

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

20 | 1968

2. OKTOBERHEFT

mit Elektronik-Ingenieur

auch 55-cm-Farbbildröhren  
in Permacolor-Technik

63011



## Warum Gold?

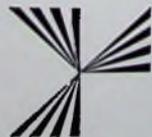
Mit *Permacolor* liegt Gold richtig, denn am goldenen Farbton erkennen Sie am besten die Qualität einer Farbbildröhre. Achten Sie darauf! Unsere neuen Farbbildröhren in *Permacolor*-Technik haben immer die gleiche, brillante Farbbildwiedergabe, auch gleich nach dem Einschalten. Durch eine spezielle Aufhängung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

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

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

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

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



**SEL**

gelesen · gehört · gesehen .....	756
FT meldet .....	758
Fernsehen im 12-GHz-Bereich .....	763
<b>Fernsehen</b>	
Meßempfangsanlage für Ausbreitungsmessungen im 12-GHz-Bereich .....	764
Aus dem Ausland .....	764
Fernsehübertragungsanlagen im Universitätsklinikum Berlin .....	765
<b>Von Messen und Ausstellungen</b>	
Ausstellung der UdSSR in London .....	766
<b>Persönliches</b> .....	766
<b>Phono</b>	
Tonabnehmerprüfungen mit Rechtecksignalen .....	767
<b>Von Sendern und Programmen</b> .....	768
<b>Elektronik-Ingenieur</b>	
NF-Vorverstärker in Hi-Fi-Qualität · Grundsätzliche Be- trachtungen und Bemessungsregeln .....	769
<b>Rundfunk</b>	
AM-Spezialempfänger für den Frequenzbereich 0,15 bis 30 MHz .....	773
<b>Stromversorgung</b>	
Transistor-Netzgerät für 5 · 25 V und maximal 3 A .....	777
<b>Lautsprecher</b>	
Eine Lautsprecherbox mit vier Lautsprechern hoher Qualität .....	780
<b>Meßtechnik</b>	
Transistoren- und Dioden-Prüfgerät .....	782
<b>Für Werkstatt und Labor</b> .....	784
<b>Kraftfahrzeug-Elektronik</b>	
Elektronischer Drehzahlmesser .....	785
Fernsteueranlage für Reifenteststrecke .....	786

Unser Titelbild: Meßempfangsanlage des FTZ, Außenstelle Berlin, für Ausbreitungsmessungen im 12-GHz-Bereich (s. a. S. 763 u. 764)  
Aufnahme: FTZ

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 754, 757, 759—762, 779, 781, 783, 787 und 788 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichbarndamm 141—167. Tel.: (0311) 4121031. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenlfg.: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, PSch Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



## Dieses Mikrofon müssen Sie nicht haben



Dynamic HiFi Mikrofon TM 40

## ausser Sie wollen perfekte Tonaufnahmen

Geradliniger  
Frequenzverlauf über den  
gesamten Übertragungsbereich  
(35 bis 16.000 Hz  $\pm$  2 dB\*).  
Ausgeprägte nierenförmige  
Richtcharakteristik. Ein Mikrofon  
in Ganzmetallausführung, mit  
eingebautem Windschutz und  
Sprache-/Musikschialtung —  
ein Dynamic HiFi Mikrofon  
der Spitzenklasse.

\* Prüfzertifikat liegt jedem  
Mikrofon bei.

# PEIKER acoustic

Fabrik elektro-akustischer Geräte

präzise Tontechnik

6380 Bad Homburg - Oberechbach  
Postfach 235 Tel. 06172/22084

## Neue Geräte

**Graetz**  
Mit dem 56-cm-Tischgerät „Kurfürst Color 1242“, das mit dem Chassis der übrigen Modelle ausgestattet ist, rundete Graetz das Farbfernsehempfängerprogramm ab. Die Konvergenzeinheit ist jetzt nach Abnehmen der Rückwand zugänglich und herausnehmbar. Zur Farbstärke-Einstellung dient ein Flachbahnregler mit Ausschalter. Sechs Senderschnellwahltasten können beliebig mit jedem UHF- und VHF-Programm belegt werden. Die Tonwiedergabe erfolgt mit zwei Frontlautsprechern.

**Grundig**  
Grundig ergänzte das Angebot an Kassetten-Tonbandgeräten für das Compact-System durch drei neue Modelle. An Stelle des Standardgerätes „C 200“ wird jetzt der weiterentwickelte Typ „C 200 de Luxe“ geliefert. Als Typ „C 200 Automatic“ ist er auch mit automatischer Aussteuerung erhältlich. Auch das dritte neue Gerät, das Auto-Kassettengerät „AC 220“, hat eine Aussteuerungsautomatik. Alle neuen Modelle zeichnen sich durch bequeme Einknopfbedienung aus und sind erstmals mit automatischer Abschaltung am Bandende ausgerüstet. Der „C 200 Automatic“ kann mit der Autohalterung „473“ und dem Anschlußteil „474“ (zur Wiedergabe über die Autosuper-Endstufe) oder „475“ (mit eingebauter 4-W-Endstufe) auch im Auto betrieben werden. Neu im Rundfunkempfängerprogramm ist das Uhren-Musikgerät „sono-clock“, ein UKW-Empfänger mit eingebauter Synchronuhr. Der mit Dioden abgestimmte Rundfunkteil hat sechs Stationsfasen mit zugehörigen Kleinskalen. Die Lautstärkeeinstellung erfolgt mit einem Schieberegler. Der Uhrenteil weist zwei Weckstellungen auf, von denen die eine nur das Rundfunkprogramm einschaltet, während die andere etwa 10 min danach einen Wecker auslöst. Der Rundfunkteil läßt sich auch über einen Zeitschalter in Betrieb nehmen, der nach maximal 60 min das Rundfunkprogramm abschaltet.

**Lumophon**  
Auch Lumophon hat jetzt einen 56-cm-Farbempfänger im Programm. Der neue „Aquarell Color“ ist mit einem Allbereich-Drucktastentuner mit Diodenabstimmung ausgerüstet und mit 4 Röhren (in den Ablenkstufen), 47 Transistoren, 59 Halbleiterdioden und Gleichrichtern sowie einer integrierten Schaltung bestückt. Die Serie der Schwarz-Weiß-Emp-

fänger wurde durch das 59-cm-Tischgerät „FT 136“ und das tragbare 51-cm-Modell „FP 20 Luxus“ ergänzt. Alle Schwarz-Weiß-Geräte haben eine „Color-Filter“-Taste für einwandfreien Schwarz-Weiß-Empfang von Farbsendungen.

Das Vertriebsprogramm, das bisher nur Fernsehgeräte und Konzertschränke enthielt, wurde jetzt auch auf Rundfunkgeräte erweitert. Das Angebot umfaßt zunächst die Tischgeräte „Violetta 300“ (UML) und „Violetta 400“ (UKML) sowie die Reiseempfänger „herzdame“ (UML) und „herz-könig“ (UKML). Für die beiden Reiseempfänger steht das zusätzlich lieferbare Netzteil „TN 12 Universal“ zur Verfügung, das an Stelle der Batterien eingesetzt werden kann.

**Schaub-Lorenz**  
Das nur 8 cm hohe Steuergerät „stereo 4000 L“ von Schaub-Lorenz ist unter der Typenbezeichnung „stereo 5000 Hi-Fi“ jetzt auch in Hi-Fi-Ausführung mit eingebautem Entzerrer-Vorverstärker lieferbar. Die Ausgangsleistung ist  $2 \times 20$  W Sinusleistung bei  $k < 0,3$  %, die Leistungsbandbreite 15 bis 40 000 Hz und der Intermodulationsfaktor  $< 1$  % bei Vollaussteuerung (250 Hz, 8000 Hz; 4:1). Die Kühlfläche für die Endstufentransistoren bildet gleichzeitig die Rückseite des Gerätes und trägt auch alle Anschlußbuchsen.

Das Reiseempfängerprogramm wird durch das Taschengert „Pony S“ ergänzt, das die Bereiche ML empfängt. Die Endstufe gibt 0,4 W an den 9 cm  $\times$  6 cm großen Ovallautsprecher ab.

### Neue Horizontalablenkschaltung mit Transistoren

In den Anwendungslabors von Siemens wurde eine Horizontalablenkschaltung für Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte entwickelt, die mit Transistoren mit verhältnismäßig niedriger Sperrspannung von 250 bis 300 V auskommt. Der Schaltungsvorschlag zeigt eine neue Möglichkeit, um Transistoren mit einer Kollektor-Emitter-Sperrspannung von 250 bis 300 V direkt an die gleichgerichtete Netzspannung anzuschließen, so daß der Netztransformator eingespart wird.

### Leistungstransistoren für Fernsehgeräte

Für die Hochspannungserzeugung und für Horizontalablenkstufen in Fernsehgeräten liefert Tezas Instruments zwei NPN-Silizium-Leistungstransistoren im TO-3-Gehäuse mit den Typenbezeichnungen BU106 und BU107. Die neuen Tran-

sistoren haben folgende technische Daten (in Klammern abweichende Daten des BU107):  $U_{CE} = 325$  V (300 V),  $U_{BE} = 8$  V,  $I_{C\max} = 5$  A (10 A),  $I_{B\max} = 3$  A (5 A),  $U_{BE\text{sat}} = 1,5$  V (2 V),  $U_{CE\text{sat}} = 5$  V (1,5 V), Abfallzeit des Kollektorstroms  $t_f = 1$   $\mu$ s, Speicherzeit  $t_s = 3$   $\mu$ s.

### Transistorverstärker für 2000 MHz

RCA (Deutsche Vertretung: Alfred Neye - Enatechnik, Quickborn-Hamburg) hat einen Transistorverstärker herausgebracht, der im Frequenzbereich von 1850 bis 2000 MHz eine Ausgangsleistung von wenigstens 1,25 W abgibt. Dieser für den Einsatz als Leistungs-Endverstärker in Weitverkehrsverbindungen entwickelte Verstärker hat eine Bandbreite von rund 100 MHz und eine Verstärkung von etwa 7 dB.

### „Super-Spectral“-Antennen

Die „Super-Spectral“-UHF-Antennen von Hirschmann werden in fünf Leistungsklassen geliefert. Die drei oberen Leistungsklassen mit Gewinnen von 9...15, 10...17 beziehungsweise 11...18 dB enthalten jeweils drei Typen für die Kanäle 21...60, 21...46 und 21...37. Außerdem gibt es in der obersten Klasse noch eine Antenne für die Kanäle 21...30. In den beiden unteren Klassen wird dagegen nur je ein Typ mit 7...9 beziehungsweise 9...13 dB Gewinn für die Kanäle 21...60 geliefert. Alle Antennen mit Ausnahme der höchsten Leistungsklasse sind Vormast-Antennen, bei denen die Standrohrbefestigung hinter dem Reflektorschirm angebracht ist.

### Universalzähler für Impulsbreitenmessung

Der elektronische Universalzähler „TC6A“ von Dressler Elektronik bietet neben den Funktionen Frequenzmessung, Periodenmessung, Kurz- und Langzeitmessung, Ereigniszählung sowie Verhältnismessung auch die Möglichkeit der Impulsbreitenmessung mit digitaler Anzeige. Das Gerät ist mit zwei voneinander unabhängigen Triggerteilen ausgestattet, von denen das eine den Startpunkt auf der Anstiegsflanke (Beginn der Zählung) und das zweite den Stoppunkt auf der Abfallflanke (Ende der Zählung) bestimmt. Die Anzeige erfolgt sechsstellig in dekadisch einstellbaren Zeiteinheiten von 1  $\mu$ s bis 10 s.

### Der größte Eisschutzzyliner

Auf einem 1560 m hohen Berg in Mittelitalien errichtete Rohde & Schwarz für eine Bereich-I-Antennenanlage den bisher größten Eisschutzzylin-

der. Die 25 m hohe und 25 t schwere Polyesterrohre hat einen Durchmesser von 9 m und ist für eine maximale Windgeschwindigkeit von 230 km/h bei 10 cm Eisansatz berechnet. Nach oben schließt ein offener Kegelstumpf, nach unten ein waagerechter Boden aus glasfaserverstärkten Polyesterplatten den Schutzzyliner ab. Öffnungen im Boden erhalten die Kaminwirkung und gewährleisten den Druckausgleich.

### Moderne Sender für Südafrika

Einen Auftrag über zwei 100-kW-Kurzwellensender hat AEG-Telefunken von der South-African Broadcasting Corporation (SABC) erhalten. Mit diesen Sendern wird die Sendestation Blomdal bei Johannesburg erweitert in der bereits 1967 zwei Kurzwellensender gleicher Leistung in Betrieb genommen wurden. Bei einem dieser Sender handelt es sich um einen neuentwickelten, vollautomatisch abstimmbaren Typ, der unter anderem mit einer elektronischen Schaltanlage und einem Breitband-Kettenverstärker als HF-Treiberstufe ausgerüstet ist.

### Neues Internationales Signalbuch

Zur Herausgabe eines neuen Internationalen Signalbuchs hat der Bundesminister für den Verkehr folgendes bekanntgegeben:

„Das in der Weltorganisation für die Seeschifffahrt (IMCO) aus dem bisherigen Internationalen Signalbuch von 1931 in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen der Schifffahrt und des Fernmeldewesens entwickelte neue Signalbuch wird am 1. 4. 1969 in Kraft treten.“

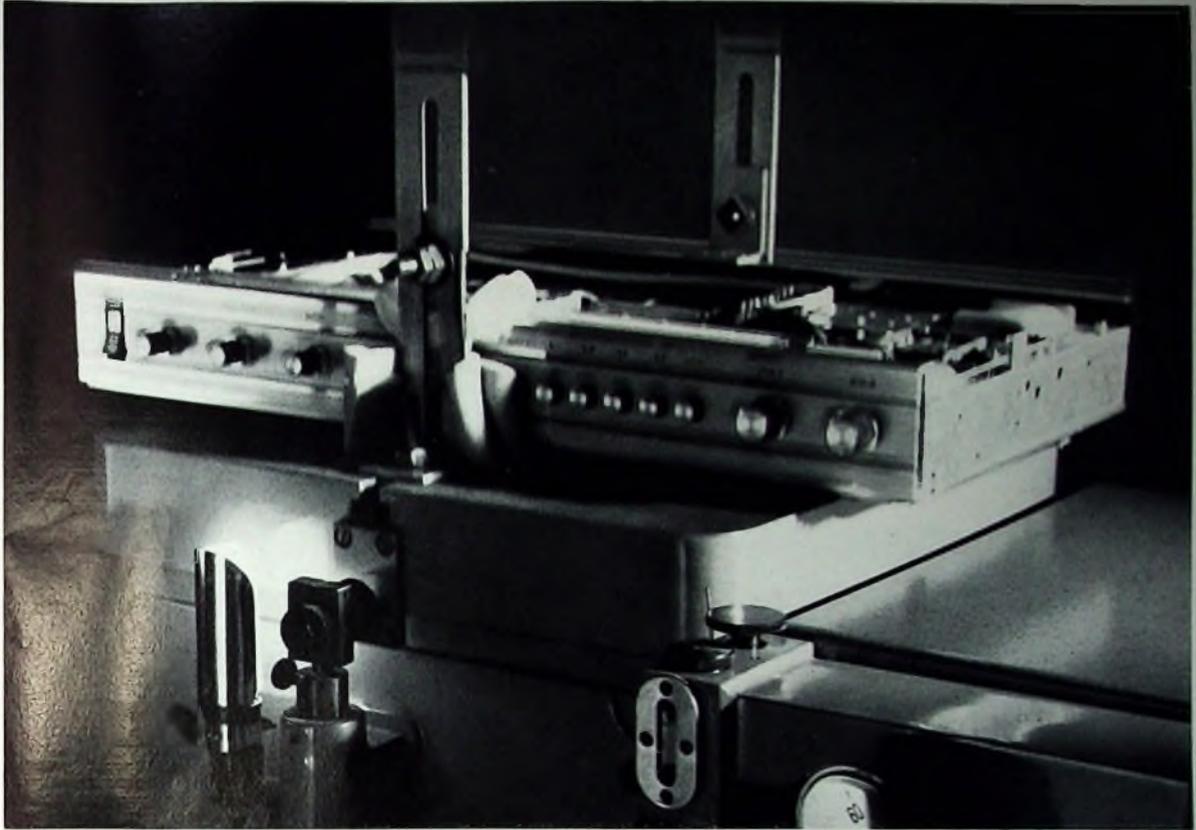
Das neue Werk, das in der englischen IMCO-Ausgabe 178 Seiten umfaßt, wird die beiden bisherigen Bände des Internationalen Signalbuchs von 1931

Band I Signalbuch, 789 Seiten der deutschen Ausgabe,

Band II Funkverkehrsbuch, 1015 Seiten der deutschen Ausgabe, ersetzen.

Die amtliche Fassung des neuen Signalbuchs wird in Kürze fertiggestellt sein. Die deutsche Ausgabe wird dann im Herbst 1968 erscheinen können.“

Es ist vorgesehen, der deutschen Ausgabe des Internationalen Signalbuchs den neuen, von der weltweiten Verwaltungskonferenz über den Seefunkdienst, Genf 1967, entwickelten Anhang 13 A der VO Funk (Abkürzungen für Telegrafie- und Sprechfunk) als Anlage beizufügen.



Originalaufnahme aus dem Schaub-Lorenz-Testlabor

## stereo 4000 – geschüttelt und für reif befunden

Was wir mit dem stereo 4000 machen, wird ihm im normalen Alltag keiner zumuten. Eine Bewährungsprobe – eine von vielen – ist der Schütteltest: Wir befestigen das Gerät auf einem Spezial-Schütteltisch. Er simuliert extrem starke Rüttel- und Schüttelkräfte durch sinusförmige Bewegungen. Wir lassen dabei auf den stereo 4000 3–5fache Erdbeschleunigung einwirken. Und erwarten danach, daß er einwandfrei funktioniert und spielt. Er spielt!

Für die Praxis ist das der Beweis: Auch außergewöhnliche mechanische Fremdeinflüsse können dem stereo 4000 nicht schaden. Wir wissen, daß Ihre Kunden wieder kritischer geworden sind: Man achtet heute mehr denn je auf Qualität. Und damit Sie ihre Forderungen mit gutem Gewissen erfüllen können, bauen wir unsere Geräte nicht nur so gut wie nötig, sondern so gut wie möglich. Schaub-Lorenz-Qualität – ein neuer Maßstab.



## Ein wertvolles Fachbuch

DR.-ING. NORBERT MAYER (IRT)

# Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM

### Aus dem Inhalt

Grundlagen der Farbenlehre  
Aufnahmegeräte  
Wiedergabeeinrichtungen  
Übertragungsverfahren  
Farbfernsehempfänger  
Meßeinrichtungen

330 Seiten DIN A 5 mit vielen Tabellen  
206 Bilder-Farbbildanhang  
110 Schriftumsangaben  
Amerikanische/englische Fachwörter  
mit Übersetzung ins Deutsche

Ganzleinen 32,- DM

... und hier  
ein Urteil  
von vielen

„Ein Buch von Dr. Norbert Mayer, der im Institut für Rundfunktechnik in München seit Jahren an Fragen des Farbfernsehens arbeitet und aus dieser seiner Tätigkeit wiederholt in Veröffentlichungen und Vorträgen berichtet hat, nimmt jeder Fachmann mit erhöhten Erwartungen in die Hand. Es sei vorausgeschickt: Diese Erwartungen werden mit dem vorliegenden Buch auch in jeder Weise erfüllt...“

radio mentor Heft 12  
electronic Dezember 1967

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

**VERLAG FÜR RADIO-  
FOTO-KINOTECHNIK GMBH**

1 BERLIN 52 (Borsigwalde)

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

### Richtfest am IBM-Haus in Hannover

Rund zehn Monate nach Baubeginn konnte die IBM Deutschland jetzt an ihrem neuen Gebäude an der Hamburger Allee in Hannover Richtfest feiern. Das aus drei aufeinander abgestimmten Baukörpern bestehende Haus soll nach der Fertigstellung im September 1968 alle Abteilungen der IBM-Niederlassung Hannover einschließlich Rechenzentrum und Schule für Datenverarbeitung aufnehmen.

### Motorola in neuen Geschäftsräumen

Vor kurzem hat die Motorola Halbleiter GmbH neue Geschäftsräume in Wiesbaden, Luisenstr. 28, bezogen. Durch den Umzug konnte Motorola auch das Lager erheblich vergrößern. Jetzt sind ständig etwa 650 Halbleitertypen mit insgesamt 1 Mill. Stück, davon rund 450.000 integrierte Schaltungen, am Lager.

### Bisher größter Eurocontrol-Auftrag angekündigt

Den Firmen AEG-Telefunken, Deutschland, Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil S. A. (CSF), Frankreich, und Plessey Radar Ltd., Großbritannien, ist als Konsortium die Erteilung eines Großauftrages über etwa 40 Mill. DM durch Eurocontrol angekündigt worden, der die Lieferung und Installation der elektronischen Rechner und Sichtgeräte für die erste automatisierte Flugsicherungszentrale in Maastricht (Niederlande) der europäischen Organisation zur Sicherung der Luftfahrt (Eurocontrol) umfaßt. Die Flugsicherungszentrale Maastricht dient zur Flugsicherungskontrolle im oberen Luftraum über Belgien, Deutschland, Holland und Luxemburg.

### Olivetti erwirbt Aktienmehrheit der SGS-Fairchild

Die Olivetti International S. A., eine Tochtergesellschaft der Ing. C. Olivetti & C., S. p. A., und die Fairchild Semiconductor Ltd., eine Tochtergesellschaft der Fairchild Camera Instrument Corporation, haben den Verkauf der 33 1/3%igen Aktien-Beteiligung von Fairchild Semiconductor Ltd. an der Società Generale Semiconduttori S. p. A., SGS, an Olivetti International S. A. bekanntgegeben. Damit hat die Olivetti-Gruppe die Mehrheit der SGS-Aktien erworben. Außerdem wurde eine Vereinbarung getroffen, den Austausch des Herstellungs-Know-How und der Querschnitte für bestehende Patente auf nicht ausschließlicher Basis gegen Zahlung einer Summe in nicht genannter Höhe von SGS an Fairchild fortzusetzen. Der Verkauf entspricht dem Ziel von Fairchild, selbst in den europäischen Markt einzusteigen, und der SGS, ihre Tätigkeit über die ganze Welt (einschließlich der USA) auszuweiten.

### Control Data übernimmt die Finanzierungsgesellschaft Commercial Credit

Die Aktionäre der Control Data Corporation Minneapolis und der

Finanzierungsgesellschaft Commercial Credit Delaware haben einer Fusion der beiden Firmen zugestimmt. Die Aktionäre von Commercial Credit erhalten gegen eine Aktie 45/100 Control Data-Aktien. Die beiden fusionierten Gesellschaften haben zusammen etwa 34.000 Mitarbeiter; der gemeinsame Name ist Control Data Corporation Delaware.

### 3 Mrd. Empfängerröhren

Mitte September 1968 konnte die RCA melden, daß ihre Empfängerröhrenproduktion die 3-Mrd.-Grenze überschritten habe. Im Jahre 1930 nahm die RCA die Fertigung von Empfängerröhren in einer Fabrik in Harrison, N.J., auf. Heute werden RCA-Empfängerröhren außerdem noch in Fabriken in Cincinnati, Ohio, und Woodbridge, N. J., sowie in Kanada, Brasilien und Chile produziert.

### Holland-Auftrag für AEG-Telefunken

Einen Auftrag mit einem Gesamtwert von 3 Mill. DM über Lieferung und Aufbau eines Richtfunksystems für die Überwachung und Steuerung eines neu aufzubauenden 380-kV-Stromversorgungsnetzes erhielt AEG-Telefunken von den N. V. Samenwerkende Electriciteits-Productiebedrijven, Arnhem/Niederlande. Hierbei handelt es sich um Richtfunkgeräte zur Übertragung von 120 Kanälen. Das System soll Anfang 1970 in Betrieb genommen werden.

### Studententage während der electronica 68

Zur Förderung des technisch-wissenschaftlichen Nachwuchses sind der Fachbeirat der electronica 68, die Geschäftsführung der Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft und der Vorstand des gemeinnützigen Kuratoriums „Der Mensch und der Weltraum e. V.“, Bonn, übereingekommen, während der electronica 68 Studententage durchzuführen. Der Fachbeirat, der die Ausstellerschaft vertritt, hat beschlossen, den Ausstellern nahezu allen für diesen Plan der gezielten Nachwuchsförderung freiwillige und zweckbestimmte Spenden auf ein Sonderkonto zu überweisen, aus dem Studenten der einschlägigen Fachrichtungen der Universitäten, Technischen Hochschulen und Höheren Technischen Lehranstalten freien Eintritt, Katalog und Essensgutscheine sowie (in Einzelfällen) Reisekostenzuschüsse erhalten sollen.

### Ergänzungshand 1968 zum Ditratherm-Halbleiter-Handbuch

Ditratherm brachte jetzt zum Halbleiter-Handbuch den Ergänzungshand 1968 heraus. Er enthält auf 344 S. DIN A 5 technische Daten, Kennlinien und Maßbilder von integrierten Schaltungen, Transistoren, Dioden, Silizium-Kapazitätsdioden, temperaturkompensierten Z-Dioden, Thyristoren, Triacs, Diacs, Gleichrichtern, Halbleitern und spannungsabhängigen Widerständen.

# Wem verkaufen Sie Dual-Heimgeräte? Denen, die noch keinen Plattenspieler haben. (15 Millionen Haushalte haben keinen!)



Dual H 50 N in Nußbaum natur mit Plattenspieler Dual 410



Sehr attraktiv: Dual H 50 in weiß Schleiflack mit Palisander



Dual H 52 N in Nußbaum natur mit Plattenwechsler Dual 1010 F



Dual H 52 in weiß Schleiflack mit Palisander

Grünes Licht für gute Umsätze im Phonogeschäft. Starten Sie schnell. Mit dem Verkauf eines jeden Dual-Heimgerätes erreichen Sie mit Sicherheit: daß der Kreis Ihrer zufriedenen Kunden wächst. Und daß Sie künftig noch mehr Umsätze im Schallplattengeschäft tätigen.

Mit dem Dual-Heimgerät hat Ihr Kunde gleich eine komplette Wiedergabeanlage für Schallplatten aller Arten und Größen. (Das heißt für Sie: Im Plattengeschäft setzen Sie nicht nur Single-Platten sondern auch wertvolle Langspielplatten um.)

Das Dual-Heimgerät hat entweder einen eingebauten

Plattenspieler Dual 410. Oder es hat den Plattenwechsler Dual 1010 F mit Tonarmlift und Drehzahlfeinregulierung. Dazu vierstufigen eisenlosen 6-Watt-Transistor-Verstärker und 6-Watt-Spezial-Lautsprecher.

Aber die Dual-Heimgeräte überzeugen nicht nur durch ausgereifte Technik. Sie sind – was vielen wichtig ist – auch formlich gut gestaltet. Und: sie brauchen wenig Platz durch die neue Kompaktform.

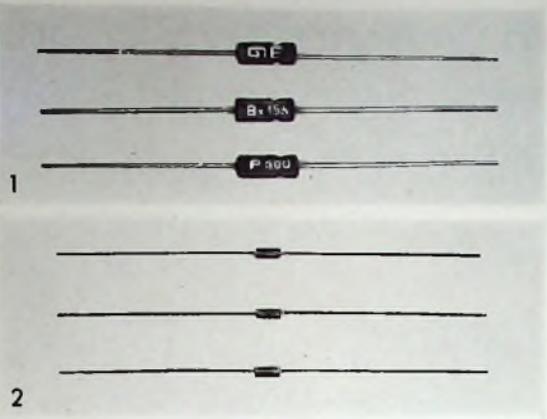
Fazit für Sie: ein verheißungsvoller Markt – umsatzversprechende Geräte – und ein klangvoller Name.

