren Wirkungsgrad bedeutet.

### 7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Erfahrung hat gezeigt, daß der emitterwiderstandstabilisierte HF-Leistungstransistor eine konkrete Verbesserung des Betriebsverhaltens von großflächigen Transistoren gebracht hat. Es ist gezeigt worden, daß die Stabilisierung mittels interner Emitterwiderstände die Arbeitsweise der Transistoren verbessert, ohne das Verhältnis von aktiver Fläche zu Kristallgröße zu verschlechtern, die Second-breakdown-Eigenschaften verbessert, die Parallelschaltung zweier Transistoren erleichtert sowie eine bessere Stabilität des Ruhestroms ergibt. Diese Verbesserungen ermöglichen eine Erhöhung der Ausgangsleistung bei B- und C-Betrieb

und einfachere A- und AB-Verstärker mit besserem Wirkungsgrad. Es wurden höhere Ausgangsleistungswerte bei SSB-Betrieb erreicht als früher möglich. Das bedeutet für kommerzielle Funkanwendungen die Möglich-

keit, HF-Leistungstransistoren in mobilen Funkgeräten hoher Ausgangsleistung beschleunigt einzuführen und wird auch die Popularität des Einseitenbandverfahrens steigern.

### Schrifttum

- [1] Shockley, W.: The theory of p-n junction in semiconductors and p-n junction transistors. Bell. Syst. techn. J. Bd. 28 (1949) S. 435-439
- [2] Tatum, J. G.: VHF/UHF power transistor amplifier design. Applikationsschrift der Firma ITT Semiconductors (erhältlich bei Internmetall), bestehend aus den Teilen: I (Fundamental theoretical considerations), II (RF power transistor characteristics related to circuit performance), III (Circuit considerations) und IV (Matching networks).
- [3] Heitzman, W. P.: Dreistufiger 175-MHz-Sendeverstärker. Funk-Techn. Bd. 25 (1969) Nr. 10, S. 395-397 Internmetall-Druckschrift, Best.-Nr. 6200-44-1 D

## Persönliches

### Hans C. Boden 40 Jahre bei der AEG

Der Vorsitzende des Aufsichtsrats der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Dr. jur. et rer. pol. Hans Constantin Boden, gehörte am 1. November 40 Jahre der AEG an. In dieser Zeit war er mehr als dreißig Jahre Mitglied und Vorsitzender des AEG-Vorstands. Seit 1961 steht Dr. Boden dem Aufsichtsrat der Gesellschaft vor. Dr. Hans C. Boden hat die Entwicklung der AEG nach 1945 entscheidend beeinflußt. Der Initiative und weitsichtigen Planung des Finanzvorstandes Dr. Boden waren der Wiederaufbau und der Neubau der Fabrikationsstätten zu verdanken. Mit Erfolg setzte sich Dr. Boden, der immer eine enge Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft anstrebte, in jenen Jahren auch für eine Stärkung der Forschungs- und Entwicklungsleistungen ein. 1961 übernahm er den Vorsitz des Aufsichtsrats der Gesellschaft, den er mit einer kurzen Unterbrechung bis zum heutigen Tage innehat. Anlässlich seines 75. Geburtstages berichteten wir im Heft 15/1968 ausführlich über seinen Lebenslauf, seine vielen Verdienste und die ihm zuteil gewordenen Ehrungen.

### A. Waizenegger 65 Jahre

Am 13. November 1969 vollendete Artur Waizenegger das 65. Lebensjahr. Als Telefunken- ebenso wie als Teldec-Vertriebsmann ist er für junge und Alte in der Rundfunk- und Schallplattenbranche zu einem Begriff für erfolgreiche Vertriebspolitik geworden. Insbesondere hat er es immer verstanden, die Verbindungen zwischen Industrie und Fachhandel zu pflegen und auszubauen. Im September 1925 begann er seine eigentliche berufliche Laufbahn in der jungen Radioindustrie bei Telefunken. Er wurde Verkaufsleiter in Köln, ging 1935 in gleicher Position nach Hannover, und 1939 kehrte er nach Berlin zurück, um hier eine der wichtigsten Verkaufsstellen zu übernehmen. Nach Kriegsende war auch für ihn zunächst alles aus. Er machte sich als Besitzer eines Elektro-Spezialgeschäfts in Joachimsthal selbständig. Telefunken holte ihn dann 1948 als Leiter der Hamburger Verkaufsabteilung zurück. Ende 1956 wagte er dann den Sprung vom sicheren Branchenfach zur Schallplatte. Ein Meistersprung, wie man heute feststellen kann. Seit 1957 ist er Vertriebschef der Teldec und seit 1961 ihr Geschäftsführer. „Rast ich, so rast ich“ scheint seine Devise gewesen zu sein und noch immer zu sein. Mit Begeisterung und Lebendigkeit ist er der stets voran treibende Motor, und in Zukunft wird sich daran kaum viel ändern, denn auch nach seinem 65. Geburtstag steht er dem Unternehmen weiterhin zur Verfügung. Möge er aber in Zukunft mehr Zeit finden für sein Hobby:

das Wandern. Wir alle wünschen ihm, daß er noch viele Jahre Gelegenheit haben möge, diesem Hobby zu huldigen, denn mit Recht fühlt er sich als stolzer Besitzer des „Goldenen Schuh“ als Auszeichnung für 300 Stunden Fußweg pro Jahr.

### W. Huppert 65 Jahre

Dr. Walter Huppert, seit 1956 Leiter der Abteilung „Volkswirtschaft und Statistik“ im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e.V., vollendete am 24. Oktober 1969 das 65. Lebensjahr. Im Rahmen seiner beruflichen Tätigkeit arbeitet Dr. Huppert in verschiedenen Gremien des Bundesverbandes der Deutschen Industrie mit, hat eine Reihe wissenschaftlicher Studien und Gutachten publiziert und gilt als geschätzter Mitarbeiter bei verschiedenen führenden Fachzeitschriften und Tageszeitungen.

### P. Herrnkind †

Im 68. Lebensjahr verstarb unerwartet am 27.10.1969 der technische Journalist Paul Herrnkind. Elektroakustik, Funktechnik und Elektronik waren seine Spezialgebiete. Während seiner vielseitigen praktischen Tätigkeit — längere Zeit war er zum Beispiel Leiter der ionentechnischen Abteilung bei der Hagap in Hamburg — fand er frühzeitig Freude am Lehren und am Schreiben. So unterrichtete er in Berlin in einer der Filmakademie angegliederten Fachschule für Film und Ton. Als vor 23 Jahren, im Dezember 1946, das erste Heft unserer FUNK-TECHNIK erschien, war er mit dabei: Ein zweiseitiger Aufsatz von ihm über den Blaupunkt-Super „4 GW 646 KI“ eröffnete den technischen Teil. Übrigens waren damals die Elektronenröhren sein besonderes Steckender. „Wo bleiben die Ersatz-Röhren?“. Zur Diskussion gestellt: Vorschlag einer neuen Röhrenzahlweise in den Empfänger“ und viele andere Leiharbeiten entstannten seiner Feder. Von dieser Zeit ab blieb der technische Journalismus sein Beruf. Auf vielen deutschen sowie internationalen Ausstellungen und Messen begegnete man ihm; gewandt und exakt berichtete er als freier Mitarbeiter verschiedener Fachzeitschriften über technische Neuheiten vom kleinsten Bauelement bis zum Atomkraftwerk. Sein technisches Wissen fand auch Niederschlag in mehreren Broschüren.

Der Union Internationale de la Presse Radio-technique et Electronique (UIPRE) und anderen Fachorganisationen gehörte er als Mitglied an. Die elektrotechnische und elektronische Fachwelt trauerl um einen ihrer erfolgreichen Publizisten. Seine Hilfsbereitschaft und seine Aufgeschlossenheit werden allen ein Vorbild bleiben.

# Das Telecon - eine neue Bildaufnahmeröhre

Durch die Silizium-Planartechnik ist es möglich geworden, eine neue Bildaufnahmeröhre zu entwickeln, die entscheidende Vorteile gegenüber den heute noch verwendeten Kameraröhren hat. Diese neue Röhre, das Telecon, wurde auf dem Technischen Presse-Colloquium (TPC) 1969 von AEG-Telefunken erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt.

Der prinzipielle Aufbau und die Wirkungsweise des Telecons (Bilder 1 und 2) entsprechen denen des Vidikons und Plumbikons. Die eine Seite einer Speicherplatte (Target) aus halbleitendem Material tastet ein Elektronenstrahl ab, während auf der anderen Seite der zu übertragende Gegenstand mit einer Optik als optisches Bild abgebildet wird. Die Speicherplatte hat die Aufgabe, das optische Bild in ein Ladungsbild umzuwandeln und dieses während einer Bildperiode bis zum Abtasten durch den Elektronenstrahl zu speichern.

Bei den bisher bekannten Bildaufnahmeröhren erfolgten diese Umwandlung und Speicherung in dünnen amorphen Halbleiterschichten, zum Beispiel in Antimontrisulfid ( $Sb_2S_3$ ) beim Vidikon und in Bleioxid ( $PbO$ ) und Bleisulfid ( $PbS$ ) beim Plumbikon. Diese dünnen, watteartigen amorphen Halbleiterschichten sind jedoch sehr empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen, gegen höhere Temperaturen und vor allem gegen hohe Lichtintensitäten, wodurch die Anwendung und die Lebensdauer dieser Röhren begrenzt sind.

Demgegenüber besteht das Target des Telecons aus einer Multidioden-Siliziumplatte, bei der auf einer Fläche von  $1,28 \text{ cm} \times 0,96 \text{ cm}$  eine Million Planardioden untergebracht sind. Jede Diode hat einen Durchmesser von  $5 \mu\text{m}$ , und der Abstand zwischen zwei Dioden beträgt  $10 \mu\text{m}$ . Der abtastende Elektronenstrahl lädt die einzelnen Dioden in Sperrrichtung auf  $5 \dots 10 \text{ V}$  Sperrspannung auf. Das auf die andere Seite des Targets auftreffende Licht erzeugt Elektron-Defektelektron-Paare, die eine Entladung der Dioden verursachen (Bild 3). Der bei der Abtastung zur Wiederaufladung erforderliche Ladestrom ist proportional der Lichtintensität und erzeugt am Arbeitswiderstand das Videosignal.

Nach einem Vortrag von Dr. Richard E p p l e, Leiter der Entwicklung im Fachbereich Halbleiter von AEG-Telefunken, Heilbronn, auf dem Technischen Presse-Colloquium (TPC) 1969

Tab. I. Vergleich der technischen Daten von Telecon, Vidikon und Plumbikon

	Vidikon XQ 1001	Telecon	Plumbikon
Lichtempfindlichkeit für 200 nA Signalstrom	8	0,4	8 lx
Maximum der Spektralempfindlichkeit	500	650	500 nm
Spektralbreite	300...800	400...1100	450...850 nm
Restsignal nach 100 ms bei 200 nA Signalstrom	20	4	4 %
maximale Lagertemperatur	70	350	50 °C
maximale Beleuchtung	5000	beliebig	5000 lx
Auflösungsvermögen	500	600	400 TV-Linien je cm Target
dynamischer Bereich	$10^3$	$10^3$	$10^2$
Einbrennempfindlichkeit	groß	keine	groß
Lebensdauer bei optimalen Bedingungen	5000	10 000	1000 h
mechanische Stabilität	mittel	hoch	mittel
Betriebsaufwand	gering	gering	mittel

Wegen der Empfindlichkeit des Auges kann sich der Ausfall von wenigen Dioden bereits im Bild bemerkbar machen. Daher müssen für eine völlig ungestörte Bildwiedergabe praktisch alle Dioden einwandfrei arbeiten. Dies ist aber nur durch eine erhebliche Verbesserung der in der Halbleitertechnik angewendeten Technologien möglich. Hierzu gehört die berührungslose Maskierungstechnik, für die AEG-Telefunken das sogenannte Projektionsmaskierverfahren entwickelt hat. Außerdem werden besondere Bedingungen an die Reinheit und Perfektion des einkristallinen Siliziums gestellt, da Kristallstörungen und unerwünschte Dotierungen zu Diodenausfällen führen. Das bedeutet, daß das einkristalline Silizium-Ausgangsmaterial besonders hergestellt und behandelt sein muß und daß anschließende technologische Prozesse nur ein Minimum an zusätzlichen Gitterstörungen verursachen dürfen.

In Tab. I sind die technischen Daten der neuen Bildaufnahmeröhre denen des Vidikons und des Plumbikons gegenübergestellt. Die Lichtempfindlichkeit des Telecons ist bei 200 nA Signalstrom rund 20mal größer als diejenige des Vidikons und Plumbikons. Der Grund hierfür liegt in der wesentlich größeren Quantenausbeute des einkristallinen Siliziums gegenüber den

amorphen Halbleiterschichten mit vielen Rekombinationszentren. Auch die Breite der spektralen Empfindlichkeit ist beim Telecon größer als beim Vidikon und reicht infolge des Bandabstandes des Siliziums bis in den nahen Infrarotbereich. Das Maximum der Spektralempfindlichkeit liegt bei 650 nm. Dies ist zum Beispiel für die Anwendung des Telecons beim Farbfernsehen wichtig.

Das Restsignalverhalten ist ein Maß für das Nachleuchten des Bildes. Dieser Effekt stört besonders bei Bewegungsbildern durch nachziehende Streifen. Beim Telecon wird das Restsignalverhalten nur durch die Energieverteilung des abtastenden Elektronenstrahls verursacht und ist mit 4 % verhältnismäßig gering.

Durch erhöhte Temperaturen und hohe Lichtintensitäten werden bei den amorphen Halbleiterschichten des Vidikons und Plumbikons thermische und photochemische Reaktionen ausgelöst, die über die Bildung von Fehlstellen zu einem Ausfall dieser Röhren führen. Das Telecon zeigt diese Effekte nicht, insbesondere ist es lichtblitzfest.

