

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

3 1969

1. FEBRUARHEFT

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*!

Bitte verlangen Sie Unterlagen unter Nr. 514/63011

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente  
Vertrieb Röhren  
73 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112  
Telefon: \*\* (0711) 35141, Telex: 7-23594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



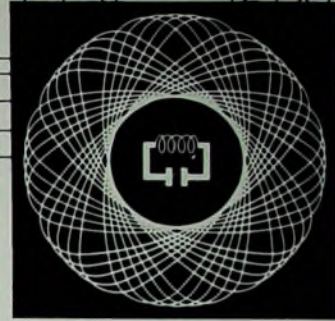
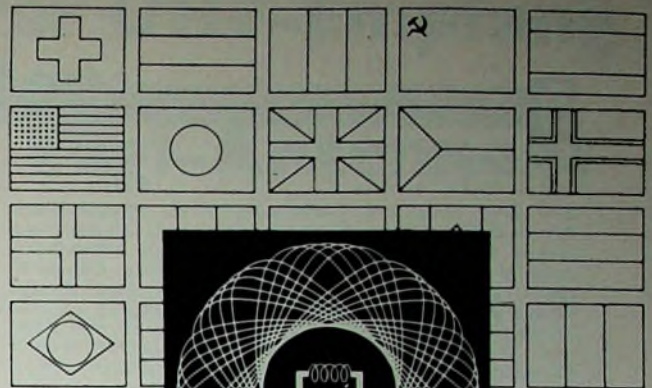


gelesen · gehört · gesehen .....	76
FT meldet .....	78
Weiterentwicklung der Farbfernsehempfänger durch integrierte Schaltungen .....	81
Aus dem Ausland	
Eine neue Fernseh-Kameraröhre .....	82
Lautsprecher	
Die Konstruktion von Lautsprechern .....	83
Persönliches .....	86
Meßtechnik	
Ein Zähler für tiefe Frequenzen .....	87
Polizei-Funkfernreiben über Diversity-Antennen .....	88
Kraftfahrzeug-Elektronik	
Warnblinkerschaltung für Kraftfahrzeuge .....	89
„EFAW 226“, der Kfz-Inspektor in der Tasche .....	90
Elektronischer Scheibenwischerschalter als Bausatz .....	90
Elektronik-Ingenieur	
Verstärker, Aufsprechzenterrer und HF-Generator für Hi-Fi-Magnetongeräte .....	91
Magnetton-Kurznachrichten .....	95
Stereophonie	
UKW-Stereo-Tuner für höchste Ansprüche .....	97
FT-Bastel-Ecke	
Kleines elektronisches Metallsuchgerät .....	102
Digitale Elektronik · Praktische Einführung für den jungen Techniker .....	103
Für Werkstatt und Labor .....	106
Für den jungen Techniker	
Der Oszillograf in der Service-Werkstatt .....	107
Neue Bücher .....	110
Ausbildung .....	110

Unser Titelbild: Diversity-Antennen für Polizei-Funkfernreiben auf dem Landeskriminalamt in München (s. a. S. 88)  
Aufnahme: Rohde & Schwarz

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichbärndamm 141-167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. 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. Dielenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Postcheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



PUBLI-SERVICE PARIS

## 150.000 Elektroniker in Paris

### Sie sind der erste INTERESSENT!

# SALONS INTERNATIONAUX DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES

ET DE L'ELECTROACOUSTIQUE

VOM 28. MÄRZ BIS 2. APRIL 1969  
PORTE DE VERSAILLES - PARIS



## INTERNATIONALES KOLLOQUIUM ÜBER DIE TELEINFORMATIK

Wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Aspekte  
Programm und Einschreibeformalitäten auf Wunsch

VOM 24. BIS 28. MÄRZ 1969 - PARIS

S. D. S. A. RELATIONS EXTERIEURES 16 RUE DE PREUILLES - 75 PARIS 15<sup>e</sup> - FRANCE

FÜR AUSKUNFTE : FRANZÖSISCHE FACHAUSSTELLUNGEN · 5 KÖLN · TEL. : 31.72.73



## Neue Geräte

### AEG-Telefunken

Als erstes Schwarz-Weiß-Fernsehgerät der Standardklasse für die Saison 1969 wurde jetzt das Tischgerät „FE 229 T“ gemeldet. Es enthält das Chassis „208“ mit dem 3-Transistor-Allbereichstuner und die neue 61-cm-Bildröhre A 61-120 W. Sechs Tasten dienen der Programmwahl. Mit einem für alle Tasten gemeinsamen Zentralabstimmknopf können die einzelnen Tasten mit den gewünschten Sendern aus den UHF- oder VHF-Bereichen belegt werden. Das 68 cm × 48 cm × 40 cm große Gehäuse wird in Edelholz, mittelpoliert, hellmatt oder weiß geliefert. Der Lautsprecher rechts neben dem Bildschirm strahlt nach vorn.

Vor kurzem brachte AEG-Telefunken den Kofferempfänger „bajazzo sport“ als Typ „bajazzo sport 208“ in verbesserter und erweiterter Technik und in neuem Gehäuse auf den Markt. Neben den vier Wellenbereichen LW, MW, KW und UKW hat der auch in einer Autohalterung zu betriebsfähige Empfänger zusätzlich die Europawelle. Einige weitere technische Daten: 10 Trans + 5 Halbleiterdioden + 1 Stab; abschaltbare automatische UKW-Scharfabstimmung; 2,5 W Ausgangsleistung; Anschlüsse für TA oder TR, Zusatzlautsprecher oder Kopfhörer, Autoantenne, Netzteil; Kunststoffgehäuse, genarbt, Abmessungen 28 cm × 12,5 cm × 8,5 cm; Gewicht 3 kg (m. Batt.).

### Grundig

Die neuen volltransistorisierten Rundfunkempfänger „RF 117“ und „RF 153“ (Nachfolgetypen von „RF 116“ und „RF 152“) haben ein elegantes Flachgehäuse neuzeitlichen Stils in mitteldunklem oder hellem Edelholz (klare Linienführung, horizontale Schallwandschlitze). „RF 117“ ist ein Dreibeckengerät mit Lang-, Mittel- und Ultrakurzwellen. Der Empfänger „RF 153“ hat zusätzlich Kurzwellen mit dem gespreizten 41-m- und 49-m-Band und ein beleuchtetes Abstimmanzeigegerät sowie verschiebbare farbige Sender-Markierungszeichen an der Skala.

Das neue Stereo-Konzertgerät „RF 270“ (UKML) enthält die bewährte Alltransistor-Ausstattung des bisherigen Modells „RF 265“. Sein Gehäuse weist ähnliche Merkmale wie die Mono-Geräte „RF 117“ und „RF 153“ auf. Es ist in hellem oder mitteldunklem Edelholz und außerdem in weißer Schleiflackausführung erhältlich. Der rechte Stereo-Kanal wird über eine lose Beistellbox abgestrahlt. Als zusätzliche Hilfe bei der Sendereinstellung sind ein Abstimmanzeigegerät sowie verschiebbare farbige Markierungszeichen vorhanden.

Neue Plattenwechsler findet man in den Stereo-Konzerterschranken „Verdi 3“ und „Rossini 3“, bei denen jetzt der Plattenwechsler „Dual 1210“ mit Kristallsystem und Diamantnadel eingebaut ist.