Zum guten Ton gehört Dual

**Dual**

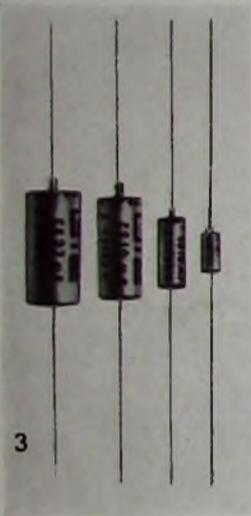
**Frage:**

Haben Sie genügend Werbematerial?  
Wenn nicht – schreiben Sie uns!  
Dual, Gebrüder Steidinger  
7742 St. Georgen/Schwarzwald

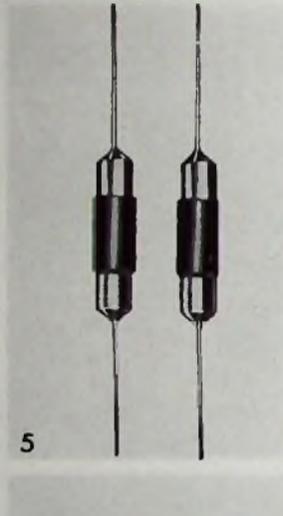


1

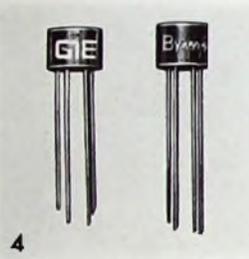
2



3



5



4

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



6

7

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

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

■ **3. TANTALUM KONDENSATOREN**  
Mit festem Elektrolyt. Auch bipolare Ausführung von 0,068  $\mu$ F -  
330  $\mu$ F, von 6 - 50 V, Spezialifikationen gemäss MIL-C-

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

■ **5. HOCHSPANNUNGS - SILIZIUMGLEICHRICHTER**  
Mit kurzer Verzögerungszeit.  
5.000 - 6.000 V, 300 mA, 2,5  $\mu$ sec.

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

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

# GENERAL INSTRUMENT DEUTSCHLAND GmbH

8000 MÜNCHEN 33, Postfach 266, Tel. 0811/26.24.11 - 26.21.87, Telex 052.25.20

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

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



# Der *fuba* Trick



E 18/8/68

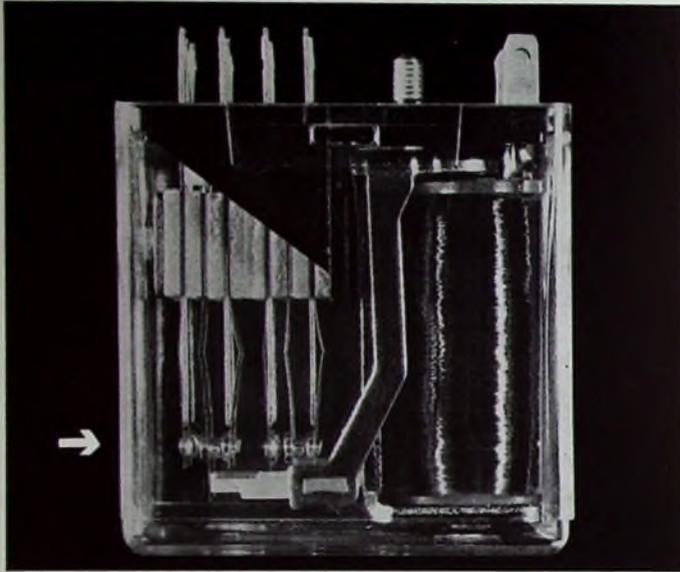


## ...für besseres Fernsehen !

Trick – man denkt dabei an eine kurze, unauffällige Manipulation und ein verblüffendes Ergebnis. Genauso ist es auch gemeint. Durch Ausstattung mit fuba-X-COLOR-Antennen wurden zahllose alte, technisch überholte Empfangsanlagen modern und leistungsstark. Fachhandel und Service können ohne Mühe den Ansprüchen der Kunden gerecht werden. Die Olympiade in Mexiko wird auf den Bildschirmen vor uns abrollen – und wir wissen, Sportsendungen stellen hohe Anforderungen an die Bildqualität. Deshalb sollten Sie sichergehen – X-COLOR-Antennen liefern gleichermaßen für schwarz-weiß und Farbe das optimale Bild.

HANS KOLBE & CO.  
3202 Bad Salzdetfurth





## Wir vergolden unsere Geräte nicht außen. Sondern innen.

Zugegeben — Schönheit ist auch wichtig. Noch wichtiger aber ist die zuverlässige Funktion. Deshalb arbeitet das Uher-Universal mit Gold-Kontaktrelais: Echtes Gold — für die hochbeanspruchten Kontakte!

Wir können uns das leisten. Weil wir uns kein Versagen leisten können. Und sei es auch nur das Versagen eines einzigen Relais. Denn wir haben uns auf gute Tonbandgeräte spezialisiert.

**UHER**

UHER WERKE MÜNCHEN  
Spezialfabrik für Tonbandgeräte  
8 München 47, Postfach 37

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Fernsehen im 12-GHz-Bereich

Das Fernsehen benötigt recht breite Frequenzbänder von nach der Norm zumindest 6,5 MHz. Die zugeteilten VHF-Bereiche I (47...68 MHz) und III (174...223 MHz) ergaben daher nur zehn 7 MHz breite Kanäle, mit denen mit Not und Mühe das Netz für ein einziges Gemeinschaftsprogramm — das I. Programm (ARD) — aufgebaut werden konnte. Für Lückenfüllende mußte man schließlich schon Anleihen im ebenfalls dem Fernsehen zugewiesenen UHF-Bereich IV/V (471...790 MHz) machen. Dieser Doppelbereich nahm und nimmt ferner in 8 MHz breiten Kanälen alle Sender für das II. Programm (ZDF) und die III. Programme der ARD-Rundfunkanstalten auf. Damit ist die in den Bereichen I, III und IV/V insgesamt zur Verfügung stehende Bandbreite von 400 MHz jedoch voll ausgelastet. Wenn auch zur Zeit noch keine Lizenzen für weitere Fernsehprogramme vergeben wurden — das ist Angelegenheit der Länder —, so mußte sich die Post als verantwortliche Stelle für Aufbau und Betrieb geeigneter Sender auf kommende Anforderungen vorbereiten. Vorsorglich wurde auf Vorschlag der Deutschen Bundespost schon im Jahre 1959 von der Funkverwaltungskonferenz in Genf dem Fernsehen ein weiteres Domizil im sogenannten Bereich VI (11,7...12,7 GHz) zugesprochen. Dieses 1000 MHz breite Frequenzband ist jedoch keineswegs dem Fernsehen allein vorbehalten, sondern auch für feste und bewegliche Funkdienste aller Art vorgesehen. Welchen Anteil das Fernsehen davon erhält, kann erst 1970/71 auf der nächsten Funkverwaltungskonferenz entschieden werden. Ist es aber erst einmal so weit, dann müssen auch die technischen Möglichkeiten zur schnellen Ausnutzung dieses neuen Bereiches gegeben sein.

Für Fernseh-Rundfunkzwecke war dieser Bereich bei uns bisher Neuland. Das Ausbreitungsverhalten der außerordentlich hohen Frequenzen mit einer Wellenlänge zwischen nur 2,5 und 2,7 cm unterscheidet sich wesentlich von dem in den VHF- und UHF-Bereichen. Will man aber Frequenzen verteilen, dann sollte man auch vorher wissen, wie und warum man gerade so die verschiedenen Kanäle vergeben müßte. Das muß also bis zur nächsten Funkverwaltungskonferenz vollkommen klar sein. Nun, die Deutsche Bundespost war nicht unfähig, sondern hat in jahrelangen Arbeiten in Forschungsgruppen des FTZ in Darmstadt und ihrer Außenstelle in Berlin sehr viel zur Klärung aller Fragen beigetragen. Als vorläufige Krönung dieser Bemühungen konnte Bundespostminister Dallinger in äußerst sachkundiger Art und in der anschließenden Diskussion mit großer Schlagfertigkeit am 23. 9. 1968 in Berlin die ersten Stufen eines deutschen Versuchszetzes im 12-GHz-Bereich der Öffentlichkeit vorstellen. Daß dieses Versuchszetz gerade in Berlin entsteht, hat seinen guten Grund. Jeder Sendernetzplanung liegt letzten Endes wohl die Versorgung aller Landesteile zugrunde. Immer wird man jedoch zuerst Bezirke großer Einwohnerballung erfassen. In solchen Ballungszentren sind im 12-GHz-Bereich die Empfangsbedingungen besonders kritisch; eine Großstadt in ihrer baulichen Vielgestaltigkeit ist deshalb für ein Versuchszetz vorzüglich geeignet. Und für Berlin kam noch hinzu, daß hier eben seit vielen Jahren eine Außenstelle des Forschungsinstituts des FTZ beheimatet ist. In wenig besiedelten Gegenden ist ohnedies eine Benutzung des 12-GHz-Bereichs vorerst wirtschaftlich nicht gerechtfertigt.

Es gab praktisch nichts aus der industriellen Fertigung, auf das das FTZ als fertige Anlage zurückgreifen konnte. Sender, Sendeantennen, Empfangsantennen und Empfängervorsetzer mußten mühselig aus verfügbaren Teilen kombiniert oder ganz neu entwickelt werden. Ausbreitungsmessungen mit einer eigens hierfür geschaffenen fahrbaren Meßanlage ergaben sehr bald, daß die schon in den VHF- und UHF-Bereichen zweckmäßige „optische Sicht“ zwischen Sende- und Empfangsantenne im 12-GHz-Bereich uneingeschränkt eine notwendige Voraussetzung ist. Die nur etwa 2,5 cm langen Wellen „schlängeln“ sich keineswegs mehr um zwischen den Antennen liegende Hindernisse durch Beugung herum, sondern werden schon durch jede Ziegelwand reflektiert. Hinter jedem

Turm, jedem Haus, jeder Wand entsteht deshalb eine Schattenzone, und auch im Innern von Gebäuden ist kein Empfang mit Hilfe dort aufgestellter Antennen möglich. Alle Empfangsantennen müssen aus diesem Grunde unbedingt möglichst hoch auf den Dächern angebracht und zur Vermeidung der Lage in Schattenzonen zumindest auf einen von mehreren aus verschiedenen Richtungen einstrahlenden Sendern in direkter Sicht ausrichtbar sein. Gegen Schattenzonen hilft auch keine Erhöhung der Senderleistung. Deshalb beschränkte man sich auf die Entwicklung von Klystron-Sendern sehr hoher Frequenzgenauigkeit (etwa  $10^{-3}$ ) mit einer Strahlungsleistung von nur rund 15 W. Diese Versuchssender können sowohl mit FM als auch mit AM betrieben werden. Entsprechend der Fernsehnorm wurde für die Meßfreihen jedoch AM des Bildträgers gewählt. Unter Zugrundelegung geeigneter Empfangsantennen und Empfangsteile ergab sich damit eine Freiraumausbreitung von maximal 20 km. Als Rundstrahl-Sendeantenne dient jeweils ein Kanus, der von oben durch einen Parabolspiegel angestrahlt wird (Antennengewinn etwa 10 dB).

Im Berliner Versuchszetz wird in Dreiecksanordnung je ein Sender auf dem Schäferberg (Wannsee), dem Borsigturm (Tegel) und dem Fritz-Erler-Hochhaus (Britz) stehen, weitere Sender schließlich im Stadlinnern im Fernmeldeamt 1 in der Winterfeldtstraße. Neben diesem für wissenschaftliche Untersuchungen gedachten Versuchszetz will die Deutsche Bundespost etwa Mitte 1971 zusätzlich ein von der deutschen Industrie entwickeltes Erprobungsnetz in Betrieb nehmen, das bis zu 10 Sender umfassen soll.

Als Empfangsantennen hoher Richtwirkung sind inzwischen den ganzen Bereich VI erfassende Parabolantennen erprobt, die sich mit etwa 35...60 cm Durchmesser beispielsweise aus metallisiertem Kunststoff preisgünstig herstellen lassen (Antennengewinn maximal 35 dB). Würde man aber die von der Antenne aufgenommene HF-Leistung über Koaxialkabel oder Bandleitungen den Fernsehempfängern zuführen, dann wäre bei der hohen Trägerfrequenz im 12-GHz-Bereich die Kabeldämpfung schon nach wenigen Metern viel zu groß. Dämpfungsarme Hohlleitungen scheiden aus wirtschaftlichen Gründen als Antennenniederführung aus. Deshalb muß zweckmäßigerweise der eigentliche Empfangsteil dicht unterhalb der Antenne angebracht werden. Setzt man nun die Frequenz des 12-GHz-Bereichs in diesem Empfangsteil in die Frequenz eines Kanals im VHF-Bereich I um, dann läßt sich diese etwa im Verhältnis 1 : 200 niedrigere Frequenz über übliche Antennenkabel recht verlustarm zum normalen Fernsehempfänger weiterleiten. Diese Empfangsart mit dicht an der Antenne angebrachtem Umsetzer erfordert also keinen zusätzlichen Tuner oder Konverter für den 12-GHz-Bereich im Fernsehempfänger selbst.

Bedenkt man, daß schon für die Schaffung von UHF-Konvertern vor wenigen Jahren ganz neue Techniken angewendet werden mußten, obwohl sich die Mittelfrequenzen des Bereiches III und des Doppelbereiches IV/V nur etwa im Verhältnis 1 : 3 unterscheiden, dann ist die von der Industrie nun aufzuwendende Mühe für die Konstruktion von 12-GHz-Konvertern mit einer erforderlichen Leistung zwischen etwa 2 und 10 nW und einer Frequenzgenauigkeit von etwa  $10^{-4}$  bei einem nachmaligen Frequenzsprung von etwa 1 : 20 zwischen dem UHF- und dem 12-GHz-Bereich wenigstens zu ahnen. Immerhin wurden in jüngster Zeit eine ganze Anzahl von Halbleiterbauelementen für Mikrowellen entwickelt, so daß es mit Varaktoren, Gunnelementen und Lawinenlaufzeitdioden möglich sein dürfte, preisgünstige durchstimmbare Konverter aufzubauen. Die jetzt noch im Versuchszetz benutzten, vom FTZ „selbstgestrickten“ Konverter sind lediglich für einen einzigen 8 MHz breiten Kanal ausgelegt und kosten noch einige tausend DM. 200 bis 300 DM je Konverter dürften jedoch selbst für Gemeinschaftsantennenanlagen, an die in erster Linie ja

## Meßempfangsanlage für Ausbreitungsmessungen im 12-GHz-Bereich

Die Möglichkeit genauer Messungen von Empfangsleistungen (Ausbreitungsmessungen) im Sendebereich von Rundfunk- und Fernsehsendern ist ein äußerst wichtiger Faktor für die Planung von Versorgungsnetzen. Das trifft für das Neuland des 12-GHz-Bereichs im besonderen Maße zu. Hier konnte nicht auf vorhandene Einrichtungen zurückgegriffen werden, sondern das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) der Deutschen Bundespost mußte mit seiner Forschungsgruppe in Berlin für die Messung der Freiraumausbreitung und für die Messung der Empfangsleistung bei durch Beugung und Reflexion gestörter Ausbreitung in Stadtgebieten eine ganz neue Meßanlage selbst entwickeln. Der eigentliche Meßempfänger wurde auf den Kopf eines auf einem Lastkraftwagen aufgesetzten Mastes untergebracht. Dieser

Halbleitervervielfacher) erzeugtes Träger-signal  $f_0 = 12,00$  MHz (Kurzzeitstabilität einige  $10^{-7}$  je Tag, Ausgangsleistung 10 mW, Speisespannung 24 V = bei 0,5 A). Die Differenzfrequenz beider Signale (70 MHz) wird in einem anschließenden Vorverstärker 6 (Bandbreite 60 bis 80 MHz) verstärkt und über ein 60-Ohm-Koaxialkabel einem abstimmbaren Schmalbandmeßverstärker 10 im Meßkraftwagen zugeführt. Mit Hilfe des nachgeschalteten Röhrenvoltmeters 11 und einer Eichkurve ist jetzt die von der Parabolantenne aufgenommene Leistung (auch wenn sie inzwischen in einen anderen Frequenzbereich umgesetzt wurde) meßbar.

Auf einem Koordinatenschreiber 12 läßt sich aber auch die Empfangsleistung in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Kopfes 2 aufzeichnen. Dabei werden der Schmalbandmeßverstärker 10 und das Röhrenvoltmeter 11 durch einen logarithmischen Verstärker ersetzt. Dieser gibt das in der Frequenzlage umgesetzte Signal verstärkt, gleichgerichtet und logarithmisch bewertet auf den Koordinatenschreiber 12. Durch diese Maßnahme lassen sich auf dem Schreiber neben dem vollen Betrag der direkten Empfangsleistung auch die durch Umwegreflexion empfangenen wesentlich geringeren Werte darstellen. Die Winkelstellung des Drehkopfes 2 wird dabei an einem Drehpotentiometer abgegriffen. Diese Spannung bildet den Abs-

zissenwert des Schreibers, während die logarithmisch bewertete Empfangsleistung den Ordinatenwert ergibt.

Optische Beobachtungen erleichtern und ergänzen ferner die Auswertung der gemessenen Empfangsleistungswerte. Dazu ist auf dem Mast oberhalb der Parabolantenne 3 und des Meßempfängers eine kleine Fernsehkamera 7 mit dem dazugehörigen Steuergerät und Verstärker 8 montiert. Über ein 60-Ohm-Kabel ist im Meßkraftwagen ein Monitor 13 angeschlossen. Auf seinem Bildschirm erkennt man aus der Sicht der Empfangsantenne bei Messungen bis zu einer Entfernung von etwa 3 km die Geländebeschaffenheit zwischen der Sende- und Empfangsantenne (direkte Sicht oder Hindernisse durch bestimmte Gebäude).

Die Grenzpfindlichkeit dieser Meßanlage für Mikrowellenleistungen liegt bei dem außerordentlich niedrigen Wert von etwa 3/100 pW. Sie übertrifft damit weit die für die Anlage zunächst gestellten Forderungen (Messung von Empfangsleistungen bis herab zu 2 nW bei Freiraumausbreitung und bis herab zu 4 pW bei Umwegreflexionen). Die für die Reproduzierbarkeit der Messungen wichtige Wiederkehrgenauigkeit der Anlage ist besser als 1 dB. Unter Berücksichtigung der Wiederaufstellgenauigkeit liegt die Fehlergrenze für die Empfangsleistungswerte bei gleichen Witterungsverhältnissen unter  $\pm 2$  dB. Mastbewegungen des ausgefahrenen und abgestützten Mastes bringen nur ein geringfügiges Pendeln der Empfangsleistungsanzeige; üblicherweise wird erst nach Abklingen von Mastbewegungen abgelesen. jü.

(Nach FTZ-Angaben)

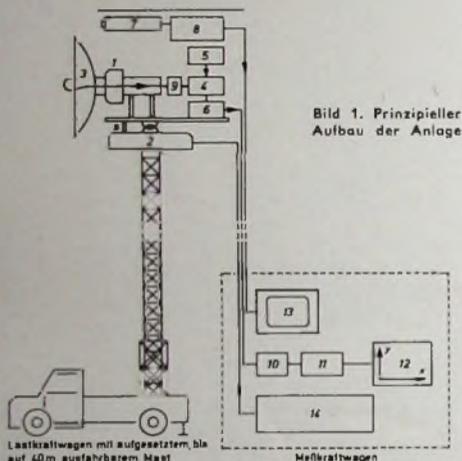


Bild 1. Prinzipieller Aufbau der Anlage

### Aus dem Ausland

#### Noch keine Laser-Farbfernsehprojektoren zu erwarten

Die seit rund zwei Jahren diskutierten „Laser-Farbfernsehempfänger“, bei denen die herkömmliche Bildröhre durch eine Laserstrahl-Vorrichtung ersetzt werden soll und die ihre Farbbilder wie Filmprojektoren auf Bildwände projizieren, sind auch in den nächsten Jahren noch nicht zu erwarten. Das geht aus einer neuen amerikanischen Untersuchung hervor. Vornehmlich drei US-Firmen (Texas Instruments, General Telephone & Electronics sowie IBM) sollen auf dem Gebiet der Laser-Farbbildprojektion tätig sein. Zenith Radio Corp., eine der größten amerikanischen Heimgeräte-Gesellschaften, befaßt sich ebenfalls mit Laser-Farbfernsehempfängern, ist aber offenbar zu der Überzeugung gekommen, daß mit den gegenwärtigen technischen Mitteln keine zufriedenstellenden Lösungen gefunden werden können. Am weitesten scheinen die Arbeiten bei Texas Instruments vorangeschritten zu sein. Diese Firma will Berichten zufolge bereits in den nächsten Monaten (allerdings für kommerzielle Zwecke) einen Laser-Farbprojektor ausliefern, der zur Datendarstellung und mit Speisung aus einem Computer benutzt wird. Es soll ein Bildschirm von  $1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$  zufriedenstellend ausgeleuchtet werden. Mit 512 Zeilen will man eine Bildauflösung von rund 260 000 Bildpunkten erreichen. Es ist nicht anzunehmen, daß dieser kommende Laser-Projektor in größeren Stückzahlen hergestellt wird. Viel-

mehr werden die ersten kostspieligen Geräte nur in wenigen Spezialfällen (Datendarstellung im Real-Time-Verfahren vor einer größeren Anzahl von Zuschauern) verwendet werden.

#### Monatlich 10 000 Trinitron-Farbfernsehempfänger

Nach Meldungen aus Tokio stellt die japanische Sony Corporation bereits jetzt je Monat rund 10 000 Farbfernsehgeräte mit der neuen Trinitron-Farbbildröhre her. Fast die gesamte derzeitige Produktion soll nach den USA exportiert werden. Bereits im Januar oder im Februar nächsten Jahres will man die Produktion auf 20 000 Einheiten monatlich erhöhen. Wenn diese Angaben stimmen (japanische Absatz- und Fertigungsschätzungen werden häufig von ausgesprochenem Optimismus geprägt), verläuft die Trinitron-Entwicklung schneller als noch vor kurzem erwartet. Aus den Meldungen geht nicht hervor, ob es sich bei den genannten Empfängern um Geräte mit üblichen Lochmaskenröhren handelt, bei denen an Stelle von jeweils drei Elektrodensystemen das neue Trinitron-Elektrodensystem (alle drei Elektronenstrahlen werden dabei in einem einzigen Elektrodensystem erzeugt) benutzt wird, oder ob die Bildröhren außer dem neuartigen Elektrodensystem an Stelle der Lochmaske auch einen sogenannten „Aperture-Grill“ enthalten.

1) „Trinitron“, eine neue Farbfernseh-Bildröhre von Sony. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 10, S. 383

Mast ist bis zu 40 m ausfahrbar, um auch hinter Häusern im Übergangsbereich von der Schatten- zur Freiraumempfangszone messen zu können.

Der Aufbau der Gesamtanlage (s. Titelbild) geht im Prinzip aus Bild 1 hervor. Alle auf der Spitze des Mastes untergebrachten Geräte sind über Kabel von einem auf dem Erdboden aufgestellten Meßkraftwagen aus steuerbar. Durch Drehen des Mastkopfes 2 (bis zu  $330^\circ$  drehbar) wird die Empfangsanlage mitsamt der Parabolantenne 3 (64 cm  $\varnothing$ , Gewinn 35 dB) auf das zu empfangende Signal ausgerichtet. Mit Hilfe eines Schubgestänges 5 kann noch eine Vertikalausrichtung der Antenne bis zu  $\pm 10^\circ$  erfolgen, und eine Ausrichtung auf die Polarisation des ankommenden Signals ist über den Drehkopf 1 um die Achse der Antenne möglich. Die Steuerung der Köpfe 1 und 2 erfolgt von unten vom Bedienungsstand 14 aus.

Zur Einspeisung der Parabolantenne dient ein Rechteckhohlleiter ( $H_{10}$ -Wellentyp). Die empfangene Leistung ( $f_{RF} = 12,070$  MHz) wird über eine Drehkupplung 9 ausgekoppelt und einem Gegentaktmischer 4 zugeführt. Zum Mischer gelangt ferner eine in einem Lokaloszillator 5 (quartzstabilisierter Oszillator mit nachfolgendem

# Fernsehübertragungsanlagen im Universitätsklinikum

Das moderne, in rund siebenjähriger Bauzeit errichtete Universitätsklinikum in Berlin-Steglitz enthält neben zahlreichen anderen nachrichtentechnischen Einrichtungen auch verschiedene Fernsehübertragungsanlagen für Schwarz-Weiß- und Farbbilder. Diese Anlagen gehören zu den fortschrittlichsten und umfangreichsten ihrer Art in Europa. Die Ausstattung erfolgte nach einer umfassenden Zielplanung. Die jetzt installierten Anlagenteile entsprechen noch nicht der endgültigen Ausbaustufe, doch sind alle dafür notwendigen Voraussetzungen in technischer und baulicher Hinsicht bereits berücksichtigt worden.

## 1. Konzeption der derzeitigen Ausbaustufe

Die von Philips errichteten Fernsehanlagen sollen folgende Aufgaben erfüllen:

1. Aus zwei Operationssälen (für Herzchirurgie beziehungsweise Gynäkologie) im 5. und 6. Stockwerk lassen sich die Vorgänge bei der Operation mittels Farbfernsehens in verschiedene Kurs- und Demonstrationsräume sowie in die beiden großen Hörsäle im Erdgeschoß übertragen. Die beiden Plumbicon-Farbkameras mit Vari-optik sind fest in den Operationsleuchten eingebaut (Bild 1).

2. Außerdem kann mit Schwarz-Weiß-Kameras das Umfeldgeschehen aus den Operationsräumen ebenfalls in die erwähnten Räume übertragen werden. Diese Kameras sind beweglich und werden von Mitarbeitern des Klinikums bedient. Übertragungsobjekte sind beispielsweise Vorbereitungen zur Operation sowie Meßwerte von diversen Apparaturen und Aggregaten (Anaesthetie, Blutdruck, Puls usw.).

3. Für die Wiedergabe in den Kurs- und Demonstrationsräumen wurden Schwarz-Weiß- und Farbmonitore installiert. Vier Farbmonitore befinden sich im Kuppelraum über dem OP für Herzchirurgie. Neben der direkten Übersichtsbetrachtung durch die Glaskuppel ermöglichen die Monitore das genaue Verfolgen der Arbeit im eigentlichen Operationsfeld. In den beiden Hörsälen 2543 und 2593 im Erdgeschoß sind die ersten zwei Eidophor-Farbfernsehgroßbild-Simultanprojektoren<sup>1)</sup> Deutschlands



Bild 1. In die Operationsleuchte eingebauter Farbkamerakopf; im Hintergrund die Schwarz-Weiß-Umfeldkamera der Fernsehübertragungsanlage

<sup>1)</sup> Die Technik dieser Projektoren wurde ausführlich im Heft 7/1967, S. 206-208, der FUNK-TECHNIK beschrieben.

aufgestellt (Bild 2). Auf Grund ihrer hohen Lichtausbeute ist es nicht erforderlich, den Hörsaal bei der Projektion abzudunkeln, so daß die Zuschauer sich Notizen über die Vorlesung und das Geschehen auf der Leinwand machen können. Das 4 m<sup>2</sup> große Farbbild gibt auch bei vollbesetztem Hörsaal jedem Studenten die Möglichkeit, alle Phasen der Übertragung zu verfolgen. Der Fernsehgroßbildprojektor steht im Hörsaal in einer speziellen Projektionskanzel, in der außerdem noch eine Fernsehlese-einrichtung untergebracht ist, mit der man Vorlagen im Aufsicht- oder Durchlichtverfahren über den Eidophor-Simultanprojektor projizieren kann.