Das Auflösungsvermögen des Telecons hängt vom Durchmesser des Elektronenstrahls, den Dimensionen der Diodenmatrix und der Scheibendicke ab. Mit dem zur Zeit erreichten Wert von 600 TV-Linien je cm Target liegt das Auflösungsvermögen bereits über dem des Vidikons und Plumbikons. Im dynamischen Bereich, dessen untere Grenze durch das Rauschen und dessen obere Grenze durch die Bildsättigung gegeben ist, unterscheiden sich die drei Röhrentypen dagegen bisher nicht. Falls es jedoch gelingt, die Dunkelströme der Dioden weiter zu reduzieren, dürfte sich der dynamische Bereich des Telecons noch vergrößern

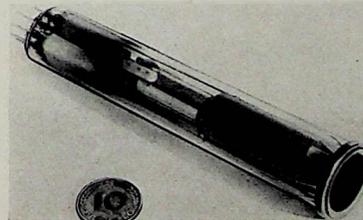


Bild 1. Ansicht der Telecon-Kameraröhre

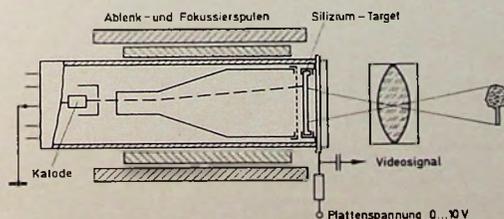


Bild 2. Schnittbild des Telecons

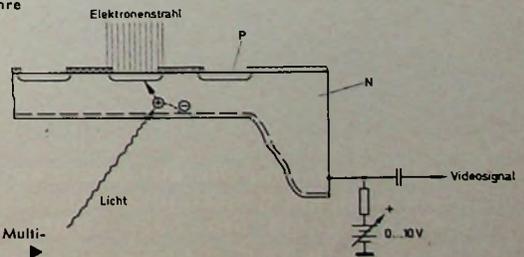


Bild 3. Schnitt durch das Multidioden-Siliziumtarget

# GRUNDIG HiFi-Stereo-Geräte haben die besten Lautsprecher verdient

(Denn jede Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied)



Die abgebildeten HiFi-Geräte von links nach rechts: GRUNDIG HiFi-Stereo-Verstärker SV 140, 2 x 50/70 Watt, mit neuartigem Klangregel-Netzwerk, Festpreis: DM 1245,-. GRUNDIG HiFi-Mehrbereichs-Tuner RT100 mit außergewöhnlichem Bedienungskomfort, Festpreis: DM 875,-. GRUNDIG HiFi-Plattenspieler-Schatulle PS 7 mit Dual 1219 und Wechsellvorrichtung, Festpreis: DM 558,-.

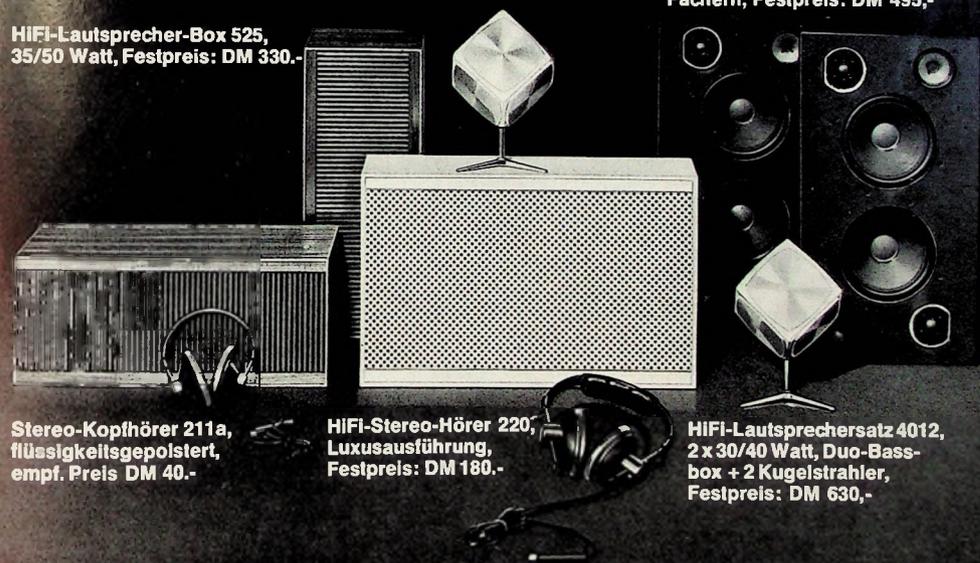
Weitere HiFi-Geräte des GRUNDIG Spitzenprogramms: GRUNDIG HiFi-Stereo-Verstärker SV 85, 2 x 30/40 Watt, All-Transistor-Technik, hohe Wiedergabequalität. GRUNDIG HiFi-Tuner-Verstärker RTV 400, 2 x 20/30 Watt, 4 Bereiche: UKW, KW, MW, LW, Festpreis: DM 875,-. GRUNDIG HiFi-Tuner-Verstärker RTV 650, 2 x 20/30 Watt, technische Spitzenqualität, Festpreis: DM 1250,-.

## GRUNDIG HiFi-Lautsprecher sind besser als die höchste Qualitätsnorm

GRUNDIG HiFi-Geräte und GRUNDIG HiFi-Lautsprecher gehören zusammen. Weil sie aufeinander abgestimmt sind und zueinander passen. Das gilt für Form und Technik.

GRUNDIG HiFi-Lautsprecher sind genauso wichtig wie jedes andere Element einer HiFi-Stereo-Anlage. Verlangen Sie daher ausdrücklich Grundig Lautsprecher und Zubehör.

HiFi-Lautsprecher-Box 525,  
35/50 Watt, Festpreis: DM 330,-



Stereo-Kopfhörer 211a,  
flüssigkeitsgepolstert,  
empf. Preis DM 40,-

HiFi-Stereo-Hörer 220,  
Luxusausführung,  
Festpreis: DM 180,-

HiFi-Lautsprechersatz 4012,  
2 x 30/40 Watt, Duo-Bass-  
box + 2 Kugelstrahler,  
Festpreis: DM 630,-

HiFi-Lautsprecher-Kombination  
LS 741, 2 x 50/70 Watt, besonders  
empfehlenswert für Wohnwände  
mit vorhandenen Lautsprecher-  
Fächern, Festpreis: DM 495,-

**GRUNDIG**

Die ganze HiFi-Kette von GRUNDIG müssen Sie erlebt haben. Besuchen Sie unverbindlich ein HiFi-Studio des Rundfunk-Fachhandels. Oder fordern Sie unseren Spezialprospekt „HiFi-Studio-Serie“ an.

lassen. Die durch die Silizium-Planartechnik geschützten Dioden zeigen auch praktisch keine Einbrennempfindlichkeit.

Ein wichtiger Vorteil des Telecons ist die gegenüber dem Vidikon und dem Plumbikon erheblich größere Lebensdauer. Im Gegensatz zu den Röhren mit amorphen Halbleiterschichten wird die Lebensdauer hier nicht durch den Halbleiter, sondern durch die Lebensdauer der Kathode der Röhre bestimmt. Mit Langlebensdauer-Katoden läßt sich die Lebensdauer des Telecons noch um den Faktor 2 auf mindestens 20 000 Stunden erhöhen. Durch nicht optimale Betriebsbedingungen (zum Beispiel erhöhte Temperatur, Lichtintensität usw.) wird die Lebensdauer des Telecons nicht beeinträchtigt, während sich die der anderen Röhren dabei um bis zu zwei Größenordnungen verringert. Im nicht

optimalen Fall, der häufig bei industriellen Fernsehanlagen vorliegt, kann die Lebensdauer des Telecons daher 100-...1000mal größer sein als die der anderen Bildaufnahmeröhren. Auch hinsichtlich der mechanischen Stabilität übertrifft das Telecon die anderen Röhren erheblich, da deren watteartige amorphe Halbleiterschichten gegen Stöße sehr empfindlich sind.

Der heutige Entwicklungsstand des Telecons ist dadurch gekennzeichnet, daß es zwar möglich ist, Röhren mit den in Tab. I angegebenen Eigenschaften und Kennwerten herzustellen, daß jedoch das Bild noch zu viele Fehler enthält. In absehbarer Zeit dürfte aber auch dieses Problem gelöst sein und dann eine Bildaufnahmeröhre zur Verfügung stehen, die den vergleichbaren, bisher verwendeten Röhren in vielen Beziehungen überlegen sein wird. Ra.

## Für den Tonbandamateur

### 18. Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme

Unter der Schirmherrschaft des dänischen Kultusministers K. Helveg Petersen fand der diesjährige Internationale Wettbewerb der besten Tonaufnahme (IWT) Ende Oktober in Kopenhagen statt.

Zu diesem Wettbewerb hatten die der FICS (Federation Internationale des Chasseurs de Son) angeschlossenen Verbände die besten Arbeiten aus den nationalen Vorentscheidungen eingereicht. Die Sendeanstalt des dänischen Rundfunks hatte freundlicherweise ein Studio für die Abhörsitzungen zur Verfügung gestellt. Die Organisation hinsichtlich Vorbereitung und Durchführung lag in den Händen des dänischen Tonjägerverbandes, der sehr tatkräftig hierbei von namhaften dänischen Industriefirmen der Phontechnik sowie von den ausländischen Vertretungen deutscher Hersteller unterstützt wurde.

Auf Grund der hervorragenden Organisation kann auch diese Veranstaltung als ein voller Erfolg bezeichnet werden, zumal im Rahmen eines umfangreichen Programms den ausländischen Gästen ein recht instruktiver Einblick in die Atmosphäre des dänischen Alltags gewährt wurde.

Wie üblich, ging auch in diesem Jahr den eigentlichen Abhörsitzungen der FICS-Kongreß voraus, auf dem wiederum Probleme der künftigen Organisation, Finanzierung und Behandlung von Mitgliedschaften sowie des Reglements zur Debatte standen. Außerdem erfolgte die turnusmäßige Wahl des Präsidenten und seines Sekretärs für das nächste Jahr. Der bisherige Präsident, Heinz Runge (RdT, Deutschland), sowie Dr. Jan Mees als Vizepräsident und Generalsekretär wurden erneut in ihren Ehrenämtern bestätigt und einstimmig wiedergewählt.

Pünktlich um 9.30 Uhr begannen dann am Sonntag, den 26. Oktober, die dreitägigen Abhörsitzungen der internationalen Jury, die sich aus 39 Herren folgender Länder zusammensetzte: Bel-

gien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Norwegen, Schweden, Schweiz Tschechoslowakei.

Als Präsident der Jury fungierte J. Jerrick von Danmark Radio, als Vizepräsident Fredy Weber von Radio St. Gallen.

Wie im Jahr zuvor, gelangten auch diesmal wieder 50 Aufnahmen zum Vortrag, die aus folgenden 12 Ländern eingereicht worden waren: Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Polen, Schweden, Schweiz, Tschechoslowakei, USA. Die Einsender kamen aus allen Berufsschichten. Vom Arzt bis zum Flugkapitän waren nahezu alle Berufe vertreten. Die meisten Wettbewerber pflegen das Tonbandhobby nach der vorliegenden Statistik mehr als 4 Jahre, einige sogar schon 18 Jahre und mehr. Allerdings waren auch wiederum einige Anfängerarbeiten dabei.

Nach dem Reglement konnten Arbeiten in den Kategorien eingereicht werden: A. Hörspiele, B. Reportagen und Interviews, C. Musikalische Aufnahmen, D. Geräusche der Natur, E. Tonband-Korrespondenz, F. Schultonaufnahmen. Für die Kategorie G ist für jedes Jahr ein spezielles Thema vorgesehen. In diesem Jahr handelt es sich um die Erfindungen Valdemar Poulsens und ihre Bedeutung für die Kommunikation in der modernen Zivilisation und den Entwicklungsländern anlässlich des 100. Geburtstag dieses dänischen Erfinders.

Die überwiegende Anzahl der Einsendungen lag wiederum in der Kategorie C mit 22 Aufnahmen gefolgt von je 7 Aufnahmen für die Kategorien A und B. Für die Kategorie F wurden 5 Aufnahmen eingereicht, für Kategorie D 4 Aufnahmen, Kategorie G 3 und Kategorie E 2 Aufnahmen. Eine Analyse der Einsendungen ergab, daß 84 % mit 19 cm/s gefahren wurden und jeweils 8 % mit 9,5 cm/s und 38 cm/s. Die Mehr-

zahl der Aufnahmen (76 %) wurden in Halbspurtechnik dargeboten. Als Kuriosum kann eine Aufnahme bezeichnet werden, die eine Gesamtdauer von lediglich 37 Sekunden hatte, technisch aber von hoher Qualität war und eine wissenschaftliche Untersuchung zum Thema hatte.

Es muß leider festgestellt werden, daß Schultonaufnahmen sich nach wie vor in pädagogischen Kreisen keiner allzu großen Beliebtheit erfreuen. Denn die fünf eingereichten Arbeiten dürften im Hinblick auf die außerordentlich große Lehrerschaft in den beteiligten Ländern als ein recht mageres Ergebnis zu betrachten sein.

Eine Unterteilung in Mono und Stereo zeigt, daß sich 29 Aufnahmen in Mono und 21 Aufnahmen in Stereo gegenüber standen. Hinsichtlich der Qualität der eingesandten Arbeiten kann gesagt werden, daß sich die Wettbewerber doch in zunehmendem Maße größerer Sorgfalt gegenüber früheren Wettbewerben befleißigen. Die angewandte Technik gab in den seltensten Fällen Anlaß zu negativer Kritik. Dafür ließen jedoch oft Idee und Gestaltung – zwei Kriterien, die ebenfalls bei jeder Aufnahme zu bewerten waren – vielfach zu wünschen übrig. Im Gegensatz zu früheren Jahren kam der Humor diesmal etwas zu kurz.

Bei der Betrachtung der zur Anwendung gelangten Geräte und Einrichtungen ist zu sagen, daß überwiegend Tonbandgeräte sowie Mikrofone nebst Verstärkereinrichtungen, Bandmaterial und Zubehör deutschen Ursprungs waren.

In der Gesamtbewertung errang im diesjährigen IWT Frankreich den 1. Platz, gefolgt von der Schweiz und Dänemark. Auf den 4. Platz kam die CSSR, auf den 5. Platz die Bundesrepublik Deutschland. Die weiteren Plätze belegten die Niederlande, Großbritannien, Italien, Belgien, Schweden, die USA und Polen.

Im Rahmen der Preisverteilung wurden zum Abschluß der Tagung wertvolle Geld- und Sachpreise den Siegern ausgehändigt. Nach Beendigung der Abhörsitzungen faßte die Jury den Beschluß, noch einige Änderungen des Reglements vorzunehmen.

Auf Grund der gemachten Erfahrungen wird im Jahre 1970 eine neue Kategorie H zum Tragen kommen, und zwar für alle diejenigen Aufnahmen, die nicht in den Kategorien A bis G untergebracht werden können (maximale Dauer 5 Minuten). Außerdem werden die Aufnahmen für die Schulkategorie auf 8 Minuten Maximalzeit reduziert. Ferner wurde beschlossen, die Aufnahmen für die Kategorie G ebenfalls auf 10 Minuten zu verkürzen. Für den nächsten Wettbewerb sind für jedes Land 6 Aufnahmen ohne Beschränkung auf die betreffende Kategorie zugelassen. Als Sonderthema gemäß Kategorie G wurde das Motto gewählt „Jugend von heute – Welt von morgen“, ein Titel, der sicherlich einen großen Kreis von Tonbandamateuren ansprechen dürfte.

Laut Beschluß des FICS-Kongresses wird der nächste IWT Ende Oktober 1970 in Lausanne durchgeführt werden.

H-e

# 2 x 40-W-Hi-Fi-Stereo-Anlage

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 22, S. 880

### 3.5. Impedanzwandler (IW) und Programmwähler (PW)

Die Eingänge mit den Buchsen Bu 2, Bu 3 und Bu 4 führen zu Impedanzwandlerstufen mit den Transistoren T 26, T 27 und T 28 (Bild 5). Da diese Transistoren in Kollektorschaltung betrieben werden, erreicht man damit keine Spannungsverstärkung (diese bleibt knapp unter 1), wohl aber eine Leistungsverstärkung bzw. Impedanz-

wandlung. Der Eingangswiderstand  $R_{in}$  (Produkt aus Steilheit und Lastwiderstand). Der wirksame Eingangswiderstand an den Buchsen Bu 2, Bu 3 und Bu 4 beträgt rund 100 kOhm. Er wird von den Potentiometern P 12, P 13 und P 14 bestimmt, da der Eingangswiderstand der Impedanzwandler  $> 1 \text{ M}\Omega$  ist.