Der Stereo-Konzertschrank „KS 735“ wird nunmehr neben den Ausführungen in hellem Edelholz und weißem Schleiflack auch mit Palisander-Furnier angeboten.

In der Hi-Fi-Studio-Serie kommt die Plattenwechsler-Schattulle „PS 4“ neu hinzu. Sie enthält ebenfalls den „Dual 1210“. Das Rundfunk- und Hi-Fi-Zubehörprogramm weist unter anderem ein neues verchromtes Fußgestell für die Hi-Fi-Lautsprecherbox „730“ auf.

### „Uhren-IC“ TAA 780

Der Halbleitermarkt wird um eine höchst interessante Neuerung bereichert: Als erster Hersteller des In- und Auslandes bringt *Intelmetall* die integrierte Schaltung TAA 780 zum Einsatz in Elektrouhren heraus. Es handelt sich um eine monolithisch integrierte Schaltung mit hoher Zuverlässigkeit und langer Lebensdauer zum spannungsstabilisierten Antrieb von Uhrwerken mit aktivem, mechanischem Schwinger. TAA 780 enthält eine aus vielen aktiven Bauelementen bestehende Regelschaltung und ist in ein Kunststoffgehäuse eingebettet, das sowohl mit abgewinkelten als auch mit nicht-abgewinkelten Anschlüssen lieferbar ist. Mit seinem geringen Gewicht (etwa 0,02 g) und seinen raumsparenden Abmessungen kommt das neue Bauelement der allgemeinen Tendenz zur Miniaturisierung entgegen.

### PNP-Transistor BFW 70 für Ausgangsstufen von VHF-Verstärkern

Der neue BFW 70 von SGS ist speziell für Ausgangsstufen von VHF-Verstärkern geeignet und vervollständigt die

Typenreihe der VHF-Verstärker-Transistoren BFW 63 und BFW 64. Außer in Endstufen von Video-ZF-Verstärkern kann der BFW 70 auch in Oszillator- und Mischstufen von AM-ZF-Verstärkern und Tunern bis 300 MHz verwendet werden.

Die extrem niedrige Rückwirkungskapazität  $C_{10}$  von nur 0,22 pF wurde durch die fingerartige Systemstruktur erreicht, bei gleichzeitiger Diffusion einer Abschirmung unterhalb der Basisanschlüsse. Hervorzuheben sind außerdem die Stromverstärkungs-Linearität und die HF-Ausgangsleistung von 2 mW bei 25 °C. Der Transistor ist im TO-72-Gehäuse montiert.  $U_{(BR)CEO}$  ist größer als 30 V bei  $I_C = 1$  mA. Die Leistungsverstärkung beträgt 32 dB, die Rauschzahl 2,6 dB (beide Werte auf 200 MHz bezogen), und die Transitfrequenz  $f_T$  ist 900 MHz.

### Multi-Signalgeber „395 30022“ für die Fehlersuche

Mit dem batteriegespeisten Multi-Signalgeber von Philips lassen sich Fehler in Verstärkern, Rundfunkgeräten, Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräten schnell und einfach lokalisieren. Das handliche Gerät enthält einen umschaltbaren Sinusoszillator für die Frequenz 4,43 und 5,5 MHz sowie einen Multivibrator zur Erzeugung einer 300-Hz-Recht-Eckspannung, mit der die HF-Signale moduliert werden.

Das NF-Signal und die modulierten HF-Signale lassen sich getrennt entnehmen, ihre Ausgangsspannungen sind kontinuierlich einstellbar. Das Gerät ist in gedruckter Schaltungstechnik aufgebaut und hat ein Kunststoffgehäuse; es wird in einer Kunststofftasche geliefert. Als Stromquelle dient eine 9-V-Batterie IEC 6 F 22. Geräteabmessungen: 20 cm × 3 cm × 3,5 cm (ohne Taststift); Gewicht: 150 g (ohne Batterie).

### Einbaumeßinstrument „ED2“ mit projizierter Skala

Minimale Abmessungen (4,8 cm × 4,8 cm × 12,3 cm) bei einer projizierten Skalenlänge von 25 cm sind die Merkmale des neuen Galvanometers „ED 2“ von Schlumberger. Eine Lampe als Lichtquelle und ein Linsensystem übertragen die auf einer bewegten Skala (bewegt durch ein Drehspulmeßwerk mit Kermagnet) angezeigten Werte auf den Projektionschirm. Die Ablesung ist parallaxefrei. Das Instrument wird als Mikroamperemeter, Milliampere-meter und als Amperemeter gefertigt. Die messbaren Spannungsbereiche umfassen Millivolt und Volt. Bei Wechselspannung enthält das Instrument einen Meßgleichrichter. Wechselströme und -spannungen können bis 20 000 Hz (Sinus) gemessen werden.

Die Meßbereiche entsprechen dem Standard-Endausschlag 1, 1,5, 2, 3, 5 und 7,5 sowie dem dezimalen Vielfachen. Die mit der Genauigkeitsklasse 1,5 für Gleichstrom und 2,5 für Wechselstrom gefertigten Instrumente sind stoß- und vibrationsfest. Sie haben eine justierbare Nullstellung. Auf Wunsch sind farbige Skalen, doppelte Skalen und doppelte Bereiche (Gleichstrom oder Wechselstrom) erhältlich.

### Wissenschaftliches Zentrum der IBM in Heidelberg

Die *IBM Deutschland* hat in Heidelberg ein eigenes wissenschaftliches Zentrum gegründet, in dem bestimmte Aufgaben, an denen die Wissenschaft arbeitet, mit Hilfe von Computern analysiert und neue Möglichkeiten erschlossen werden sollen. Das Unternehmen folgt damit einem Beispiel seiner französischen Schwestergesellschaft, die schon seit einiger Zeit ein solches Zentrum in Grenoble unterhält. Sechs weitere derartige Institute befinden sich in den USA, und zwar in New York, Cambridge, Washington, Palo Alto, Los Angeles und Houston. Sie arbeiten jeweils mit einem ausgesuchten Team von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen. Untersucht werden zum Beispiel Holografie, Ozeanografie, Kartografie, Seismik, Medizin, computer-gestützter Unterricht, direkte numerische Steuerung, Signalverarbeitung, Meteorologie, Management, Hochenergiephysik, Computer Science und anderes. In Heidelberg werden etwa 20...25 Wissenschaftler tätig sein. Zur Ausrüstung des Zentrums wird ein Computer mittlerer Größe des „IBM Systems /360“ gehören.