4. Im Hörsaal laufen alle Farb- und Schwarz-Weiß-Kamerasingnale im dort installierten Regiepult auf (s. Bild 2). Darin befinden sich drei Monitore, auf deren Bildschirm der Dozent die von ihm oder seinem technischen Assistenten mit Druck-tasten vorgewählten Kamerabilder sehen kann. Ebenfalls durch Tastendruck wird das aus diesen dann ausgewählte Bildsignal auf den Eidophor-Simultanprojektor gegeben. Außerdem enthält das Regiepult eine Fernschreibeinrichtung, über die der Dozent schriftliche Erläuterungen, Formeln usw. gleichfalls über den Fernsehgroßbildprojektor auf die Leinwand projizieren kann. Diese Regiepulte darf man in ihrer technischen Auslegung und im Bedienungs-komfort als neuartig für die kommerzielle Technik betrachten.

In der Fernsehzentrale im 7. Stockwerk sind alle weiteren für den Betriebsablauf erforderlichen technischen Einrichtungen untergebracht (Bild 3). Es handelt sich dabei um die Farbkamera-Kontrollgestelle, die Steuer- und Impulszentralen sowie den Gestellschrank mit den Filter-Kreuzschienenverteilern. Die Zentrale versorgt zwei Farbkameras und sechs Schwarz-Weiß-Kameras parallel zu den Videoleitungen ist eine umfangreiche Tonübertragungseinrichtung installiert, die als Betriebs-Sprechanlage dient.

## 2. Technischer Aufbau

Die Aufnahmeseite enthält die Farb- und Schwarz-Weiß-Kameraköpfe sowie die Kontrollmonitore und Tonsprechanlagen. Außerdem zählen hierzu noch zwei Röntgen-Bildverstärkeranlagen, die sich in den beiden Operationssälen befinden und in die Gesamtanlage integriert wurden.

Die Fernsehzentrale enthält neben den schon erwähnten Geräten noch zahlreiche Verteilerverstärker, an denen die jeweiligen Bildkontrollen, die Bildvorschau in den Regiepulten und die entsprechenden Pegelkontrollen angeschlossen sind. Die Filter-Kreuzschienenverteiler haben eingangs- und ausgangsseitig Transistorverstärker zur Frequenzkorrektur. Als Besonderheit ist zu erwähnen, daß in den Kreuzschienenverteilern eine relaisfreie Umschaltung durch die ausschließliche Verwendung von Halbleitern durchgeführt wird. Für die Überwachung der Kamerasignale befinden sich in der Fernsehzentrale Pegel-Oszillografen und Schwarz-Weiß-Monitore sowie ein Farb-Monitor. Die gesamte Fernsehübertragungsanlage wird von einem Taktgeber gesteuert; ein Ersatztaktgeber ist vorhanden. Für die Kontrolle oder Einstellung der Konvergenz bei den Farbfernseh-Monitoren gibt es

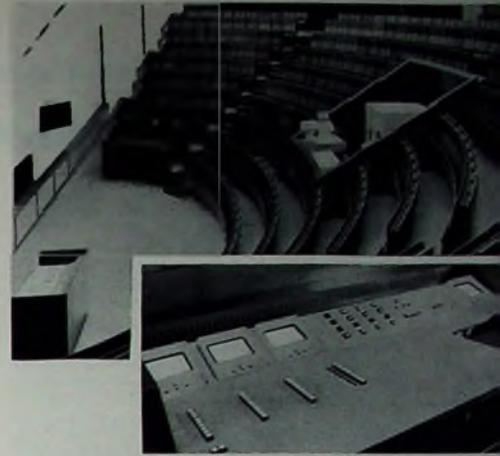


Bild 2. Hörsaal mit Eidophor-Projektionskanzel und dem links unten erkennbaren Regiepult. Der Ausschnitt zeigt das Regiepult mit Bedienungsorganen, Monitoren und der Glaspulte (rechts) der Fernschreibeinrichtung mit dem dazugehörigen Monitor

einen Testgittergenerator, dessen Signale ebenfalls über Verteilerverstärker den betreffenden Geräten zugeführt werden.

Im Demonstrations- beziehungsweise Konferenzraum lassen sich über eine Umschalt-einrichtung alle Kamerasignale aus beiden Operationssälen wahlweise wiedergeben. Die beiden Eidophor-Großbildprojektoren erhalten über eine Video-Umschalt-einrichtung ebenfalls die Kamerasignale aus den Operationsräumen. Außerdem besteht hier die Möglichkeit, Kamera-



Bild 3. Ausschnitt aus dem Geräteaufbau der Fernsehzentrale des Universitätsklinikums

bilder aus dem Hörsaal zu projizieren. Zu diesem Zweck können Schwarz-Weiß-Experimentierkameras beweglich im Hörsaal aufgestellt werden. Weitere Video-Signalquellen sind das bereits erwähnte Fernsehlesegerät in der Eidophor-Kanzel sowie die Fernschreibeinrichtung im Regiepult für den Dozenten. Darüber hinaus lassen sich auch die Röntgenfernsehbilder im Konferenzraum und in beiden Hörsälen wiedergeben. Für deren Einbeziehung waren besondere schaltungstechnische Maßnahmen notwendig. Da das Synchronsignal der Röntgenbilder wegen der notwendigen Geräteflexibilität von einem anderen Taktgeber stammt, muß es mit Hilfe besonderer Amplitudensiebe vom Videosignal abgetrennt und durch die Synchronimpulse des zentralen Taktgebers ersetzt werden. Danach können auch die Röntgenbildsignale bei einer Umschaltung ohne Schwierigkeiten in das Anlagen-Programm eingeblen-det werden.

Gu.  
(nach Philips-Unterlagen)

## Ausstellung der UdSSR in London

Nach siebenjähriger Pause fand im August in London wieder eine von der UdSSR veranstaltete Ausstellung statt, bei deren Aufbau die russischen Architekten von den in Earls Court belegten 18 000 m<sup>2</sup> ausgezeichneten Gebrauch machten. Von der großen Raumschiffplattform im Zentrum führte der Weg durch miteinander verbundene runde Hallen, die verschiedenen Themen gewidmet waren. Drei der Hallen befähigten sich überwiegend mit der Elektronik in allen Formen.

In einer Ansprache sagte Außenhandelsminister N. S. Patolitschew: „Wir hoffen, in dieser heute eröffneten Ausstellung Besucher mit der Lebensweise unserer Bevölkerung, unseren wirtschaftlichen und kulturellen Errungenschaften und dem im Außenhandel bestehenden Möglichkeiten vertraut zu machen.“

Man hielt sich streng an die in diesem Themensatz festgelegte Aufgabenbewertung, obwohl die Werbung zur Handels- und Industrie-Ausstellung der Sowjetunion einladend Technische Prospekte gab es nur für Erzeugnisse, die Rußland zu exportieren hofft. Information über andere, oft interessante Exponate konnte man meistens nur von einem schichtarbeitenden Sachverständigen erhalten, wobei dann noch Sprachschwierigkeiten auftraten. Der nachfolgende Bericht ist daher stellenweise allgemeiner als wünschenswert.

Bei der Unterhaltungselektronik interessierte natürlich vor allem das Farbfernsehen. Es gibt ein Farbfernsehstudio in Moskau, das über Sender in Moskau und Leningrad wöchentlich 9 Stunden in Farbe ausstrahlt. 1967 wurden 8000 Farbempfänger hergestellt, und für 1968 sind 20 000 geplant. Als System wählte die Sowjetunion das französische Secam-System mit 625 Zeilen; Empfang der Londoner Sendung und vergleichsweise Bewertung waren also unmöglich. Gezeigt wurden die kompatiblen Empfänger „Rodoga“ und „Rubin 401“.

Bevorzugt werden Empfänger mit 47- und 59-cm-Schirmen; es gibt aber auch Modelle mit 65-cm-Schirm. Alle Fernseher haben 12-Kanal-Tuner mit 6,5-MHz-Kanalabstand im VHF-Bereich. Das Modell „Elektron 2“ (LPPT-59) ist mit einer 59-cm-Bildröhre (110°) bestückt; der Tonteil hat einen Frequenzgang von 100 Hz ..10 kHz bei 1,5 W Ausgangsleistung. Modell „Rubin 110“ hat sechs Drucktasten für motorgetriebene Stationswahl. Die Modelle sind zu 30 bis 50 Prozent transistorisiert.

Auf Befragen hörte man über einen volltransistorisierten Fernseher mit 23-cm-Schirm und Tuner für bis zu 12 Kanäle für Batteriebetrieb oder Netzanschluß, der jedoch nicht gezeigt wurde. Über den Umsatz in der UdSSR wurden folgende Angaben gemacht:

	1960	1967
Fernsehempfänger	1 488 000	5 000 000
Rundfunkgeräte	4 179 000	6 400 000

Rundfunkgeräte aus russischer Fertigung sind im Ausland erhältlich, beispielsweise die AM/FM-Musiktruhe „Rigonda Stereo“ mit freistehenden Lautsprecherboxen. Der Empfangsteil hat je einen LW-, MW- und VHF-Bereich und drei KW-Bereiche. Der Frequenzgang wird mit 60 Hz .. 7000 Hz für AM, 60 Hz .. 15 kHz für FM und 60 Hz bis 12 kHz für Schallplattenwiedergabe angegeben, die unverzerrte Höchstleistung mit 2 x 3,5 W. Der Plattenspieler hat vier Geschwindigkeiten.

Neu angeboten wurde das mit 17 Röhren bestückte AM/FM-Modell „Rigonda Simphonia“, dessen NF-Frequenzgang für FM 40 Hz .. 15 kHz ist. Die Ausgangsleistung ist 4 W je Kanal, und jede Lautsprecherbox enthält außer Tief- und Hochtonstrahler auch noch einen Mitteltonlautsprecher. Zu den Verfeinerungen gehören unter anderem Bandspreizung für KW und Bandbreitenwahl in der ZF-Stufe.

Bei den Transistorgeräten gab es so ungefähr alles, vom Taschenempfänger in „Sputnik“-Form bis zum Modell mit sechs Wellenbereichen oder dem Radio-Phonotischmodell für Batterie- oder Netzbetrieb.

In einer anderen Halle stand ein als Neuheit bezeichnetes Video-Bandgerät „Elektron 2“, dessen Fertigung im November 1967 anlief. Es ist ein Schwarz-Weiß-Aufzeichnungsgerät mit 90 min Aufnahmezeit bei 39,7 cm/s Geschwindigkeit und 50 Hz .. 6 MHz Frequenzgang, das im Fernsehzentrum Moskau in Betrieb ist. Die Helix-Videoaufzeichnung erfolgt mittels vier Köpfe, die Tonaufzeichnung in der Randzone longitudinal. Soweit trotz der erheblichen Sprachschwierigkeiten festgestellt werden konnte, ist das Gerät auch mit Secam-Farbeinschub lieferbar.

Die Sowjetunion hat ihr eigenes Nachrichtensatellitensystem „Orbita“ mit mehreren Relais-Satelliten „Molnija-1“ sowie über zwanzig Bodenstationen. Mit dem seit 1967 bestehenden System werden nicht nur Schwarz-Weiß-Übertragungen zwischen Moskau und Wladiwostok durchgeführt, sondern auch Farbfernsehversuche zwischen Moskau und Paris. Die für dieses Satellitensystem erforderliche hochent-

wickelte Technologie zeichnet sich in den Erzeugnissen der Unterhaltungselektronik nicht ab, was auf geplante Vernachlässigung dieses Bereiches gegenüber anderen schließen läßt.

Die UdSSR bot in London erstmalig auch Ruadelemente sowie moderne Maschinen für deren Herstellung an. Gezeigt wurden unter anderem Wickelmaschinen für die Fertigung von Metallpapierkondensatoren, vollautomatische Einrichtungen zum Anlöten von Anschlußdrähten und Prüfautomaten. Für Halbleiter und integrierte Schaltungen gab es halbautomatische Maschinen zum Bonden von Anschlüssen und Verbindungen nach dem Wärmedruckverfahren. Auch Maschinen für Bearbeitung mittels Laserstrahlen wurden ausgestellt, jedoch ohne eindeutige Einsatzbeispiele. E. R. Friedlaender, C. Eng.

## Persönliches

### Verleihung der VDE-Ehrenmitgliedschaft und des VDE-Ehrenringes

In der Festversammlung anlässlich der 55. VDE-Jahresversammlung am 25. 9. 1968 wurden folgende Ehrungen ausgesprochen:

Verleihung der Ehrenmitgliedschaft im VDE an Professor Dr.-Ing. Wilhelm Bader, Stuttgart, Staatssekretär i. R. Dr.-Ing. E. H. Helmut Bornemann, Röttgen, und Dr.-Ing. Wilhelm Zimmermann, Berlin. Die Ehrenmitgliedschaft im VDE wird an Persönlichkeiten verliehen, die sich besondere Verdienste um den VDE und seine Zwecke erworben haben oder auf dem Gebiete der Elektrotechnik Hervorragendes geleistet haben.

Verleihung des VDE-Ehrenringes an Professor Dr.-Ing. Ludwig Lebrecht, Darmstadt, Professor Dr.-Ing. E. H. Dr. phil. nat. Hans F. Mayer, München, und Professor Dr.-Ing. E. H. Dr.-Ing. Wilhelm T. Runge, Ulm. Mit dem VDE-Ehrenring werden angesehene VDE-Mitglieder geehrt, die durch hervorragende wissenschaftliche und technische Leistungen hervorgetreten sind. Der VDE-Ehrenring ist zuvor erst neun anderen bedeutenden Wissenschaftlern und Ingenieuren verliehen worden.

### A. Andris 60 Jahre

Seinen 60. Geburtstag beging am 16. August 1968 August Andris, technischer Leiter der Firma Kaiser-Radio und Fernsehen, Kenzingen.

Seidem er sein Ingenieurstudium im Jahre 1930 abgeschlossen hat, steht A. Andris heute 38 Jahre im Dienste des Rundfunks. 1930-1939 war er Prüffeldleiter der Saba-Werke, Villingen, und ging anschließend zu Blaupunkt nach Berlin, um die Leitung des Prüffeldes zu übernehmen. Blaupunkt hatte seinerzeit die Aufgabe, den geplanten Einheits-Fernsempfänger zu bauen, dessen prüffeldmäßige Bearbeitung in den Aufgabenbereich von Herrn Andris geläufig wäre.

Am 1. Januar 1952 wurde A. Andris die technische Leitung der Firma Kaiser-Radio in Kenzingen übertragen. Wenn sich heute die Kaiser-Erzeugnisse eines guten Namens erfreuen, dann dürfte dies in hohem Maße dem soliden technischen Wissen und Können und der Schallenskraft des Jubilars zu verdanken sein.

### P. Wolf †

Tödlich verunglückte am 18. September bei einem Autounfall auf der Rückreise aus dem Urlaub Dr. Paul Wolf, Prüffeld-Chef des Fachbereiches Röhren von AEG-Telefunken in Ulm. Dr. Wolf war seit 1932 ununterbrochen bei Telefunken tätig und stand kurz vor der Vollendung seines 65. Lebensjahres.



Unter 41 Arbeiten aus der ganzen Bundesrepublik hat eine Kommission des Ausstellungsausschusses das Plakat für die Deutsche Funkausstellung 1969 Stuttgart



Plakat der Funkausstellung 1969 ausgewählt

ausgewählt. Der Bremer Grafiker Hans Halstein gestaltete eine Kombination des Stuttgarter Fernsehsturms mit einem Farbfernsehschirm, die auf das Hauptthema dieser Funkausstellung hinweist. Farbe wird 1969 besonders im Vordergrund stehen.

# Tonabnehmerprüfungen mit Rechtecksignalen

Frequenzgang- und Verzerrungsmessungen sowie die Ermittlung des günstigsten Belastungswiderstandes von Tonabnehmersystemen und der optimalen Tonarm-Auflagekraft erfordern - neben den dazu benötigten Meßgeräten und einer gewissen meßtechnischen Erfahrung - einen nicht unerheblichen Zeitaufwand, so daß diese Messungen fast ausschließlich in den Entwicklungslaboratorien der Industrie durchgeführt werden. Es war deshalb naheliegend zu prüfen, ob für Service-Werkstätten die Möglichkeit besteht, Tonabnehmer bei einem kurzzeitigen Abtastvorgang ohne spezielle Meßapparaturen so zu testen, daß grobe Funktions- und Anschlussfehler sofort erkennbar werden und bei intakten Systemen eine vergleichende Qualitätsbewertung erfolgen kann. Über die Möglichkeit, derartige Tests mit der Sweepplatte durchzuführen, wurde bereits berichtet<sup>1)</sup>.

Ein weiterer recht interessanter Tonabnehmer-Test läßt sich mit der neuen CBS-Testplatte STR 111 durchführen. Diese Platte enthält unter anderem die Aufzeichnung einer symmetrischen 1-kHz-Rechteckschwingung, und zwar unterteilt in laterale, vertikale und 45°/45°-Aufzeichnung. Damit können also Mono- und Stereo-Abtaster, letztere in allen drei möglichen Bewegungsrichtungen, getestet werden.

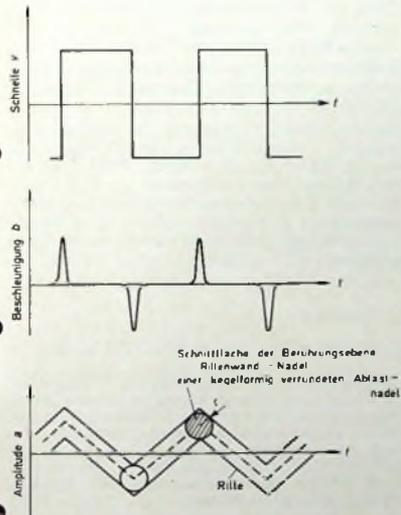


Bild 1. Verlauf der Schnelle, der Beschleunigung und der Amplitude bei einer vom Tonabnehmer abgegebene Rechteckspannung

Die der Rechteckkurve zugeordneten interessierenden Größen wie Schnelle  $v$ , Beschleunigung  $b$  und Amplitude  $a$  sind im Bild 1 dargestellt. Die Ausgangsspannung des Abtastsystems soll der Kurvenform nach Bild 1a entsprechen. Der abrupte Polaritätswechsel mit steilem Span-

nungsanstieg zur Bildung der Rechteckflanken entsteht durch die Richtungs- umkehr der Nadelbewegung bei der Abtastung einer dreieckförmigen Rillenmodulation (Bild 1c). Die Schnelle der 1-kHz-Dreieckschwingung auf der STR 111 ist bei Seiten- und Tiefenschrift 5 cm/s, bei Flankenschrift 3,54 cm/s (etwa halbe Vollaussteuerung).

Bei einwandfreiem Nadel-Rillen-Kontakt tritt eine auf die Nadelspitze wirkende Beschleunigung von

$$b = \frac{v^2}{r}$$

( $r$  Verrundungsradius der Nadelspitze) auf. In Abhängigkeit von Drehzahl  $n$  und Rillenradius  $R$  gilt

$$b = \frac{(2\pi \cdot n \cdot R)^2}{r}$$

Zum Beispiel ergibt sich für  $R = 14$  cm,  $r = 18 \mu\text{m} = 18 \cdot 10^{-4}$  cm und  $n = 33,33$  U/min

$$= \frac{33,33}{60} \text{ U/s}$$

$$b = \frac{(2\pi \cdot 33,33 \cdot 14)^2}{60^2 \cdot 18 \cdot 10^{-4}} \approx 1,4 \cdot 10^6 \text{ cm/s}^2$$

Wegen dieser hohen Beschleunigung von etwa 1400 g treten nach dem Newtonschen Gesetz  $F = m \cdot b$  erhebliche Beschleunigungskräfte an der Nadelspitze auf, die nur durch eine geringe effektive dynamische Masse der bewegten Anordnung klein gehalten werden können. Bei einer auf die Nadelspitze bezogenen effektiven Schwingmasse von 1 mg (nach DIN 45 500 sind 2 mg zulässig) ist die Kraft etwa 1,4 p. Dabei müßte für Flankenschrift-Abtastung die Tonarm-Auflagekraft mindestens  $1,4 \cdot \sqrt{2} \approx 2$  p sein, wenn die Abtastnadel den Kontakt mit der Rille nicht verlieren soll.

Da aus dem Beschleunigungswert durch Division mit  $\omega^2$  ( $\omega = 2\pi \cdot f$ ,  $f$  = anregende Frequenz) die Amplitude errechnet werden kann, läßt sich mit der Rechteckschwingungs-Prüfplatte auch eine Spurprüfung und eine besonders einfache dynamische Compliance-Bestimmung durchführen, und zwar für Seiten-, Tiefen- und Flankenschrift. Die Amplitude im Umkehrpunkt ist

$$a = \frac{b}{\omega^2} = \frac{b}{(2\pi \cdot f)^2}$$

Bei Seitenschrift und  $b = 1,4 \cdot 10^6 \text{ cm/s}^2$  ergibt sich beispielsweise

$$a = \frac{1,4 \cdot 10^6}{(2\pi \cdot 10^3)^2} \approx 36 \mu\text{m}$$

Erhält man zum Beispiel bei 2 p Tonarm-Auflagekraft eine optimale Rechteckkurve, so kann aus dem Quotienten aus Amplitude und Auflagekraft die Compliance  $C$  des Abtasters bestimmt werden

$$C = \frac{36 \cdot 10^{-4}}{981 \cdot 2} \approx 18,4 \cdot 10^{-6} \text{ cm/dyn}$$

Eine der Beschleunigung proportionale Spannung gibt keiner der üblichen elektro-

mechanischen Wandler unmittelbar ab. Magnetische Systeme erzeugen eine Spannung, die der Schnelle proportional ist. Da bei der Abtastung einer symmetrischen Dreieckschwingung eine gleichbleibende, nur an den Umkehrpunkten spontan gestoppte Änderungsgeschwindigkeit des Magnetflusses vorliegt, muß die Ausgangsspannung bei einwandfreiem magnetischen Abtaster mit dem Schnelleverlauf nach Bild 1a übereinstimmen. Die Abweichungen der System-Ausgangsspannung von der idealen Rechteckkurvenform hängen weitgehend von der Tonarm-Auflagekraft, der effektiven dynamischen Schwingmasse, der Dämpfung der Schwingbewegung in der Rille (Plattenelastizität) und der Nadeltrágereinspannung ab.

Wie Bild 2 zeigt, liegt die Folgefrequenz der symmetrischen Rechteckspannung der

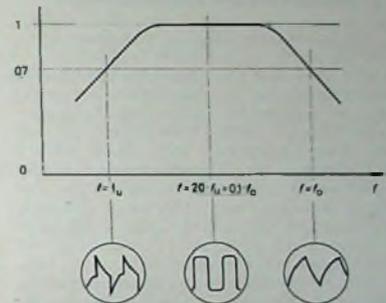


Bild 2. Übertragungsbereich eines Tonabnehmers

STR 111 mit 1 kHz ungefähr in der Mitte des Übertragungsbereichs jedes üblichen Abtaster-typs. Ausreichende Frequenzgang-bewertungen sind deshalb kaum möglich. Abweichungen von der idealen Kurvenform der Ausgangsspannung lassen sich ohne Erfahrungen nur schwer in eine ausreichend differenzierte Systembewertung übertragen, es sei denn, der Abtaster würde nicht so betrieben, wie es der Hersteller vorschreibt. Zum Beispiel läßt sich bei Vergrößerung des vertikalen Spurlinienfehlers demonstrieren, daß dann infolge der dabei in verstärktem Maße auftretenden Phasenmodulation geradzählige Harmonischen in die Ausgangsspannung hineinkommen, was sich im Oszillogramm durch unsymmetrische Rechteckschwingungen bemerkbar macht. Für eine vergleichende Systembewertung unter variablen Betriebsbedingungen eignet sich der Rechtecktest aber recht gut. Sofort zu erkennen sind zu geringe Tonarm-Auflagekraft und ungünstiger Systemabschluß.

Zur Darstellung der Ausgangsspannung eines magnetischen Abtasters auf dem Oszillografen ist ein Y-Eingang mit einem Ablenkoeffizienten von wenigstens 2 mV/cm erforderlich, wenn man die bei der Abtastung erzeugte Ausgangsspannung ohne zusätzlichen Meßverstärker direkt auf den Oszillografen geben und ein auswertbares Oszillogramm erhalten will. Steht ein Zweistrahl-Oszillograf oder ein elektronischer Umschalter zur Verfügung,

<sup>1)</sup> Haase, H. J.: Tonabnehmerprüfung mit der Sweepplatte. Funk-Techn. Bd 21 (1966) Nr. 7, S. 241-242

so lassen sich bei Überprüfung eines Stereo-Abtasters die Ausgangsspannungen beider Kanäle gleichzeitig sichtbar machen. Dann ist auch eine Verpolung durch die Gegenphasigkeit der beiden Kurven sofort erkennbar (Bild 3).

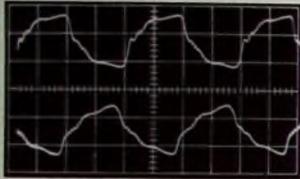


Bild 3 Ausgangsspannungen eines verpolt angeschlossenen Stereo-Abtasters (Seitenschritt, mit Entzerrer-Vorverstärker)

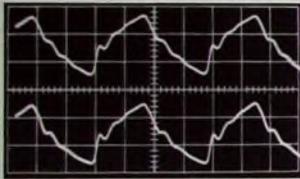


Bild 4 Ausgangsspannungen eines Stereo-Abtasters mit Entzerrer-Vorverstärker bei Seitenschritt

Bild 4 zeigt das Oszillogramm der Seitenschrittabtastung, das man erhält, wenn der zum Magnetsystem gehörende Entzerrer-Vorverstärker nicht überbrückt, also in den Test einbezogen wird. Nach Bild 2 muß hierbei im Wiedergabebeweg ein erheblicher Höhenabfall auftreten, der bei einem Entzerrer zur reziproken Schneidkennliniennachbildung ja auch tatsächlich vorhanden ist. Zu einer Systembewertung reicht eine so zustandegekommene verformte Rechteckkurve verständlicherweise kaum aus; sie kann höchstens bei einem direkten Systemvergleich (in derselben Meßanordnung!) zu einer Aussage führen.

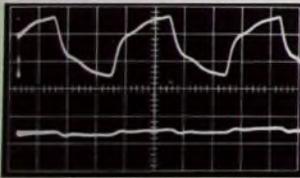


Bild 5 Oszillogramm der Spannung des rechten Kanals (oben) und der Übersprechspannung im linken Kanal (unten) bei Flankenschriftabtastung (mit Entzerrer-Vorverstärker)

Bild 5 stellt die Spannung des rechten Kanals bei Flankenschriftabtastung dar. Gleichzeitig tritt im linken Kanal eine Übersprechspannung (untere Kurve) auf. Wird das Magnetsystem direkt an einen hochohmigen Y-Eingang angeschaltet, so zeigen sich im Oszillogramm auf dem

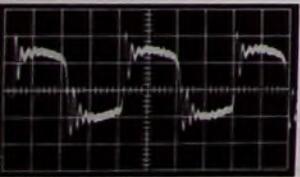


Bild 6 Ausgangsspannung des rechten Kanals bei  $R_b \approx 1 \text{ MOhm}$  (ohne Entzerrer-Vorverstärker, Auflagekraft 2 p)

Rechteckdach erhebliche Überschwinger, die sich wegen des praktisch fehlenden Abschlußwiderstandes so stark der Leerlaufspannung überlagern (Bild 6). Die Frequenz dieser durch die Nachgiebigkeit der Plattenmasse mechanisch und den Belastungswiderstand elektrisch gedämpften Welle entspricht der Nadel-Platten-Resonanz. Sie hängt weitgehend von der effektiven Nadelmasse und der Plattenelastizität ab. Aus Bild 6 läßt sich diese Resonanzfrequenz durch Vergleich der Wellenlängen (1 kHz: 20 Teilstriche, Resonanzfrequenz: 1 Teilstrich) zu etwa 20 kHz ermitteln.