Der Ausgangswiderstand der Impedanzwandlerstufen ist sehr niederohmig und erlaubt eine unkomplizierte Ver-

eines Signals von den an den Eingangsbuchsen liegenden Programmen. Die zur Signalweiterführung nicht benutzten Kontakte werden automatisch an Masse geschaltet.

### 3.6. Basisbreite (BB)

Mit der Stufe Basisbreite ist es möglich, die Basisbreite einer Stereo-Information kontinuierlich zu verändern. Hierbei wird die Summe-Differenz-Technik angewendet. Wie beim Links-Rechts-Verfahren, sind auch für das Summe-Differenz-Verfahren zwei getrennte Kanäle erforderlich, jedoch werden hier an Stelle der Signale L und R das Summen- und das Differenzsignal übertragen. Das Summensignal S liefert den Inhalt eines Schall-

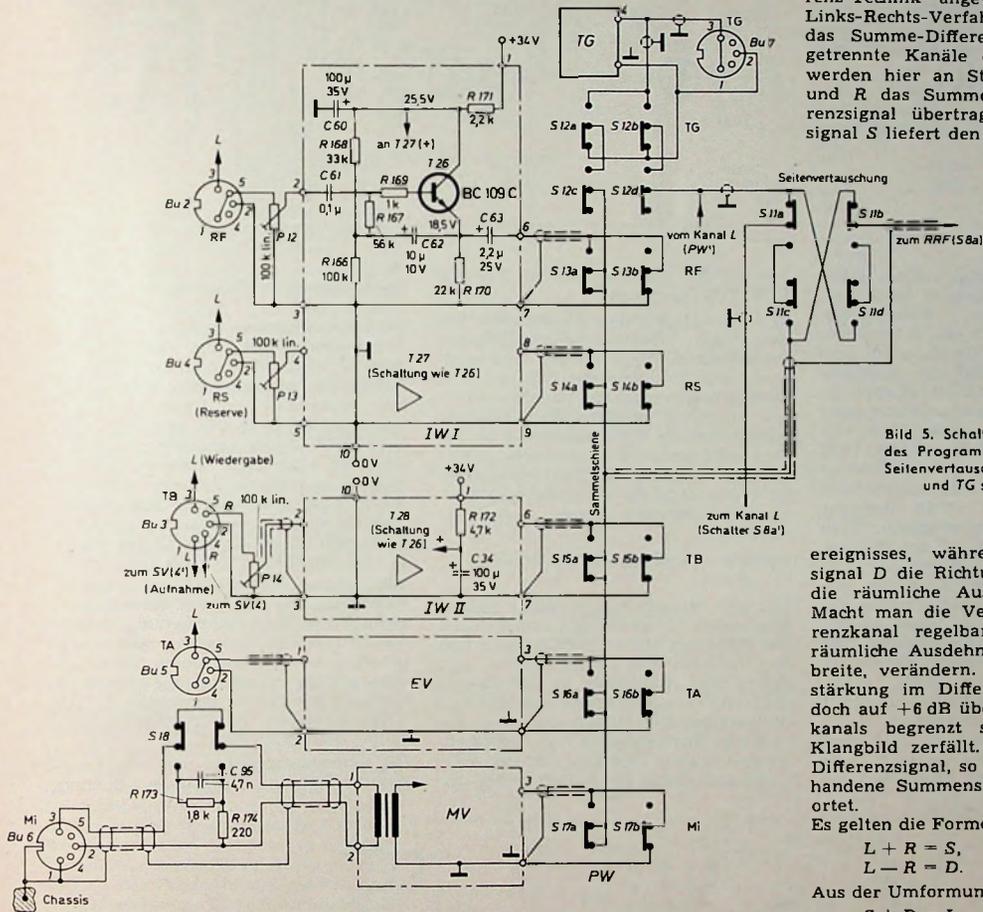


Bild 5. Schaltung der Eingangsstufen, des Programmwählers (PW) und der Seitenvertauschung (die Stufen EV, MV und TG sind nur angedeutet)

wandlung. Der Eingangswiderstand  $R_{in}$  einer derartigen Stufe ist gleich dem wirksamen Lastwiderstand, multipliziert mit dem Stromverstärkungsfaktor des Transistors.  $R_{in}$  wird aber durch den üblichen Basisspannteiler vermindert. Um die Verkleinerung des Eingangswiderstandes zu verhindern, liegt der Spannungsteilerpunkt R 166, R 168 über den Kondensator C 62 am Emitter, und die Basis ist über den Vorwiderstand R 167 angeschlossen. Dieses Mitziehen (bootstrappen) vermindert den Einfluß des Vorwiderstandes

drahtung und Beschaltung des Programmwählers. Einstreuungen von Fremdspannungen und Übersprechen - Fehler die in hochohmigen Eingangsschaltungen gerade bei Eigenbaugeräten oft nicht richtig beherrscht werden - sind durch die Anwendung von Impedanzwandlern weitgehend ausgeschaltet. Aus diesem Grunde wird der Ausgang des Mikrofonverstärkers und des Entzerrerverstärkers ebenfalls über derartige Stufen geführt.

Der Programmwähler (Tastenschalter I; S 12... S 17) ermöglicht die Auswahl

ereignisses, während das Differenzsignal D die Richtung beziehungsweise die räumliche Ausdehnung bestimmt. Macht man die Verstärkung im Differenzkanal regelbar, so läßt sich die räumliche Ausdehnung, also die Basisbreite, verändern. Die maximale Verstärkung im Differenzkanal sollte jedoch auf +6 dB über der des Summenkanals begrenzt sein, da sonst das Klangbild zerfällt. Fehlt dagegen das Differenzsignal, so wird das allein vorhandene Summensignal monophon geteert.

Es gelten die Formeln

$$L + R = S,$$

$$L - R = D.$$

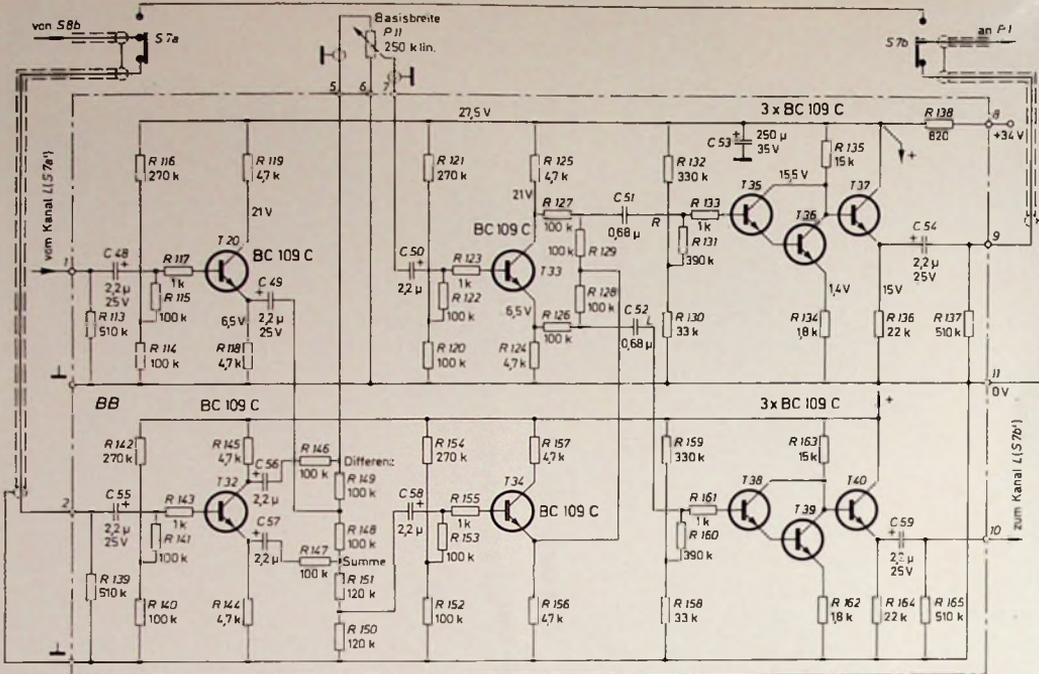
Aus der Umformung ergibt sich

$$S + D = L,$$

$$S - D = R.$$

Hieraus erkennt man, daß die Umwandlung von Links-Rechts-Technik in Summe-Differenz-Technik und umgekehrt ohne weiteres möglich ist. Die Polarisationsumkehr (-R, -D) erfolgt durch Phasenumkehrschaltungen, wie sie bei Gegentaktverstärkern üblich sind. Auf die vorliegende Schaltung (Bild 6) angewendet, ergibt sich folgendes:

Am Emitter der Phasenumkehrstufe T 20 ist ein +L-Signal vorhanden, während die Phasenumkehrstufe T 32 am



Kollektor ein  $-R$ -Signal und am Emittter ein  $+R$ -Signal liefert. Diese drei Signale werden der Widerstandsmatrix  $R 146, R 147, R 148, R 149$  zugeführt. Das Differenzsignal wird dem Zweig  $R 146, R 149$  und das Summensignal dem Zweig  $R 147, R 148$  entnommen. Während das Summensignal über den Spannungsteiler  $R 150, R 151$  zur Phasenumkehrstufe  $T 34$  gelangt, liegt das Differenzsignal am Potentiometer  $P 11$ , mit dem sich seine Amplitude regeln läßt (maximal  $+6$  dB über der Amplitude des Summensignals). Vom Schleifer von  $P 11$  wird es der Phasenumkehrstufe mit dem Transistor  $T 33$  zugeführt, an dessen Kollektor ein  $-D$ -Signal und an dessen Emittter ein  $+D$ -Signal auftritt. Aus diesen beiden Signalen und dem am Emittter von  $T 34$  abgenommenen  $+S$ -Signal werden in der Widerstandsmatrix  $R 126, R 127, R 128, R 129$  wieder die Signale  $L$  und  $R$  zusammengesetzt. Dem Zweig  $R 127, R 129$  wird das  $R$ -Signal und dem Zweig  $R 126, R 128$  das  $L$ -Signal entnommen und je einem  $18$ -dB-Verstär-

ker mit den Transistoren  $T 35, T 36$  und  $T 38, T 39$  zugeführt.

Die Verstärker haben die Aufgabe, den durch die Widerstandsverknüpfungen entstandenen Pegelverlust auszugleichen. Die Transistoren  $T 37$  und  $T 40$  sind direktgekoppelte Impedanzwandler, an deren Emitttern das Ausgangssignal über die Kondensatoren  $C 54$  und  $C 59$  entnommen wird. Die rein gehörmäßige Wirkung der Basisbreite-Stufe ist unter anderem abhängig vom Programminhalt und dessen Aufnahme-technik.

### 3.7. Rausch-Rumpel-Filter (RRF)

Mit dem Rausch-Rumpel-Filter (Bild 7) lassen sich Störgeräusche, zum Beispiel das Rauschen älterer Schallplatten und das Rumpeln von Plattenspielern, ausfiltern. Zur Absenkung im oberen und unteren Frequenzbereich dienen LC- beziehungsweise RC-Glieder. Um genügende Flankensteilheit zu erreichen, werden jeweils zwei LC- und zwei RC-Glieder in Serie geschaltet, wobei der

Bild 6. Schaltung der Baugruppe Basisbreite (BB)

LC-Serienschaltung noch ein RC-Glied nachgeschaltet ist. Mit dem Tiefpaß  $D r 2, D r 3, R 102, C 38, C 39, C 41, C 42$  ergibt sich, bezogen auf  $1$  kHz  $\pm 0$  dB, eine Absenkung um  $1,5$  dB bei  $5$  kHz, um  $13,6$  dB bei  $10$  kHz und um  $20$  dB bei  $15$  kHz. Durch Vergrößern von  $C 42$  läßt sich eine noch größere Flankensteilheit erreichen. Für den Hochpaß  $R 104, R 105, C 43, C 44$  beträgt die Absenkung (wieder bezogen auf  $1$  kHz  $\pm 0$  dB)  $1$  dB bei  $500$  Hz,  $10,6$  dB bei  $100$  Hz,  $17,6$  dB bei  $50$  Hz und  $32$  dB bei  $20$  Hz.

Die im Hoch- und Tiefpaß verwendeten Kondensatoren sollten für beide Kanäle auf gleichen Kapazitätswert ausgesucht werden. Der Absolutbetrag spielt dabei jedoch eine untergeordnete Rolle, da eine geringe Variation der Grenzfrequenzen des Filters unwichtig ist. Die Grunddämpfung des Rausch-Rumpel-Filters beträgt  $3,4$  dB.

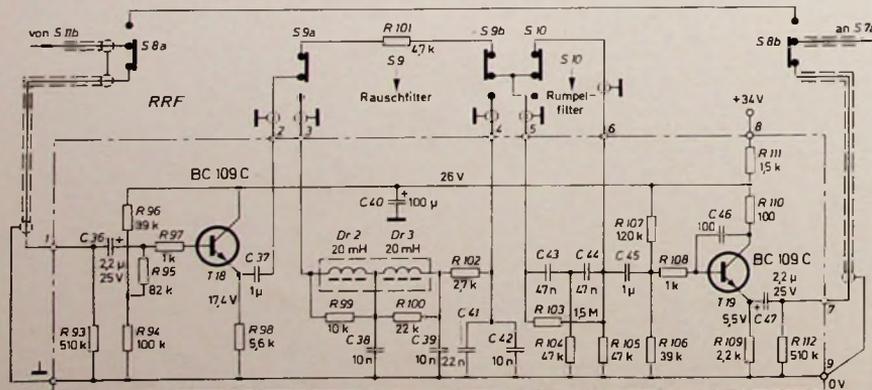


Bild 7. Schaltung der Baugruppe Rausch-Rumpel-Filter (RRF)

definierten Quell- beziehungsweise Abschlußwiderstand des Tief- und Hochpasses. Mit den Schaltern *S 9* und *S 10* ist die Funktion als Rausch- und/oder Rumpel-Filter wählbar.