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



 **ELTRONIK  
ULTRA 8**

---

#### ● Farbechtes Fernsehbild

Keine Farbsäume durch Reflexionen dank praktisch nebenzipfelfreier Richtcharakteristik

---

#### ● Kein Schnee im Bild

Mit Spitzengewinn von 17 dB rauschfreier Empfang auch bei schwierigen Empfangsverhältnissen

---

#### ● Keine Geisterbilder ● Keine Zündfunkenstörungen

Extrem gutes Vor-Rückverhältnis bis 30 dB und besonders kleine

Öffnungswinkel in beiden Ebenen ermöglichen sauberen Empfang auch unter ungünstigen Verhältnissen

---

#### ● Haltbare, wetterfeste Ausführung

Allseitig geschlossener Oberflächen-schutz verhindert Korrosion, alterungsbeständige Kunststoffteile garantieren Stabilität

---

#### ● Werkzeugfreie Montage

Scharnier-Klappsystem für leichte Montage. Eingebauter, schraubenloser Steck-Symmetrierübertrager

zur wahlweisen Verwendung von 240-Ohm-Leitung oder 60-Ohm-Kabel

... und nicht zuletzt:

---

#### Eltronik Ultra-8-Antennen sind umsatzfreundlich

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

**ELTRONIK**  
Fernsehantennen

Robert Bosch Elektronik  
und Photokino GmbH

# FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

Offizielles Organ

der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft für Film und Fernsehen (DKG)  
in Zusammenarbeit mit der Fernseh-Technischen Gesellschaft (FTG)  
des Fachnormenausschusses Kinotechnik für Film und Fernsehen (FAK) im DNA  
des Verbandes Technischer Betriebe für Film und Fernsehen (VTFB)

jetzt mit  
erweitertem Themenkreis!

- Farbmétrische Grundlagen
- Fernseh-Studioteknik  
Kameras und Zubehör, Bild- und Trick-  
Mischpulte, Beleuchtungstechnik im  
Studio und bei Außenaufnahmen
- Gesamte Video-Technik
- Industrielles Fernsehen

Wie bisher in der KINO-TECHNIK,  
werden auch künftig in der

FERNSEH-  
UND  
KINO-TECHNIK

Beiträge aus nachstehenden Gebie-  
ten veröffentlicht:

- Rohfilmherstellung
- Aufnahmeapparate und  
Projektoren
- Ateliertechnik und Film-  
produktion
- Synchronisation
- Kopieranstaltstechnik
- Akustik und Tonfilmanlagen

Monatlich ein Heft

Probeheft und ausführliches Angebot auf Anforderung

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
1 BERLIN 52

FT meldet... FT meldet... FT meldet... FT

## Fernseh- und Rundfunkgeräte von AEG-Telefunken auch aus Celle

Künftig wird die Fabrik Celle von AEG-Telefunken statt wie bisher nur Baugruppen für Rundfunk- und Fernsehgeräte auch komplette Rundfunk- und Fernsehgeräte liefern. Das teilte der Leiter des Fachbereiches Rundfunk- und Fernsehgeräte, Generalbevollmächtigter Rudi Mantz, während des Richtfestes für den Erweiterungsbau dieser Fabrik mit. Mit einer zweiten Ausbaustufe, die Ende April 1969 in Betrieb genommen werden soll, wird die Fertigungskapazität des Werkes verdoppelt. Die Zahl der Mitarbeiter soll von derzeit rund 1000 auf über 1500 erhöht werden.

## Grundig ist auch für 1969 optimistisch

Für 1969 rechnet die Grundig-Gruppe mit einer im Vergleich zum Vorjahr unveränderten Expansionsrate. Man wird also trotz des Ausscheidens der Bürotechnik aus dem Firmenverband voraussichtlich wieder die gleiche Umsatzhöhe (etwa 1,05 Milliarden DM) wie 1968 erreichen.

Der Durchbruch zum multinationalen Unternehmen dokumentierte sich 1968 in der Intensivierung der Aktivität in Österreich (Erwerb der *Minerva-Radio* und Gründung der *Grundig-Austria*) und in der Bekanntgabe des Baues von Zweigwerken in Frankreich und Italien sowie der Erweiterung der Fertigungen in Portugal und Nordirland.

Der Bau zweier neuer Fabriken in Nürnberg-Langwasser ist geplant: einer Fabrik für Kunststoffteile und -gehäuse und eines Werkes für Farbfernsehgeräte. Beide sollen noch Ende dieses Jahres die Produktion aufnehmen. Die Farbfernsehgeräte-Fabrik wird nach Abschluß der letzten Ausbaustufe die größte Anlage ihrer Art in Europa sein.

## Zuwachs im Umsatz und Auftragsbestand bei SEL

Eine Umsatzsteigerung von insgesamt etwa 13,5% wird nach den Angaben von Dieter Möhring, Vorstandsvorsitzender von SEL, für das abgelaufene Jahr 1968 zu erwarten sein. In den ersten drei Quartalen 1968 erhöhte sich der Umsatz um mehr als 11%, und zwar das Inlandsgeschäft um 10,8%, der Export aber um 12,4%, wodurch der Exportanteil am Gesamtumsatz leicht von 23,4 auf 23,7% stieg. Beim Auftragsengang war eine Zunahme von über 16% zu verzeichnen, wobei sich das Schwergewicht auf das Inland verlagerte. Der Auftragsbestand lag am 30. September 1968 mehr als 40% über dem des gleichen Zeitpunktes im Vorjahr. Der Auftragsengang hat sich beispielsweise für Bauelemente nahezu verdoppelt. Weiteres Wachstum wird insbesondere auch bei Farbbildröhren und Tantalkondensatoren erwartet. Nach Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten der Marken *Graetz* und *Schaub-Lorenz* war eine wachsende Nachfrage zu verzeichnen. Die zweite Jahreshälfte brachte einen spürbaren Aufschwung bei den mit *Permacolor*-Farbbildröhren ausgestatteten Farbfernsehgeräten. Die traditionell starke Marktposition bei Transistor-Kofferempfängern wurde ausgebaut.