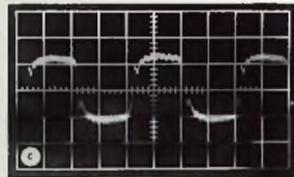
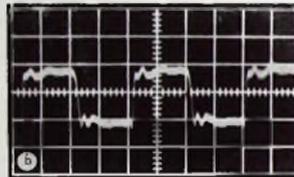
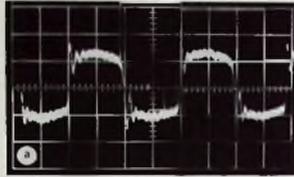


Bild 7 Einfluß des System-Abschlußwiderstandes: a)  $R_b = 68 \text{ kOhm}$ , b)  $R_b = 39 \text{ kOhm}$ , c)  $R_b = 18 \text{ kOhm}$  (Auflagekraft 2 p, rechter Kanal)

Die Oszillogramme im Bild 7 zeigen den Einfluß des System-Abschlußwiderstandes  $R_b$ . Frei von Überschwingern ist das Rechteckdach auch bei optimaler Belastung ( $R_b = 39 \text{ kOhm}$ , Bild 7b) nicht. Die leicht konvexe Verrundung des Rechteckdaches läßt darauf schließen, daß im Frequenz-

gang des Abtasters der Frequenzbereich um 1 kHz gegenüber den höheren Frequenzen eine leichte Überhöhung aufweist. Wird die Auflagekraft zur Erhöhung der mechanischen Dämpfung gesteigert, so beginnt - wegen des einsetzenden

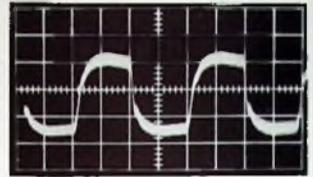


Bild 8 Ausgangsspannung des rechten Kanals bei 3,5 p Auflagekraft und  $R_b = 39 \text{ kOhm}$

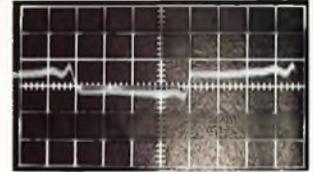


Bild 9 Ausgangsspannung des rechten Kanals bei  $16\frac{2}{3} \text{ U/min}$  ( $R_b = 39 \text{ kOhm}$ , Auflagekraft 2 p)

Höhenverlustes - das Rechteckdach vorn abzufallen (Bild 8).

Im Bild 9 ist die 1-kHz-Rechteckkurve bei der Abtastung mit  $16\frac{2}{3} \text{ U/min}$  dargestellt. Auch bei einer so geringen Rillengeschwindigkeit bleibt die Steilheit der Rechteckflanken erstaunlich gut erhalten.

Um den Einfluß des Rillenumradius  $r$  auf die Kurvenform der Spannung prüfen zu können, ist auf der STR 111 der Rechtecktest für  $R = 14 \text{ cm}$  (außen) und  $R = 7 \text{ cm}$  (innen) aufgezeichnet. Für das 1-kHz-Rechtecksignal ist die durch den vom Rillendurchmesser abhängenden Höhenabfall bewirkte Kurvenformänderung jedoch unbedeutend.

Leider steht für Tests mit Rechteckschwingungen - nach Wissen des Verfassers - zur Zeit nur die CBS-Platte mit 1 kHz zur Verfügung. Untersuchungen an den Grenzen des Übertragungsbereichs eines Tonabnehmers (mit zum Beispiel 5-kHz-Rechteckschwingungen) sind daher noch nicht möglich.

## Von Sendern und Programmen

### Fernmeldeturm Hamburg

Der neue Hamburger Fernmeldeturm - eines der höchsten Bauwerke Europas - wird im Auftrage der Deutschen Bundespost von AEG-Telefunken mit den erforderlichen sende- und richtfunktechnischen Einrichtungen ausgestattet. Dazu gehören die Montage einer Fernseh-Sendeantenne, die Umsetzung von zwei Fernsehsendern aus dem Hochbunker am Heiligengeistfeld in das Betriebsgebäude des Turms und die Installation von Richtfunkanlagen für den Fernmeldedienst der Deutschen Bundespost.

Die Fernseh-Sendeantenne - an einem Sechseckmast in 270 m Höhe montiert - besteht aus 72 Achterfeldern mit Kunststoffverkleidung. Sie ist - den beiden Sendern entsprechend - für den Bereich IV/V ausgeführt und hat bei Rundstrahl-Charakteristik einen Leistungsgewinn von 37. Ihre effektive Strahlungsleistung beträgt unter Einrechnung der Zuleitungsverluste 450 kW.

Die Einspeisung der Antenne erfolgt über einen 200 m langen Hohlleiter. Die beiden Frequenzen werden über eine Simultanweiche und ein 50 m langes Flexwellkabel dem Hohlleiteranschluß im Turmfuß zugeführt.

Die Umsetzung der beiden 20-/4-kW-Fernsehsender zu ihrem neuen Standort im Turm-Betriebsgebäude findet zur Zeit statt und wird - zusammen mit dem Aufbau der Sendeanenne - bis März 1969 abgeschlossen. Hierbei werden die Sender zugleich technisch überholt und farblich gemacht. Der Sendebetrieb wird während der Umsetzung über zwei lahrbare Fernsehsender durchgeführt.

In der oberen Turmkanzel werden die fernmeldetechnischen Einrichtungen für die Bundespost untergebracht, von denen der größte Teil ebenfalls aus den bisherigen Betriebsräumen auf dem Heiligengeistfeld übernommen wird. Sie umfassen Richtfunkanlagen (Bereich 2000 bis 7000 MHz) für die Übertragung von 120 bis 960 Sprachkanälen und von Schwarz-Weiß- und Farbfernsehprogrammen (auch für den Transitverkehr im Rahmen der Eurovision). Im Zuge der Ummanlage werden diese Anlagen durch einige neue Halbleiter-Modulationssysteme erweitert.

Rechtlich ist die Anzahl der Richtfunk-Parabolantennen, die auf den Plattformen des Turmes bis zum Endausbau im nächsten Jahr zu installieren sind; insgesamt werden es etwa 30 sein. Alle Antennen zusammen werden rund 50 Übertragungsbänder in verschiedene Richtungen abstrahlen und empfangen.

# NF-Vorverstärker in Hi-Fi-Qualität • Grundsätzliche Betrachtungen und Bemessungsregeln

Elektronakustische Übertragungsanlagen in Hi-Fi-Qualität erfreuen sich ständig zunehmender Beliebtheit. Transistoren und andere Halbleiter werden heute in hoher Qualität hergestellt. Für den Ingenieur, der sich mit dem Entwurf von Schaltungen beschäftigt, gilt es, die hervorragenden Daten der modernen Transistoren optimal auszunutzen. Nicht immer gelingt dies, wie selbst manchem Schaltbild von Industriegeschäften zu entnehmen ist. Dies mag daran liegen, daß solche Schaltungen oftmals durch Probieren zustande kommen, da die an sich bekannten Berechnungsformeln, vor allem mit den  $h$ -Parametern, umständlich und zeitraubend sind. Im folgenden soll deshalb ein Berechnungsverfahren beschrieben werden, welches für die Praxis ausreichend genau ist, sich jedoch durch große Einfachheit auszeichnet. Vor allem aber trägt es zum Verstehen der Schaltungen bei. Danach wird an Hand eines Beispiels ein Phonoverstärker durchgerechnet, der infolge seiner praktischen Verzerrungslosigkeit allerhöchsten Ansprüchen genügt und der in entsprechender Abwandlung für alle möglichen anderen Zwecke, zum Beispiel als Meßverstärker, Mikrofonverstärker oder auch Entzerrerverstärker für Magnetongeräte, Anwendung finden kann, wie ein weiteres Beispiel zeigt.

## 1. Transistoreigenschaften

Für Transistoren werden von den Herstellern eine Fülle von Daten und Schaubildern angegeben, die für den Anwender verwirrend sein können. Für die Anwendung in NF-Schaltungen ist jedoch nur die Kenntnis der Grenzdaten, des Rauschverhaltens und des Stromverstärkungsfaktors  $\beta$  (auch  $h_{21}$  oder im angelsächsischen Schrifttum  $H_{FE}$ ) erforderlich. Ist letzter Wert nicht angegeben, so kann auch ohne großen Fehler der Gleichstromverstärkungsfaktor  $B$  an Stelle von  $\beta$  eingesetzt werden. Der Fehler ist wesentlich kleiner als der Streubereich der einzelnen Typen.

### 1.1. Innerer Emitterwiderstand

Bezogen auf einen bestimmten Kollektorstrom, ist der innere Emitterwiderstand  $r_e$  eine Konstante, die für alle Transistoren den gleichen Wert hat. Leider findet man in den Datenbüchern und auch oft im einschlägigen Schrifttum keinen Hinweis auf diese wichtige Größe. Sie errechnet sich zu

$$r_e = \frac{k \cdot T}{q \cdot I_C}$$

Darin ist  $k$  die Boltzmann-Konstante,  $T$  die absolute Temperatur (+ 293°K),  $q$  die Ladung eines Elektrons und  $I_C$  der Kollektorstrom. Setzt man für letzteren den Wert  $I_C = 1$  mA ein, dann erhält man

$$r_e = 25,9 \text{ Ohm.}$$

Der innere Emitterwiderstand  $r_e$  ist dem Eingangswiderstand  $h_{11e}$  in Basisschaltung gleichzusetzen.

### 1.2. Eingangswiderstand des Transistors in Emitterschaltung

Der Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  beziehungsweise  $B$  gibt an, um wieviel der Kollektorstrom größer als der Basisstrom ist. Demzufolge ergibt sich für den Eingangswiderstand  $R_{in} = h_{11e}$  einer Transistorstufe

$$R_{in} = r_e \cdot \beta.$$

Für einen beliebigen Kollektorstrom  $I_C$  (in mA) wird  $R_{in}$  (in Ohm)

$$R_{in} = \frac{25,9 \cdot \beta}{I_C}$$

Befindet sich in der Emitterleitung ein Widerstand  $R_E$ , der wechselstrommäßig nicht überbrückt ist, dann gilt

$$R_{in} = \left( \frac{25,9}{I_C} + R_E \right) \cdot \beta.$$

### 1.3. Spannungsverstärkung

Aus dem Schrifttum ist die Formel für die Stromverstärkung

$$i_2 = \beta \cdot i_1$$

oder

$$V_1 = \beta = i_2 / i_1$$

bekannt. Da bei NF-Vorstufen jedoch nicht die Stromverstärkung, sondern lediglich die Spannungsverstärkung interessiert, muß man die Formel entsprechend umstellen. Es sei zunächst die Basis betrachtet. An ihr liegt die steuernde Wechselspannung  $u_1$ . Ihre Größe ist

$$u_1 = i_1 \cdot R_{in} = i_1 \cdot r_e \cdot \beta.$$

Die am Kollektor auftretende Wechselspannung ist abhängig vom Kollektorstrom  $i_2$  und dem Lastwiderstand  $R_L$ , der sich aus der Parallelschaltung des Kollektorwiderstands  $R_C$  mit allen Außenwiderständen einschließlich der Gegenkopplungswiderstände ergibt. Damit wird

$$u_2 = i_2 \cdot R_L.$$

Setzt man die für  $u_1$  und  $u_2$  gefundenen Ausdrücke in die allgemeine Gleichung für die Spannungsverstärkung

$$V_u = \frac{u_2}{u_1}$$

ein, dann erhält man zunächst

$$V_u = \frac{u_2}{u_1} = \frac{i_2 \cdot R_L}{i_1 \cdot r_e \cdot \beta}.$$

Mit der Substitution

$$i_2 = \beta \cdot i_1$$

und einigen Kürzungen folgt schließlich der sehr einfache Ausdruck

$$V_u = \frac{R_L}{r_e}$$

beziehungsweise — bei vorhandenem nichtüberbrücktem Emitterwiderstand  $R_E$  —

$$V_u = \frac{R_L}{r_e + R_E} = \frac{R_L}{\frac{25,9}{I_C} + R_E}.$$

Man erkennt, daß der Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  in diese Gleichungen für  $V_u$  nicht direkt eingeht. Nur der Stromverstärkungsfaktor der nächsten Stufe kann eine gewisse Rolle spielen, denn er bestimmt ihren Eingangswiderstand und geht damit in  $R_L$  ein.

### 1.4. Verstärkerkennlinie

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß der Spannungsverstärkungsfaktor keine konstante Größe hat. Er wächst mit steigendem Kollektorstrom bei nicht vorhandenem oder überbrücktem Emitterwiderstand und konstantem Lastwiderstand  $R_L$  linear. Das bedeutet, daß man nach Integration eine quadratische Verstärkerkennlinie erhält, die für den NF-Betrieb unerwünscht ist. Eine rein quadratische Kennlinie erhält man jedoch nur, wenn an der Basis eine reine Spannungsansteuerung erfolgt. Bei Stromsteuerung tritt eine geringe gegenläufige Wirkung auf, weil der Eingangswiderstand der Stufe bei steigendem Basis- beziehungsweise Kollektorstrom kleiner wird. Die gegenläufige Wirkung ist jedoch bei weitem nicht groß genug, um die Gesamtkennlinie zu linearisieren. Diese Überlegungen gelten nur für kleine Eingangsspannungen, da  $U_{BE}$  die Verstärkerkennlinie ebenfalls beeinflusst. Dieser Einfluß wird durch die folgenden Maßnahmen aber ebenfalls eliminiert, so daß auf die recht komplizierten Zusammenhänge hier nicht näher eingegangen wird.

### 1.5. Linearisierung der Verstärkerkennlinien

Eine einfache Linearisierung der Eingangs- und der Ausgangskennlinie kann durch einen nichtüberbrückten Emittterwiderstand erfolgen. An Hand der abgeleiteten Formeln ist die linearisierende Wirkung einfach zu erklären. Liegt im Emittter der Widerstand  $R_E$  und ist er groß gegenüber dem inneren Emittterwiderstand  $r_e$ , so kann sich bei Wechselspannungsansteuerung  $r_e$  nicht sehr stark auf die Verstärkung auswirken. Dann gilt annähernd

$$V_u = \frac{R_L}{R_E} \quad (R_E \gg r_e)$$

Auch die Eingangskennlinie wird linearisiert. Es wird näherungsweise

$$R_{in} = R_E \cdot \beta \quad (R_E \gg r_e)$$

Auf diese Weise kann man die Spannungsverstärkung zu einer annähernd konstanten Größe machen. Der im Abschnitt 1.4 erwähnte Einfluß von  $U_{BE}$  auf die Verstärkerkennlinie wird wie folgt herabgesetzt: Der vom Kollektorwechselstrom am Emittterwiderstand hervorgerufene (Gegenkopplungs-) Spannungsabfall ist mit der Eingangsspannung gegeneinander geschaltet, so daß die wirksame Steuerspannung  $U_{BE}$  je nach Gegenkopplung nur sehr klein ist. Deshalb kann der Einfluß von  $U_{BE}$  auf die Verstärkerkennlinie vernachlässigt werden.

Bei hochwertigen Verstärkern mit galvanischer Kopplung mehrerer Stufen wird man in der Praxis eine Über-alles-Gegenkopplung einführen und damit die Kennlinie des gesamten Verstärkerblocks linearisieren. Praktisch ist die gewünschte Spannungsverstärkung  $V_u'$  durch den Gegenkopplungs-Spannungsteiler gegeben. Aus den grundlegenden Betrachtungen läßt sich ableiten, daß die Verzerrungen eines Verstärkers mit stärkerer Gegenkopplung abnehmen. Es gilt für den Gegenkopplungsgrad  $p$

$$p = \frac{V_u}{V_u'}$$

Wegen der vorgegebenen Größe von  $V_u'$  und des gewünschten großen Gegenkopplungsgrades  $p$  ist anzustreben, die Leerlaufverstärkung  $V_u$  möglichst groß zu machen. Der Idealfall, daß sie unendlich wird, läßt sich nicht verwirklichen. Jedoch kann man, wie an einem Beispiel noch gezeigt wird, die Verzerrungen ohne unzumutbaren Aufwand so gering machen, daß sie nicht mehr durch den Verstärker, sondern durch die Spannungskoeffizienten der Gegenkopplungswiderstände bestimmt werden.

### 1.6. Optimale Rauschanpassung

Halbleiterhersteller nennen für rauscharme Vorstufentransistoren den Rauschfaktor  $F$  in dB. Er gibt an, um wieviel dB sich die Rauschleistung des Generators durch den Transistor erhöht. Der Arbeitspunkt und die Größe des Generatorwiderstandes sind dabei genau definiert. Eine andere Definition ist folgende: Der Signal-Rausch-Abstand in dB zwischen dem Nutzsignal und dem Generatorrauschen wird um den Faktor  $F$  verschlechtert. Maßgeblich für das Generatorrauschen ist nicht nur der Generator selbst. Alle im Basis- und Emittterkreis des Eingangstransistors liegenden Widerstände sind dem Generator hinzuzurechnen, und aus der Summe  $R_G$  der Widerstände ist die Generatorrauschspannung  $U_r$  nach der Beziehung

$$U_r = 0,125 \sqrt{R_G \cdot \Delta f}$$

zu ermitteln.  $U_r$  ergibt sich dabei in  $\mu V$ , wenn  $R_G$  in kOhm und die Durchlaßbandbreite  $\Delta f$  in kHz eingesetzt wird. Bei modernen Silizium-Epitaxial-Transistoren, zum Beispiel BC 109, liegt bei einem Kollektorstrom von 0,1 mA der optimale Generatorwiderstand zwischen 2...20 kOhm (bei induktiven Generatoren bei etwa 0,5 H). Ist der Generatorwiderstand größer, dann ist ein kleinerer Kollektorstrom zu wählen. Bei kleineren Generatorwiderständen ergibt sich keine optimale Anpassung. Für dynamische Mikrofone mit einem Quellwiderstand von 200 Ohm erhält man zum Beispiel bei einem Anpassungsübertrager mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 3 optimale Werte. Auch niederohmige Tonköpfe von 20...100 mH sollten zwecks Anpassung aufwärts transformiert werden oder gar nicht erst zur Anwendung kommen. Mittelohmige Köpfe bieten bei diesen Transistoren das mögliche Optimum in bezug auf die Rauschanpassung.

Nach vorstehenden Erörterungen erkennt man auch die Notwendigkeit, die im Basis- und im Emittterkreis liegenden Widerstände klein zu machen, damit  $R_G$  möglichst niedrig wird.

### 1.7. Festlegung der Arbeitspunkte

Zweckmäßigerweise werden zunächst für alle Stufen die Kollektorströme festgelegt. Dies geschieht in der ersten Stufe — wie erwähnt — nach den Gesichtspunkten der günstigsten Rauschanpassung. In der Ausgangsstufe ist der Strom möglichst so zu wählen, daß die Übersteuerungsgrenze nicht durch die Stromdurchsteuerung bis 0 mA, sondern durch die Spannungsabkappung auftritt. Leider kann das infolge der endlichen Größe der außenliegenden Widerstände nicht ideal erfüllt werden, da  $R_L < R_C$  wird. Hier sollten vor der endgültigen Rechnung für einen bestimmten Kollektorstrom der Kollektorwiderstand  $R_C$  und der resultierende Lastwiderstand  $R_L$  überprüft werden. Dann stellt man fest, ob der Strom bei der gegebenen Kollektorspannung ausreicht. Notfalls wird er korrigiert. Um eine annähernd symmetrische Abkappung zu erreichen, muß die Kollektorspannung  $U_C$  bei hochverstärkenden Stufen nach folgender Beziehung gewählt werden:

$$U_C = \frac{U_E + U_D + 1}{2}$$

( $U_D$  = Betriebsspannung,  $U_E$  = Emitterspannung, der Summand 1 steht für die minimale Restspannung  $U_{CE \text{ rest}}$  von 1 V).

Nach Festlegung der Kollektor- und Emitterspannung der letzten Stufe bestimmt man die Spannungen der davor liegenden Stufen und dann die Widerstände an Hand der gewählten Kollektorströme. Dabei ist zu beachten, daß jeweils zwischen Emittter und Basis auf Grund der Schwellenspannung eine Spannungsdifferenz von 0,6 V liegt und wegen der Kniespannung eine Spannungsdifferenz von 1 V zwischen Kollektor und Emittter nicht unterschritten werden darf.

### 2. Beispiel eines Phonozentzerververstärkers

Im folgenden soll ein Phonozentzerververstärker für höchste Ansprüche berechnet werden. Das Beispiel zeigt, daß man mit möglichst wenig Aufwand und Rechenarbeit zu einwandfreien Ergebnissen kommen kann. Tab. I enthält die an den Phonozentzerververstärker gestellten Anforderungen.

Tab. I. Anforderungen an den Phonozentzerververstärker

Eingangsempfindlichkeit:	4 mV
Ausgangsspannung bei 1 kHz:	500 mV
Zeitkonstanten der Entzerrung:	3180/318/75 $\mu s$
Lastwiderstand (Lautstärkeregl.):	10 kOhm
Klirrfaktor:	0,1 %
Übersteuerungsfestigkeit:	20 dB
Betriebsspannung:	24 V

#### 2.1. Wahl der Grundschialtung

Als Transistor für alle Stufen eignet sich beispielsweise der rauscharme Typ BC 109 C mit  $\beta = 450$ . 900, im Mittel mit 600 angenommen (bei einem Kollektorstrom  $I_C = 0,1$  mA kann man nur noch mit  $\beta = 200$  rechnen). Zunächst stellt man fest, ob die geforderten Daten mit einem zweistufigen Verstärker in Emitterschaltung erreichbar sind. Diese Version ist in vielen industriell gefertigten Hi-Fi-Verstärkern zu finden. Die erforderliche Verstärkung ergibt sich bei 1 kHz zu 125, bei 50 Hz wegen der Entzerrung jedoch zu rund 1000. Wenn man nun die beiden möglichen Versionen, nämlich Stufe II mit überbrücktem und nichtüberbrücktem Emittterwiderstand überschlägt, stellt man fest, daß die maximal mögliche Leerlaufverstärkung je nach der Stromverstärkung der Transistoren bei 1000, allenfalls bei 2000 liegt. Das würde bedeuten, daß bei tiefen Frequenzen keine Verstärkungsreserve für die Gegenkopplung zur Verfügung steht und Verzerrungen in diesem Frequenzbereich voll wirksam werden. Lediglich durch die Entzerrung der Schneidkennlinie würden die Harmonischen gedämpft werden. Jedoch wäre bei 50 Hz immer noch ein Klirrgrad in der Größenordnung  $\geq 1\%$  zu erwarten, was die hier gestellten Forderungen nicht erfüllt.

Deshalb sollte man sich zu dem geringen Mehraufwand eines dreistufigen Verstärkers entschließen. Zunächst ist zu überlegen, wie er geschaltet werden soll. Als erstes bietet sich die Emitterschaltung aller drei Stufen an. Hier sind jedoch die Phasenbedingungen sehr

schwer zu beherrschen, und es fragt sich, ob die Schaltung bei Serienfertigung oder einem eventuellen Nachbau stabil ist. Wegen dieser Schwierigkeiten scheidet die Schaltung aus. Als nächste Variante könnten die ersten beiden Stufen in Emitterschaltung, die dritte aber in Kollektorschaltung betrieben werden. Man hätte also einen zweistufigen Verstärker mit anschließender Impedanzwandlung. Die Verhältnisse liegen hier etwas günstiger als bei der reinen zweistufigen Ausführung. Überschläglich kann man ermitteln, daß eine Leerlaufverstärkung von etwa 5000 erreichbar ist. Damit ließe sich der Phonoverstärker immerhin schon 3fach bei 50 Hz gegenkoppeln, was gelegentlich schon als starke Gegenkopplung bezeichnet wird. Das erscheint jedoch noch unbefriedigend.

Eine weitere Möglichkeit ist die Stufenfolge Emitterschaltung, Kollektorschaltung, Emitterschaltung. Schon auf den ersten Blick weist diese Folge große Vorteile auf. Den Emittterwiderstand der Stufe III kann man überbrücken und damit eine hohe Stufenverstärkung erreichen. Die dann niedrige Eingangsimpedanz der Stufe wird durch die Stufe II in Kollektorschaltung herauftransformiert, so daß auch die Stufe I hoch verstärken kann. Überschläglich ergibt sich die Leerlaufverstärkung zu etwa 50000. Das bedeutet, daß bei 50 Hz etwa 50fach und bei 1 kHz etwa 400fach gegengekoppelt werden kann und damit der gewünschte niedrige Klirrfaktor mit Sicherheit erreichbar ist.

## 2.2. Partielle Gegenkopplung

Bei einem dreistufigen Verstärker ist dem Problem der Phasenlage bei hohen Frequenzen große Aufmerksamkeit zu schenken. Bei starker Gegenkopplung darf eine Phasendrehung um 180° auf keinen Fall in einen Frequenzbereich fallen, der noch genügend verstärkt wird, da sonst Selbsterregung auftritt. Phasenschieber sind nutzlos, durch sie wird die Schwingfrequenz nur zu höheren Frequenzen hin verschoben. Viel günstiger ist es, von einer Mehrfach-Gegenkopplung Gebrauch zu machen und zusätzlich zur Über-alles-Gegenkopplung eine partielle Gegenkopplung für hohe Frequenzen einzuführen. Dies geschieht in diesem Beispiel (Bild 1) mit dem Kondensator  $C_3$  vom

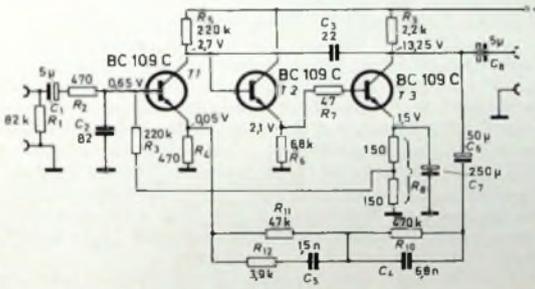


Bild 1. Schaltung des Phonoerzerrerverstärkers

Kollektor von  $T_3$  zum Kollektor von  $T_1$ . Damit werden für die Stufe  $T_3$ , die am höchsten durchgesteuert wird, auch die höchsten Frequenzen stark gegengekoppelt, und nur bei der sehr schwach angesteuerten Stufe  $T_1$  geht in diesem Bereich die Gegenkopplung zurück. Das macht sich jedoch nicht nachteilig bemerkbar. Diese Maßnahme bringt im gesamten Frequenzbereich absolute Sicherheit gegen Schwingneigung. Die Berechnung von  $C_3$  ist recht umfangreich. Trotzdem sei sie hier in großen Zügen angegeben:

Wie bereits angedeutet, darf innerhalb des Verstärkers keine Phasendrehung um 180° bei hohen Frequenzen erfolgen. Dies wird mit annähernder Sicherheit nur dann vermieden, wenn für hohe Frequenzen nicht mehr als zwei phasendrehende Glieder vorhanden sind, weil der Phasenwinkel von 180° dann erst bei  $f = \infty$  erreicht wird. Betrachtet man den 3stufigen Verstärker nach Bild 1, dann kann man folgende phasendrehende Glieder feststellen:

1. Parallelkapazitäten am Kollektor von  $T_1$ ;
2. Phasendrehung zwischen Basis und Emittter der Stufe  $T_2$ , bedingt durch die um den Miller-Faktor vergrößerte Rückwirkungskapazität der Stufe  $T_3$  (für BC 109 C ungefähr 3,7...6 pF), die den Emittterkreis von  $T_2$  belastet;
3. Phasenwinkel zwischen Kollektor und Basis der Stufe  $T_3$ , bedingt durch die innere Emittterimpedanz von  $T_2$ ;

4. Phasenwinkel infolge kapazitiver Belastung des Verstärkerenausgangs (abgeschirmte Leitung usw.).

Die obere Grenzfrequenz, bei der der Verstärker zu schwingen beginnt, kann man einigermaßen genau errechnen, aber auch abschätzen. Man macht im allgemeinen keinen großen Fehler, wenn man bei solchen Stufen (mit dem vorgewählten Kollektorstrom der Stufe  $T_2$  von 0,3 mA) als obere Grenzfrequenz 1 MHz annimmt. Eine hier nicht durchgeführte, recht langwierige Berechnung bestätigt das Ergebnis. Allgemein kann man sagen, daß sich die Grenzfrequenz des RC-Gliedes aus der um den Miller-Faktor vergrößerten Rückwirkungskapazität der Stufe III mit dem inneren Emittterwiderstand von  $T_2$  am stärksten auswirkt und deshalb zugrunde gelegt werden soll.