**3.8. Mikrofonverstärker (MV)**  
Die Schaltung des Mikrofonverstärkers (Bild 8) ist sehr einfach gehalten. Trotzdem genügt dieser Verstärker den Anforderungen hinsichtlich Frequenzgang und des Rauschens. Die Verwendung des Eingangsübertragers *Tr 3* mit einer

te Höhenanstieg (19,6 dB bei 20 kHz) und Tiefenabfall (19,3 dB bei 20 Hz) bewirkt eine bessere Platzausnutzung und also einen verbesserten Rauschabstand. Die Aufgabe des Entzerrerverstärkers ist es nun, die auf der Schallplatte aufgezeichnete Information spiegelbildlich zum Aufnahme Frequenzgang rückzuzentrieren und gleichzeitig den niedrigen Pegel des Abtastsystems anzuheben. Der Entzerrerverstärker ist zweistufig mit den Transistoren *T 29* und *T 30* aufgebaut (Bild 9). Die Entzerrung erfolgt

*T 29* und *T 30* sind galvanisch gekoppelt. Das Signal am Kollektor von *T 30* wird über den Kondensator *C 80* der Impedanzwandlerstufe *T 31* zugeführt und kann an dessen Emittter über *C 82* entnommen werden. Mit dem Trimpotiometer *P 15* im Emittterkreis von *T 30* läßt sich durch Verändern der Gegenkopplung die Verstärkung des Entzerrers um rund 10 dB verändern. Die maximale Verstärkung beträgt 35,5 dB. Damit der Frequenzgang möglichst der Sollkurve entspricht, müssen die Kondensatoren *C 74* und *C 76* auf die im Bild 9 angegebenen Kapazitätswerte (43 nF beziehungsweise 13,3 nF) ausgesucht werden, oder man muß die Werte durch Parallelschaltung geeigneter Kondensatoren (*C 73*, *C 75*) erreichen. Soll das Trimpotiometer *P 15* entfallen, so ist der Elektrolytkondensator *C 79* mit seinem Minusanschluß an Masse zu legen. In diesem Falle ist der Elektrolytkondensator *C 78* überflüssig und kann weggelassen werden.

**3.10. Tongenerator (TG)**

Der Tongenerator (Bild 10) besteht aus einer Phasenschieberschaltung mit Dop-

Primärimpedanz von 200 Ohm ermöglicht es, dynamische Mikrofone, die allgemein einen Quellwiderstand von 200 Ohm haben, über sehr lange Zuleitungen anzuschließen. Der Eingang des Mikrofonverstärkers ist symmetrisch und erdfrei. Eine einschaltbare Vordämpfung mit dem Widerstand *R 174* und dem RC-Glied *R 173*, *C 95* gestattet die Absenkung des Eingangspegels um 20 dB.

Die Sekundärseite von *Tr 3* speist über *C 65* die Basis des Transistors *T 21*. Der Widerstand *R 177* stellt den Arbeitspunkt ein. *T 21* wird über den nicht-überbrückten Emittterwiderstand *R 179* stromgegekoppelt. Das in *T 21* verstärkte Signal gelangt über *C 66* zum Impedanzwandler *T 22* und von dessen Emittter über *C 68* zum Ausgang. Die Gesamtverstärkung des Mikrofonverstärkers (einschließlich *Tr 3*) beträgt rund 50 dB.

**3.9. Entzerrerverstärker (EV)**  
Stereo-Schallplatten werden mit genormtem Schneidfrequenzgang geschnitten, der durch IEC und RIAA festgelegt ist. Die drei Übergangsfrequenzen der verschiedenen Abschnitte der Schneidkennlinie, die durch RC-Glieder realisiert wird, liegen bei 50 Hz ( $\Delta 3180 \mu s$ ), 500 Hz ( $\Delta 318 \mu s$ ) und 2120 Hz ( $\Delta 75 \mu s$ ). Da für die Auslenkung *A* des Schneidstichels der Zusammenhang  $A = \text{Schnelle} : \text{Kreisfrequenz}$  besteht (unter Schnelle versteht man die Änderungsgeschwindigkeit der Auslenkung des Schneidstichels), würden bei konstanter Schnelle (ohne Schneidfrequenzgang) die hohen Frequenzen nur eine kleine Auslenkung (Amplitude), die tiefen Frequenzen aber eine mit abnehmender Frequenz immer größere Auslenkung ergeben. Das hätte zur Folge, daß die Amplituden der hohen Frequenzen nahe am Grundrauschen liegen würden, während man für die tiefen Frequenzen sehr viel Platz auf der Schallplatte benötigen würde. Der durch den Schneidfrequenzgang beding-

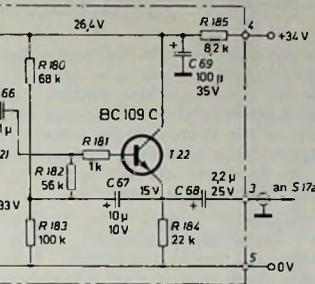


Bild 8. Schaltung des Mikrofonverstärkers (MV)

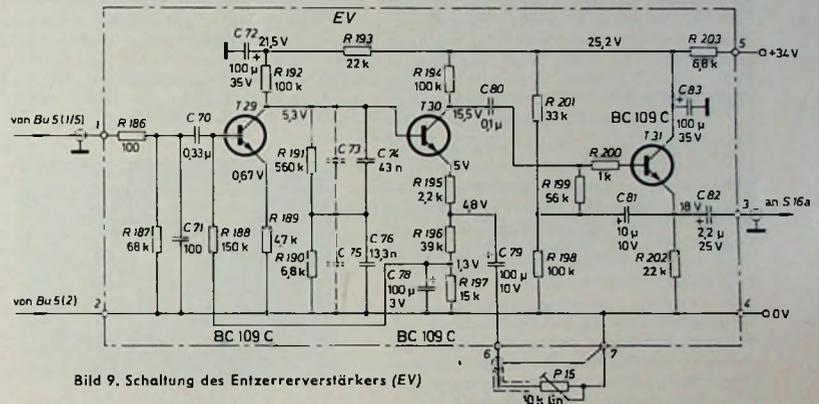


Bild 9. Schaltung des Entzerrerverstärkers (EV)

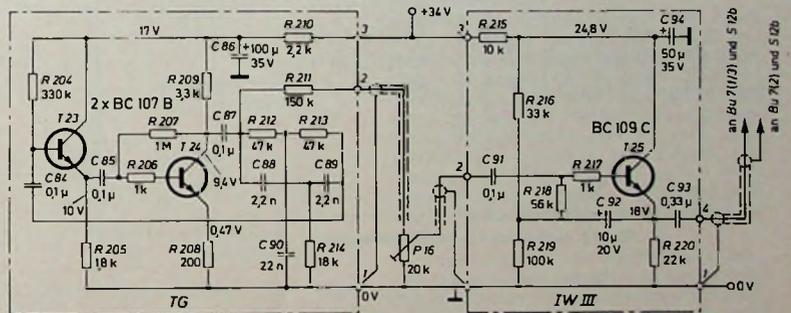


Bild 10. Schaltung des Tongenerators (TG) und des zugehörigen Impedanzwandlers (IW III)

durch die Zeitkonstantenglieder *R 190*, *R 191*, *C 74*, *C 76* in Verbindung mit dem Arbeitswiderstand *R 192* des Transistors *T 29*. Da die Zeitkonstantenglieder, nicht, wie allgemein üblich, im Gegenkopplungszweig liegen, ist der Klirrfaktor des Entzerrers frequenzunabhängig. Durch die Gleichstromgegenkopplung vom Emittter des Transistors *T 30* zur Basis von *T 29* wird der Arbeitspunkt dieser Stufen gut stabilisiert.

Der im Rückkopplungsweg des Transistors *T 24* liegende Impedanzwandler *T 23* trägt zur Schwingsicherheit und zu kleinem Klirrfaktor des Ausgangssignals bei. Der Arbeitspunkt von *T 24* wird durch *R 207* festgelegt. Der Klirrfaktor ist außerdem durch *R 208* beeinflussbar. Die 1-kHz-Ausgangsspannung gelangt über den veränderbaren Spannungsteiler *R 211*, *P 16* zur Impedanzwandlerstufe *IW III*. Am Ausgang des Impedanzwandlers stehen

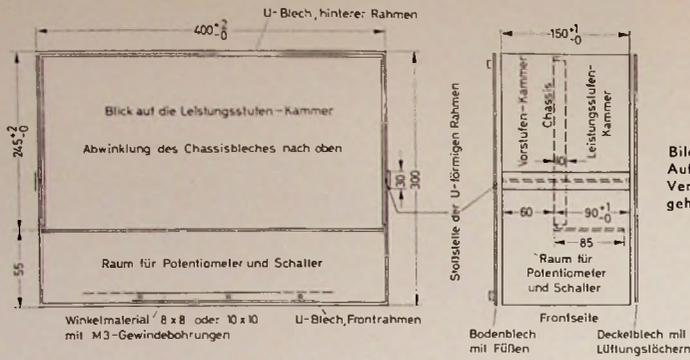


Bild 11. Aufbau des Verstärkergehäuses

maximal 600 mV bei 0,9% Klirrfaktor zur Verfügung.

#### 4. Mechanischer und elektrischer Aufbau

##### 4.1. Gehäuse

Das Gehäuse läßt sich aus einfachen Biegeteilen zusammensetzen. Es besteht aus zwei U-förmigen Blechen, die den Gehäuserahmen bilden, aus dem eigentlichen Chassisblech sowie zwei Abdeckblechen. Wie Bild 11 zeigt, erhält man

dabei auf einfache Art zwei voneinander getrennte Kammern, von denen die obere die Leistungsstufen enthält. Die untere Kammer, ist zur Frontseite hin offen und ermöglicht eine bequeme Verdrahtung aller Bauelemente, die an der Frontseite des Gehäuses befestigt sind.

Die Biegeteile wurden beim Mustergerät zusammengeschweißt (Punktschweißung). Selbstverständlich kann man das Gehäuse aber auch zusammen-

schrauben. Zur Versteifung des Rahmens und zur Befestigung der Boden- und Deckbleche ist ringsherum an der Rahmen-Ober- und -Unterseite durchgehendes Winkelmaterial (8 mm x 8 mm oder 10 mm x 10 mm) angebracht (im Bild 11 nur angedeutet). Die beiden Stoßstellen des Gehäuserahmens werden mit 30 mm breiten Blechstreifen abgedeckt und mit diesen verschweißt (verschraubt). Für das Gehäuse eignet sich Eisenblech von 1,5 mm Dicke.

Vor den Biegearbeiten sollten alle Durchbrüche und Bohrungen für die Buchsen und Bedienungselemente angebracht werden (Bilder 12, 13 und 14). Zur Montage der Potentiometer an der Verstärkerrückseite dienen Gewindebohrungen M 7. Die Potentiometer werden in diese Gewindelöcher eingeschraubt und von außen mit einer Mutter gekontert. Bild 15 zeigt die Durchbrüche im oberen Abdeckblech. Sie sind erforderlich, um die Warmluft über den Kühlkörpern der Leistungsstufen abzuführen. Diese Durchbrüche wurden im Mustergerät mit Streckmetall (Lautsprecherziergitter) abgedeckt. Nach Fertigstellung des Gehäuses sollte es eine Oberflächenveredelung erhalten. Hier hat sich das Chromatieren als zweckmäßig und preisgünstig erwiesen.

Das äußere Bild eines Verstärkers wird weitgehend von der Frontansicht bestimmt. Da sie sich von Industriefabriken kaum unterscheiden sollte, ist der Frontplatte eines Gerätes besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Frontplatte des Mustergerätes besteht aus einer 2 mm dicken Aluminiumplatte, die mit Distanzstücken auf die Frontseite des Gehäuses aufgeschraubt ist und die beiden Meßinstrumente sowie die Lampen La 1 und La 2 trägt. Die Frontplatte ist mit einer eloxierten und gravierten, 0,5 mm dicken Aluminiumfolie belegt, die auch die Befestigungs-

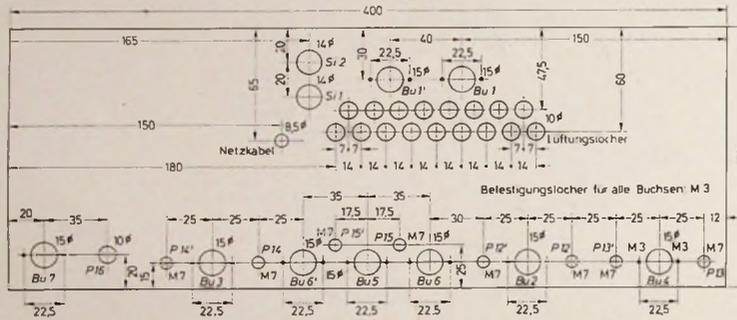


Bild 12. Maßskizze der Rückseite des Gehäuses

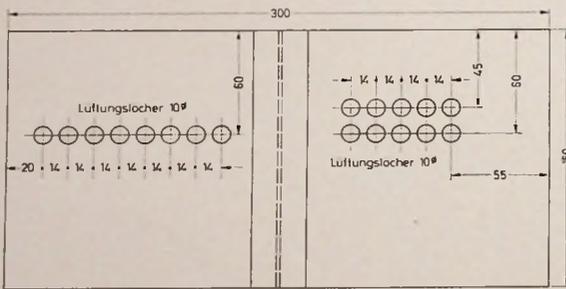


Bild 13. Maßskizze der linken Gehäusesseite

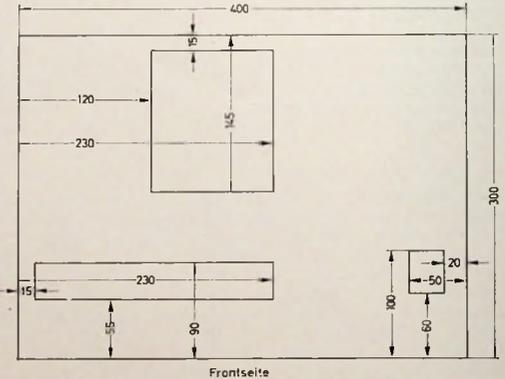


Bild 15. Maßskizze des Deckbleches

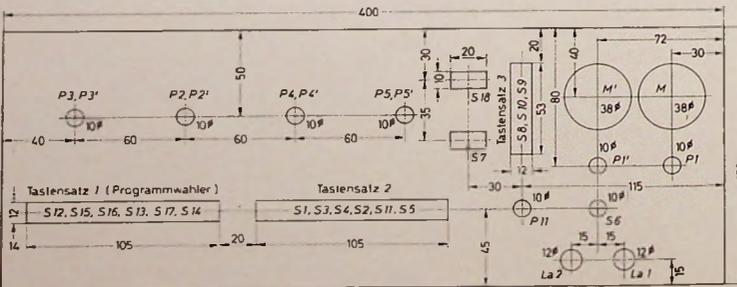


Bild 14. Maßskizze der Frontseite des Gehäuses

schrauben (Senkkopfschrauben) der Frontplatte verdeckt. Die Folie selbst hat einen matten Metallglanz. Da die Bedienungsknöpfe gut auf das Gesamtbild der Frontplatte abgestimmt wurden, ergibt sich ein Aussehen, wie man es von Industrie-Hi-Fi-Geräten gewohnt ist. Die Gestaltung der Frontplatte wird aber auch davon abhängen, ob der Verstärker als Einzelgerät in ein Gehäuse eingebaut werden soll oder ob er als Bestandteil einer größeren Anlage sich deren Stil anpassen muß.

(Schluß folgt)

# Schmitt-Trigger mit integrierter Schaltung

### Technische Daten

Betriebsspannung: 9 V<sub>DC</sub>  
 Stromaufnahme:  
 (vor dem Schalten) 7,5 mA  
 (nach dem Schalten) 8 mA  
 Schwellwertspannung: 1 V<sub>eff</sub>  
 Ausgangsspannung: 2 V<sub>eff</sub>  
 Bestückung: TAA 151  
 Abmessungen: 55 mm x 37 mm

Für Frequenzgangkontrollen an Hi-Fi-Verstärkern und für andere Servicearbeiten wird oft ein Rechteckgenerator benötigt. Da in den meisten Werkstätten ein Sinusgenerator vorhanden ist, genügt als Ergänzung ein Schmitt-Trigger, der das Sinussignal in eine Rechteckspannung umwandelt. Für dieses Hilfsgerät wurde die integrierte Schaltung TAA 151 verwendet, die sich besonders wegen ihrer günstigen inneren Schaltungskombination eignet.