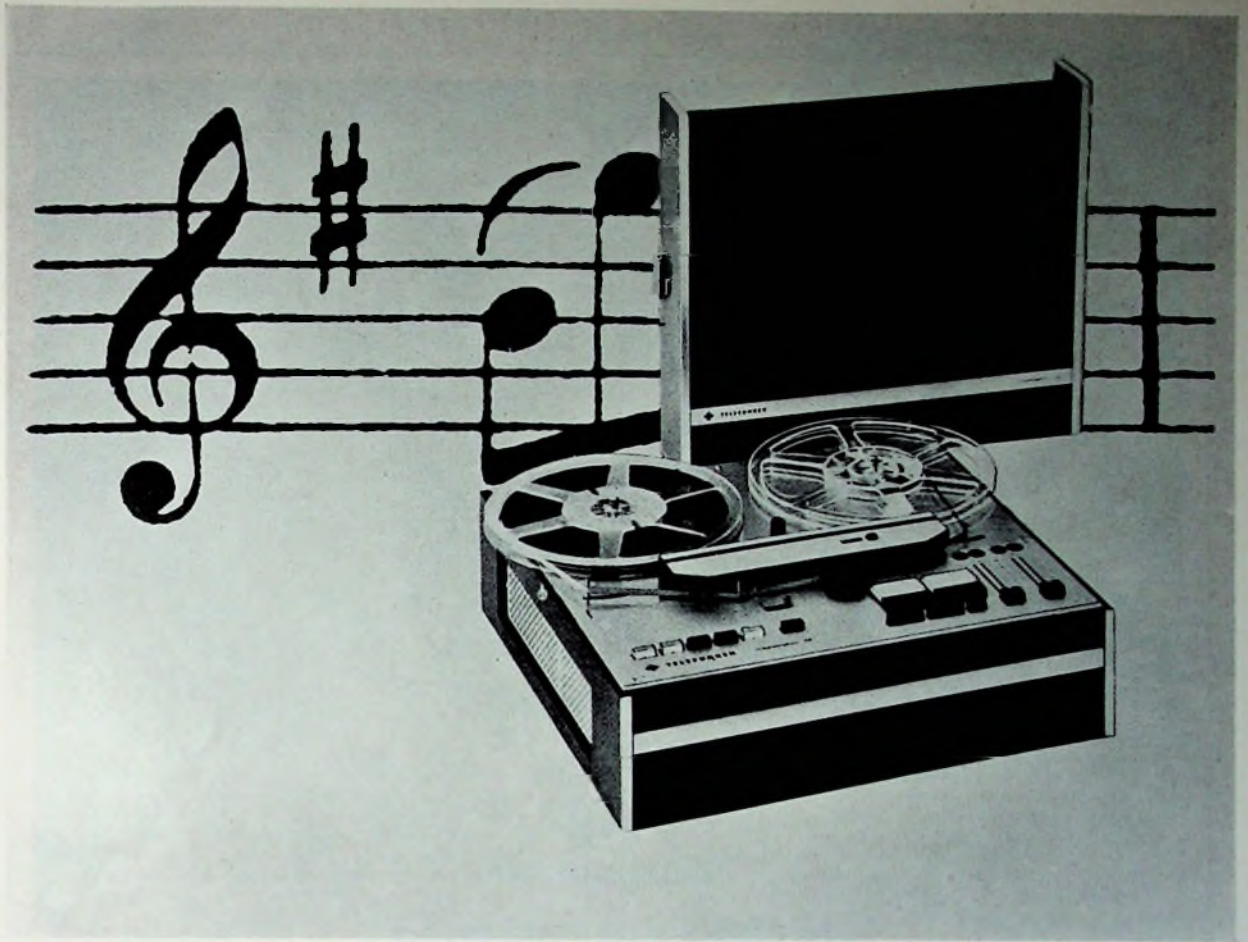
## Siemens-Vorstand

Gelegentlich der Zusammenfassung der *Siemens & Halske AG*, der *Siemens-Schuckertwerke AG* und der *Siemens-Reiniger-Werke AG* zur *Siemens AG* war die Führung des Unternehmens einem dreiköpfigen Präsidium des Vorstandes übertragen worden. Nunmehr ist die als Interimslösung gedachte Präsidialverfassung durch die bei Aktiengesellschaften international übliche Gestaltung der Führung abgelöst worden. Der Aufsichtsrat der *Siemens AG* hat am 28. 10. 1968 Dr. sc. pol. Gerd Tacke zum Vorsitzenden des Vorstandes und Dr.-Ing. E. h. Bernhard Plettner zum stellvertretenden Vorsitzenden des Vorstandes berufen.

## Halbleiterfabriken von Motorola in Europa

In der ersten *Motorola*-Halbleiterfabrik auf europäischem Boden - in Toulouse - läuft seit Mai 1968 die Produktion auf vollen Touren. Vor Mitte 1969 wird man in Toulouse auch mit der Diffusion von Transistor-Chips beginnen, die im Moment noch aus Phoenix bezogen werden. 1969 wird in England ein weiteres Werk errichtet. Für Deutschland ist zur Zeit noch nichts geplant. Wenn jedoch das Interesse der deutschen Anwender an den Halbleiter-Produkten von *Motorola* in dem jetzt zu beobachtenden Maße weiter zunimmt, wird eines Tages nach Angaben des Marketing-Direktors für Europa, Jim H. E. Finke, auch in Deutschland produziert.





## Die besondere Note für das anspruchsvolle Ton-Studio Studio-Tonbandgerät magnetophon 28

GIN 034



Das magnetophon 28 hat alle Eigenschaften, die ein Studio-Tonbandgerät haben muß:

- höchste Ton-Qualität,
- exakten Gleichlauf,
- Präzision,
- Zuverlässigkeit,
- lange Lebensdauer,
- Bedienungs-Komfort . . . kurz . . .

alle Voraussetzungen die Ihre Musikdarbietungen vollenden, und Ihr Ton-Studio den strengen Normen der Rundfunkanstalten angleicht. Rundfunkausführungen mit 38 und 19 cm/s für Mono- oder Zweispurbetrieb als Varianten im Programm.

Technische Daten:

- 19 und 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit,
- 3-Motoren-Laufwerk,
- Volltransistorisiert,
- Mono- und Stereo-Betrieb,
- eingebautes Vierkanalmischpult,
- Vor- und Hinterbandkontrolle,
- waagerechter / senkrechter Betrieb,
- Ferrit-Köpfe,
- indirekter Tonwellenantrieb,
- fühlhebelgesteuerter Bandzug,
- Spulendurchmesser bis 27 cm,
- usw.

**A E G - T E L E F U N K E N**  
Anlagen Informationstechnik  
775 Konstanz · Postfach 154





**Silizium  
PNP  
Transistoren**

**in Großserienfertigung  
bei  
INTERMETALL**

**kurzfristig lieferbar  
in 3 Familien mit Kollektorströmen 100 mA, 500 mA und 1 A.**

**100-mA-Reihe**

BC 250 ... BC 266, 2 N 3962 ... 2 N 3964

(31 Typen)

Sehr hohe Stromverstärkung bei niederen Strömen.

Linearer Stromverstärkungsverlauf

Kollektorsperrspannungen bis 80 V

Extrem niedriges Rauschen:

typ. 1 dB bei  $U_{CE} = 5 V$  und  $I_C = 200 \mu A$

Fein abgestuftes Typenspektrum mit

31 Katalogtypen

Lieferbar in Metallgehäuse TO-18 und

Kunststoffgehäuse TO-92.

**500-mA-Reihe**

BSW 72 ... BSW 75, 2 N 2904 ... 2 N 2907,

BSX 40 und BSX 41 (18 Typen)

Kurze Schaltzeiten: 40 bis 60 ns

Hohe Grenzfrequenz: 250 MHz

Durch 3 Gehäuseformen optimale

Kostenanpassung für jede Anwendung.

Universeller Einsatz als Verstärker- und

Schalttransistoren.

**1-A-Reihe**

2 N 4030 ... 2 N 4033 (4 Typen)

Niedriger Wärmewiderstand durch

TO-5-Gehäuse mit Massivboden. Hohe

Spannungsfestigkeit bis zu  $U_{CEO} = 80 V$ .

Niedrige Sättigungsspannung und

hohe Stromverstärkung bei 1 A

Hohe Grenzfrequenz: 100 MHz.

Über die günstigen Preise und weitere technische Einzelheiten dieser PNP-Typen informieren wir Sie gerne. Bitte verlangen Sie Datenunterlagen von der nächsten SEL-Geschäftsstelle oder direkt von uns.