Bei der Frequenz  $f_0 = 1$  MHz muß also der Über-alles-Gegenkopplungsgrad  $p = 1$  beziehungsweise  $V = V'$  werden. Da bei dieser hohen Frequenz alle im Gegenkopplungsnetzwerk enthaltenen Kondensatoren Kurzschlüsse bilden, wird nur der Widerstand  $R_{12}$  zusammen mit  $R_4$  für die Verstärkung wirksam. Für  $f_0$  gilt dann

$$V = V' = \frac{R_4 + R_{12}}{R_4}$$

Die partielle Gegenkopplung durch den Kondensator  $C_3$  ist als invertierte Gegenkopplung aufzufassen. Der Kondensator wirkt nach dem Miller-Prinzip so, als würde ein Kondensator der Größe  $C' = C_3 \cdot V_3$  zwischen dem Kollektor von  $T_1$  und Masse liegen; dabei ist  $V_3$  die Verstärkung der dritten Stufe mit  $T_3$ .

Für die Stufe I mit  $T_1$  ergibt sich nun die Leerlaufverstärkung bei  $f_0$  zu

$$V_{1, f_0} = \frac{R_4 + R_{12}}{R_4} \cdot \frac{1}{V_3}$$

Außerdem gilt für diese Stufe

$$V_{1, f_0} \leq \frac{R_5 || 1 | \omega C'}{R_1 + r_e} \leq \frac{1}{\omega C' (R_5 + r_e)} \leq \frac{1}{\omega C_3 V_3 (R_4 + r_e)}$$

Durch Gleichsetzen, Kürzen und Umformen erhält man dann

$$C_3 \leq \frac{1}{\omega (R_4 + r_e) \frac{R_4 + R_{12}}{R_4}}$$

Die letzte Gleichung gilt in dieser Form nur für den vorliegenden Fall. Bei Modifikation des im Nenner befindlichen Quotienten hat sie allgemeine Gültigkeit. Nach Einsetzen der Zahlenwerte erhält man  $C_3 = 23,5$  pF, gewählt wurde der Normwert 22 pF.

Ein Vorteil der hier angegebenen partiellen Gegenkopplung sei noch erwähnt: Auch bei kapazitiver Belastung des Verstärkerenausgangs wird der Phasenwinkel zwischen den Kollektoren von  $T_1$  und  $T_3$  so stabilisiert, daß er immer 90° beträgt.

## 2.3. Dimensionierung der Verstärkerstufen

Nun zur eigentlichen Dimensionierung des Verstärkers. Die Kollektorströme wählt man für  $T_1$  mit 0,1 mA, für  $T_2$  mit 0,3 mA und für  $T_3$  mit 5 mA. Diese Wahl hat folgende Gründe: In der Stufe I ist die optimale Rauschanpassung maßgebend. Der Kollektorstrom der Stufe II soll ein Mehrfaches des Basis-Wechselstroms der Stufe III sein; 0,3 mA Kollektorstrom sind ein brauchbarer Erfahrungswert, auch im Hinblick auf die obere Grenzfrequenz. Der Kollektorstrom der Stufe III soll möglichst groß sein, damit auch kleinere Lastwiderstände  $R_L$  dieser Stufe die Aussteuerbarkeit nicht einschränken. 5 mA sind ein brauchbarer Kompromiß mit Rücksicht auf die Grenzbelastbarkeit des Transistors.

Die Betriebsspannung  $U_b$  ist mit 24 V vorgegeben. Zunächst legt man die Emitterspannung  $U_{E3}$  von  $T_3$  mit 1,5 V fest. Ein höherer Wert ist nicht zweckmäßig, da sonst der Aussteuerbereich von  $T_3$  kleiner wird; ein viel kleinerer Wert ist ebenfalls unzweckmäßig, weil der Spannungsabfall an  $R_8$  zur Vorspannungserzeugung für die Basis von  $T_1$  herangezogen wird. Mit  $U_{E3} = 1,5$  V kann man nun die Kollektorspannung  $U_{C3}$  von  $T_3$  errechnen. Es ist

$$U_{C3} = \frac{U_{E3} + U_b + 1}{2}$$

$$U_{C3} = \frac{1,5 + 24 + 1}{2} = 13,25 \text{ V.}$$

Die Basisspannung  $U_{B3}$  von  $T3$  muß wegen der direkten Kopplung gleich der Emitterspannung  $U_{E2}$  von  $T2$  sein. Man erhält

$$U_{E2} = U_{B3} = U_{E3} + 0,6$$

$$U_{E2} = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ V.}$$

Die Basisspannung von  $T2$  wird dementsprechend

$$U_{B2} = U_{E2} + 0,6$$

$$U_{B2} = 2,1 + 0,6 = 2,7 \text{ V.}$$

Mit Rücksicht auf geringes Rauschen darf der Emittorwiderstand  $R_4$  von  $T1$  nicht zu hoch gewählt werden. (Eine brauchbare Bemessungsregel ist  $R_4 \approx r_{e1}$ .) Man wählt  $R_4 = 470 \text{ Ohm}$ . Damit erhält man die Emitterspannung dieser Stufe zu

$$U_{E1} = R_4 \cdot I_{C1}$$

$$U_{E1} = 0,47 \cdot 0,1 \approx 0,05 \text{ V,}$$

und damit wird

$$U_{B1} = U_{E1} + 0,6 = 0,65 \text{ V.}$$

Mit Hilfe der nun festliegenden Spannungen und Ströme kann man die Widerstände errechnen. Mit den Bezeichnungen im Bild 1 erhält man

$$R_5 = \frac{U_b - U_{C1}}{I_{C1}} = \frac{24 - 2,7}{0,1} \approx 220 \text{ kOhm,}$$

$$R_6 = \frac{U_{E2}}{I_{C2}} = \frac{2,1}{0,3} \approx 6,8 \text{ kOhm,}$$

$$R_9 = \frac{U_b - U_{C3}}{I_{C3}} = \frac{24 - 13,25}{5} \approx 2,2 \text{ kOhm}$$

und

$$R_4 = \frac{U_{E3}}{I_{C3}} = \frac{1,5}{5} = 0,3 \text{ kOhm.}$$

$R_4$  teilt man noch in zwei gleich große Teilwiderstände zu je 150 Ohm auf, um nicht zu unpraktisch großen Werten für  $R_5$  zu kommen. Dieser Widerstand errechnet sich aus der Differenz der Spannungen am Aufteilungspunkt von  $R_4$  ( $U_{E3}'$ ) und an der Basis von  $T1$  sowie dem Basisstrom  $I_{B1}$  von  $T1$ . Es gilt

$$R_5 = \frac{U_{E3}' - U_{B1}}{I_{B1}}$$

Darin ist  $U_{E3}' = U_{E3} + 0,6$ , und für  $I_{B1}$  kann man schreiben

$$I_{B1} \approx \frac{I_{C1}}{\beta_1}$$

Da die Stromverstärkung von  $T1$  im Mittel  $\beta_1 = 200$  ist, erhält man

$$I_{B1} = \frac{0,1}{200} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mA.}$$

Damit ergibt sich dann

$$R_5 = \frac{0,75 - 0,65}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ kOhm,}$$

gewählt wird der Normwert 220 kOhm.

Die genaue Größe von  $R_5$  ist also von  $\beta_1$  abhängig. Laut Datenblatt sind  $\beta$ -Streuungen für den BC 109 C im Verhältnis 1:2 zu erwarten.

Theoretisch würde der erforderliche Vorwiderstand ebenfalls in einem Streubereich von 1:2 liegen. Praktisch wird sich jedoch bei Fehlansetzung ein Arbeitspunkt einstellen, der nur wenig von dem gewünschten abweicht. Dies kann man leicht einsehen, wenn man die direkte Kopplung aller Stufen berücksichtigt. Wird in Stufe I der Strom erhöht, dann sinkt ihre Kollektorspannung und infolge der galvanischen Kopplung auch die Emitterspannung  $U_{E3}$ . Damit sinkt aber automatisch die Basisvorspannung für  $T1$  und reduziert den Strom dieser Stufe. Im umgekehrten Fall tritt eine gegenläufige Wirkung ein. Es sei erwähnt, daß damit zugleich auch eine thermische Stabilisierung erreicht ist.

Für die Stufe III ist noch der Überbrückungskondensator  $C_7$  für den Emittorwiderstand zu bemessen. Im Normalfall ist  $C_7$  so auszulagern, daß sein Wechselstromwiderstand bei der unteren Grenzfrequenz gleich dem inneren Emittorwiderstand, in diesem Fall also

$$r_{e3} = \frac{25,9}{5} = 5,2 \text{ Ohm}$$

ist. Man muß aber berücksichtigen, daß sich die untere Grenzfrequenz infolge der Über-alles-Gegenkopplung stark nach unten verschiebt und daß im unteren Bereich die Über-alles-Gegenkopplung kleiner wird. Statt dessen tritt dann aber in der Stufe III für tiefe Frequenzen eine Stromgegenkopplung auf, die die in dieser Stufe möglicherweise entstehenden Verzerrungen vermindert. Bei der Bemessung braucht man daher nicht besonders genau zu sein und wählt einen Kondensator von 250  $\mu\text{F}$ , der noch relativ günstige Abmessungen hat. Die theoretische Grenzfrequenz der Emittorkombination liegt dann bei etwa 125 Hz.

Im Eingang des Verstärkers liegt noch die RC-Kombination  $R_2, C_2$ . Sie soll das Eindringen von Kurzwellenstörungen verhindern. Zur Vermeidung von UKW-Schwingungen ist in die Basisleitung von  $T3$  noch der Dämpfungswiderstand  $R_7$  eingefügt.

#### 2.4. Dimensionierung des Entzerrernetzwerks

Als letzter Schritt bei der Bemessung des Phonoentzerrerverstärkers sind noch die Bauelemente des Entzerrernetzwerks zu berechnen. In Tab. I waren für 4 mV Eingangsspannung bei 1 kHz 500 mV Ausgangsspannung gefordert. Das entspricht einer Verstärkung  $V' = 125$  bei 1 kHz. Diese Verstärkung wird durch die Gegenkopplung vom Kollektor von  $T3$  zum Emittor von  $T1$  bestimmt. Wegen der hohen Leerlaufverstärkung ist  $V'$  nur durch das Teilerverhältnis des Gegenkopplungsspannungsteilers aus dem Entzerrernetzwerk  $R_{10}, R_{11}, R_{12}, C_4, C_5$  einerseits und dem Emittorwiderstand  $R_4$  andererseits bestimmt (s. a. Abschnitt 1.5.). Die frequenzabhängige Impedanz des aus drei Widerständen und zwei Kondensatoren bestehenden Entzerrernetzwerks sei mit  $Z$  bezeichnet. Dann kann man schreiben

$$V' = \frac{R_4 + Z}{R_4}$$

oder

$$Z = V' R_4 - R_4.$$

Setzt man die Zahlenwerte ein, dann erhält man bei 1 kHz für  $Z$

$$Z = 125 \cdot 0,47 - 0,47 = 58,3 \text{ kOhm.}$$

Neben diesem Wert sind noch die Zeitkonstanten des Entzerrernetzwerks bekannt (s. Tab. I). Im Bild 2 ist das Entzerrernetzwerk in

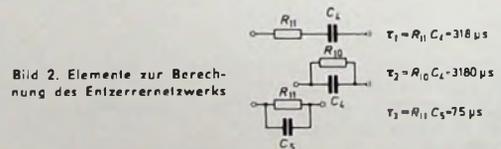


Bild 2. Elemente zur Berechnung des Entzerrernetzwerks

zerlegter Form dargestellt. Man erkennt die zur jeweiligen Zeitkonstante  $\tau$  gehörenden Netzwerkelemente. (In dieser Darstellung fehlt der Widerstand  $R_{12}$ . Er hat für die Netzwerkdimensionierung in erster Näherung keine Bedeutung und soll nur verhindern, daß bei sehr hohen Frequenzen, bei denen  $C_4$  und  $C_5$  schon als Kurzschluß wirken, Unstabilität auftritt.) (Schluß folgt)

# AM-Spezialempfänger für den Frequenzbereich 0,15...30 MHz

Technische Daten	
<b>Frequenzbereiche</b>	NF-Bandbreiten: 1,5 kHz, 2,5 kHz, 4 kHz, 7 kHz, > 10 kHz (umschaltbar)
<b>Hauptbereich A</b>	Regelung: Vorwärts- und Rückwärtsregelung automatisch (abschaltbar) oder durch Pegelregler
I: 0,15 ... 0,35 MHz	HF-Verstärkungsregelung: automatisch (abschaltbar) und durch Pegelregler
II: 0,5 ... 1,1 MHz	Zeitkonstanten der Regelung: ≈ 0,1 s, 0,3 s, > 1 s
III: 1,1 ... 2,3 MHz	Frequenzkontrolle: Quarz-Eichoszillator, Frequenzspektrum mit 100 kHz Abstand
IV: 2,3 ... 5 MHz	Eichgenauigkeit: ± 10 kHz (± 5 kHz mit Feinverstellungsskala und Eichoszillator)
<b>Hauptbereich B</b>	Endleistung: ≈ 4 W (k < 2%)
V: 5 ... 10 MHz	NF-Ausgang: ≈ 1 V an 1 kOhm
VI: 10 ... 15 MHz	NF-Leistungsausgang: ≈ 4 W an 5 Ohm (Innenlautsprecher abgeschaltet)
VII: 15 ... 20 MHz	Kopfhörerausgang: max. 5 V an 10 Ohm
VIII: 20 ... 25 MHz	Bestückung: 2 x EF 85, 3 x ECH 81, 2 x EF 183, EF 89, ECF 82, ECC 83, EF 86, EL 84, EC 92, 2N1613, 3 x 1N4001, 3 x OA 81, BAY 19, 2 x ZL 100, B 250 C 125
IX: 25 ... 30 MHz	Stromversorgung: 220 V <sub>~</sub> , ≈ 60 VA
<b>Zwischenfrequenzen</b>	Abmessungen: 52 cm x 27 cm x 31 cm
Bereiche I, IV: 460 kHz	
Bereiche V, IX: 1,96 MHz, 460 kHz	
<b>Empfangsmöglichkeiten:</b> AM, SSB, CW (Produktdektor für SSB)	
<b>Empfindlichkeit:</b>	
≈ 1 µV für Vollausssteuerung	
<b>Eingangswiderstand:</b>	
≈ 200 Ohm + j $\frac{10^4}{f}$ 1000 Ohm	
<b>ZF-Bandbreiten:</b> 1,5 kHz, 2,5 kHz, 4 kHz, 6,5 kHz (umschaltbar)	
<b>Selektion:</b> ≈ 60 dB in 4 kHz Abstand	

Empfang der Sender in den Rundfunkbändern zugeschnitten sind, und andererseits sind zahlreiche Amateurempfänger auf dem Markt, die zwar auch alle notwendigen Regel- und Umschaltmöglichkeiten und Zusatzeinrichtungen enthalten, aber im allgemeinen nur auf den Empfang der Sendestationen in den Amateurfunkbändern eingerichtet sind. Natürlich gibt es auch rein kommerzielle AM-Großempfänger, die vorzüglich ausgestattet sind und hervorragende Eigenschaften haben; diese Empfänger sind jedoch für eine rein private Verwendung im allgemeinen zu teuer.

### 1. Schaltung und Wirkungsweise

Im Bild 2 ist das Blockschaltbild des Empfängers dargestellt. Der gesamte Frequenzbereich teilt sich auf in die beiden Hauptbereiche A und B, von denen jeder 4 beziehungsweise 5 Einzelbereiche enthält. Jeder Hauptbereich hat besondere Eingangs-, Misch- und Oszillatorstufen sowie eigene Drehkondensatoren zur Abstimmung. Diese Aufteilung ist zweckmäßig, da die auf den Empfang bezogenen Eigenschaften der Abstimmungsschwingkreise bei

In den AM-Bereichen mit Frequenzen von 0,15 bis 30 MHz gibt es eine Vielzahl von interessanten und in ihrer Art sehr unterschiedlichen Sendestationen, die einem interessierten Zuhörer aktuelle Informationen aus erster Hand und auch Unterhaltungssendungen zu bieten vermögen. Neben den zahlreichen Frequenzbändern mit Rundfunksendern, die man oft auch mit deutschsprachigen Sendungen empfangen kann, sind zum Beispiel auch Amateurfunksendungen interessant. Daher scheint es lohnenswert, einen AM-Spezialempfänger zu bauen, der auf diese Frequenzbereiche zugeschnitten ist und außerdem noch für spezielle Sendungen, zum Beispiel mit Einseitenbandmodulation, die notwendigen Zusatzeinrichtungen enthält.

Der hier beschriebene AM-Spezialempfänger (Bild 1) umfaßt den gesamten AM-Frequenzbereich von 0,15 bis 30 MHz mit insgesamt neun Einzelbereichen. Er hat Regel- und Umschaltmöglichkeiten für HF-, ZF-, NF-Verstärkung sowie ZF- und NF-Bandbreite, und außerdem sind noch Zusatzeinrichtungen (Quarz-Eichoszillator für die genaue Skalenkontrolle beziehungsweise Frequenzbestimmung und Produktdektor für den Empfang von Einseitenband- und Telegrafien) vorhanden. Mit diesen Eigenschaften und Möglichkeiten füllt ein solcher Empfänger eine Lücke, die nach Auffassung des Verfassers auf dem Markt besteht. Es gibt einerseits ein großes Angebot an Rundfunkempfängern, die speziell auf den



Bild 1. Frontansicht des AM-Spezialempfängers

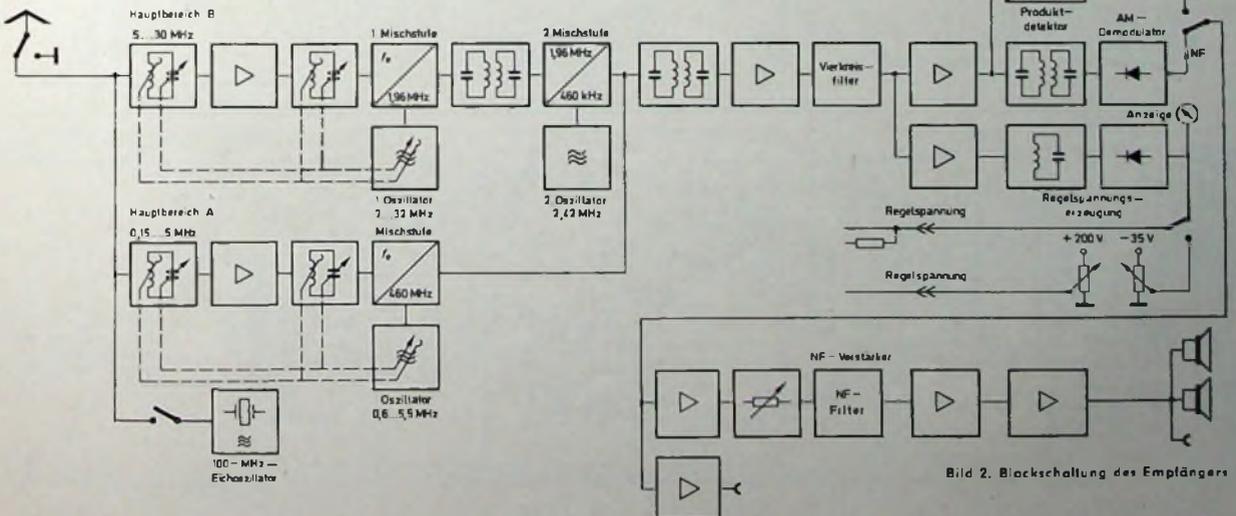


Bild 2. Blockschaltung des Empfängers

unterschiedlichen Frequenzen ebenfalls sehr verschieden sind. Durch die Aufteilung lassen sich diese Unterschiede bei der Dimensionierung der Schwingkreise und bei der Art der Schaltung berücksichtigen.

### 1.1. Hauptbereich A. Frequenzbereiche I... IV

Der Eingangsschaltungsteil für den Hauptbereich A enthält eine geregelte HF-Vorstufe (Rö 4) mit je einem auf die Empfangsfrequenz abstimmbaren Schwingkreis am Eingang und Ausgang (Bild 3). Mit diesen beiden Kreisen wird in den verhältnismäßig niedrigen Frequenzbereichen von 0,15 bis 5 MHz eine ausreichende Spiegelselektion erreicht. Die maximal einstellbare Verstärkung der Vorstufe wurde so gewählt, daß das Rauschen der nachfolgenden Schwingkreise und der multiplikativen Mischstufe Rö 5 praktisch nicht mehr in das Gesamtrauschen eingeht. Die Ankopplungs-Serienspulen L 18, L 19 und L 20 zwischen dem Röhrenaussgang und den Schwingkreisen haben die Aufgabe, den Anstieg der Vorstufenverstärkung an den oberen Enden der Frequenzbereiche (infolge des Anstiegs der Kreiswiderstände) zu kompensieren. Das Triodensystem von Rö 5 arbeitet zusammen mit einem dritten abstimmbaren Schwingkreis als Oszillator. Die Eingangs- und Oszillatorsignale werden im Heptodensystem von Rö 5 gemischt und dann dem ersten 460-kHz-ZF-Filter zugeführt.

Die einzelnen Schwingkreise für den jeweiligen Teilbereich werden mit einem Drucktastensatz umgeschaltet, der mecha-

nisch mit dem Tastensatz des zweiten Hauptbereiches gekuppelt ist. Zur Abstimmung der Kreise dient ein getrennter Dreifachdrehkondensator C 58a, C 58b, C 58c von  $2 \times 500 + 440$  pF. Im Hauptbereich A wurde bei allen Teilbereichen dasselbe Frequenzverhältnis von oberer zu unterer Endfrequenz von etwa 2,2 gewählt. Dadurch ergibt sich eine verhältnismäßig einfache Dimensionierung der zusätzlichen Kapazitäten bei den einzelnen Schwingkreisen.

### 1.2. Hauptbereich B

Im Eingangsschaltungsteil für den Hauptbereich B arbeitet die Vorstufe Rö 1 in gleicher Weise wie die Vorstufe Rö 4 im Teil A. Die maximal einstellbare Vorstufenverstärkung wurde auch hier wieder genügend hoch gewählt, so daß das Rauschen der nachfolgenden multiplikativen Mischstufen zu vernachlässigen ist. Rauschverhältnismessungen am Ausgang des ZF-Verstärkers haben gezeigt, daß die Ausgangsrauschleistung praktisch nur von den Eingangsschwingkreisen und vom Innenwiderstand der angeschlossenen Antenne bestimmt wird. Zum Beispiel ergab sich bei Anschluß einer richtig angepaßten Antenne beziehungsweise eines Antennenersatzwiderstandes (Serienschaltung von 200-Ohm-Widerstand und 200-pF-Kondensator) in allen Bereichen eine Abnahme der Ausgangsrauschleistung um durchschnittlich 3 dB und bei Abwärtsregelung der Vorstufenverstärkung um nochmals etwa 10 dB. Damit ist auch die Anwendung der multiplikativen Mischstufen in den oberen Frequenzbereichen (Hauptbereich B) gerechtfertigt, da diese Mischstufen auch

dort praktisch keinen Beitrag zur Ausgangsrauschleistung liefern und außerdem bezüglich der Sicherheit gegen Nebeneingangsstellen im Vergleich zu additiven Mischstufen etwas günstiger sind.

Bei der Mischstufenschaltung wird im Hauptbereich B das Prinzip des Doppelsupers angewendet. Die erste Mischstufe Rö 2 arbeitet auf ein 1,96-MHz-Zwischenbandfilter (1. ZF). Durch diese hohe 1. Zwischenfrequenz und den sich daraus ergebenden verhältnismäßig hohen Abstand zwischen Eingangss- und Oszillatorfrequenzen beziehungsweise zwischen Eingangs- und Spiegelfrequenzen wird mit den beiden abstimmbaren Schwingkreisen in der Vorstufe auch in den oberen Frequenzbereichen (5... 30 MHz) eine ausreichende Spiegelselektion erreicht.

Auf das Zwischenbandfilter F 1 folgt die zweite multiplikative Mischstufe Rö 3, in der die 1. ZF (1,96 MHz) auf die endgültige Zwischenfrequenz von 460 kHz (2. ZF) umgesetzt wird. Das Heptodensystem dieser Röhre arbeitet parallel zu dem Heptodensystem von Rö 5 (Hauptbereich A) auf das erste 460-kHz-ZF-Filter F 11. Die Triodensysteme der Röhren Rö 2 und Rö 3 erzeugen zusammen mit den angeschalteten Schwingkreisen die erste (abstimmbare) und die zweite (feste) Oszillatorfrequenz. Die einzelnen Schwingkreise werden auch hier wieder mit Hilfe des bereits erwähnten Drucktastensatzes umgeschaltet und mit einem besonderen Dreifachdrehkondensator C 57a, C 57b, C 57c ( $2 \times 200 + 180$  pF) abgestimmt. Die Kreiskapazitäten (Drehkondensator einschließlich Serien- und Parallelkondensatoren) wurden im Hauptbereich B wesentlich niedriger gewählt als im Hauptbereich A, um ebenfalls entsprechend hohe Resonanzwider-

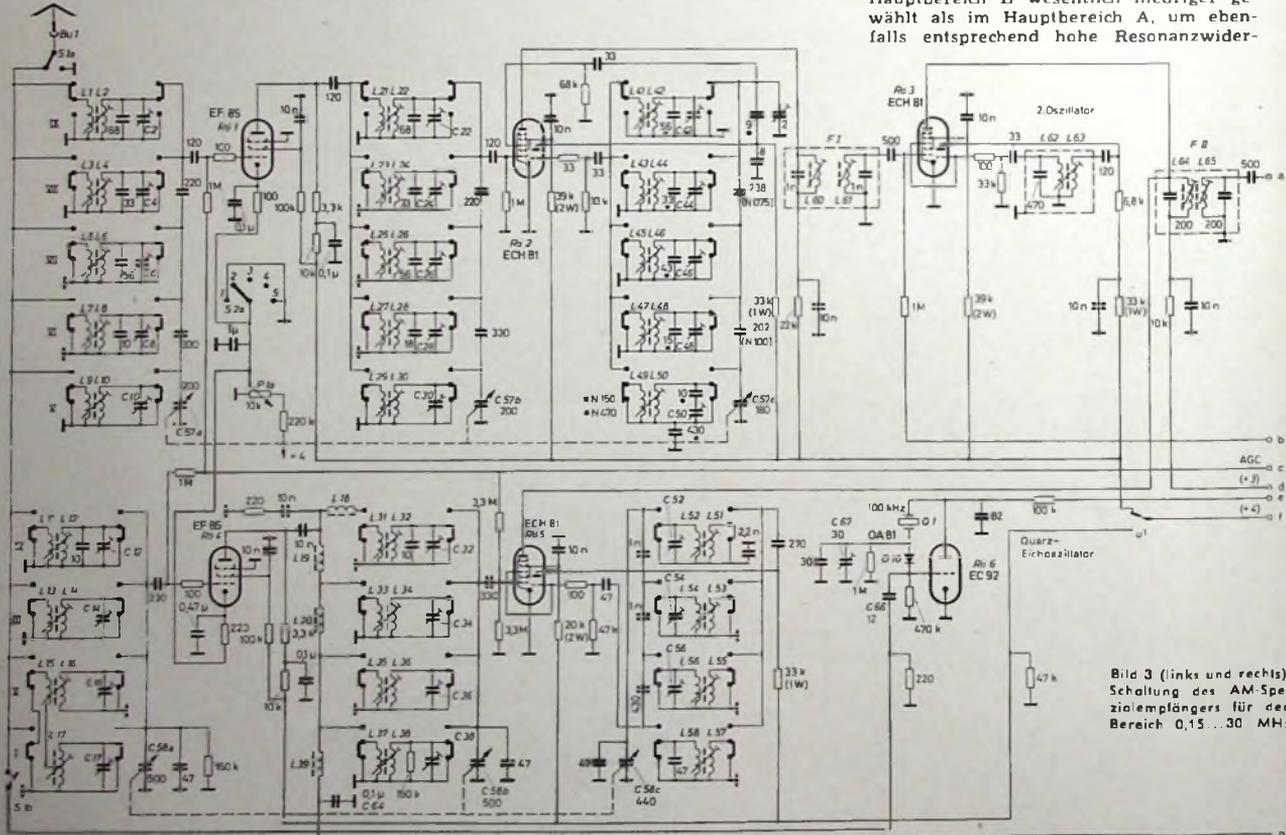


Bild 3 (links und rechts).  
Schaltung des AM-Spezialempfängers für den  
Bereich 0,15... 30 MHz

stände zu erreichen. Im Hauptbereich B haben jedoch im Gegensatz zum Hauptbereich A alle Teilfrequenzbereiche die gleiche Frequenzvariation von 5 MHz. Dazu dienen die bei allen Kreisen vorhandenen zusätzlichen Serien- und Parallelkondensatoren (ausgenommen Teilbereich V). Durch die gleiche Frequenzvariation in den Teilbereichen und durch günstige Wahl des Verhältnisses von Serien- zu Parallelkapazitäten wird in allen Teilbereichen des Hauptbereiches B eine nahezu gleiche und lineare Skalenteilung erreicht. Die Serien- und Parallelkondensatoren der Oszillatorschwingkreise sind auf optimalen Gleichlauf mit den auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Schwingkreisen berechnet und ausgelegt. Durch zahlreiche Versuche mit Eigenerwärmung und mit von außen zugeführter Wärme wurden außerdem die günstigsten Temperaturkoeffizienten dieser Kondensatoren bestimmt, so daß nach einer Einlaufzeit von etwa 15 min eine ausreichende Frequenzstabilität für alle Empfangsfrequenzen gewährleistet ist.