### Schaltung

In der integrierten Schaltung (mit IS 1 im Bild 1 bezeichnet) arbeiten der

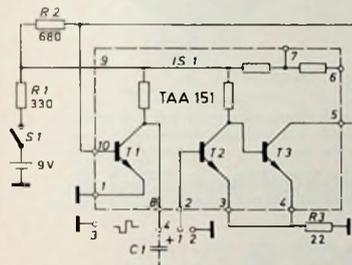


Bild 1. Schaltung des Schmitt-Triggers

zweite und dritte Transistor (T2 und T3) als Schmitt-Trigger, während der erste Transistor (T1) das Rechtecksignal verstärkt. Liegt kein Signal an der Basis von T2, dann ist dieser Transistor zunächst gesperrt. Dadurch erhält die Basis des Transistors T3 positive Spannung, und der Transistor ist geöffnet. Am gemeinsamen Emitterwiderstand R3 (22 Ohm) fällt deshalb eine Spannung ab, die T2 gesperrt hält. Gelangt nun an die Basis von T2 eine positive Spannung beliebiger Kurvenform, dann beginnt ein Kollektorstrom zu fließen. Am Kollektorarbeitswiderstand fällt mehr Spannung ab, und die

### Einzelteilliste

Integrierter Schaltkreis TAA 151	(Siemens)
Widerstände, 0,5 W	(Siemens)
Schalter „Nr. 195.1“ (S 1)	(Mozar)
Batterie „Pertrix Nr. 438“, 9 V (Varta)	
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel	

Basis von T3 wird negativer. Dementsprechend reduziert sich der Kollektorstrom von T3, und es fällt an R3 weniger Spannung ab. T2 ist jetzt ganz geöffnet. Auf diese Weise entsteht ausgangsseitig das obere Dach der Rechteckspannung.

Wechselt die Eingangsspannung ihre Polarität, dann wird die Basis von T2 negativer, und am Kollektorwiderstand fällt weniger Spannung ab. Die Basis von T3 wird positiver, und dementsprechend öffnet T3.

Das Gerät arbeitet mit 9 V Betriebsspannung. Über den Widerstand R1 (330 Ohm) fallen etwa 3 V ab. Es steht dann die zulässige Betriebsspannung von 6 V für die integrierte Schaltung zur Verfügung.

Besteht die Gefahr eines Kurzschlusses zwischen den Punkten 4 und 3, beispielsweise im nachgeschalteten Gerät, dann muß Kondensator C1 dazwischen geschaltet werden (im Bild 1 gestrichelt eingezeichnet). Der benötigte Kapazitätswert des Kondensators hängt von dem Eingangswiderstand des zu prüfenden Gerätes ab (bei 10 kOhm etwa 10 µF, bei 100 kOhm rund 5 µF und bei



Bild 2. Das Gerät im Versuchsaufbau

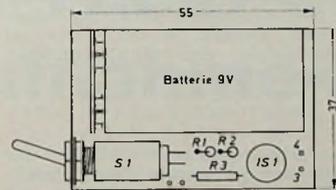


Bild 3. Einzelteileanordnung auf der Montageplatte

höheren Eingangswiderständen etwa 0,47 µF).

### Mechanischer Aufbau

Das Gerät läßt sich einschließlich Batterie auf einem 55 mm x 37 mm großen Resopalplättchen aufbauen (Bild 2). Die Verdrahtung ist kreuzungsfrei gehalten. Bild 3 zeigt die Einzelteileanordnung auf der Montageplatte.

Der Ein-Aus-Schalter ist seitlich (an der „Frontplatte“) befestigt. Daneben sind die wenigen Bauelemente - IS 1 und drei Außenwiderstände R1 bis R3 - angeordnet. Den übrigen Raum nimmt die 9-V-Batterie ein.

Soll das Gerät besonders platzsparend aufgebaut werden, dann empfiehlt es sich, eine kleinere Batterie („Pertrix Nr. 434“) zu verwenden. Da diese Batterie aber nur 6 V liefert, muß Widerstand R1 wegfallen.

Zwischen dem Ein-Aus-Schalter und dem Schaltungsaufbau liegt der Eingang (Punkt 1 und Massepunkt 2). Der Ausgang der Schaltung (Punkt 4 und Massepunkt 3) ist neben IS 1 zu erkennen. Als Eingangs- und Ausgangspunkte wurden lediglich kurze Drähte durch die Platine gesteckt. Das gesamte Gerät ist kompakt aufgebaut.

Nach fertiggestellter Verdrahtung sollte man die Schaltung auf eventuelle Kurzschlüsse oder Verdrahtungsfehler untersuchen, um den empfindlichen Baustein vor Zerstörung zu schützen. Bei richtiger Funktion des Gerätes ist die Stromaufnahme etwa 8 mA.

Werner W. Diefenbach

### Erste kommerzielle Anwendungen von Halbleiteranzeigen

Monsanto stellte kürzlich auf der Western Electronics Show and Convention in San Francisco die ersten Anwendungen einer 7-Segment-Ziffernanzeige mit lichtemittierenden Halbleitern vor, und zwar in einem programmierbaren 150-MHz-Zähler und Zeitgeber „110 C“ sowie in einem digitalen Gleichstromvoltmeter „200 A“.

Beide Geräte haben Anzeigeeinheiten, die Galliumarsenid-Phosphide zur Zifferdarstellung benutzen. Die Nutzungsdauer dieser Festkörperanzeigen ist um mindestens eine Größenordnung besser als die von Gasentladungsröhren. Monsanto begann mit den Versuchen an den Anzeigeeinheiten vor zwei Jahren, nachdem weitere zwei Jahre zuvor schon Halbleiterlampen als Zustandsindikatoren eingesetzt worden waren. Der erwähnte Einbau der Anzeigen in den Zähler und in das Voltmeter sind die ersten Anwendungen in kommerziellen Geräten.

Anfangs stand dem Einsatz von Festkörperanzeigen als Nachteil der Emissionshalbleiter eine geringe Leuchtdichte entgegen. Die heutigen Halbleiterziffernanzeigen sind aber bei den Laboratorien und Werkstätten üblichen Beleuchtungsstärken noch in 10 m Entfernung gut ablesbar. Die Ziffern erscheinen in einer Ebene, haben eine Leuchtdichte von rund 10 000 lm/m<sup>2</sup> und lassen einen Betrachtungswinkel bis zu 150° zu.

Mit dem Einsatz von Festkörperanzeigen fallen einige typische Nachteile von Gasentladungsröhren-Anzeigen fort, und zwar beispielsweise die dort noch notwendigen Treibertransistorstufen und die Spannungsversorgung. Weitere Vorteile sind eine Reduzierung des Wartungsaufwandes und eine geringere Umweltempfindlichkeit. Halbleiter schalten ferner schneller als Röhren (wichtig bei fotografischer Erfassung der Ergebnisse) und erzeugen keine HF-Störungen. Das beinahe monochrome Licht ist für optische Zwecke von Nutzen. Kombinationen von numerischen, alphabetischen und symbolischen Zeichen in einer Anordnung sind leicht möglich.

# Radiostrahlung aus dem Weltall

Etwa seit 1931 weiß man, daß aus dem Weltall elektromagnetische Strahlung im Bereich der Meter- bis Millimeterwellen die Erde erreicht. Aber erst die Fortschritte in der Höchsthfrequenztechnik haben eine genaue Untersuchung der Herkunft und der Ursachen dieser Strahlung ermöglicht. Dabei lassen sich folgende Erscheinungen feststellen: thermische Strahlung, nichtthermische Strahlung, Linienstrahlung bei  $\lambda = 21$  cm und pulsierende Strahlung.

## 1. Thermische Strahlung

Die Ursache der thermischen Strahlung ist die Temperaturstrahlung der freien Elektronen. Gelangen freie Elektronen in das Feld von positiv geladenen Protonen, so umlaufen sie die Protonen auf Hyperbelbahnen. Infolge der dabei auftretenden Bahnkrümmungen erleiden die Elektronen einen Geschwindigkeitsverlust, wobei die freiwerdende Energie als elektromagnetische Strahlung abgegeben wird. Die Intensität der Temperaturstrahlung hängt von der Frequenz und von der optischen Dicke des ionisierten Gases ab. Die optische Dicke  $\tau_f$  berechnet sich zu

$$\tau_f = \int_0^s \kappa \cdot ds, \quad (1)$$

wobei  $ds$  die von der Radiowelle durchlaufene Wegstrecke und  $\kappa$  den Absorptionskoeffizienten bedeutet, für den

$$\kappa = \frac{\alpha \cdot N^2}{f^2 \cdot T^{3/2}} \quad (2)$$

gilt. In Gl. (2) ist  $N$  die Elektronendichte je  $\text{cm}^3$ ,  $T$  die Elektronentemperatur und  $\alpha$  ein Faktor, der zum Beispiel für die Sonnenkorona etwa 0,1 und für die Sonnenchromosphäre etwa 0,07 ist.

### 1.1. Strahlung der Sonne

Bei der Sonne erfolgt die Strahlung aus den äußersten Schichten. Dabei stammen die Meterwellen aus der obersten Sonnenatmosphäre, der Korona, die für Meterwellen optisch dick ist. Die Intensität der Strahlung für eine bestimmte Frequenz berechnet sich zu

$$I_f = \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_k \cdot [1 - \exp(-\tau_f)] + \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_c \cdot \exp(-\tau_f) \quad (3)$$

wobei  $T_k$  die Temperatur der Korona,  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws}^\circ\text{K}$  die Boltzmannkonstante und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist. Mit zunehmender Frequenz wird die Emission der Korona geringer. Die Intensität beträgt dann

$$I_f = \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_k \cdot [1 - \exp(-\tau_f)] \quad (4)$$

Die unter der Korona liegende Chromosphäre strahlt hauptsächlich Zentimeterwellen aus. Sie ist für Zentimeterwellen optisch dick, und die Inten-

sität ergibt sich zu

$$I_f = \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_c \quad (5)$$

mit  $T_c$  als Temperatur der Chromosphäre. Da diese Strahlung durch die Korona hindurchgeht, wird sie um den Faktor  $\exp(-\tau_f)$  geschwächt. Die Gesamtintensität der Dezimeter- und Zentimeterstrahlung beträgt

$$I_f = \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_k \cdot [1 - \exp(-\tau_f)] + \frac{2 \cdot f^2 \cdot k}{c^2} \cdot T_c \cdot \exp(-\tau_f) \quad (6)$$

Aus der Photosphäre werden die Millimeterwellen emittiert. Mit zunehmender Frequenz nimmt die Intensität der thermischen Strahlung zu (Kurve a im Bild 1). Bei den Zentimeterwellen mit  $\lambda < 60$  cm ist auch eine sogenannte „langsame variable Strahlung“ festzustellen (Kurve b im Bild 1), die aus Koronagebietern oberhalb von Sonnenflecken stammt, in denen höhere Elektronendichten und Elektronentemperaturen herrschen.

### 1.2. Strahlung der Planeten

Die Planeten strahlen ebenfalls elektromagnetische Wellen im Meter- bis Millimeterbereich aus. Die Strahlung des Mondes – eine Folge der Erwärmung durch die Sonne – kommt aus unterschiedlichen Tiefen seiner Oberfläche. Aus der Strahlung der Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn kann man auf die jeweiligen Temperaturen schließen. Dabei hat man beim Jupiter festgestellt, daß nur die Zentimeter- und Millimeterwellen ihren Ursprung in der thermischen Strahlung haben können, während die Dezimeter- und Meterwellen der nichtthermischen Strahlung entstammen.

### 1.3. Kontinuierliche Strahlung aus dem Weltall

Aus dem gesamten Weltall ist eine kontinuierliche Radiostrahlung festzustellen, wobei nur die Zentimeter- und Millimeterwellen thermischen Ursprungs sind. Sie stammen hauptsächlich von ionisierten Gaswolken, die sich zum galaktischen Äquator hin konzentrieren. Daneben strahlen aber auch alle anderen Sterne mit der gleichen Intensitätsverteilung wie die Sonne. In jüngster Zeit wurden eruptive Sterne, die sogenannten „flare stars“, zu denen die „Roten Riesen“ in der Milchstraßenzone gehören, als Radioquellen festgestellt. Auch in anderen Galaxien sind Strahlungsquellen vorhanden, die den gleichen Strahlungsmechanismus wie die im Milchstraßensystem zeigen.

### 2. Nichtthermische Strahlung

Eine Ursache der nichtthermischen Strahlung, die auch Synchrotronstrahlung genannt wird, ist die Magneto-

Bremstrahlung relativistischer Elektronen. Hier bewegen sich Elektronen mit relativistischer Geschwindigkeit, die der Lichtgeschwindigkeit vergleichbar ist, auf Kreisbahnen in einem Magnetfeld. Sie strahlen dabei elektromagnetische Energie in einem Winkel  $\gamma$  zu ihrer Bewegungsrichtung aus. Nimmt man in der Quelle homogene und iso-

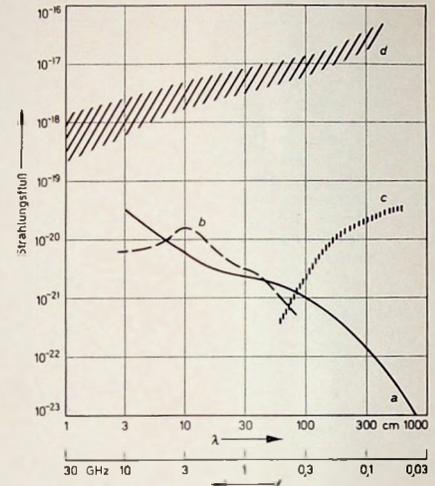


Bild 1. Intensitätsverlauf der Radiostrahlung der Sonne; a thermische Strahlung, b langsame variable Strahlung, c Radiostürme, d Ausbrüche

tropen Verhältnisse an, so ergibt sich für ein Elektron eine Energiestrahlung von

$$P = \frac{2 \cdot e^2 \cdot v^2}{3 \cdot c^3} \cdot \gamma^4 \quad (7)$$

Dabei ist  $\gamma = m/m_0$  ( $m$  Masse und  $m_0$  Ruhemasse des Elektrons),  $v$  die Beschleunigung senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elektrons,  $e$  die Ladung des Elektrons und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit. Für die Frequenzverteilung erhält man

$$P_f = \quad (8)$$

$$1,78 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot e^3}{m_0 \cdot c^2} \cdot H_s \cdot \left(\frac{f}{f_c}\right)^{0,3} \cdot \exp(-f/f_c)$$