INTERMETALL  
Halbleiterwerk der Deutsche  
ITT Industries GmbH  
78 Freiburg i. Br., Postfach 840  
Telefon (0761) \*\*51 71  
Telex 07-72 716

**ITT**



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH


 FUNK-  
TECHNIK

R. SUHRMANN

## Weiterentwicklung der Farbfernsehempfeänger durch integrierte Schaltungen

Der weitaus überwiegende Teil der in der Bundesrepublik gefertigten Farbfernsehempfänger ist in den HF- und ZF-Stufen sowie in den Kleinsignalstufen des Decoders vollständig mit Transistoren bestückt. Damit wurden die in diesen Stufen vorkommenden Signalspannungen entsprechend klein. Auch die Endstufen für die Ansteuerung der Farbblöhrre werden jetzt zum größten Teil mit Transistoren ausgerüstet. Diese weitgehende Verwendung von Halbleiter-Bauelementen (nur noch die Ablenkstufen sind mit Röhren bestückt) bildete eine wichtige Voraussetzung für die Einführung eines neuen Bauelementes, nämlich der integrierten Schaltung. Für eine weitgehende Ausnutzung der Möglichkeiten, die durch integrierte Schaltungen gegeben sind, sowie für die Einhaltung der ihrer Anwendung gezogenen Grenzen waren die reduzierten Anforderungen an die Signalspannungen (Bestückung der Video-Endstufen mit Transistoren) eine wesentliche Unterstützung. Die Vorteile und Möglichkeiten, die sich durch die Anwendung integrierter Schaltungen ergeben, lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Schaltungskonzepte können wirtschaftlicher gestaltet werden, und zwar wegen der größeren Bauelementedichte und der Gleichmäßigkeit der integrierten Schaltungen, die mit höherer Zuverlässigkeit und geringerer Störanfälligkeit verbunden ist. Außerdem ermöglicht die Technik der integrierten Schaltungen durch die vielfache Anwendung von Transistoren an Stelle von Widerständen neue, bessere Schaltungskonzepte, die mit Einzelbauelementen wegen des zu hohen Aufwandes gar nicht in Betracht gezogen werden konnten.

Die Auswirkungen der integrierten Schaltungen auf den Preis eines Farbfernsehempfängers sind zunächst nach gering, weil die Farbblöhrre den Gesamtpreis des Gerätes entscheidend bestimmt. Integrierte Schaltungen werden die Fertigung jedoch vereinfachen; sie werden dazu beitragen, die Abgleich- und Prüfvorgänge zu reduzieren, und damit schließlich auch zu einer Kostensenkung führen, die sich mit zunehmender Anzahl der gefertigten Geräte stärker auswirken dürfte. Auch der Service wird von den integrierten Schaltungen profitieren, da sie das Baukastenprinzip fördern und es ermöglichen, Schaltungsteile, die defekt sind, nach einfacher Prüfung auszutauschen und dadurch die Servicezeiten herabzusetzen.

Im Farbfernsehempfänger muß ein nicht unerheblicher Schaltungsaufwand zur Decodierung und Regenerierung der Signale für die Farbblöhrre getrieben werden. Die Formen und Amplituden der zu verarbeitenden Signale passen gut zu den gegebenen technischen Möglichkeiten, so daß die Einführung der integrierten Schaltungen in die Farbfernsehempfänger nur eine logische und sehr zweckmäßige Ausnutzung des vorhandenen Bauelementeangebots ist. Der Beginn des Einsatzes integrierter Schaltungen in Geräte der „Unterhaltungselektronik“ war durch die Einführung des Ton-ZF-Verstärkers gekennzeichnet, eines Bausteines, der in sämtlichen Fernsehgeräten Verwendung findet und damit eine wichtige Bedingung für den Konsumbereich, nämlich die der Großserienfertigung, erfüllte. Sehr schnell folgte als zweite integrierte Schaltung jedoch ein Baustein, bei dem von den besseren technischen Möglichkeiten der integrierten Technik, nämlich hoher Vollkommenheit, Gebrauch gemacht wurde. Es war dies die Stabilisierungsschaltung für Kanalwähler mit Diadenabstimmung. In den nächsten Jahren wird für den Farbfernsehempfänger die Integration des De-

coders im Vordergrund des Interesses stehen. Dort wird mit dem Abschnitt begonnen werden, der bereits in den ersten Geräten allgemein standardisiert ist, dem Synchrondemodulator für das PAL-Farbfernsehesignal. Er enthält außer den beiden Demodulatoren den PAL-Schalter sowie den diesen steuernden Flip-Flap und bietet damit einen sehr hohen „Ersetzungsgrad“. Ein zweites integriertes Bauelement, die RGB-Matrix, ist ein stabilisierter Dreikanal-Verstärker hoher Gleichmäßigkeit, der Klemmschaltungen bei RGB-Ansteuerung überflüssig macht.

Darauf werden weitere Stufen des Farbdecoders integriert, wobei die „Nahtstellen“ durch die im Gerät ohnehin vorhandenen Selektionen (zum Beispiel Verzögerungsleitungen) bedingt sind und als weitere Bedingung die Verwendbarkeit der einzelnen integrierten Schaltungen in einem gegebenen Konzept ohne großen zusätzlichen Aufwand an Bauelementen zu beachten ist. Deshalb sollten auch nur solche Funktionseinheiten integriert werden, bei denen die Signalförmigkeit und -größen nicht zu unterschiedlich sind. Gleichzeitig wird dabei die Störanfälligkeit innerhalb der Schaltung kleiner. Folgende Gruppierungen im Decoderteil des Farbempfängers sind vernünftig und zu verwirklichen: eine Kombination zur Verarbeitung des Luminanzsignals (oder Videosignals bei Schwarz-Weiß-Empfängern), bestehend aus der AVR-Schaltung, den Video-Vorstufen und dem Amplitudensieb, bei gleichzeitiger Einführung einer Schaltung, die eine fernbedienbare Einstellung (Gleichstrom) von Kontrast und Helligkeit ermöglicht. Der Farbverstärker (das heißt der Teil des Farbdecoders, der vor der PAL-Verzögerungsleitung liegt, wobei diese als Selektionsmittel mit Bandpaßcharakter dient) ist ein weiterer Integrationsabschnitt. Dieser Teil enthält einen geregelten Verstärker, die Austastung des Farbsynchronsignals, die dazu gehörende Regelschaltung, den Farb-Abschalter und wiederum Einstellglieder für Kontrast und Sättigung. Die beiden Einsteller sollen die Fernbedienung ermöglichen, aber auch den Chassis-aufbau des Gerätes von der Wahl der Frontplatte und der Regler unabhängig machen. Das wird für das gesamte Gerätekonzept und den Gehäuseentwurf zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten bieten. Den Decoder schließlich kann eine Schaltung vervollständigen, die die Regenerierung des Farbträgers und die Farbsynchronisierung ermöglicht.