### 1.3. Umschaltung zwischen den Hauptbereichen A und B

Alle Schwingkreise und Ankopplungsspulen werden von dem für beide Hauptbereiche gemeinsamen Drucktastensatz umgeschaltet; dazu sind insgesamt sechs Umschaltkontakte je Frequenzbereich erforderlich. Die Umschaltung der Stromversorgungsleitungen erfolgt mit dem Relais U, das von den Umschaltkontakten des Drucktastensatzes im Hauptbereich A über das HF-Siebglied C 64, L 39 gesteuert wird (Einschaltung gegen Masse). Umgeschaltet werden die beiden Röhren in den HF-Vorstufen, die Oszillatorsysteme und teilweise auch die Röhrensysteme der Misch-

stufen. Die parallel geschalteten Anoden der Mischstufen R6 3 und R6 5 sind stets eingeschaltet.

Die Steuergitter der Röhren R6 1 und R6 4 sowie die Steuergitter der Mischstufen R6 3 und R6 5 sind über Entkopplungswiderstände mit der Hauptregelleitung (AGC) des Gerätes verbunden. Von einer Regelung der Mischstufe R6 2 wurde abgesehen, um eine Beeinflussung des Oszillators zu vermeiden. (Bei den anderen Mischstufen ist eine mögliche - Beeinflussung des Oszillators infolge der verhältnismäßig niedrigen Frequenzen ohne störende Auswirkung.) Außerdem liegen die Kathoden der Vorstufenröhren über Entkopplungswiderstände am Potentiometer P 1a, mit dem die Vorstufenverstärkung von Hand eingestellt werden kann.

### 1.4. ZF-Verstärkerstufen und Bandbreitenumschaltung

An das Ausgangs-ZF-Filter F 11 der Mischstufen schließt sich eine ZF-Verstärkerstufe mit der Röhre R6 7 an, in deren Ausgangskreis das vierkreisige, in der Bandbreite umschaltbare ZF-Bandfilter F 11 liegt. Bei der Umschaltung werden sowohl die Kopplungskondensatoren zwischen den Kopplungsspulen der Einzelkreise als auch zusätzliche Parallelkondensatoren mit einem Stufenschalter mit vier Schalterebenen (S 4a, S 4b, S 4c, S 4d) umgeschaltet, so daß die resultierende Resonanzfrequenz des Filters konstant bleibt. Die einzelnen Kreise haben wegen der verwendeten Schalenkernspulen eine sehr hohe Güte von etwa 250, wodurch sich eine hohe Flankensteilheit der resultierenden Durchlaßkurven ergibt. In den beiden Schmalbandstellungen ist das Vierkreisfilter unterkritisch beziehungsweise

etwa kritisch, in den beiden Breitbandstellungen dagegen überkritisch beziehungsweise stark überkritisch gekoppelt; die Durchlaßkurven weisen im zuletzt genannten Fall auch die entsprechenden Einsattelungen auf. Zusammen mit den übrigen vorwiegend unterkritisch gekoppelten Zweikreisfiltern ergeben sich jedoch auch in den Breitbandstellungen Gesamtdurchlaßkurven, die im Durchlaßgebiet praktisch geradlinig und zum Teil erheblich breiter als die Durchlaßkurven der einzelnen Zweikreisfilter sind. Diese Auslegung der Filter hat den Vorteil, daß die Zweikreisfilter verhältnismäßig schmalbandig sein können und auch in den beiden Schmalbandstellungen noch einen beträchtlichen Anteil an der Gesamtselektion haben.

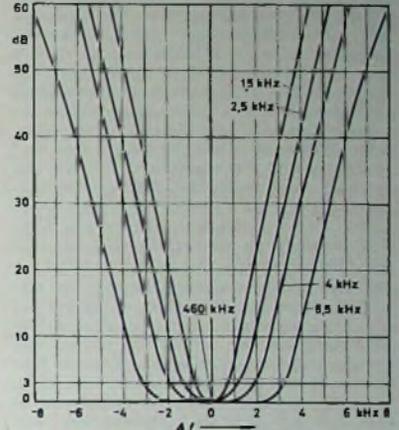
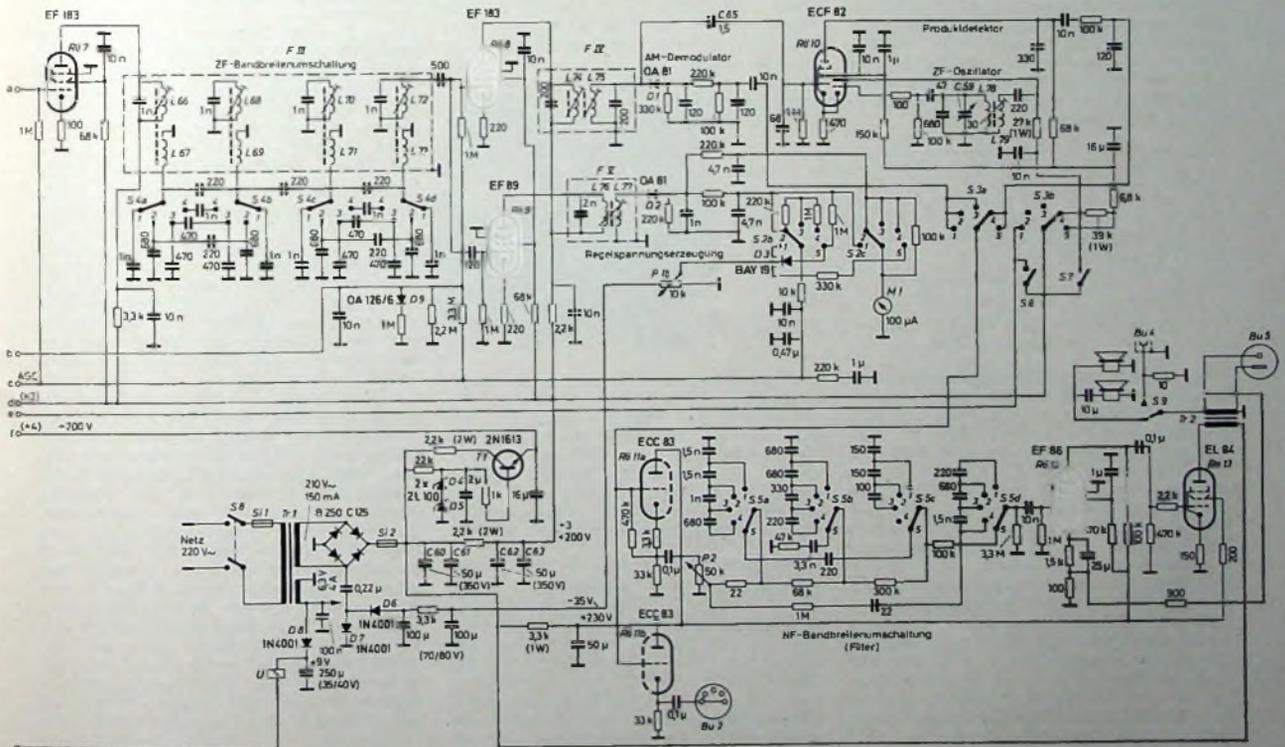


Bild 4. Durchlaßkurven des ZF-Verstärkers



Die Gesamtdurchlaßkurven des Empfängers bei den einzelnen Bandbreitenstellungen sind im Bild 4 dargestellt. Die Flankensteilheit ist bei allen Kurven etwa 15 dB/kHz. Daraus ergibt sich eine Selektion von rund 60 dB in 4 kHz Abstand vom Rand des geradlinigen Teils (3-dB-Punkt) der Durchlaßkurven. Die Durchlaßkurven des Empfängers haben eine Flankensteilheit, die annähernd der von zweistufigen Quarzfiltern entspricht. Allerdings ist die erreichte Minimalbandbreite von 1,5 kHz nicht so günstig.

### 1.5 AM - Demodulator und Regelspannungserzeugung

Auf das Vierkreisfilter folgen zwei weitere ZF-Verstärkerstufen R<sub>08</sub> und R<sub>09</sub>, deren Eingänge parallel geschaltet sind und deren Ausgangskreise je ein ZF-Filter mit angeschlossenem AM-Demodulator beziehungsweise HF-Gleichrichter enthalten. Der AM-Demodulator liefert die Niederfrequenz. Die Stufe mit der Röhre R<sub>09</sub> dient nur zur Regelspannungserzeugung. Die der ZF-Ausgangsspannung proportionale Regelspannung wird einerseits durch das 100- $\mu$ A-Instrument M1 angezeigt und andererseits über den Regelspannungsumschalter S2b der Hauptregelung des Gerätes zugeführt. Von dieser Regelleitung aus werden die Vor- und Mischstufen (teilweise) und die beiden ZF-Stufen R<sub>07</sub> und R<sub>08</sub> geregelt.

R<sub>09</sub> erhält keine Regelspannung und arbeitet daher praktisch linear. Daher ist die Regelspannung proportional der ZF-Eingangsspannung der letzten beiden ZF-Stufen, und daraus folgt weiter, daß R<sub>08</sub> nicht wie die anderen Stufen rückwärts, sondern vorwärts geregelt wird. Dadurch fällt sich der restliche Anstieg der ZF-Ausgangsspannung bei größer werdender Eingangsspannung nahezu vollkommen ausgleichen und eine annähernd konstante Niederfrequenzspannung (bei konstantem Modulationsgrad) erzeugen. Die richtige Größe der Vorwärtsregelspannung wird durch die Widerstände und die Begrenzdiode D9 zwischen Regelleitung und Gitter von R<sub>08</sub> bestimmt.

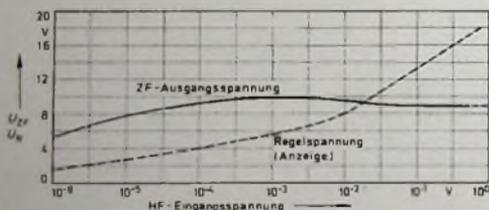


Bild 5 ZF-Ausgangsspannung  $U_{ZF}$  und Regelspannung  $U_R$  (AGC) in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung

Den Verlauf der ZF-Ausgangsspannung am AM-Demodulator zeigt Bild 5 im Bereich von einigen  $\mu$ V bis etwa 1 V HF-Eingangsspannung ändert sich die ZF-Ausgangsspannung nur um etwa 3 dB. Die Messung wurde bei  $f = 0,6$  MHz durchgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Empfindlichkeit in den KW-Bereichen noch etwas höher ist und der Einsatzpunkt der Regelung sich zu niedrigeren Spannungsweiten hin verschiebt.

Mit dem Regelspannungsumschalter S2 kann in den mittleren Schalterstellungen 2, 3 und 4 die Zeitkonstante der Regelung umgeschaltet werden. Mit der niedrigsten Zeitkonstante von etwa 0,1 s lassen sich auch der schnelle Fadingvorgänge ausgleichen. Bei der größten Zeitkonstante (> 1 s) ist es unter günstigen Umständen sogar schon möglich, Einseitenbandsendungen mit ein-

geschalteter Regelung abzuhören und dabei den Vorteil der Ausregelung langzeitiger Fadingvorgänge auszunutzen. In der Stellung 1 von S2 ist die automatische Regelung abgeschaltet und eine von Hand einstellbare Regelspannung auf die Hauptregelung geschaltet. Die Einstellung dieser Spannung erfolgt mit P1b, das mit P1a in der Katodenleitung der Vorstufenröhren gekuppelt ist.

In der Schalterstellung 5 ist eine Kombination von Handregelung und Automatik möglich. Die Handregelspannung liegt dabei über die Diode D3 zusätzlich zur automatischen Regelspannung an der Regelleitung und bestimmt damit die Empfindlichkeitsgrenze. Wenn die von der Eingangsspannung abhängige automatische Regelspannung den eingestellten Schwellwert überschreitet, setzt die automatische Regelung zusätzlich ein. Diese kombinierte Regelung ist zum Beispiel beim Empfang von Einseitenbandsendungen oder bei Schwankungen des Trägersignals, die nur teilweise ausregelfähig sind (selektiver Trägerschwind, Interferenzerscheinungen), vorteilhaft. In den Schalterstellungen 1 und 5 des Regelspannungsumschalters wird mit S2a das Potentiometer P1a kurzgeschlossen, so daß dann für die Vorstufenröhren nur die Gitterregelung übrigbleibt.

Das von der Regelspannung gesteuerte Anzeigeelement M1 dient zur Anzeige der Empfangsspannung (etwa logarithmisch bei automatischer Regelung, linear bei Handregelung) und gleichzeitig zur Abstimmanzeige bei der Einstellung des Empfängers auf den Sender. Mit dem von dem HF-Gleichrichter D2 liegenden ZF-Kreis FV mit hoher Güte (die Spule hat ebenfalls einen Schalenkern) ergibt sich für die Regelspannung und damit auch für die Abstimmanzeige stets eine auf der Kuppe gerundete und relativ schmale Durchlaßkurve, die auch bei automatischer Regelung teilweise erhalten bleibt, da es sich ja hierbei nur um eine Rückwärtsregelung mit verhältnismäßig großer Zeitkonstante handelt. Auf diese Weise ist es möglich, den Empfänger bei allen Band-

breitenstellungen und auch bei eingeschalteter automatischer Regelung stets richtig auf den Sender einzustellen. Bei kombinierter Regelung gelangen beide Regelspannungen zur Anzeige (Summe), so daß die eingestellte Empfindlichkeitsgrenze kontrolliert und bei Abstimmung auf einen Sender auch die Empfangsspannung ungefähr abgelesen werden kann.

### 1.6 Produktdetektor

Parallel zum AM-Demodulator arbeitet eine weitere Demodulationsschaltung (Produktdetektor), die speziell für den Empfang von Einseitenbandsendungen bestimmt ist. Die Auskopplung des ZF-Signals erfolgt über den Kondensator C65 vom zweiten Kreis des Demodulatorfilters FIV auf das Gitter der Demodulatorröhre R<sub>10</sub> (Pentodensystem). Mit dem

Triodensystem von R<sub>10</sub> wird das erforderliche Trägersignal erzeugt (BFO, 460 kHz) und über den gemeinsamen Katodenwiderstand der beiden Systeme ebenfalls dem Pentodensystem zugeführt. Die Frequenz des Trägersignals kann mit dem Drehkondensator C59 des Schwingkreises um etwa  $\pm 3$  kHz verändert und auf den erforderlichen Wert eingestellt werden. Am Ausgang des Pentodensystems tritt das NF-Signal auf.

Natürlich lassen sich mit dem Produktdetektor auch normale AM-(Zweiseitenband-) Sendungen demodulieren. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Einerseits kann der Empfänger auf eines der beiden Seitenbänder so abgestimmt werden, daß der Träger des betreffenden Sendersignals unterdrückt wird. Der Trägersignal-Oszillator ist dabei entsprechend weit zu verstimmen (etwa  $\pm 2$  kHz). Andererseits kann der Empfänger auf Bandmitte des Sendersignals oder nur so weit auf eines der Seitenbänder eingestellt werden, daß der Träger noch voll durchgelassen wird. In diesem Fall läßt sich der Trägersignal-Oszillator auf verringerte Leistung umschalten und in einem Bereich von ungefähr  $\pm 200$  Hz auf den Träger des Sendersignals synchronisieren, so daß kein Differenzton entsteht. Allerdings kann es gelegentlich notwendig sein, den Träger-Oszillator oder die Empfängerabstimmung geringfügig nachzustellen.

Die Anwendung des Produktdetektors ist außer bei Einseitenbandsendungen immer dann zu empfehlen, wenn eines der beiden Seitenbänder gestört ist oder bei normaler AM-Demodulation infolge selektiven Trägerschwundes zu große Verzerrungen entstehen.

### 1.7 Betriebsartenwähler, Eichoszillator

Die NF-Signale vom AM-Demodulator und Produktdetektor gelangen zur Schalterebene S3a des Betriebsartenwählers und von dort zum NF-Verstärker. Die zweite Schalterebene S3b schaltet gleichzeitig die Stromversorgung (+) für den Produktdetektor und Trägers oscillator entsprechend um beziehungsweise aus, damit der normale AM-Betrieb nicht durch das Signal des Trägers oscillators gestört werden kann. In der Schalterstellung 1 wird bei durchgeschaltetem AM-Demodulator gleichzeitig noch der Quarz-Eichoszillator mit der Röhre R<sub>06</sub> eingeschaltet, dessen Signal (Frequenzspektrum mit 100 kHz Abstand) über den Koppelkondensator C66 und den Umschalter S1b zu den Antennenspulen gelangt. Damit besteht die Möglichkeit, die Skaleneichung des Empfängers zu kontrollieren und die Eichung notfalls durch einen Nachgleich der Oszillatorkreise zu korrigieren. Die Genauigkeit der Frequenzmarken und damit auch die Genauigkeit der Quarzoszillator-Grundfrequenz muß deshalb mindestens so hoch sein, daß die Anzeigegenauigkeit der Empfängerskala auch bei den höchsten Empfangsfrequenzen noch übertroffen wird. Bei einer Anzeigegenauigkeit von etwa  $\pm 10$  kHz ist daher für den Quarz eine Genauigkeit von etwa  $\pm 1$  kHz, bezogen auf 30 MHz, zu fordern. Das ist ein Verhältnis von  $3 \cdot 10^{-3}$  und bedeutet, bezogen auf die Grundfrequenz des Quarzes von 100 kHz, daß diese Frequenz auf  $\pm 3$  Hz eingehalten werden muß. Zur genauen Einstellung der Quarzoszillator-Frequenz dient der Trimmer C67; die Möglichkeiten dazu werden später noch beschrieben. (Schluß folgt)

# Transistor-Netzgerät für 5 ... 25 V und maximal 3 A

Mit dem nachstehend beschriebenen Netzgerät können Spannungen von 5 bis 25 V in einem Bereich stufenlos eingestellt werden. Der Maximalstrom von 3 A läßt sich bei jedem Spannungswert entnehmen. Der Stabilisierungsgrad ist für die übliche Praxis völlig ausreichend. Bei 12 V ändert sich zum Beispiel die Ausgangsspannung zwischen Leerlauf und Vollast nur um 0,5 V; das entspricht einem Innenwiderstand von rund 0,1 Ohm. Das Gerät hat nur kleine Abmessungen und zeichnet sich durch eine relativ einfache, auf RCA-Unterlagen beruhende Schaltung aus.

### Schaltung

Die Schaltung nach Bild 1 enthält einen Netztransformator Tr (,,ET 7", Engel), an dem sekundärseitig Spannungen sehr ver-

Der Wert des Widerstandes R2 ist nur als Mittelwert zu betrachten; sein genauer Wert hängt von den tatsächlichen Daten der verwendeten Transistoren ab und kann zwischen etwa 800 Ohm und 1,5 kOhm liegen. Man wird daher für R2 zunächst provisorisch einen 500-Ohm-Widerstand mit einem 1-kOhm-Trimmwiderstand hintereinander schalten und den Trimmwiderstand so einstellen, daß eine maximale Spannung von 25 V einstellbar ist. Danach wird die Serienschaltung durch einen Festwiderstand des ermittelten Ohmwertes ersetzt.

Zur Anzeige des entnommenen Stromes dient der Strommesser M1; zur sekundärseitigen Absicherung ist eine 3-A-Sicherung Si2 vorhanden. Das Voltmeter M2 zeigt die Ausgangsspannung an.

liche Leistung vernichtet. Diese Leistung sinkt jedoch mit steigender Ausgangsspannung. Um dem Extremfall zu genügen, erhielt der Transistor T1 einen eigenen Kühlkörper. Ein zweiter Kühlkörper wurde für den Transistor T3 und die vier Leistungsdioden 1N1613 verwendet.

Die Kühlkörper (Vega) und der Ladekondensator C1 sind auf einem kleinen senkrechten Montageblech von 110 mm X 130 mm befestigt (Bild 4), und zwar die Kühlkörper isoliert jeweils über Montage-teile „MS 101". Bild 5 zeigt die Ansicht des Montagebleches mit Kühlkörpern und Kondensator C1. Der vordere Kühlkörper trägt den Transistor 2N3055. Vor dem vorderen Kühlkörper ist, von steifen und an die Kühlkörper-Befestigungsschrauben geführten Drähten gehalten, ein Lötösenbrettchen angeordnet. Dieses trägt die Widerstände und Kondensatoren sowie die Z-Diode und den Transistor T2 des Steuerkreises; Bild 6 zeigt schematisch die Anordnung.

Links oben im Gehäuse (von vorn in das geöffnete Gehäuse gesehen) ist, an der Rückwand angeschraubt, der Netztransformator „ET 7" angeordnet, und zwar so, daß die Bleche senkrecht laufen und die Anschlüsse rechts liegen. Rechts vom Netztransformator ist das Montageblech mit den Kühlkörpern (Bild 5) angebracht und mit zwei Gewindebolzen an der Rückwand befestigt, wobei man Obacht geben muß, daß weder die Kühlkörper noch die auf ihnen befestigten Halbleiter irgendwo das übrige Gehäuse berühren können. Unter dem Netztransformator sind an der Rückwand das primärseitige Sicherungselement und die Netzdurchführung montiert.

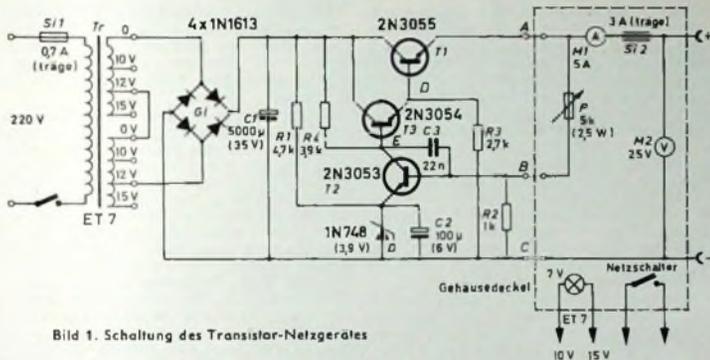


Bild 1. Schaltung des Transistor-Netzgerätes

schiedener Höhe durch Zusammenschaltung zweier Wicklungen entnommen werden können. Im vorliegenden Fall werden 24 V Wechselspannung entnommen und dem Brückengleichrichter G1 zugeführt. Dieser besteht aus vier RCA-Leistungsdioden 1N1613. Am Ladekondensator C1 entsteht eine Gleichspannung von maximal 34 V; es kann für C1 daher ein Typ mit 35 V Arbeitsspannung in diesem Netzgerät verwendet werden.

Als Längswiderstand (Stellglied) dient der Transistor T1. Hierfür wird der robuste 2N3055 verwendet (er wird mitunter als „Arbeitspferd" bezeichnet).

Über den Widerstand R1 wird die Z-Diode D mit 3,9 V gespeist, so daß der Emitter des Transistors T2 auf festem Potential gegenüber dem Minus-Bezugspotential gehalten wird. Die Basis von T2 liegt an Verbindungspunkt des Widerstandes R2 mit dem Einstellwiderstand P, der zur Wahl der Ausgangsspannung dient. Je nach dem am Verbindungspunkt B stehenden Potential wird der Transistor T2 mehr oder weniger aufgesteuert. Die Änderung wird vom Transistor T3 verstärkt und steuert dann den Längstransistor T1, so daß an den Ausgangsbuchsen die gewünschte Spannung steht. Die Widerstände P und R2 dienen dabei als kleine Vorbelastung, so daß der Strom durch den Transistor T1 nicht ganz Null werden kann. Sinkt beispielsweise die Ausgangsspannung infolge zunehmender Stromentnahme, dann wird der Widerstand des Transistors T1 entsprechend verringert und umgekehrt.



Bild 2. Ansicht des fertigen Netzgerätes

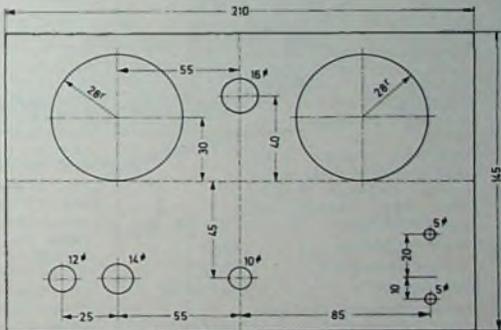


Bild 3. Maße der Frontplatte des Gehäuses

### Aufbau

Zum Aufbau des Gerätes wurde ein Leistner-Gehäuse „15c" (Bild 2) mit Rundumperforation verwendet. Bild 3 zeigt die Maßangaben für die Bohrungen und Öffnungen der Gehäusefrontplatte. Als Anzeigeinstrumente dienen EM-Color-Typen von Gossen, deren untere Gehäuse- und Gehäuse-öffnung optisch besser mit dem runden Drehknopf für die Ausgangsspannung harmonisiert als viereckige Meßinstrumente (Bestellbezeichnungen s. Liste der Spezialteile).