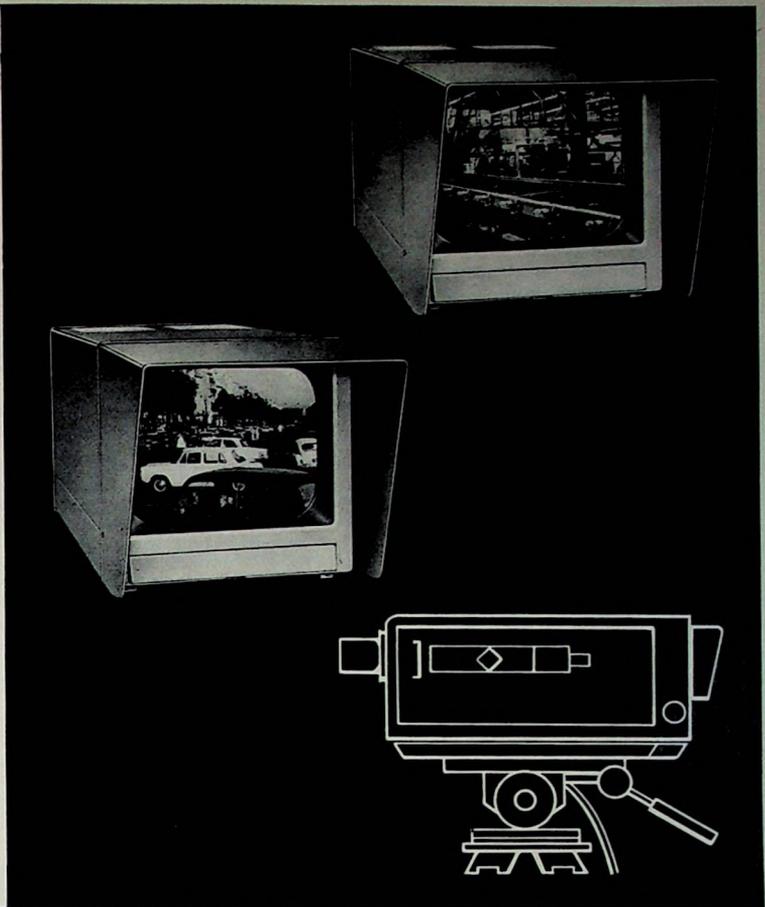
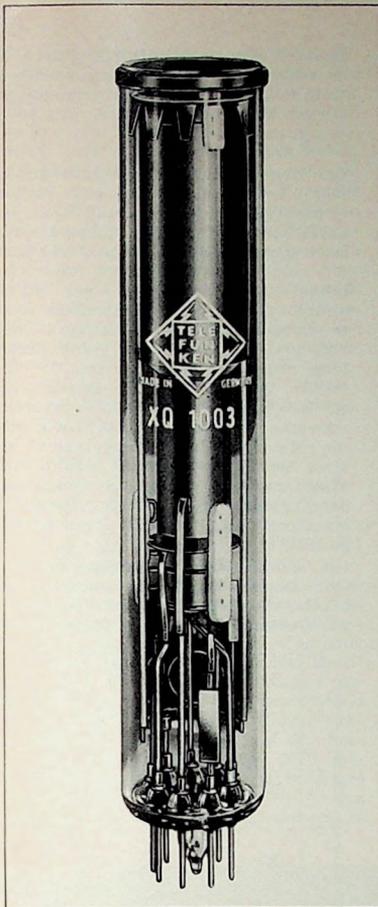
mit der kritischen Frequenz

$$f_c = \frac{3}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{c \cdot H_s}{m_0 \cdot c} \cdot \gamma^2 \quad (9)$$

$H_s$  ist die zur Geschwindigkeitsrichtung des Elektrons senkrechte Komponente des Magnetfeldes. Das Maximum der Ausstrahlung erfolgt bei

$$f_{\max} = 0,3 \cdot f_c \quad (10)$$

Eine andere Ursache der Strahlung ist in Plasmaschwingungen zu suchen. In einem ionisierten Gas (dem Plasma) können die Elektronen um die als ruhend anzusehenden Ionen (die Pro-



# Überwachungsanlagen mit AEG-TELEFUNKEN Bildaufnahme-Röhren

In der modernen Verkehrsüberwachung auf Straßen, bei der Schifffahrt und im Luftverkehr sind kommerzielle Fernseh-Anlagen heute überhaupt nicht mehr wegzudenken. Auch in der Industrie wird der Einsatz immer größer. Viele Kameras dieser Anlagen sind aus gutem Grund mit AEG-TELEFUNKEN Bildaufnahme-Röhren vom Vidikon-Typ bestückt.

Nutzen auch Sie die Vorteile dieser Röhren, verwenden Sie AEG-TELEFUNKEN Spezialröhren für Aufnahme und Wiedergabe.

AEG-TELEFUNKEN fertigt mit modernsten Einrichtungen Bildaufnahme-Röhren vom Vidikon-Typ. Der Einsatz dieser Röhren in Ihren elektronischen Kameras bietet Gewähr für die Übertragung von Bildinformationen mit hoher Güte und Zuverlässigkeit.

Röhren mit den Bezeichnungen XQ 1001...XQ 1004 sind Standard-Typen mit 1"-Frontscheibendurchmesser und 300 mA Heizstrom. Die Typen XQ 1005...XQ 1008 haben 95 mA Heizstrom. Alle Röhren sind hochempfindlich im sichtbaren

Spektralbereich und mit getrenntem Feldnetz ausgerüstet. Die Fokussierung und Ablenkung geschieht elektromagnetisch.

Technische Daten senden wir Ihnen auf Wunsch gerne zu.

AEG-TELEFUNKEN  
Fachbereich Röhren/Vertrieb  
79 Ulm



Bildaufnahme-Röhren von  
AEG-TELEFUNKEN

tonen) Schwingungen ausführen. Für diese Frequenz gilt

$$f_r = \frac{e}{\pi \cdot m} \cdot \sqrt{N}, \quad (11)$$

wobei  $e$  die Elektronenladung,  $m$  die Elektronenmasse und  $N$  die Elektronendichte je  $\text{cm}^3$  ist. Läuft ein Elektronenstrahl durch das Plasma, so können longitudinale Plasma- oder Raumladungswellen entstehen, wobei ein Teil der Energie als elektromagnetische Strahlung abgegeben wird. Bisher sind diese Vorgänge jedoch noch nicht vollständig geklärt.

### 2.1. Strahlung der Sonne

Die nichtthermische Strahlung der Sonne äußert sich in Radiostürmen und Radioausbrüchen, die ihre Quelle in den höheren Gebieten der Korona haben. Ihre Intensität schwankt stark und nimmt mit zunehmender Frequenz ab (Kurven  $c$  und  $d$  im Bild 1). Bei den Radiostürmen, die durch Plasmaschwingungen verursacht werden, unterscheidet man Stürme mit einer Dauer von Stunden bis zu einigen Tagen, Stürme mit einer Dauer von einer Sekunde bis einer Minute (bursts) und Stürme mit einer Dauer, die kleiner als eine Sekunde ist (pips). Die Radioausbrüche (outbursts) haben eine Dauer von einer

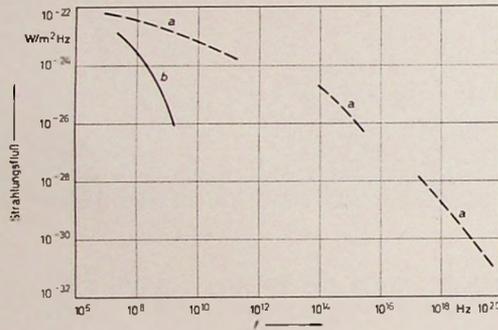


Bild 2. Intensitätsverlauf der elektromagnetischen Strahlung des Krebsnebels; a Strahlung aus dem Gesamtnebel, b Strahlung aus dem Zentrum des Nebels

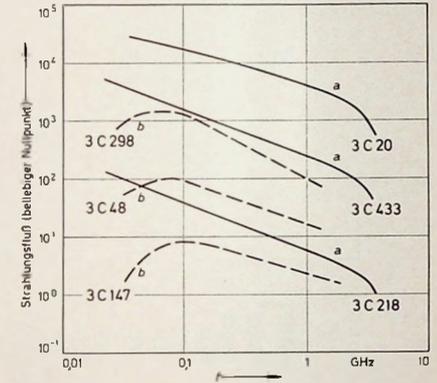
Bild 3. Intensitätsverlauf der Strahlung von Radiogalaxien (a) und Quasaren (b)

Radiobereich strahlt (Bild 2, Kurve b). Verschiedene weitere Supernova-Überreste zeigen die gleichen Erscheinungen wie der Krebsnebel.

### 2.4. Radiogalaxien

Bei den Radiogalaxien unterscheidet man Radioquellen, die zum Milchstraßensystem gehören und sich zur galaktischen Ebene hin konzentrieren, sowie gleichmäßig am Himmel verteilte, die zum extragalaktischen Raum gehören. Die Radioquellen der Milchstraße und des Andromedanebels emittieren im Radiobereich zwischen 10 MHz und 10 GHz (30 m ... 3 cm) eine Strahlung mit einer Leistung von  $10^{31}$  bis  $10^{33}$  W und im optischen Bereich von  $10^{37}$  W. Damit stellen diese Quellen schwache Radiostrahler dar, während die Mehrheit der Radiogalaxien mit einer Leistung von  $10^{38}$  W strahlt. Der Strahlungsstrom nimmt mit zunehmender Frequenz ab, wobei ein Abknicken bei Frequenzen  $>1$  GHz festzustellen ist (Bild 3).

Die Mehrzahl der Radiogalaxien zeigt eine Doppel- oder Mehrfachstruktur, bei der die Radiostrahlung vorwiegend aus Gebieten kommt, die im allgemei-



Minute bis zu einer Stunde. Ihre Wellenlänge liegt im Bereich der Meter- bis Zentimeterwellen, wobei die Intensität der Meterwellen auf das Millionfache ansteigen kann.

Bei den Radioausbrüchen unterscheidet man vier Typen: Beim Typ I handelt es sich um kurze Stöße mit konstanter Frequenz. Zum Typ II gehören Stöße mit einer Dauer von einigen Minuten, wobei eine Frequenzabnahme um 100 MHz erfolgt. Außerdem kommt es zur Oberwellenbildung. Die Quelle dieses Typs befindet sich in der Korona unter fliegenden Protuberanzen (Auswürfe von sichtbarer Sonnenmaterie). Beim Typ III treten Stöße mit einer stärkeren Frequenzabnahme und einer schnelleren Oberwellenbildung als beim Typ II auf. Die niedrigeren Frequenzen stammen aus den äußeren Schichten der Korona, während die höheren Frequenzen aus dem Inneren kommen. Als ihre Ursache sieht man Plasmaschwingungen an, deren Eigenfrequenz durch Korpuskularstrahlen angeregt wird. Als Typ IV bezeichnet man Stöße, die mit einiger Verspätung dem Typ II folgen und ein breites Frequenzspektrum haben. Sie stammen aus einem einzigen Ursprungsgebiet und werden von der Magneto-Bremstrahlung verursacht.

häufig auftreten, wobei auch die Intensität abnimmt. Eine Klärung dieser Vorgänge könnte eine Jupitersonde bringen, die ebenfalls von deutschen Firmen entwickelt wird.

### 2.3. Supernova-Überreste

Eine Supernova ist ein Fixstern, der bei einem Ausbruch Sternmaterie in den Raum schleudert, wobei eine starke Licht-, Radio- und Röntgenstrahlung auftritt. Die ausgeschleuderte Materie breitet sich im Weltall aus und gibt elektromagnetische Strahlung ab. Das bekannteste Beispiel ist der Krebsnebel im Sternbild des Stiers. Hierbei handelt es sich um den Überrest eines Supernova-Ausbruches, der 2446 Jahre v. Chr. stattfand. Der Nebel ist eine mit 1100 km/s expandierende Gaswolke, deren Entfernung auf 3500 Lichtjahre ( $\sim 3,0 \cdot 10^{14}$  km) geschätzt wird. Die elektromagnetische Strahlung (Bild 2, Kurve a), die aus dem gesamten Nebel kommt, umfaßt den Radiobereich zwischen 10 MHz und 100 GHz (30 m bis 3 mm), den optischen Bereich um  $10^{15}$  Hz ( $0,3 \mu\text{m}$ ) und den Röntgenbereich zwischen  $10^{17}$  und  $10^{20}$  Hz ( $30 \dots 0,03 \text{ \AA}$ ). In den Jahren 1964 und 1965 entdeckte man, daß sich im Zentrum eine extrem kleine Radioquelle befindet, die im

nen weit außerhalb der zugehörigen Galaxien liegt. Die Zentren der Strahlung scheinen auf der Verlängerung der Rotationsebene des sichtbaren Systems zu liegen. Die Ursache für die Entstehung der Radiogalaxien liegt in explosionsartigen Vorgängen in den Kernen der Galaxien, wobei Plasma- wolken mit Magnetfeldern ausgestoßen werden.

### 2.5. Quasi-stellare Objekte (Quasare)

Unter diesem Begriff faßt man die quasi-stellaren Radioquellen und die quasi-stellaren Galaxien zusammen. Die optischen Eigenschaften sind bei beiden gleich; dagegen ist die Radiostrahlung der Galaxien geringer als die der Radioquellen. Die Quasare sind die hellsten, energiereichsten und entferntesten Objekte am Himmel. Ihre Anzahl wird auf 12 000 geschätzt. Die Helligkeit eines Objektes ist 100mal größer als die einer hellen Galaxie (eine Galaxie enthält bis zu 100 Millionen Sonnen). Die abgestrahlte Energie entspricht der von 100 Galaxien, und ihre Entfernung wird mit 1,4 ... 5,4 Milliarden Lichtjahren angenommen. Bisher konnte ihre genaue Natur jedoch noch nicht vollständig geklärt werden.

Die Quasare bestehen aus zwei getrennten Radioquellen, von denen die eine zu einem Stern gehört und eine schwache Strahlung hat, während die andere sich in einem Nebelschweif befindet und stärker strahlt. Die Strahlungsleistung liegt im Radiobereich bei  $10^{21}$  W und im optischen Bereich bei  $10^{36}$  W. Das entspricht der Wirkung von  $10^{23}$  atomaren 1-Megatonnen-Bombenexplosionen je Sekunde. Im optischen und im kurzwelligen Bereich unter 30 cm treten Intensitätsschwankungen auf, während die Intensität im langwelligeren Bereich konstant bleibt. Der Strahlungsstrom nimmt mit zunehmender Frequenz ab, jedoch ist im Gegensatz zu den Radiogalaxien ein Abknicken bei Frequenzen  $< 100$  MHz festzustellen (Bild 3).

### 3. Linienstrahlung bei $\lambda = 21$ cm

Neben der kontinuierlichen Radiostrahlung, die alle Frequenzen umfaßt, wird vom interstellaren Wasserstoff eine monochromatische Strahlung mit der Frequenz  $f = 1420,40$  MHz ( $\lambda = 21,1$  cm) ausgesandt. Ihre Ursache liegt in den Wechselwirkungen zwischen dem Elektronenspin und dem magnetischen Moment des Protons. Beim Übergang vom angeregten Zustand (in dem Kernspin und Elektronenspin parallel zueinander stehen) in den Grundzustand (in dem sie nicht parallel stehen) entspricht der Quantenübergang der Frequenz  $f = 1420,4056$  MHz. Mit Hilfe dieser Frequenz läßt sich die interstellare Wasserstoffverteilung feststellen. Wegen der Ausbreitung des Weltalls kommt es

jedoch zu Dopplerverschiebungen der 21-cm-Linie. Die Frequenzverschiebung beträgt

$$\Delta f = \frac{v_r}{c} = 1420,405 \cdot 10^6 \quad (12)$$

Darin ist  $v_r$  die relative Radialgeschwindigkeit und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit. Neben dieser Frequenz werden von der interstellaren Hydroxylgruppe (OH-Gruppe) die Frequenzen 1612 MHz und 1720 MHz abgestrahlt.