Der gesamte Farbdecoder- und Kleinsignalteil läßt sich also durch fünf integrierte Schaltungen aufbauen. Zunächst werden diese Bausteine durch die möglichen Gehäuseformen, die Anzahl der Anschlüsse, die Größe der Kristalle und die zu verarbeitende Verlustleistung begrenzt sein. Mit fortschreitender Technologie jedoch, das heißt durch Gehäuse, die höhere Verlustleistungen ermöglichen, sowie durch Kristalle mit höherer Packungsdichte, wobei neuere Integrationstechniken zu einer wesentlichen Grundlage der Schaltungskonzeption werden dürften, kann der Integrationsgrad sicher noch erhöht werden. Unter der selbstverständlichen Voraussetzung eines ständigen Fortschrittes auf dem Gebiet der Technologie und der Gehäusegestaltung werden dann auch Schaltungen mit höherer Verlustleistung denkbar sein, darunter zum Beispiel die Ablenkoszillatoren und die Konvergenzschaltungen zu verstehen sind, deren Ausführung in integrierter Technik jedoch maßgeblich durch die dann vorliegenden Konzeptionen der Ablenkstufen bestimmt sein dürfte. Schließlich werden auch die HF- und ZF-Stufen als nächste Integrations Schritte anzusehen sein. Dabei ist allerdings eine einfache, aber exakte Realisierung der Durchlaßkurven, an die bei Farbfernsehempfängern sehr hohe Anforderungen gestellt werden müssen, eine unabdingbare Voraussetzung.

Dipl.-Phys. Robert Suhrmann leitet die Abteilung Bildröhren- und Videotechnik im Applikationslaboratorium der Valvo GmbH, Hamburg.



## Eine neue Fernseh-Kameraröhre

Wissenschaftler der Bell Telephone Laboratories in den USA entwickelten vor kurzem eine neue Fernseh-Kameraröhre, bei der die guten Eigenschaften des Vidikon mit der hochentwickelten Silizium-Technologie, wie sie bei integrierten Schaltungen angewendet wird, verbunden sind. Diese Verbindung von Röhren- und Halbleitertechnologie beseitigt viele Nachteile der heutigen Kameraröhren und verspricht größere Stabilität, längere Lebensdauer und höhere Empfindlichkeit.

Das Herz der neuen Röhre ist eine neuartige Speicherplatte, die aus einer Siliziumscheibe in der Größe eines 5-Cent-Stückes besteht und die mehr als  $\frac{1}{4}$  Million Photodioden auf einer Fläche von weniger als  $\frac{1}{2}$  Quadratzoll enthält. Die Speicherplatte wird nach der gleichen Technik wie die integrierten Schaltungen hergestellt.

Wie die meisten Kameraröhren, wandelt auch die neue Röhre ein optisches Bild in ein entsprechendes elektrisches Ladungsbild auf der Speicherplatte um. Dieses Ladungsbild wird periodisch von einem Elektronenstrahl abgetastet und gelöscht. Das Videosignal wird erzeugt, während das Ladungsbild gelöscht wird. Ein Vorteil der Silizium-Speicherplatte in der neuen Röhre ist, daß ihre Eigenschaften durch Belichtung mit starken Lichtquellen oder durch den Elektronenstrahl-Beschuß nicht verschlechtert oder verändert werden. Bei üblichen Kameraröhren können große Helligkeiten oder lange Belichtungen mit unbewegten Szenen das sogenannte „optische Einbrennen“ hervorrufen, das sich als zurückbleibendes Geisterbild äußert und dem dargestellten Bild überlagert ist. Bildfehler infolge optischen Einbrennens sind so schwerwiegend, daß dadurch die Lebensdauer von Standard-Kameraröhren verkürzt wird. Übliche Kameraröhren zeigen auch noch einen ähnlichen Fehler, der als „Raster-Einbrennen“ bezeichnet und durch den Abtast-Elektronenstrahl verursacht wird. Bei der neuen Kameraröhre tritt dagegen keine Art des Einbrennens auf, weil die elektrischen und optischen Eigenschaften des kristallinen Siliziums durch Belichtung mit starken Lichtquellen oder durch den Beschuß mit einem Elektronenstrahl geringer Energie nicht verändert werden.

Die neue Röhre hat die gleiche Größe wie ein übliches Vidikon. Sie besteht aus einem Glaszylinder von etwa 1 Zoll Durchmesser und 7 Zoll Länge. Bei ihrer Herstellung können die bei der Röhrenfertigung üblichen Techniken – einschließlich des Ausheizens bei hohen Temperaturen – angewendet werden. Das Vidikon und die meisten anderen Kameraröhren lassen sich dagegen nicht bei hohen Temperaturen ausheizen, um während des Fabrikationsprozesses aufgetretene Verunreinigungen zu beseitigen, weil sich dabei die Eigenschaften der in ihren Speicher-

platten verwendeten Materialien verschlechtern würden. Daraus ergibt sich, daß die neue Röhre eine mehrfach längere Lebensdauer haben dürfte als konventionelle Kameraröhren.

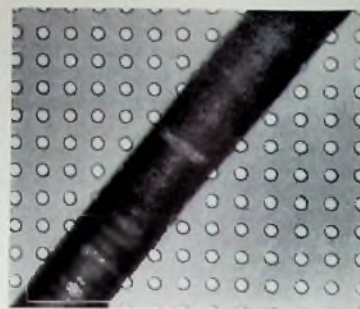
Die Silizium-Speicherplatte ermöglicht es, daß die Kameraröhre bei Raumtemperatur auf Licht im sichtbaren und im nahen Infrarot-Bereich anspricht. Bei vielen Anwendungen liefert die neue Röhre ein größeres Ausgangssignal als Standard-Kameraröhren. Außerdem zeigt sie kein „Fahnenziehen“, eine Erscheinung, die bei üblichen Kameraröhren ein Verschmieren des Bildes bewirkt.

Die zur Zeit vorhandenen Muster der neuen Kameraröhre haben ihre größte Empfindlichkeit im Infrarot-Bereich. Man darf jedoch erwarten, daß dieser hohe Empfindlichkeitswert auch im sichtbaren Bereich des Spektrums durch Modifikationen bei der Herstellung der Speicherplatte erreicht werden kann.

Bei einer Versuchsausführung dieser Kameraröhre enthält die Speicherplatte  $540 \times 540$  elektrisch isolierte und in Sperrichtung vorgespannte Silizium-Photodioden. Um diese Struktur zu erhalten, wird eine Seite eines dünnen Substrats von N-leitendem Silizium – mit einem empfindlichen Bereich von etwa 0,001 Zoll Dicke und etwas weniger als  $\frac{1}{2}$  Quadratzoll Fläche – oxidiert, um eine Siliziumdioxid-Schicht zu bilden. Mit fotolithografischen Verfahren wird dann eine regelmäßige Anordnung von Löchern in der Oxidschicht erzeugt, die dann als Diffusionsmaske dient. Danach wird Bor durch die Löcher diffundiert, so daß sich auf der einen Seite des N-leitenden Substrats P-leitende Inseln bilden. Die sich ergebenden PN-Photodioden haben einen Durchmesser von 0,0003 Zoll. Der Mittelabstand der Inseln ist 0,0008 Zoll. Der wirksame Auftreffbereich des Elektronenstrahls auf jeder P-leitenden Insel wird durch eine Goldauflage vergrößert, die auf jedem P-leitenden Bereich getrennte Inseln von Gold bildet. Die Rückseite der Siliziumscheibe wird mit einem Antireflexbelag überzogen, wie ihn auch hochwertige Kameraobjektive aufweisen.