Bei Entnahme einer Ausgangsspannung von 5 V wird im Transistor T1 eine erheb-

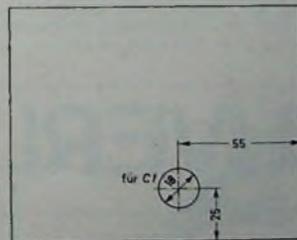


Bild 4. Montageblech für Kühlkörper und Ladekondensator C1



Bild 5. Ansicht des senkrechten Montagebleches mit Kühlkörpern, Kondensator C 1 und Lötösenbrettchen

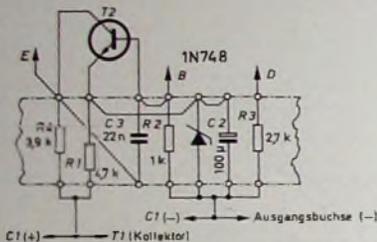


Bild 6. Anordnung der Teile auf dem Lötösenbrettchen

#### Liste der wichtigsten Einzelteile

- 3 Transistoren (2N3055, 2N3054, 2N3053) (RCA, Neve)
- 5 Dioden (4 x 1N1613, 1N748) (RCA, Neve)
- 1 Netztransformator „ET 7“ (Engel)
- 1 Gehäuse „15c“ (Leistner)
- 1 Kühlkörper „WA 101-1“ (Vega)
- 1 Kühlkörper „WA 101-14“ (Vega)
- 4 Montageteile „MS 101“ (Vega)
- 1 Drahtrehwiderstand 5kOhm, Typ. „Multiohm2,5“ (Preh)
- 1 Strommesser „PMM 2“, 0 bis 4 A, roter Strich bei 3 A; Zusatzaufschrift (klein) „max. 3 A Dauerstrom“; Gebrauchslage senkrecht; Gehäuse hellrot, RAL 2002; Eichung in 1-mm-Stahlblech (Gossen)
- 1 Voltmeter „PMM 2“, 0 bis 25 V; Gebrauchslage senkrecht; Gehäuse hellrot, RAL 2002; Eichung in 1-mm-Stahlblech (Gossen)
- 2 Sicherungshalter (Rafi)
- 1 Klipp-Einschalter (Rafi)
- Widerstände (Dralowid)
- 1 Becher-Elektrolytkondensator, 5000 µF, 35 V (Siemens)
- Sonstige Kondensatoren (Wima)
- 1 Drehknopf, 40 mm Ø (Mozar)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Beim Aufbau wird am besten mit dem Netztransformator begonnen, an den man die Leitungen bereits vorher anlötet. Dann befestigt man das vormontierte senkrechte Montageblech. Zum Schluß werden die Leitungen zu den Einzelteilen auf der Gehäusefrontplatte gezogen, die ihrerseits auch – soweit möglich – ebenfalls vorverdrahtet wird. Man muß daher mit hinreichend langen Schaltlötungen arbeiten, die nach dem Befestigen der Frontplatte frei im Gehäuse verlaufen.

Unter Verzicht auf jegliches Chassis konnten so sämtliche Teile in dem verhältnismäßig kleinen Gehäuse untergebracht und eine hinreichende Konvektion für die Kühlkörper erreicht werden. Das Mustergerät wurde 60 Minuten unter Maximalbelastung (5 V, 3 A) bei Zimmertemperatur gefahren, was anstandslos ausgehalten wurde. Selbstverständlich wurde der Transistor T1 unter Verwendung von Wärmeleitfett auf seinem Kühlkörper befestigt.

### Bleiakkumulatoren dringen auch in der Elektronik vor

Verbunden mit einer kleinen Ausstellung gab die Akkumulatorenfabrik Sonnenschein GmbH – sie stellt Bleiakkumulatoren und Zubehör für diese her – am 21. 9. 1968 in Berlin einen Rechenschaftsbericht. Auf Grund von Rationalisierungsmaßnahmen konnte sie selbst im Revisionsjahr 1967 eine Umsatzsteigerung um rund 8% auf 37,35 Mill. DM (1966: 34,6 Mill. DM) erreichen. Der Umsatz je Beschäftigten (1967 im Durchschnitt 809 Beschäftigte) betrug danach im Jahre 1967 etwa 46 000 DM und lag damit wesentlich über den entsprechenden durchschnittlichen Werten der deutschen Elektroindustrie (etwa 37 000 DM). Rund 860 Arbeitnehmer sind jetzt in den beiden Werken in Büdingen (etwa 590) und Berlin (etwa 270) tätig.

Der Produktionswert verteilt sich zu etwa 60% auf das Büdinger und zu etwa 40% auf das Berliner Werk. In Berlin werden Starterbatterien (Kfz- und Motorrad-Batterien), Elektrofahrzeug-Batterien, Telefon- und Signal-Batterien sowie Batterien für Notstromanlagen hergestellt. Das Werk in Büdingen fertigt ebenfalls Starterbatterien und ferner vor allem Kleinbatterien (Spezial-Akkumulatoren und dryfit-Batterien) für den Einsatz in netzunabhängigen tragbaren Geräten. Am Gesamt-Inlandsatz beteiligen Werke sind Starterbatterien mit etwa 70% und Kleinbatterien mit etwa 13% beteiligt. Der Auslandsatz stieg 1967 um 6,3% (gegenüber 1966) auf 8,4 Mill. DM und betrug damit etwa 22% des Gesamtumsatzes. Hier lag der Anteil der Kleinbatterien (35%) höher, während Starterbatterien einen Anteil von 55% hatten. Der Jahresgewinn ergab 1967 bei guten Rücklagen eine Rendite von etwa 18% des Stammkapitals (4 Mill. DM); bezogen auf den Gesamtumsatz liegt der Gewinn bei 2%.

Das Jahr 1968 zeigte in den acht Monaten Januar bis August gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres einen Anstieg des Produktionswertes von insgesamt etwa 12% (für das Berliner Werk etwa 15%). Diese Tendenz dürfte sich bis Jahresende kontinuierlich fortsetzen.

Zur Festigung der Fertigung wird ein langfristiges Investitionsprogramm fortgesetzt.

## Ausbildung

### Elektronik

Die Handwerkskammer Lübeck wird ab November 1968 in Lübeck einen 80stündigen Lehrgang „Die elektrischen Grundlagen der Elektronik“ im Abend- oder Wochenend-Unterricht (nach Wunsch der Teilnehmer) durchführen. Der Lehrgang soll allen Fachleuten, die nicht von der Elektrotechnik kommen oder diese Grundlagen nicht mehr genügend beherrschen, die Möglichkeit bieten, sich das notwendige Grundwissen über die Elektronik in ihrem Beruf anzueignen. Ausführliche Unterlagen können von der Handwerkskammer Lübeck, Abteilung Technik, 24 Lübeck, Breite Straße 10/12, angefordert werden.

### IBM-Schulungszentrum in Mainz

Die IBM errichtet zur Zeit eine weitere Schule auf ihrem Werksgelände an der Hechtheimer Landstraße in Mainz mit 45 Unterrichts- und Übungsräumen, in der sich Kundendienst-Ingenieure aus ganz Europa mit neuen Techniken und Maschinen vertraut machen sollen. In unmittelbarer Nähe der Schule entsteht ein Appartement-Hochhaus, in dem die Schüler während ihres Aufenthalts in Mainz wohnen können.

Die geplanten Investitionen in Berlin (im Jahresdurchschnitt etwa 0,75 Mill. DM) kommen dabei mehr der Rationalisierung zugute; aus räumlichen Gründen kann dort die Produktionskapazität kaum wesentlich erhöht werden.

Für unsere Branche ist vor allem auch der Anteil der Kleinakkumulatoren interessant. Aus den genannten Prozentzahlen ergibt sich, daß 1967 für rund 5,5 Mill. DM Kleinakkumulatoren für die Verwendung in tragbaren Tonbandgeräten, Fernsehgeräten, Filmkameras, Blitzlichtgeräten, elektronischen Meßgeräten usw. umgesetzt wurden. Einen besonderen Anteil daran haben die dryfit-Batterien (dry = trocken, fit = immer einsatzbereit). Bei den dryfit-Batterien wird der Elektrolyt in dem Bereich der Batterie, in dem er für die elektrochemische Reaktion zur Verfügung stehen muß, durch eine Gelstruktur festgehalten. Die Batterien können deshalb in jeder Lage – selbst auf dem Kopf stehend – gelagert, entladen und geladen werden. Die anlässlich der letzten Hannover-Messe vorgestellten, durch Phosphor (P) und Calcium (Ca) verbesserten dryfit-PC-Batterien brachten gegenüber den bisherigen dryfit-Batterien noch eine Kapazitätssteigerung auf über das Doppelte. Sie werden serienmäßig für Spannungen zwischen 2 und 12 V und für Nennkapazitäten zwischen 0,6 und 7,5 Ah geliefert (Entlade-Nennströme zwischen 30 und 375 mA). Die gespeicherte Leistung liegt zwischen 1,8 und 54 Wh. Die kleinste 2-V-Batterie (18,5 mm x 42 mm x 51 mm) wiegt 84 g, die größte 12-V-Batterie wiegt 1950 g (151,2 mm x 65 mm x 95 mm). Leistungsgewicht und Leistungsvolumen sind sehr günstig (zwischen 32,3 und 63 g/Wh beziehungsweise zwischen 15,9 und 29,4 cm<sup>3</sup>/Wh). Die Batterien haben eine sehr geringe Selbstentladung, feste Spannungslage bei hoher Belastungsfähigkeit sowie hohe Zyklenfestigkeit und lange Lebensdauer. Eine wartungsfreie Lagerung ist über viele Monate möglich. Es braucht keine Säure nachgefüllt zu werden. Auch gegen Tiefentladung sind die Batterien unempfindlich. Kleine transistorbestückte automatische Ladegeräte stehen zur Verfügung. jd.

# ZUVERLÄSSIG

in der  
Lieferung  
pünktlich  
und  
schnell

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**zeninger**  
SERVIX

# »magnetophon 28«

**Wo die Praxis am härtesten ist,  
fühlt sich unser jüngster Profi am wohlsten.**

In Rundfunk-, Film- und Werbe-  
studios, in Instituten und Lehran-  
stalten, und hinter der Bühne. Dort  
kann er zeigen, was er hat – Profil!

*3-Motoren-Lautwerk, für Mono- und  
Stereo-Betrieb. Volltransistorisiert.  
Waagrecht- und Senkrecht-Betrieb.  
Langlebensdauerköpfe. Indirekter  
Tonwellenantrieb. Fühlhebelgesteu-  
erter Bandzug an beiden Wickel-  
tellern. Maximale Spulen-  
durchmesser 27cm. Koffer  
als Zubehör lieferbar.*

## **magnetophon 28 A**

*Mischpultausführung, Zweispur. Ein-  
gebauter Vierfach-Mischverstärker  
mit Flachbahneinstellern. Kontrollver-  
stärker und 2 VU-Meter. Vor- und Hin-  
terbandkontrolle. 19/9,5 cm/s Band-  
geschwindigkeit. Spurwahlschalter.*

## **magnetophon 28 B**

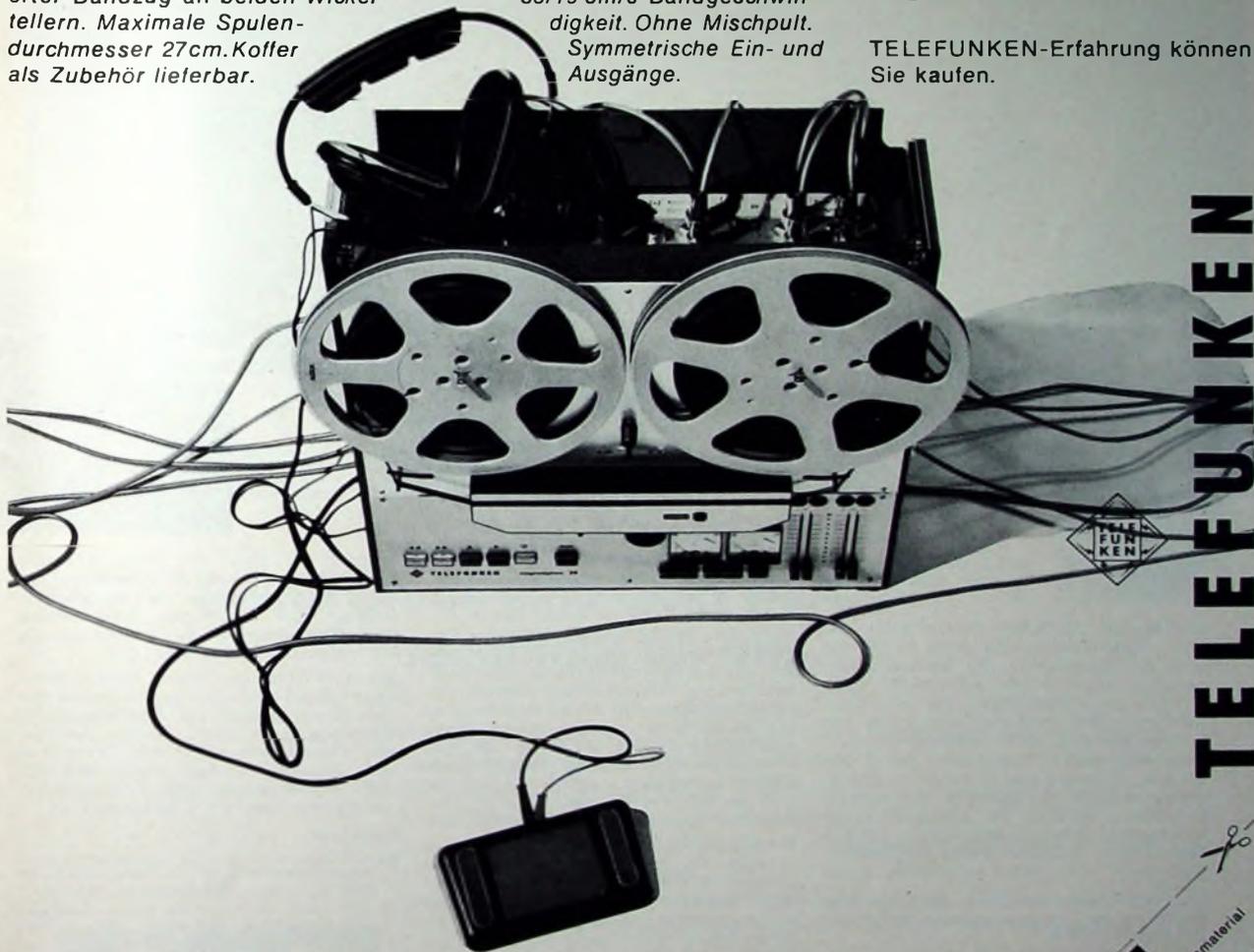
*Rundfunkausführung, Vollspur.  
38/19 cm/s Bandgeschwin-  
digkeit. Ohne Mischpult.  
Symmetrische Ein- und  
Ausgänge.*

## **magnetophon 28 C**

*Rundfunkausführung. Zweispur.  
38/19 cm/s Bandgeschwindigkeit.  
Ohne Mischpult. Symmetrische  
Ein- und Ausgänge.*

**Das magnetophon 28 wurde von der  
internationalen Jury für die Sonder-  
schau »Die gute Industrieform«  
auf der Hannover-Messe 1968  
ausgewählt.**

TELEFUNKEN-Erfahrung können  
Sie kaufen.



**TELEFUNKEN**

**COUPON**

Überlassen Sie uns bitte ausführliches Informationsmaterial  
Absender

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-  
GESSELLSCHAFT  
AEG-TELEFUNKEN  
Abteilung RWB  
3 Hannover  
Carlshöhe 76

## Eine Lautsprecherbox mit vier Lautsprechern hoher Qualität

Zum Erreichen bestmöglicher Qualität bei der Wiedergabe akustischer Darbietungen durch Lautsprecher hat man in den letzten Jahren eine Reihe sehr guter Boxen entwickelt. Obwohl sich schon mit relativ kleinen Boxen von etwa 40 Liter Volumen eine für viele Ansprüche ausreichende Qualität erzielen läßt, gilt nach wie vor die Regel, daß die Wiedergabe mit einer Lautsprecherbox um so voluminöser klingt, je größer ihr Volumen ist. Daher werden in Abhörstudios, wo es auf bestmögliche Wiedergabe ankommt, meistens Boxen mit 100 Litern und mehr verwendet.

Im folgenden wird eine Lautsprecherkombination in einer etwa 100-Liter-Box beschrieben, die mit insgesamt vier Lautsprechern bestückt ist und eine sehr gute Wiedergabe ermöglicht. Bild 1 zeigt das Gesamtschaltbild. Zur Baßwiedergabe dient

Frequenzbereiche einen möglichst regelmäßigen Schalldruckverlauf haben. Zur eigentlichen Hochtonwiedergabe werden zwei verschiedene Lautsprecher benutzt, nämlich einerseits der Typ „T 15“ (KEF Electronics) und andererseits das Modell „DLM-2“ (Goodmans). Das System „T 15“ hat eine sphärische Kuppelmembran und ermöglicht gute Streuung der hohen Töne. Durch die zusätzliche Anwendung des Systems „DLM-2“ (Bild 2), eines Druckkammer-Lautsprechers mit akustischer Linse, wird eine ausgezeichnete Hochtonwiedergabe erhalten. In schallharten Räumen wird das Klangbild etwas zu brillant, so daß es zweckmäßig ist, mit Hilfe eines Potentiometers den Schalldruck dieses Hochtonlautsprechers einstellbar zu machen. Sowohl das System „T 15“ als auch „DLM-2“ geben die Frequenzen oberhalb 5000 Hz wieder. Im Bild 3 ist der integrierte Schalldruck-Frequenzgang der Box dargestellt.

Zur Auftrennung der Frequenzbereiche auf die verschiedenen Lautsprecher kann die im Handel erhältliche Frequenzweiche „XO 950/5000“ (Goodmans) verwendet werden. Man kann sich die Weiche aber auch leicht selbst bauen. Als Kondensatoren verwendet man bipolare Elektrolytkondensatoren oder hochwertige MP-Kondensatoren. Gewöhnliche Elektrolytkondensatoren sind schlecht geeignet. Die Induktivitäten wickelt man in Form von Luftspulen. Angaben über Wickelraten von Luftdrosseln sind beispielsweise in [1] gegeben.

Der Aufbau des Gehäuses ist nicht kritisch. Es ist aber darauf zu achten, daß das Gehäuse so stabil ausgeführt wird, daß es nicht mitschwingt. Man verwende 2,5 cm dicke Spanholzplatten; noch günstiger ist Kiefernholz. In der Mitte werden gegenüberliegende Wände kreuzartig durch Holzstreben verbunden. Der gesamte Gehäusehohlraum ist locker mit Polyesterwatte auszufüllen, damit keine stehenden Wellen zwischen den Gehäusewänden auftreten können. Keinen Sinn hat es, nur die Wände mit schallschluckenden Medien zu beschichten. An den Wänden liegen nämlich Geschwindigkeitsknoten des Schallfeldes. Dort gibt es nichts zu dämpfen. Man muß die schallabsorbierenden Stoffe in die Geschwindigkeitsbäuche legen, damit stehende Wellen unterdrückt werden. Viele Boxen sind deshalb schlecht, weil diese elementare Tatsache nicht beachtet wird.

Die Box hat die Abmessungen 70 cm × 58 cm × 32 cm. Die Rückwand erhält über die gesamte Fläche verteilt 35 kreisförmige Öffnungen von je 1 cm Ø. Der Vorteil dieser Anordnung gegenüber einer gewöhnlichen Baßreflexbox besteht darin, daß der

zweite Anstieg des Schalldrucks, wie er bei normalen Baßreflexgehäusen auftritt, sich hier nicht bemerkbar macht. Das kommt der Qualität der Mitteltonwiedergabe zugute.

Zur Montage der Lautsprecher ist zu sagen, daß sie bündig mit der Schallwand montiert werden sollen. Das ist wichtig, da sonst die Hohlräume vor der Lautsprechermembran wie akustische Resonatoren wirken, wodurch diskrete Töne selektiv abgestrahlt werden, was sich in Unstetigkeiten der Schalldruck-Frequenzkennlinie (also in Verzerrungen) bemerkbar macht. Auch der Baßlautsprecher sollte nach Möglichkeit von vorn auf der Schallwand montiert werden, obwohl das System „W 12/RS“ für rückseitige Montage

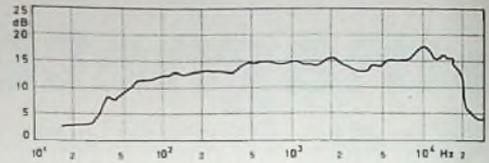


Bild 3. Schalldruck-Frequenzgang der Box nach Messungen im schallharten Raum

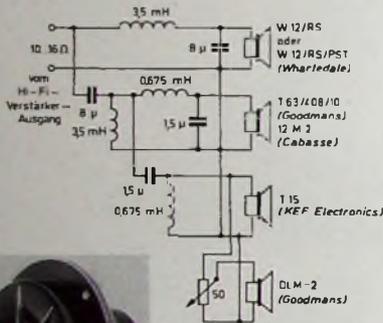


Bild 1. Schaltung der Lautsprecherkombination



Bild 2. Druckkammer-Lautsprecher „DLM-2“ mit akustischer Linse

das Modell „W 12/RS“ (Wharfedale), das eine Eigenfrequenz von etwa 23 Hz hat und die Abstrahlung der Tonfrequenzen zwischen etwa 30 Hz und 950 Hz übernimmt. Zur Wiedergabe des besonders kritischen Mittelbereiches eignen sich nur wenige Systeme. Der Verfasser hat gute Ergebnisse unter Verwendung der Typen „12 M 2“ (Cabasse) und „T 63/408/10“ (Goodmans) erhalten („T 63/408/10“ ist Sonderfertigung; lieferbar bei genügenden Bestellungen). Diese Lautsprecher müssen den Bereich zwischen 950 Hz und 5000 Hz übertragen und sollen innerhalb dieses

Dipl.-Ing. Hans Herbert Klinger ist Dozent an der Ingenieurakademie der Freien Hansestadt Bremen.



Bild 4. Rückseite der Schallwand mit montierten Bauteilen

Bild 5. Blick auf die Frontplatte der Box

ausgelegt ist. Kann der Baßlautsprecher also nicht von vorn auf der Schallwand befestigt werden, muß man die Lautsprecheröffnung vorn anschrägen. Schon durch diese Maßnahmen werden Störresonanzen fast vollkommen unterdrückt.

Zur Aufstellung der Box in einem Wohnzimmer wird man sich zweckmäßigerweise von einem Tischler ein Edelholzgehäuse anfertigen lassen, worin die Box von hinten eingeschoben wird. Man verwende nach Möglichkeit statt eines Bespannstoffes ein Streckmetallgitter, das akustisch viel günstiger als ein Bespannstoff ist.

### Schrifttum

- [1] Klinger, H. H.: Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi RPB-Band 105/105 a, 4. Aufl., München 1968, Franzis
- [2] Briggs, G. A.: More about loudspeakers. Bradford (England) 1963, Druckschrift der Rank Wharfedale Ltd.

# ZUVERLÄSSIG

denn erfahrene Praktiker arbeiten für Sie

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**heninger**  
SERVIX



Franz-Josef May, Graetz-Werk Bochum

## Seine Ohren sind Gold wert. Jedenfalls für uns.

Auch wenn er das Gras nicht wachsen hört - bei der akustischen Prüfung unserer Fernsehgeräte entgeht ihm nichts.

Schon bei der ersten geringsten Klangverfälschung (die andere vielleicht niemals bemerken würden) hört aller Spaß für ihn auf.

Dann ist ihm das ganze Gerät nicht mehr gut genug für die Auszeichnung mit der **Prüfgarantiekarte**.

Und ohne Prüfgarantiekarte verläßt nicht ein einziges Gerät unser Werk. Genauso streng sind über hundert andere Prüfungen bei jedem einzelnen Fernsehgerät. Weil für uns ein Gerät erst dann perfekt ist, wenn alle Einzelteile und Funktionen ihre unbedingte Zuverlässigkeit bewiesen haben.

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

**Graetz**

Begriff des Vertrauens



# Transistoren- und Dioden-Prüfgerät

In der Schaltungstechnik haben sich heute Halbleiter weitgehend durchgesetzt. Für die Werkstatt- und Service-Praxis wird deshalb ein einfaches Prüfgerät benötigt, das die wichtigsten Messungen an Halbleitern erlaubt und trotzdem unkompliziert ist. Das im folgenden beschriebene Gerät ist universell für NPN- und PNP-Transistoren sowie Gleichrichter verwendbar. Gemessen werden bei Transistoren die Stromverstärkung und die Restströme. Das Gerät ist trotz der übersichtlichen Skala klein gehalten und hat sich gut bewährt.

## 1. Prüfen von NPN-Transistoren

Der zu prüfende Transistor wird entweder an E, B und C angeschlossen oder in die Buchse Bu 1 gesteckt (Bild 1). Bei der Prüfung von NPN-Transistoren ist die Taste

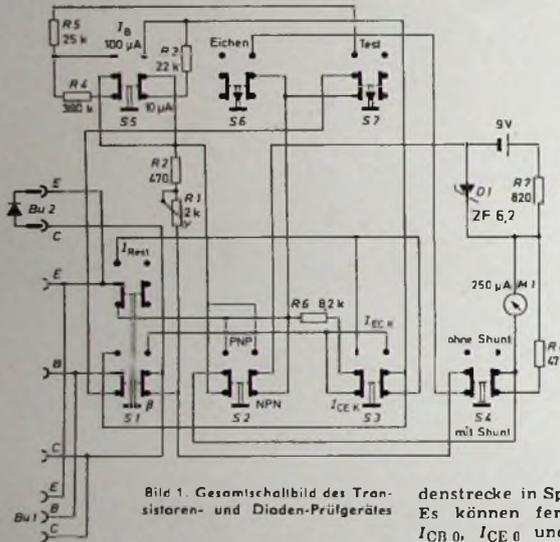


Bild 1. Gesamtschaltbild des Transistoren- und Dioden-Prüfgerätes

S2 grundsätzlich nicht gedrückt, bei PNP- Typen muß sie dagegen gedrückt sein.

## 1.1. Messung des Gleichstromverstärkungsfaktors

Werden Basis und Emittor verbunden, so ist der Transistor gesperrt. Steuert man die Basis jedoch mit einem geringen positiven Strom an, so fließt Kollektorstrom, da sich dann die Sperrwirkung der Emittor-Kollektor-Strecke verringert. Der eingesperrte Basisstrom ist bei nicht gedrückter Taste S5 10 µA, bei gedrückter Taste 100 µA. Da die Restströme im Verhältnis

zum Kollektorstrom sehr gering sind, gilt für den Gleichstromverstärkungsfaktor

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Das Meßinstrument wurde so geschuntet, daß der auf der Skala von M1 angezeigte Wert (wenn S7 gedrückt ist), mit Zwei multipliziert, den Gleichstromverstärkungsfaktor ergibt.

## 1.2. Reststrommessung

Die Restströme sind eine Folge des unvollkommenen Sperrverhaltens der Diodenstrecken. Dieses Sperrverhalten (und somit der Reststrom) ist stark temperaturabhängig. Die Messungen sollten daher bei etwa 20... 25 °C gemacht werden. Bei höheren Temperaturen kann der Reststrom auf den zehnfachen Wert ansteigen. Bei der Reststrommessung sind immer die Tasten S1 und S4 zu drücken.

Mit der Reststromprüfung läßt sich die Sperrwirkung der Diodenstrecken eines Transistors feststellen. Um den Reststrom  $I_{CEK}$  (Basis-Emitter-Strecke kurzgeschlossen) oder  $I_{ECK}$  (Basis-Kollektor-Strecke kurzgeschlossen) zu bestimmen, ist S3 in die entsprechende Stellung zu bringen. Das Meßinstrument und die Batterie sind dann so an Kollektor und Emittor geschaltet, daß die betreffende Diodenstrecke in Sperrrichtung betrieben wird. Es können ferner auch die Restströme  $I_{CB0}$ ,  $I_{CE0}$  und  $I_{EB0}$  bestimmt werden. Dazu braucht man nur den jeweils nicht genannten Anschluß des Transistors nicht anzuschließen. Den Reststrom kann man nach Drücken der Taste S7 auf der Skala des Meßinstrumentes ablesen. Die Restströme  $I_{EB0}$  und  $I_{CB0}$  haben etwa die gleiche Größe (bei Germanium-Transistoren bis etwa 15 µA); das gilt auch für die Restströme  $I_{ECK}$  und  $I_{CEK}$ . Der Reststrom  $I_{CE0}$  ist dagegen ungefähr um den Faktor 10 höher. Bei Vollausschlag des Instrumentes ist die Taste S4 in Ruhelage zu bringen. Da das Meßwerk dabei mit R8 geschuntet wird, muß der auf der Skala abgelesene Wert dann mit Zwanzig multipliziert werden.