### 4. Pulsierende Strahlung (Pulsare)

In den letzten beiden Jahren wurden Radioquellen entdeckt, deren Strahlung konstante periodische Intensitätsschwankungen auf verschiedenen Frequenzen zeigt (Bild 4). Diese Intensitätsschwankungen, die bis zum Ausbleiben der Impulse führen können, sind abhängig von der Frequenz. Die Aktivitätsphase dauert im Frequenzbereich um 40 MHz nur Sekunden, bei

70...110 MHz eine Minute und bei 430 MHz länger als eine Stunde. Neben den Radioschwankungen stellt man auch Schwankungen der Lichtstrahlung fest. Bei genauerer Untersuchung beobachtete man, daß die Pulsfrequenz einiger Pulsare seit ihrer Entdeckung abnimmt. Die Entfernung der bisher bekannten Pulsare beträgt bis zu 6500 Lichtjahren; sie liegen also im Bereich der Milchstraße. Einige von ihnen konnten in Supernova-Überresten, zum Beispiel im Krebsnebel, lokalisiert werden. Die Ursache dieser pulsierenden Strahlung konnte bisher noch nicht eindeutig geklärt werden. Eine Hypothese besagt, daß es sich um rasch expandierende und wieder kontrahierende Sterne handelt, die bei jeder Pulsation einen Strahlungsimpuls kurzer Dauer aussenden. Pulsationen kennt man beispielsweise bei den sogenannten „Weißen Zwergen“, die das Endstadium eines Sterns darstellen.

Nach einer anderen Hypothese soll es sich bei den Pulsaren um Neutronensterne handeln, die eine Dichte von mehreren Millionen Tonnen je  $\text{cm}^3$  haben. Das bedeutet, daß ein derartiger Stern von der Masse der Sonne nur einen Durchmesser von 14 km hat (Sonnendurchmesser  $14 \cdot 10^4$  km). Unter diesen Bedingungen wandeln sich Protonen und Elektronen in Neutronen um. Ein solcher Stern hat ein extrem starkes Magnetfeld von  $10^{13}$  Gauß (Sonnenflecke  $4 \cdot 10^3$  Gauß) und dreht sich in einer Sekunde bis zu hundertmal um seine Achse. Dabei bildet sich um den Stern eine Magnetosphäre, das heißt,

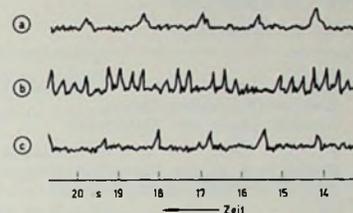
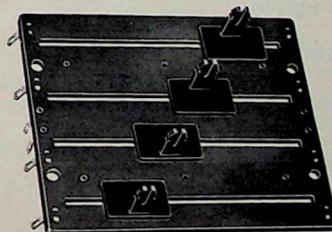


Bild 4. Registrierungen einiger Pulsare: a) CP 0834 (Periodendauer 1,2737624 s), b) CP 0950 (Periodendauer 0,253065 s), c) CP 1133 (Periodendauer 1,18790928 s)

**BAUELEMENTE**



50 JAHRE

*Preh*

**PREH-WERKE 8740 BAD NEUSTADT/SAALE**

eine Plasmawolke wird durch das Magnetfeld in Drehung versetzt. Die äußere Grenze ist bis zu 3000 km vom Sternmittelpunkt entfernt und erreicht annähernd Lichtgeschwindigkeit. In sich gegenüberliegenden Sektoren des Äquators wird Plasma aus der Magnetosphäre herausgeschleudert, dessen Elektronen im Magnetfeld tangential zur Oberfläche des Sterns elektromagnetische Wellen abstrahlen. Auf der Erde wird dieser Vorgang wegen der Rotation des Neutronensterns als pulsende Strahlung registriert.

Das Entstehen solcher Sterne kann nur bei Supernova-Ausbrüchen erfolgen, was durch ihre Existenz in Supernova-Überresten bestätigt wird. Infolge der ständigen Energieabgabe muß die Rotationsgeschwindigkeit allmählich kleiner werden, wodurch die Pulsfrequenz abnimmt, wie bei einigen Pulsaren festgestellt wurde. Daher scheint die

zweite Hypothese den tatsächlichen Vorgängen am besten gerecht zu werden.

#### Schrifttum

● **Klinger, H. H.:** Mikrowellen. Berlin 1966, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH

● **Grewing, M., Pfeleiderer, J. u. Priester, W.:** Nichtthermische kosmische Strahlungsquellen. Köln/Opladen 1968, Westdeutscher Verlag

**Priester, W. u. Grewing, M.:** Radiopulse aus dem All. Bild der Wissenschaft Bd. 5 (1968) Nr. 11

**Tammann, G. A.:** Quasistellare Radioquellen. Bild der Wissenschaft Bd. 2 (1965) Nr. 3

● **Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, VI. Band.** Berlin 1960, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH  
**Herrmann, J.:** Pulsierende Radioquellen im Weltall. Kosmos Bd. 65 (1969) Nr. 1

Sonderlehrgang 26. 5.-30. 5.  
 Fachlehrgang „Elektronik in Haushalt und Industrie“ Teil 1

1 A 3. 6.-6. 6.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 1

1 B 8. 6.-11. 6.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 2

2 A 17. 6.-20. 6.  
 Elektronik - Aufbau Teil 1  
 (Grundbauteile der Elektronik)

2 B 22. 6.-25. 6.  
 Elektronik - Aufbau Teil 2  
 (Elektronische Schaltungen)

3 30. 6.-3. 7.  
 Angewandte Elektronik und Prüfung

In der Zeit zwischen den Lehrgängen wird den Lehrgangsteilnehmern durch Ausgabe von Schulungsarbeitsunterlagen die Möglichkeit geboten, in zusätzlichem Selbststudium ihr Wissen zu vertiefen. Die Lehrgänge beginnen um 9.00 Uhr und finden ganztägig statt. Anmeldungen zu den Lehrgängen nur an: Schulungsstätte 6479 Schotten/Hessen; Telefon 0 60 44 / 7 44

## Ausbildung

### Meisterlehrgänge für Radio- und Fernsehtechniker in der Schulungsstätte Schotten

Zur Vorbereitung auf alle Teile der Meisterprüfung im Radio- und Fernseh-technikerhandwerk nach den empfohlenen Lehrplänen des Zentralverbandes des Deutschen Elektrohandwerks finden in der Schulungsstätte Schotten Meisterlehrgänge mit einer Ausbildungsdauer von etwa 30 Wochen (Vollzeit-Unterricht) statt. Wegen Umgestaltung und Erweiterung der betrieblichen Einrichtungen ist der Lehrgangsbeginn auf den 2. März 1970 festgesetzt.

Durch das Arbeitsamt sind Beihilfen möglich. Die Ausbildungszeit an der Schulungsstätte wird von der zuständigen Handwerkskammer bei Zulassung zur Meisterprüfung als praktische Gesellentätigkeit angerechnet.

Anmeldungen bis 10. Februar 1970 an die Schulungsstätte Schotten. Weitere Auskünfte: Schulungsstätte 6479 Schotten/Hessen; Telefon 0 60 44 / 7 44 oder 0 60 44 / 2 05 Städt. Verkehrsamt Schotten.

### Elektronik- und Fernsehlehrgänge in der Schulungsstätte Schotten

In der Zeit vom 14. Januar bis 3. Juli 1970 finden in der Schulungsstätte Schotten des Zentralverbandes des Elektrohandwerks folgende Lehrgänge statt:

1 A 14. 1.-17. 1.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 1  
 1 B 19. 1.-22. 1.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 2

2 A 28. 1.-31. 1.  
 Elektronik - Aufbau Teil 1  
 (Grundbauteile der Elektronik)

4 3. 2.-6. 2.  
 Einführung in die Fernsehschaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte

2 B 9. 2.-12. 2.  
 Elektronik - Aufbau Teil 2  
 (Elektronische Schaltungen)

3 17. 2.-20. 2.  
 Angewandte Elektronik  
 (Steuern, Regeln, Zählen usw. und Prüfung)

5 25. 2.-28. 2.  
 Farbfernsehen - Grundlage  
 (Einführung in die FFS-Technik und Meßgeräte für die FFS-Technik)

6 A 4. 3.-7. 3.  
 Farbfernsehen - Aufbau Teil 1

6 B 9. 3.-12. 3.  
 Farbfernsehen - Aufbau Teil 2 (Reparatur- und Prüftechnik und Prüfung)

1 A 18. 3.-21. 3.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 1

1 B 23. 3.-26. 3.  
 Einführung in die Elektronik - Teil 2

4 1. 4.-4. 4.  
 Einführung in die Fernsehschaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte

2 A 21. 4.-24. 4.  
 Elektronik - Aufbau Teil 1

2 B 27. 4.-30. 4.  
 Elektronik - Aufbau Teil 2

3 12. 5.-15. 5.  
 Angewandte Elektronik  
 (Steuern, Regeln, Zählen usw. und Prüfung)

## Für den KW-Amateur

### „IG 11“, Interessengemeinschaft zur Erschließung des 11-Meter-Bandes

Die „IG 11“ (2433 Ostseebad Grömitz, Postfach 20) will am 11-Meter-Band besonders interessierte Kreise zusammenfassen. Als Nahziele werden bezeichnet:

1. Verbesserung der in der Bundesrepublik Deutschland sehr begrenzten Bestimmungen für die Benutzung des Frequenzbereiches 26 960 ... 27 280 kHz (Citizens-Band):

a) Zulassung von Funksprechgeräten mit einer dem internationalen Standard angepaßten Leistung von maximal 4 W HF;

b) Zulassung von Stationen mit ortsfesten Antennen in Verbindung mit Segel- oder Motorbooten der privaten Schifffahrt (zum Beispiel Feststationen der Yacht- und Seglervereine in den Yachthäfen) sowie in Verbindung mit Fahrzeugen für Industrie, Handel und Gewerbe;

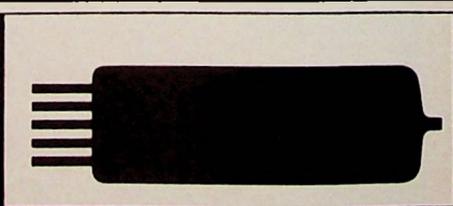
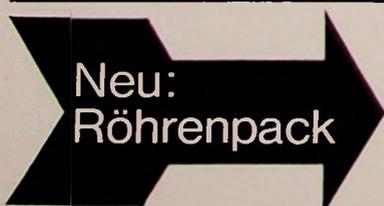
c) Zulassung einer Funksprechverbindung auch mit anderen genehmigten Teilnehmern ohne besonderen Antrag.

2. Erstellung eines neuen Frequenzplanes für den obigen Bereich:

a) Beseitigung der Bedarfsträgergruppen;

b) Einteilung des Bereiches in Leistungsgruppen;

c) Aufbau eines Autobahn-Ruffunk-Systems.



# Bewährte Fachbücher - Geschenke von bleibendem Wert



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

<b>I. Band:</b>	728 Seiten · 646 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>II. Band:</b>	760 Seiten · 638 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>III. Band:</b>	744 Seiten · 669 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>IV. Band:</b>	826 Seiten · 769 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>V. Band:</b>	<i>Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen</i>	
	810 Seiten · 514 Bilder .....	Ganzleinen 26,80 DM
<b>VI. Band:</b>	765 Seiten · 600 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>VII. Band:</b>	743 Seiten · 538 Bilder .....	Ganzleinen 19,50 DM
<b>VIII. Band:</b>	755 Seiten · 537 Bilder .....	Ganzleinen 22,50 DM

## Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen von Elektronenstrahl-Oszillografen  
von J. CZECH  
684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen .. Ganzleinen 38,— DM

## Fundamente der Elektronik

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen  
von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE  
223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen .. Ganzleinen 19,50 DM

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch  
von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBDZIJA  
156 Seiten · 103 Bilder .. Ganzleinen 21,— DM

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

Theorie und Schaltungspraxis von Diffusionstransistoren  
im VHF- und UHF-Bereich  
von ULRICH L. ROHDE  
163 Seiten · 97 Bilder · 4 Tabellen .. Ganzleinen 24,— DM

## Mikrowellen

Grundlagen und Anwendungen der Höchsthochfrequenztechnik  
von HANS HERBERT KLINGER  
223 Seiten · 127 Bilder · 7 Tabellen · 191 Formeln  
Ganzleinen 26,— DM

## Elektrische Nachrichtentechnik

von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER

- I. Band:** Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke  
650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen .. Ganzleinen 36,— DM
- II. Band:** Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von Sinusschwingungen  
603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen .. Ganzleinen 36,— DM

## Handbuch der Elektronik

Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik  
Herausgeber: Dr. REINHARD KRETZMANN  
Mitautoren: Ing. PAUL GERKE · Ing. FRANZ KUNZ  
529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen .. Ganzleinen 42,— DM

## Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis NTSC · PAL · SECAM

von Dr.-Ing. NORBERT MAYER (IRT)  
330 Seiten mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang  
110 Schrifttumsangaben · Amerikanische/englische Fachwörter  
Ganzleinen 32,— DM

## Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER  
254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen .. Ganzleinen 27,— DM

## Dioden-Schaltungstechnik

Anwendung und Wirkungsweise der Halbleiterventile  
von Ing. WERNER TAEGER  
144 Seiten · 170 Bilder · 9 Tabellen .. Ganzleinen 21,— DM

## Elektrotechnische Experimentier-Praxis

Elementare Radio-Elektronik  
von Ing. HEINZ RICHTER  
243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche · Ganzleinen 23,— DM

## Praxis der Rundfunk-Stereophonie

von WERNER W. DIEFENBACH  
145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen .. Ganzleinen 19,50 DM

## Prüfen · Messen · Abgleichen

**Fernsehempfänger-Service**  
von WINFRIED KNOBLOCH  
108 Seiten · 39 Bilder · 4 Tabellen .. Ganzleinen 11,50 DM

## Kompendium der Photographie

von Dr. EDWIN MUTTER

- I. Band:** Die Grundlagen der Photographie  
Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage  
358 Seiten · 157 Bilder .. Ganzleinen 27,50 DM
- II. Band:** Die Negativ-, Diapositiv- und Umkehrverfahren  
334 Seiten · 51 Bilder .. Ganzleinen 27,50 DM
- III. Band:** Die Positivverfahren, ihre Technik und Anwendung  
304 Seiten · 40 Bilder · 27 Tabellen .. Ganzleinen 27,50 DM

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

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH** 1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)

Warum strebsame

# Nachrichtentechniker Radartechniker Fernsehtechniker Elektromechaniker

ihre Zukunft in der EDV sehen

# UNIVAC

Informationsverarbeitung

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

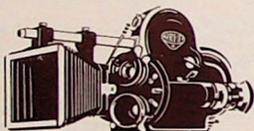
In allen Gebieten der Bundesrepublik warten die Mitarbeiter unseres Technischen Dienstes elektronische Datenverarbeitungsanlagen. An Hand ausführlicher Richtlinien, Schaltbilder und Darstellungen der Maschinenlogik werden vorbeugende Wartung und Beseitigung von Störungen vorgenommen.