Bei normalem Betrieb liegt das N-leitende Substrat auf einem positiven Potential bis zu 30 V. Ein Elektronenstrahl tastet die Seite mit den Photodioden ab und gibt Elektronen an die Goldoberfläche ab, die die Dioden bedeckt. Dabei werden die Inseln auf Katodenpotential umgeladen und die Dioden in Sperrichtung vorgespannt. Die Siliziumdioxidschicht zwischen den Inseln isoliert das N-leitende Silizium vom dem Abtaststrahl und dem Goldüberzug.

Das auffallende Licht dringt in die Rückseite des Substrats ein und erzeugt Loch-Elektron-Paare in dem N-leitenden Material. Dann diffundieren die Löcher sehr schnell durch das Substrat



Vergrößerter Teilausschnitt der neuartigen Speicherplatte, auf der auf einer Fläche von weniger als  $\frac{1}{2}$  Quadratzoll (etwa  $3,2 \text{ cm}^2$ ) mehr als eine  $\frac{1}{4}$  Million Photodioden mit einem Durchmesser von je etwa 0,0003 Zoll (0,076 mm) untergebracht sind; zum Größenvergleich wurde bei der Aufnahme ein menschliches Haar quer über die Speicherplatte der Fernseh-Kameraröhre gelegt.

zu den P-leitenden Inseln und rekombinieren dort mit Elektronen, wobei sich die PN-Photodioden auf einen Wert entladen, der der Intensität des auftreffenden Lichts proportional ist. Dieser Prozeß erfolgt während eines Zeitintervalls von  $\frac{1}{300} \text{ s}$  zwischen den aufeinanderfolgenden Abtastungen jedes Halbbildes. Das Videosignal wird erzeugt, wenn der abtastende Elektronenstrahl die Dioden entlang einer Abtastzeile wieder auflädt. Die Aufteilung der Speicherplatte in getrennte Dioden begrenzt die Auflösung der neuen Kameraröhre nicht, sobald der Strahldurchmesser größer ist als der Abstand der Dioden.

Die Eigenzeitkonstante des Speicherplattenmaterials in einer Kameraröhre wie dem Vidikon muß erheblich größer sein als  $\frac{1}{300} \text{ s}$ , damit keine unzulässige Verringerung der Ladung auf jedem Oberflächenelement zwischen den aufeinanderfolgenden Elektronenstrahlabtastungen erfolgt. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird die Lichtempfindlichkeit erheblich verringert, und „Dunkelsignale“ sind dann größer als die vom Licht hervorgerufenen Signale. Die Anwendung einer Anordnung von in Sperrichtung vorgespannten Silizium-Photodioden für die Speicherplatte hat den Vorteil, daß die Zeit, bis die gespeicherten Ladungen infolge des Leckstroms durch die PN-Sperrichtung abgeflossen sind (das ist die Diodenzeitkonstante), sehr viel länger ist als die Eigenzeitkonstante des Siliziums.

Silizium und fast alle anderen homogenen photoleitenden Materialien, die für Infrarot-Licht empfindlich sind, haben Zeitkonstanten von weniger als  $\frac{1}{300} \text{ s}$  bei Raumtemperatur. Die Entladezeit einer in Sperrichtung vorgespannten Silizium-Photodiode kann dagegen bis zu 1 s vergrößert werden. Für die neue Kameraröhre wurde eine Anordnung von in Sperrichtung vorgespannten Silizium-Photodioden als Speicherplatte gewählt, weil diese Dioden auf sichtbares und Infrarot-Licht ansprechen und gleichzeitig eine genügend lange Entladezeit haben, um maximale Empfindlichkeit sicherzustellen und Auflösungsverluste infolge von Leckströmen an der Oberfläche der Speicherplatte zu verhindern. M. Lorant



# Die Konstruktion von Lautsprechern

## 1. Einleitung

Die moderne Heimstudioteknik findet zunehmendes Interesse seit ein reichhaltiges Angebot hochwertiger elektroakustischer Bausteine zur Verfügung steht. Gleichzeitig hat die semiprofessionelle Technik eine rapide Ausweitung erfahren, denn die Darbietungen der Unterhaltungsmusik durchlaufen selbst bei kleinsten Klangkörpern, sogar schon bei moderner Hausmusik, eine elektronische Aufbereitung. Der Lautsprecher tritt nicht allein als Reproduktionsgerät in Erscheinung wie bisher, sondern in steigendem Maße als aktives Musikinstrument. Folglich weitet sich der Personenkreis der Anwender stark aus, und die Probleme der Applikation von Lautsprechersystemen und -gehäusen gewinnen immer mehr Aktualität.

Einige nachstehend gegebene Konstruktionshinweise für hochwertige Lautsprecher sollen deshalb den Interessenten zweckmäßige Eigenkonstruktionen für individuelle Anwendung ermöglichen. Auch für die Beurteilung und Auswahl handelsüblicher Einheiten finden sich viele Hinweise.

Allerdings ist das betrachtete Fachgebiet derart komplex, daß sich verwertbare Aussagen nur dann gewinnen lassen, wenn man die Lautsprecher nicht als selbständige Funktionsgruppen beschreibt, sondern als zentrale Glieder eines Übertragungsweges unter Berücksichtigung der benachbarten Funktionsgruppen. Daher sollen einige Bemerkungen über Verstärkertechnik, Raumakustik und Hörphysiologie gestattet sein, soweit sie für den funktionellen Zusammenhang notwendig sind.

## 2. Elektroakustische Probleme

Die Aufgabe der Elektroakustik lautet, die akustischen Ereignisse aus einem Aufnahmeraum so an einem Wiedergabeort zu reproduzieren, daß der Originalzustand wiederhergestellt wird.

Da Aufnahme- und Wiedergaberaum akustisch fest miteinander gekoppelt sind, ist die Aufgabe grundsätzlich nur dann lösbar, wenn am Wiedergabeort keine ortseigenen akustischen Parameter (wie zum Beispiel Nachhall und frequenzabhängige Dämpfung) fälschend in Erscheinung treten. Das bedingt entweder die Verwendung von Kopfhörern oder von Lautsprechern in frequenzunabhängig gedämpften Wiedergaberräumen, deren kleinste Seitenlänge größer ist als die Wellenlänge der tiefsten Übertragungsfrequenz.

In der Praxis muß man mehr oder weniger hallige Räume in Kauf nehmen, die eine angenähert originalähnliche Wiedergabe nur dann gestatten, wenn die akustischen Parameter des Aufnahmeraumes unterdrückt sind, wie bei Verwendung von Instrumental- und Solistenmikrofonen und bei elektronischen Musikinstrumenten (zum Beispiel Orgel, Schlagzeug und Gitarre). Die

Originalität ist hierbei insofern gegeben, als diese Instrumente ohne primäre Aufnahmeakustik unmittelbar in den Wiedergaberaum hineinprojiziert scheinen. Ein Eindruck, der durch die später erläuterte Einbeziehung der Lautsprechersysteme vertieft wird.

Die Reproduktion großer Klangkörper aus Konzertsälen bereitet hingegen grundsätzlich Schwierigkeiten, wobei nicht nur die endliche Raumakustik, sondern auch die beschränkte Dynamik wesentliche Fehler beisteuern.