## 1.3. Durchgangsprüfung

Um Kurzschluß oder Unterbrechung einer Diodenstrecke feststellen zu können, untersucht man den Transistor oder die Diode auf Durchgang. Der Prüfling wird dazu in die Buchse Bu 2 gesteckt. Mit S2 werden die Anschlußbuchsen umgepolt. Zeigt das Instrument in beiden Stellungen von S2 Vollausschlag oder keinen Ausschlag, dann hat der Prüfling entweder Kurzschluß oder Unterbrechung. Die eingebauten Schutzwiderstände R1 und R2 schützen das Meßwerk vor Überlastung, falls der Prüfling Kurzschluß haben sollte. Bei dieser Messung darf die Taste S4 nicht gedrückt sein.

## 2. Prüfen von PNP-Transistoren

Hierbei ist die Taste S2 immer gedrückt. Die Prüfungen selbst erfolgen wie bei NPN-Transistoren.

## 3. Dioden- und Gleichrichterprüfung

Dioden und Gleichrichter werden an Bu 2 angeschlossen. Durch Betätigen der Taste S2 wird die Stromrichtung umgekehrt und die Sperrwirkung beziehungsweise der Durchlaßzustand des Prüflings überprüft. Bei Dioden mit unbekanntem Anschluß lassen sich die Anschlüsse mit S2 leicht ermitteln. In Stellung „NPN“ liegt der Minuspol der Batterie an der Katode.

## 4. NPN-PNP-Unterscheidung

Für den Transistor kann man ein einfaches Ersatzschaltbild angeben. Er besteht aus zwei gegeneinander geschalteten Dioden, deren gemeinsamer Anschluß immer die Basis des Transistors ist. Die NPN-PNP-Unterscheidung ist leicht möglich, indem man die Polarität der beiden Dioden feststellt. Bei einem NPN-Transistor entspricht die Basis den Anoden, bei einem PNP-Transistor den Kathoden der beiden Dioden. Das bedeutet, daß beim Anlegen einer positiven Spannung an die Basis die Emittor-Basis-Strecke und die Kollektor-Basis-Strecke bei einem NPN-Transistor in Sperrrichtung betrieben werden. Bei einem PNP-Transistor ist es umgekehrt. Auf Grund dieser Tatsache ist die Unterscheidung NPN- oder PNP-Transistor leicht möglich. In der Stellung „NPN“ von S2 liegt an der Emittorbuchse E negative Spannung.

## 5. Identifizierung unbekannter Anschlüsse

Bei Transistoren lassen sich die Anschlüsse leicht feststellen, falls die Anschlußfolge unbekannt sein sollte. Man stellt zuerst den gemeinsamen Pol, die Basis, fest. Dann steckt man die beiden unbekanntem Anschlüsse in die zwei freien Anschlußbuchsen und mißt die Stromverstärkung. Anschließend vertauscht man die beiden Anschlüsse und mißt die Stromverstärkung noch einmal. Der Anschluß mit der größeren Stromverstärkung entspricht dann der richtigen Anschlußfolge.

**ZUVERLÄSSIG...** im vollständigen Sortiment

Ein Zeichen garantiert  
Zuverlässigkeit





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

#### **Unidyne B Neu**

Weniger als DM 150 — ein überraschend günstiger Preis für eine echte Shure Unidyne. Beibehalten wurden die wichtigen Merkmale der «großen» Unidynes: prägnante Wiedergabe, Nierencharakteristik (damit gute Aufnahmen ohne schrille Pfeiftöne gelingen), Präzision, Robustheit und Zuverlässigkeit. Weggelassen wurden zusätzliche Eigenschaften, die der Flexibilität bei professioneller Verwendung dienen. Kurzum, ein Maximum an Gegenwert in dieser Preisklasse. Gleich gut geeignet für Sprach- und Musikübertragung. Ein ideales Mikrofon für Tonbandaufnahmen, Ela-Anlagen, kleine Combos und Gesangsgruppen. Frequenzbereich 80 bis 13000 Hz. Modell 515 SA hochohmig, Modell 515 SB niederohmig (25 bis 200 Ohm). Ein-Aus-Schalter, 4,6 m fest angeschlossenes Qualitätskabel. Mitgeliefert wird Kippgelenk zur Ständerverwendung.

#### **Unidyne IV Neu**

Nimmt die Spitzenstellung innerhalb der Unidyne Serie ein und erfüllt professionelle Ansprüche. Hochleistungsmikrofon, bei dem Übertragungsgüte, technisches Können, Qualität und Zuverlässigkeit meisterlich vereint sind. Mit einem Unidyne Mikrofon hat man die gefürchtete Rückkopplung fest im Griff, dank der echten, achsensymmetrischen Nierencharakteristik, die gleichmäßig bei allen Frequenzen und in allen Ebenen ist. Als ein schützender Panzer umgibt das Stahlgehäuse das federnd gelagerte Mikrophonsystem, dessen Membran die feinsten Schwingungen wahrnimmt (und trotzdem so robust ist wie eine Lederhaut). Elegante Kompaktform (wirkt deswegen unaufdringlich vor Kameras), schlanker Schaft, ausgeklügelte Gewichtsverteilung (liegt gut in der Hand). Mit professioneller, störungsfreier Cannon-Steckverbindung und 4,6 m Kabel höchster Qualität.

Zweifache Impedanzanpassung: 25 bis 200 Ohm und hochohmig. Frequenzbereich 40 bis 15000 Hz. Modell 548 als Stabmikrofon (mit Kippgelenk auch am Ständer verwendbar), Modell 548 S mit fest verbundenem Ständer-Kippgelenk und Ein-Aus-Schalter.

Shure Vertretungen: Deutschland: Braun AG, 6 Frankfurt, Rüsselsheimer Str. 22; Schweiz: Telion AG, Zürich, Albisrieder Str. 292; Österreich: H. Lurf, Wien I, Reichratsstr. 17, Orchester Sektor; E. Damatte & Co., Innsbruck, Bozner Platz 1; Niederlande: Tempofoon, Tilburg

**SHURE**

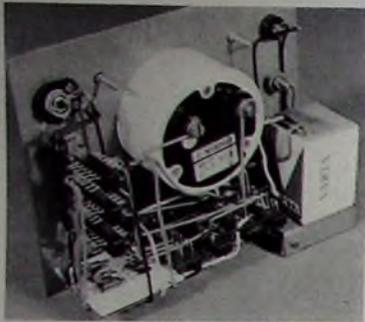


Bild 2. Blick auf die Verdrahtung des Prüfgerätes

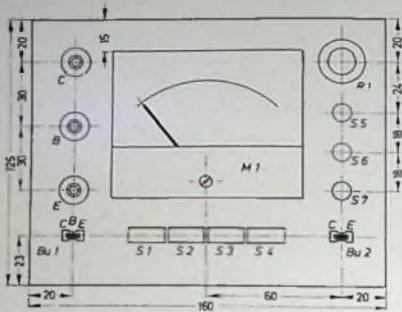


Bild 3. Maßskizze der Frontplatte

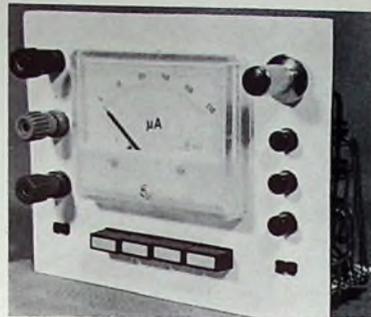


Bild 4. Blick auf die Frontplatte

## 6. Allgemeine Hinweise zu den Prüfungen

Um genaue Meßergebnisse zu erhalten, ist das Gerät vor einer Prüfung zu eichen. Dazu drückt man die Taste S 6 und regelt mit dem Regler R 1 Vollausschlag des Instrumentes ein. Dann steckt man den zu prüfenden Transistor in die Buchse Bu 1 oder man schließt ihn an die Prüfklemmen C, B und E an. Zeigt das Instrument dabei Vollausschlag, so ist S 2 auf „PNP“ umzuschalten. Bleibt der Vollausschlag bestehen, dann hat der Transistor einen Defekt. Zeigt der Instrument jedoch den Wert Null an, so kann die Taste S 7 („Test“) gedrückt werden. Aus dem hierbei angezeigten Wert ergibt sich durch Multiplikation mit 2 die Stromverstärkung. Der Basisstrom ist 10  $\mu$ A; mit S 5 kann man den Basisstrom auch auf 100  $\mu$ A festlegen.

Steht durch die Stromverstärkungsmessung noch nicht einwandfrei fest, ob der Transistor in Ordnung ist, so mißt man die Restströme. Dazu drückt man immer die Tasten S 1 und S 4. Der Reststrom kann dann am Instrument direkt abgelesen werden. Bei der Messung muß immer beachtet werden, daß die betreffende Diodenstrecke in Sperrrichtung betrieben wird.

## 7. Aufbau

Den Aufbau des Gerätes zeigt Bild 2. Für die Frontplatte (160 mm  $\times$  125 mm) wird 1 mm dickes Blech verwendet, auf das man eine dünne Resopalplatte klebt. Alle Be-

dienungselemente sind auf der Frontplatte (Bilder 3 und 4) übersichtlich angeordnet. Links neben dem Meßinstrument M 1 sind die drei Prüfbuchsen C, B und E angebracht, darunter die Buchse Bu 1. Unter M 1 sind die Tasten S 1 (Umschaltung, Stromverstärkung - Reststrommessung), S 2 (NPN-PNP-Umschaltung), S 3 (Basis-Emitter- beziehungsweise Basis-Kollektor-Strecke kurzgeschlossen) und S 4 (Erweiterung des Meßbereichs von M 1) montiert. Rechts oben liegt R 1 zum Eichen des Instrumentes. Die Druckknöpfe S 6 (Eichen) und S 7 (Test) federn beim Loslassen wieder in ihre Ruhelage zurück. Unter S 7 ist die Diodenprüfbuchse Bu 2 angebracht. Die Drucktastensätze S 1 bis S 4 und S 5 bis S 7 wurden mit Metallwinkeln befestigt. Bild 5 zeigt eine Bauform des Transistor- und Dioden-Prüfgerätes in einem Leistner-Metallgehäuse „Nr. 77a“.



Bild 5. Bauform mit Leisner-Metallgehäuse „Nr. 77a“ für Service-Zwecke

## Schrifttum

H o m a n n, Ch.: Transistor- und Dioden-Tester Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 16, S. 597 bis 598

K l i e r m a n n, L.: Transistoren- und Dioden-Prüfgerät „Semitest I“, Grundig Techn. Inf. Bd. 14 (1967) Nr. 3, S. 229-231

## Für Werkstatt und Labor

### Selbsterstellung einer Oszillatorschaltung für ein Tonbandgerät

Ein Tonbandgerät wurde mit dem Mangel „es löst sich nicht mehr“ eingeliefert. Bei Spannungsmessungen stellte sich heraus, daß der Oszillator (Bild 1) zwar Anodenspannung,

Ein Austauschen der Röhre EL 95 brachte keinen Erfolg. Auch der Schwingkreis-kondensator und der Koppelkondensator waren in Ordnung. Die letzte Möglichkeit war jetzt nur noch eine fehlerhafte Oszillatorschaltung.

Die betreffende Firma stellte aber diesen veralteten Tonbandgerätyp seit einigen Jahren nicht mehr her; Ersatzteile konnten nicht mehr geliefert werden.

Es blieb nunmehr keine andere Wahl, als die Spule selbst zu wickeln. Die technischen Daten kann man an einem anderen Tonbandgerät derselben Firma und Bauart ausmessen. Erreicht man die Induktivität nicht ganz, empfiehlt es sich, die Schwingkreis-kapazität und die Rückkopplungswicklung dementsprechend zu variieren. Schwingt der Oszillator immer noch nicht, dann vertauscht man die Anschlüsse der Rückkopplungswicklungen. Sollte die Schwingamplitude geringer sein als die vorgeschriebene Spannung, dann muß entweder die Rückkopplungswicklung vergrößert werden, oder das LC-Verhältnis ist zu stark verändert worden. Die Frequenz soll dem in den Service-Unterlagen angegebenen Wert entsprechen. Auch nach längerem Dauerbetrieb lief das Gerät noch einwandfrei.

## Einzelliste

Instrument „RID 85“, 250 $\mu$ A	(Neuberger)
Drucktasten	
„4 $\times$ EE 17,5 DSA 4 u“	(S 1 ... S 4) (Shadow)
„1 $\times$ D-EE schwarz“ (S 5)	(Shadow)
„2 $\times$ D-o. A. schwarz“	(S 6, S 7) (Shadow)
Widerstände, 0,5 W	(Draluid)
Trimpotentiometer „1-4368“	(Preh)
Drehknopf „490 6“	(Mozar)
Prüfbuchsen „731“ (E, B, C),	(Mozar)
„81075“ (Bu 1, Bu 2)	(Rim)
Z-Diode ZF 6,2	(Intermetall)
Batterie „Nr. 28“, 9 V	(Pertrix)

Bezug der angegebenen Bauteile nur über den einschlägigen Fachhandel

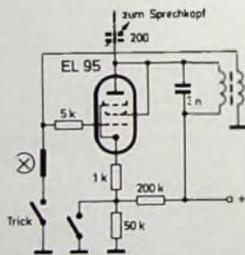
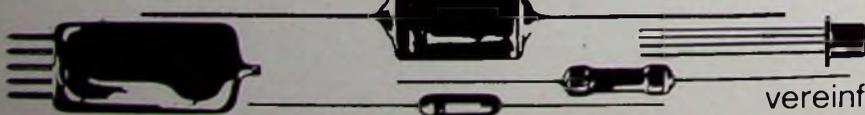


Bild 1. Schaltung des Löschenreglers in einem Tonbandgerät

aber das Steuergitter eine zu geringe negative Vorspannung hatte. Das ließ darauf schließen, daß der Oszillator nicht arbeitete.

# ZUVERLÄSSIG...



durch  
Service-  
Ideen  
zur  
Arbeits-  
vereinfachung

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**Weninger**  
SERVIX





# Über 2300 Halbleiter-Typen

ab Lager lieferbar  
Dioden · Transistoren · Thyristoren · FET-Transistoren

**Mengenrabatte** · Fordern Sie bitte

sobald RIM-Halbleiter-Preisliste an! Abt. F 2.

RADIO-RIM · 8 München 15, Bayerstr. 25 · Tel. 0811/55 72 21



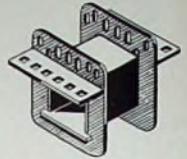
## KARLGUTH

1 BERLIN 36  
Reichenberger Straße 23

### Schachtelbare Spulenkörper

Din 41304

M- u. EJ-Serie



regler R 8 beim Einbau so einstellen, daß der größte Widerstand zwischen Minus und der Basis des Transistors T 2 liegt. Dadurch wird eine Beschädigung des Instruments vermieden. Sollte nach dem Einbau des Gerätes beim Probetrieb festgestellt werden, daß die Anzeige in den unteren Drehzahlbereichen einwandfrei

jeden Drehzahlabfall an -, müßte parallel zum Instrument ein Kondensator (1... 5 µF) geschaltet werden, der den Zeigerausschlag dämpft und somit die kurzzeitigen Impulse ausgleicht di.

### Fernsteueranlage für Raifenteststrecke

Für die Raifenteststrecke „Contidrom“ der Continental-Gummi-Werke hat Siemens eine Fernsteueranlage geliefert, mit der sich alle Funktionen der Testwagen fernsteuern lassen, so daß die Wagen ohne Fahrer fahren können. Für die Steuerung der Fahrzeuge wird ein Verfahren angewandt, das mit einem Leitdraht in der Fahrspurmitte arbeitet, dem ein Wechselstrom von etwa 20 kHz zugeführt wird. Die Frequenz 20 kHz wurde gewählt, um störende Einflüsse durch Starkstromleitungen und das magnetische Gleichfeld der Erde auszuschließen. Mit zwei Meßspulen links und rechts unter der Stoßstange des Fahrzeugs kann die Intensität des sich konzentrisch um den Leitdraht ausbildenden Magnetfeldes gemessen werden. Führt der Wagen symmetrisch über dem Leitdraht, dann sind die in den Meßspulen induzierten Spannungen gleich groß. Bei Einfahrt in Kurven, aber auch bei Seitenwind und anderen Querkräften, bei denen das Fahrzeug von der Fahrspurmitte abweicht, werden in den Spulen unterschiedlich hohe Spannungen induziert. Aus der Spannungsdifferenz wird dann mit Hilfe eines Reglers ein Steuerbefehl für die Lenkbetätigung abgeleitet, der dem Lenkmechanismus die notwendigen Impulse gibt, um das Fahrzeug wieder zur ursprünglichen Fahrspur zurückzusteuern und damit automatisch am Leitdraht entlang zu führen.

Auch alle anderen Funktionen, die normalerweise der Fahrer auszuführen hat (Gasgeben, Bremsen, Einschalten der Fahrzeugbeleuchtung usw.), werden ferngesteuert. Das kann sowohl durch eine vorher geplante Programmierung als auch durch individuelles Einwirken von einem Steuerpult aus erfolgen. Die dabei durchgegebenen Steuersignale werden dem Wechselstrom im Leitdraht überlagert und von den Meßspulen am Kraftfahrzeug ebenfalls aufgenommen.

Die Meßspulen unter den Stoßstangen sind an eine Empfangseinrichtung angeschlossen, die im Kofferraum des Wagens untergebracht ist. Sie verarbeitet die aufgenommenen Spannungen in Steuersignale und liefert entsprechende Steuerbefehle für ein Steuergerät, das mit Hilfe von Stellmotoren die Lenkung regelt sowie das Gas- und Bremspedal betätigt.

Diese elektronische Kfz-Fernsteueranlage dürfte vor allem bei solchen Prüfungen von Vorteil sein, die wegen ihrer Gleichförmigkeit - zum Beispiel ständig an bestimmten Stellen der Fahrbahn bremsen, wieder beschleunigen usw. - über längere Zeit auf den Fahrer ermüdend wirken und daher nicht ungefährlich sind. Solche Tests kann man jetzt ohne Schwierigkeiten über die Fernsteuerung programmieren.

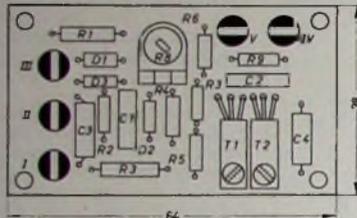


Bild 2. Lageplan der Bauelemente



Bild 3. Gesamtansicht des Drehzahlmessers

ist, jedoch bei maximaler Drehzahl des Motors der Zeiger des Instruments stark zurückfällt, dann kann der Unterbrecher defekt sein. Er kann bei dieser hohen Drehzahl beispielsweise Funken ziehen. Für den Fall, daß ein Meßwerk mit zu geringer Zeigerdämpfung verwendet wird - es zeigt jede Drehzahlspitze und

### Einzelteilliste

Widerstände, 1/2 W  
Kondensatoren „Erafol“, 63 V +  
Elektrolytkondensatoren, 10 µF, 15/18 V  
Einstellpotentiometer „1-9815“, 50 kOhm  
Transistoren AC 117  
Dioden BAY 41  
Diode AA 113  
Diode ZF 4.7  
Nietlötlösen

(Resista)  
(Roederstein)  
(AEG-Telefunken)  
(Preh)  
(AEG-Telefunken)  
(Siemens)  
(AEG-Telefunken)  
(Intermetall)  
(Stacko)

### Preiswerte Halbleiter



AA 116	DM - ,50
AA 117	DM - ,55
AC 122 gn	DM 1,25
AC 161 V	DM 1,80
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,95
AF 118	DM 3,35
BC 107 A; B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 106 A; B; C	DM 1,10 10/DM 1,-
BC 105 B; C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM - ,85
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,-
ZG 2,7... ZG 33	je DM 2,40
2N 706	DM 1,45 10/DM 1,55
2N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2N 2718	DM 3,10 10/DM 2,90
2N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2N 3702	DM 1,60 10/DM 1,60

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

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

### Unsere Neuentwicklungen zur INTERKAMA 1



DIGO 10 Digital-Voltmeter für Gleich- u. Wechselspannungsmessungen mit aut. Polaritätsanzeige.  
Genauigkeit b. Gleichspannung 0,1% ± 1 Digit  
b. Wechselspannung 1% ± 1 Digit  
Eingangswiderstand b. Gleichsp. 10 MΩ  
b. Wechselsp. 1 MΩ  
Sonderausrüstung möglich.



AFZ-100 Analog-Frequenz-Zeiger  
10 Frequenzbereiche 50 Hz... 1 MHz  
kleinste erforderl. Eingangssp. U<sub>min</sub> = 500 Vorr  
größte zulässige Eingangssp. U<sub>max</sub> = 45 Vorr  
Stromversorgung 220 V, 40-60 Hz  
Lineare Anzeige in allen Bereichen.  
Wir zeigen unser Meßgeräte-Programm zur INTERKAMA in Halle C 3, Stand 3319.



## SELL & STEMLER

Fabrikation elektr. Meßgeräte  
1 Berlin 41 · Ermannstr. 5 · Tel. 72 24 03/72 65 94

### RIM + GÖRLER HF/NF-Baugruppen

nach dem letzten Stand der Technik für Werkstätten - Labors - Amateur.

Verlangen Sie Angebot „RIM- und Görlers-Bausteine“!

RIM-Bausteinbibliothek - eine moderne Schaltungssammlung von HF/NF-Baugruppen mit Beschreibungen und Bildern.

Schutzgebühr DM 3,50; Nachn. Inland DM 5,20

**RADIO-RIM**

Abt. F 2

8 München 15 • Postfach 275  
Tel. 05 72 21 • FS 05-28 186 rarim-d

Zur Durchführung der geplanten Produktionserhöhung und der Fabrikationsausweitung, benötigen wir weitere Fach- und Hilfskräfte

Wir stellen sofort oder später ein

## Rundfunk- und Fernsehmechaniker Prüfer und Hilfsprüfer

mit Kenntnissen in der Transistorentechnik für die Serienprüfung von Tonbandgeräten.

## Einkaufsassistent

Materialkenntnisse für die Fertigung elektronischer Geräte ist erwünscht.

Wir bieten

**Leistungsgerechte Bezahlung**  
**Sicheren Arbeitsplatz**  
**Preisgünstige Mittagsverpflegung**  
**Beteiligung an eventuellen Fahrtkosten**  
**Mithilfe bei der Beschaffung von Wohnraum**

Um Ihre schriftliche oder persönliche Bewerbung bittet

## Willi Studer GmbH

Fabrik für elektronische Apparate  
7829 Löffingen/Schwarzwald  
Talstraße 7 · Telefon 621

Die Bundesfachlehranstalt für das Elektrowerk a. V. in 29 Oldenburg/Oldenburg sucht einen

## Fachlehrer

für das Fachgebiet Radio- und Fernsehtechnik mit Elektronik.  
(Vorbereitung auf die Meisterprüfung)

**Voraussetzungen**  
Abgeschlossene Ingenieur- oder Dipl.-Ing.-Ausbildung und anschließende mindestens 3jährige praktische Tätigkeit.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen erbittet die Schulleitung:  
29 Oldenburg/Oldb., Donnerschweer Str. 184

## Bastelbuch gratis!

für Funk-Radio-Elektronik-Bastler und alle, die es werden wollen. Bauanleitungen, praktische Tips, Bezugsquellen. Gegen Portoersatz - .50 DM in Briefmarken

Technik-KG, 28 Bremen 17, Abt. BB6

Gedruckte Schaltungen selber anfertigen. Anleitung DM 1,50. Liste frei. Kaho-Elektroversand, 65 Mainz/2333

## Kaufgesuche

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

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

Hans Kaminsky  
8 München-Sölln  
Spindlerstraße 17

Kaufen laufend gegen Kasse

US-Röhren, Spezialröhren, Radio-Elektronik-Zubehör, auch größere Posten.

TEKA 845 Amberg, Georgenstraße 3



KÖRTING RADIO WERKE GMBH GRASSAU CHIEMGAU

In herrlicher Vorarlpenlandschaft in der Nähe des Chiemsees gelegen, suchen wir

## SACHBEARBEITER

für die Abteilung Arbeitsvorbereitung

Wir legen besonderen Wert auf eine nachweisliche, praktische Erfahrung in der Montage von Rundfunk- und Fernsehgeräten und deren Bauteile. Die Bewerber müssen in der Lage sein, für diese Fertigung die erforderlichen Einrichtungen und Werkzeuge selbständig und verantwortlich vorzuplanen.

## MITARBEITER

für unsere NORMENSTELLE

möglichst mit Erfahrung auf dem HF-Rundfunk- und Halbleitergebiet.

## KONSTRUKTEURE UND DETAIL-KONSTRUKTEURE

möglichst mit Erfahrung auf dem Sektor Elektromechanik bzw. Rundfunk-Fernsehen.

## ERFAHRENE MONTAGEMEISTER UND BANDLEITER

für unsere Rundfunk- und Fernsehfertigung

Voraussetzung für eine Bewerbung sind Qualifikation in Menschenführung, Kenntnisse in REFA und Fertigungsorganisation.

Bewerber, die den gestellten Anforderungen entsprechen, bitten wir, Bewerbungsunterlagen wie Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltswünsche und des frühesten Eintrittstermins einzureichen. Persönliche Vorstellung Montag bis Freitag von 8 bis 16 Uhr.

## ERFAHRENE RUNDFUNK- UND FERNSEHMECHANIKER

für die Prüfung und Fehlersuche in unserer Gerätefertigung.

## SCHLOSSER UND MECHANIKER

für die Ausweitung unserer Fertigung.

Die Arbeitszeit beträgt wöchentlich 40 Stunden, samstags frei. Persönliche Vorstellung Montag bis Freitag von 8 bis 14 Uhr. Bewerbungen können auch schriftlich an unser Personalbüro gerichtet werden.

**KÖRTING RADIO WERKE GMBH · 8211 GRASSAU  
IM CHIEMGAU**

# INTERMETALL-Distributor\*) . . . .

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

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

**Walter Danöhl**

1 Berlin 30, Keißestraße 26  
Tel. (0311) 131586 Telex 01-83208

**Walter Kluxen, Werksvertretungen**

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

**Mütron Müller & Co. KG, Rundfunkgroßhandel**

28 Bremen, Bornstraße 65  
Tel. (0421) 310485 Telex 02-45325

**Ing. Theo Henskes (VDE)**

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

**Reltron GmbH**

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

**Hans Hager Ing. KG**

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

**K & H Bürger OHG**

5 Köln 1, Salierring 43  
Tel. (0221) 233918 Telex 08-882650

**Spoerle-Electronic**

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

**Dima-Elektronik Karl Manger KG**

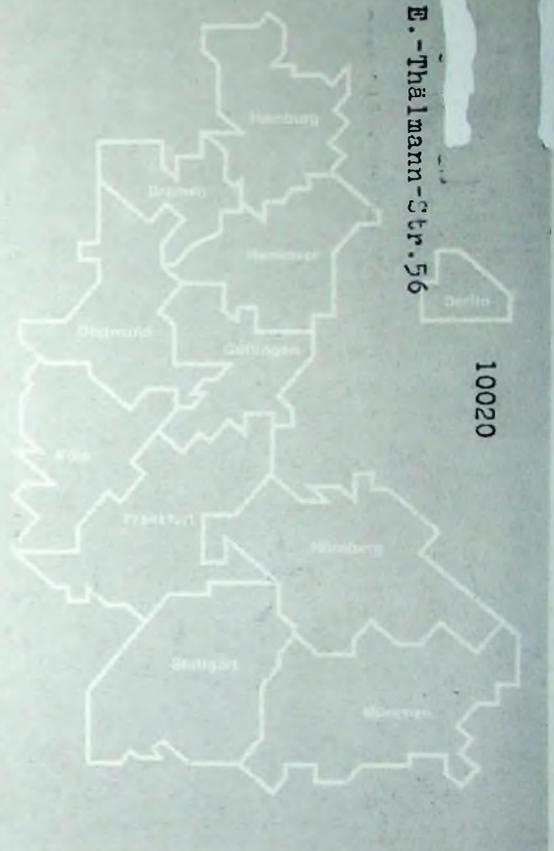
7 Stuttgart-Vaihingen, Robert-Leicht-Straße 43  
Tel. (0711) 784622/23 Telex 07-255642

**Gustav Beck KG**

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

**SASCO GmbH**

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



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

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

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