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

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

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

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



Wir sind Hersteller der weltbekanntesten

**arriflex**

Filmkameras sowie anderer film- und fernsehtechnischer Maschinen und Apparate.

Für den weiteren Ausbau unserer Abteilung

**electronic**

suchen wir

mehrere hochqualifizierte

## ELEKTRO-MECHANIKER

für unsere Gruppen

Entwicklung

Prüffeld allgemeiner Elektronik

Prüffeld ELA

Musterbau

mehrere hochqualifizierte

## FEINMECHANIKER

für unsere Gruppe

Musterbau

zur selbständigen Anfertigung elektronisch-mechanisch-optischer Prototypgeräte.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung an den Leiter unserer Abteilung „electronic“ Herrn Lehr (Telefon [08 11] 3 80 92 32)

**ARNOLD & RICHTER K. G.**  
8 München 13, Türkenstraße 89



BERLIN

Technisch-wissenschaftlicher  
Fachliteraturverlag

sucht zur festen Anstellung

## Technische Redakteure

Kenntnisse in der HF- oder Elektrotechnik erwünscht

## und Wirtschafts-Redakteure

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsanspruch erbeten unter F. K. 8528

## Lehrlings- Ausbilder

Die Ausbildung und Fortbildung unserer Mitarbeiter sowie die Heranbildung geeigneten Nachwuchses ist uns ein besonderes Anliegen.

Wenn Sie über fundiertes Fachwissen als **Rundfunk- und Fernsehtechniker** verfügen, pädagogisch begabt sind und Freude daran haben, jungen Menschen das für ihren späteren Beruf notwendige Wissen zu vermitteln bzw. Erwachsene fortzubilden, finden Sie in unserer Ausbildungsabteilung interessante Aufgaben.

## Rundfunk- und Fernsehtechniker

Für die Kundendienstwerkstätten unserer Verkaufsorganisation in BERLIN, BIELEFELD, BREMEN, HAMBURG, HANNOVER, KÖLN, MANNHEIM, MÜNCHEN und STUTTGART suchen wir Rundfunk- und Fernsehtechniker, deren Aufgaben im Service unserer Erzeugnisse sowie in der technischen Beratung unserer Kunden bestehen.

## Fernsehtechniker für das Farbfernseh- Prüffeld

Außerdem benötigen wir für die erweiterte Farbfernsehgeräteproduktion Fernsehtechniker. Kenntnisse auf dem Gebiet des Farbfernsehens werden in **Speziallehrgängen**, die dem Einsatz im Prüffeld vorausgehen, vermittelt.

Ihrer Bewerbung fügen Sie bitte einen handgeschriebenen Lebenslauf und Zeugnisabschriften bei.

BLAUPUNKT-WERKE GMBH  
Personalabteilung  
3200 Hildesheim  
Robert-Bosch-Str. 200  
Postfach



**BLAUPUNKT**  
*Mitglied der Bosch Gruppe*

# Fernsehtechniker für das Farbfernsehprüffeld

BLAUPUNKT ist ein führendes Unternehmen der Unterhaltungselektronik.

Wir suchen für die erweiterte Farbfernsehgeräteproduktion und -prüfung tüchtige FERNSEHTECHNIKER als

## Reparateur • Bandleiter • Meßtechniker

Kenntnisse im Schwarz-Weiß-Fernsehen sind erforderlich. Spezialkenntnisse auf dem Gebiet des Farbfernsehens werden Ihnen in Lehrgängen vermittelt.

Ihrer Bewerbung fügen Sie bitte einen handgeschriebenen Lebenslauf und Zeugnisabschriften bei.

BLAUPUNKT-WERKE GMBH  
Personalabteilung  
3200 Hildesheim  
Robert-Bosch-Straße 200  
Postfach



# BLAUPUNKT

Mitglied der Bosch Gruppe



### Achtung! Ganz neu!

Kleinzeigen-Ampere- und Voltmeter mit Voltmesser.

Md.	Amp. ~	Volt ~
A	5/25	150/300/600
B	10/50	150/300/600
C	30/150	150/300/600
D	60/300	150/300/600

nur 122,- DM + MW.  
mit eingab. Ohmmesser  
(300 Ω) 168,50 DM + MW.  
Elektro-KG - Abt. B 75  
6 Ffm. 50, A.E. Schlag 22

Prospekt  
FT 12 gratis.

### Seltene Gelegenheit!

Tonstudio-Einrichtung zum Schneiden von Schallplatten. U. a. 1 Saueressig-Schneidapparat 33, 45 und 78 Umdrehungen; 1 Teladi Schneidverstärker, 1 Saja Schneidkoffer, 1 Phono-Rex-Bandgerät für 19 und 38 Umdrehungen, Mischpult, Mikrophone, Zubehörteile usw. für Selbstabholer. Preis nach Vereinbarung. Angebote unter F. N. 8529.

### Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen

Trotz Mehrwertsteuer aus Lagerbeständen stets günstige Gelegenheiten, Sonderposten, fabrikneu und aus Retouren Koffermaschinen, Saldiermaschinen, Rechenautomaten, Buchungsmaschinen. Versäumen Sie nie, auch unser Angebot einzuholen.

Fordern Sie Spezial-Katalog II/907

**NÖTHEL AG** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Markt 1 · Postfach 601  
Telefon 6 20 08, Fernschreiber Nr. 096 - 893



### Kaufgesuche

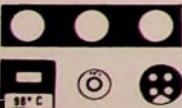
Röhren und Transistoren aller Art kleine und große Posten gegen Kaase.  
Röhren-Müller, Keikheim/Ts., Parkstr. 20

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

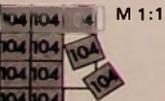
Hans Kaminsky  
8 München-Soiin  
Spindlerstraße 17

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

## Temperaturmessung



schnell, einfach und nachweisbar  
Selbstklebende Anzeigepfättchen mit Farbumschlagpunkten zum Messen und Registrieren von Oberflächentemperaturen. Ideal für Forschung, Labor, Kontrolle, zur Garantieüberwachung und vieles mehr.



M 1:1 **TEMP-PLATE**®

Hochwertige, versiegelte Ausführung, speziell für komplizierte Anwendungen. 37 bis 600 °C.

**TEMP-SPY**®

Hans G. Werner + Co.  
7 Stuttgart 1  
Postfach 2867

Preiswerte Ausführung für trockene Umgebung. Temperaturbereich von 43 bis 260 °C.

## Engel-Löter — auf dem neuesten Stand der Löttechnik



- formschön
- blitzschnell
- selbstleuchtend

Fordern Sie bitte unsere Liste 163 an!



**Engel GmbH** Elektrotechnische Fabrik  
6200 Wiesbaden-Schierstein Rheingaustraße 34—36  
Telefon: 6 08 21, FS: 4186860

Für die Zentrale unseres Technischen Dienstes in Frankfurt suchen wir

## Ingenieur der Fachrichtung Nachrichtentechnik

Seine Aufgabe umfaßt die Bearbeitung aller überwachungstechnischen Probleme in Verbindung mit unseren Datenfernübertragungseinrichtungen. Erwünscht sind Erfahrungen auf dem Gebiete der Nachrichtenübermittlung.

## Techniker der Fachrichtung Industrielle Elektronik, Elektromechanik, Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehtechnik

als **Sachbearbeiter** der für die Durchführung der vielfältigen mit der Einführung und Wartung von EDV-Anlagen zusammenhängenden Aufgaben oder als **Systemspezialist** für EDV-Anlagen.

## Elektrotechniker Elektromechaniker

für die Qualitätskontrolle, Endabnahme und Rebuiltierung von EDV-Anlagen.

Wir bieten verantwortungsvolle und abwechslungsreiche Wirkungskreise, die selbständiges und systematisches Arbeiten, Einfallsreichtum und Initiative verlangen. Alle Bewerber sollten Schulenglisch mitbringen. Die Spezialkenntnisse für die zukünftigen Aufgaben in der EDV werden in firmeneigenen Schulungszentren vermittelt. Es warten auf die neuen Mitarbeiter ausbaufähige Aufgabengebiete.

Zur Vorbereitung eines persönlichen Gespräches rufen Sie uns bitte unter Frankfurt 2 19 65 19 an, oder schreiben Sie unter Beifügung eines tabellarischen Lebenslaufes an die Personalleitung.

REMINGTON RAND GMBH  
GESCHÄFTSBEREICH UNIVAC  
6 Frankfurt/Main  
Neue Mainzer Straße 57

# UNIVAC

## Informationsverarbeitung

### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 117	DM	—,55
AC 187/188 K	DM	3,45
AC 192	DM	1,20
AD 133 III	DM	6,95
AD 148	DM	3,95
AF 239	DM	3,80
BA 170	DM	—,60
BAY 17	DM	—,75
BC 107	DM	1,20
BC 108	DM	1,10
BC 109	DM	1,20
BC 170	DM	1,05
BF 224	DM	1,75
BRY 39	DM	5,20
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM	2,20
1 N 4148	DM	—,85
2 N 708	DM	2,10
2 N 2219 A	DM	3,90
2 N 3055	DM	7,25
10/DM	1,10	1,—
10/DM	1,10	—,95
10/DM	1,65	4,80
10/DM	—,75	—,75
10/DM	—,75	—,75
10/DM	1,95	1,95
10/DM	3,30	3,30
10/DM	6,89	6,89

Alle Preise incl. MWST.  
Kostenl. Bauteile-Liste anfordern.  
NN-Versand

M. LITZ, elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4  
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

## Entwicklungs- Ingenieur und Techniker

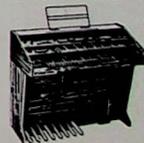
für Bearbeitung von Aufgaben der Farbfernsehmeßtechnik und digitaler Farbablaststeuerungen wird interessante, selbständige, gut dotierte Dauerstellung in meinem Entwicklungslaboratorium geboten. Gebietsfremde Bewerber sowie Anfänger aus der Hochfrequenztechnik werden gern eingearbeitet.

Bewerbungen erbeten an:

**Dr.-Ing. JOHANNES SCHUNACK**

1 Berlin 45 • Drakestraße 1a • Telefon: 73 22 61

### Schenken Sie 3-fach Freude



Ihrer Familie eine Heim-Orgel, Ihren Freunden Orgelmusik, sich selbst das faszinierende Hobby, ein Meister im Orgelbau zu sein. Einfach, schnell, preiswert. 60-seitigen Farbkatalog gratis anfordern.  
Dr. Bohm bietet Ihnen mehr fürs Geld.

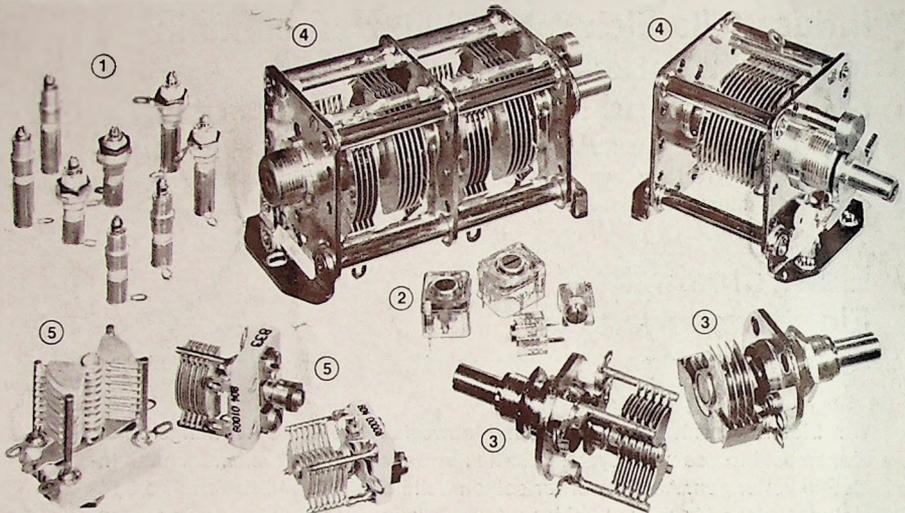
Wertbon An Dr. Bohm, D 485 Minden,  
Postfach 209/480

Ich erbitte wertvollen Farbkatalog (kein  
Vertragsbezug).

Name:  
Anschrift:



## Variable Kondensatoren für die industrielle Elektronik



### Keramische Rohrtrimmer 802/2 und 802/3 <sup>①</sup>

mit Teflon-Führung und vergoldeten NiFe-Spindeln  
Schraub- oder Lötmontage  
Variable Kapazitäten: 3, 6, 9, 12 pF  
 $TK_C$ : -10 und -200 · 10<sup>-6</sup> / grad  
Zulässiger Temperaturbereich: -55 bis +100 °C  
Kleine Verluste auch bei hohen Frequenzen und maximalen Kapazitätswerten.

### Regelkondensatoren 805 <sup>④</sup>

Baugrößen: Frontplatte 40 x 40  
und 60 x 60

Ausführungen: Normal, Schmetterling, Differential  
Einfach- oder Mehrfach-Kondensatoren (bis vierfach)  
Variable Kapazitäten: 6,4 bis 640 pF  
Kapazitätsverlauf: Linear oder exponentiell  
Toleranz der variablen Kapazität: max. ± 0,7 % im  
Drehwinkelbereich 15° bis 175°  
Isolierter oder nicht isolierter Rotor

### Kunststoffolien-Trimmer 809 <sup>②</sup>

mit Teflon-Folie als Dielektrikum für gedruckte  
Schaltungen  
Baugrößen: 6 x 8 und 11 x 14 mm  
Variable Kapazitäten: 3 pF bis 100 pF  
Baugröße 11 x 14, auch in Schmetterlings- und  
Differential-Ausführung  
 $TK_C$ : -150 und -250 · 10<sup>-6</sup> / grad  
Zulässiger Temperaturbereich: -40 bis +150 °C  
Kleine Verluste auch bei hohen Frequenzen

### Luftabgleich-Kondensatoren <sup>⑤</sup>

für Schraubbefestigung 804/1  
Baugrößen: Frontplatte 14 x 17 mm  
17 x 20 mm  
20 x 24 mm

für gedruckte Schaltungen 804/2  
Baugröße: Frontplatte 17 x 20 mm

Ausführungen: Normal, Schmetterling, Differential  
Variable Kapazitäten: 1,6 bis 100 pF

### Korrektionskondensatoren 804 <sup>③</sup>

Baugröße: 25 mm Ø für Zentralbefestigung  
Ausführungen: Normal, Schmetterling, Differential  
Variable Kapazitäten: 1,6 bis 100 pF



VALVO GmbH Hamburg

E.-Thimann-Str. 56

10020