## 2.1. Raumakustik

Die Akustik des Wiedergaberaumes bildet einen integrierenden Bestandteil im akustischen Panorama des Klangbildes. Allerdings gilt für den Bereich tiefer Bässe die Einschränkung, daß sich ein freies Schallfeld nur dann ausbreiten kann, solange der Raum nicht als Druckkammer wirkt. Das tritt ein, wenn die Wellenlänge gegenüber den Seitenlängen des Raumes nicht mehr vernachlässigt werden kann. Bezogen auf das Raumvolumen  $V$  gilt

$$\lambda \leq \sqrt[3]{V} \quad (1)$$

Bei einem Wiedergaberaum mit  $V = 64 \text{ m}^3$  und der Kantenlänge  $\sqrt[3]{V} = 4 \text{ m}$  ist die Frequenzgrenze 85 Hz [1]. Darunter tritt kein verwechsender Nachhall auf, und die Bässe erscheinen trocken und mit gesteigerter Präsenz; die Schallquelle ist nicht mehr zweidimensional lokalisierbar, und die Aufstellung zweier entfernter Baßlautsprecher für Laufzeitstereophonie wird erst ab etwa 100 Hz sinnvoll.

Im mittleren und hohen Frequenzbereich fungieren normale Wohnräume als mehr oder hallige Räume mit endlicher Dämpfung. Hier bilden sich stehende Wellen und erzeugen durch seitliche Mehrfachreflexion und rückwärtige Totalreflexion partielle Auslöschungen, die sich im Frequenzgang als Einbrüche darstellen und bei der Wiedergabe ein „Auseinanderfallen“ des Klangbildes verursachen. Der Nachhall bei Totalreflexion ergibt ein verwaschenes Klangbild ohne Transparenz.

Die einfachste Abhilfe schafft eine Stereo-Anlage. Ihre verteilten Lautsprecher besorgen schon bei einkanaliger Übertragung eine deutliche Auflockerung des Klangbildes. Zwei Kanäle verbessern die störende Raumakustik zusätzlich, weil die beiden differenzierten akustischen Informationen eine zweidimensionale Orientierung ermöglichen, die den störenden Nachhall überdeckt. Diese Verbesserung tritt selbst dann ein, wenn die künstlerische Absicht den Stereo-Effekt im Original ausdrücklich vermeiden will und ein homogenisiertes, diffuses Klangbild anstrebt, wie beispielsweise im Festspielhaus Bayreuth [2].

In den normalen Wohnräumen von Mehrfamilienhäusern muß auch eine

Qualitätsminderung der Wiedergabe durch beschränkte Dynamik in Kauf genommen werden. Ausgehend von der mittleren Schalldämmung der Wände 30...40 dB und einem Ruhepegel von etwa 40 dB kann eine Aussteuerung bis 80 dB zugelassen werden. Dann bleiben noch 40 dB für die Dynamik übrig [3]. Hier wäre es nicht sinnvoll, große Heimstudioanlagen einzuplanen.

Eine gewisse Verbesserung kann durch zusätzliche Schalldämmung erreicht werden. Auch in arktitektonischer Hinsicht besonders vorteilhaft erweist sich hier die Aufhängung einer schalldämmenden Zierdecke unter der eigentlichen Zimmerdecke. Sie kann zum Beispiel aus einem Lattenrost bestehen, dessen Oberseite mit Profilkarton belegt ist, wie er zum Transport von Hühneriern benutzt wird. Die Wände sollen nicht getüncht, sondern tapeziert oder (besser) mit Rupfen bespannt sein. Offene Bücherregale und Teppichböden sind akustisch besonders günstig. Wirkt ein Zimmer bei tiefen Bässen als Druckkammer, dann kann in besonderen Fällen eine Beschneidung der unteren Grenzfrequenzen in Betracht kommen (Dämmung gegen Nachbarraum). Das erfolgt einfach durch Wahl kleiner Lautsprecherboxen, deren effektive Schalleistung im Baßbereich ohnehin erheblich abnimmt.

## 2.2. Physiologische Fragen

Bei der Diskussion von Hi-Fi-Problemen wird zuweilen übersehen, daß die frequenzabhängige Ohrempfindlichkeit beachtliche individuelle Streuungen aufweist. Das führt zu unterschiedlichen Beurteilungen der Wiedergabequalität, weil die Reproduktion am Wiedergabeort nur einen Ausschnitt des akustischen Originalzustandes enthält, der überdies durch Verzerrungen entstellt ist.

Viele Hörer sind auch gar nicht in der Lage, eine brauchbare Kritik zu üben, weil ihnen die Vergleichsmöglichkeit einer Originaldarbietung fehlt und auch aus der Erinnerung nicht greifbar ist. Man muß in Kauf nehmen, daß die Beurteilung nach einem individuell befriedigenden Klangbild nicht unbedingt mit hoher Reproduktionstreue einhergeht.

Die Vergleiche mit einem Original sind teilweise nicht mehr möglich, weil auch konventionelle Instrumentierungen und Gesangstimmen elektronisch aufbereitet werden und als Original nicht verwertbar sind (Beat-Elektronik).

Die Konstruktion der Lautsprecher soll diese Entwicklung berücksichtigen, um zu optimalen Lösungen zu gelangen. Breitbandsysteme für originalähnliche Wiedergabe verlangen eine andere Bemessung als Instrumentallautsprecher mit ausgeprägten Spektralbereichen.

Für die Planung von Heimstudioanlagen sei bemerkt, daß viele Hörer den Frequenzumfang ihres Gehörs über-



schätzen und Lautsprecher mit unnötig hoher Grenzfrequenz einplanen. Zwar bietet sich hier eine Möglichkeit, den physiologischen Fehler durch Anhebung der Höhen zu kompensieren, aber bei den üblichen Fächerentzerrern entstehen mit der Frequenz zunehmende Verklirrungen, die einen erweiterten Hörerkreis nicht unbedingt befriedigen. Im Bild 1 sind die physiologischen Hörkurven einiger Versuchspersonen aus der Umgebung des Verfassers gezeigt. Die mittlere Lautstärke war etwa 60 phon bei 1 kHz (Meßhörer „DT 48“, Beyer). Bei 100 Hz traten Unterschiede

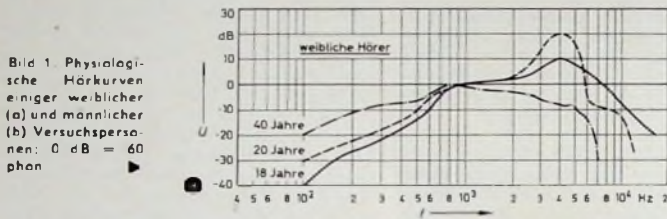


Bild 1. Physiologische Hörkurven einiger weiblicher (a) und männlicher (b) Versuchspersonen: 0 dB = 60 phon

bis zu 30 dB auf, die jedoch in der Praxis nicht zu grundlegenden Unterschieden in der Beurteilung führen. Aber ab 5 kHz war die Ohrempfindlichkeit bereit derart unterschiedlich, daß eine Kompensation nicht mehr praktikabel erscheint. Für diesen Personenkreis ist es ohne nennenswerte Qualitätseinbuße vertretbar, die Übertragung bei 10 ... 12 kHz zu begrenzen, wobei die Vermeidung des Klirrfaktors der Hochtonlautsprecher einen zusätzlichen Gewinn darstellt.

Hier bleibt unberücksichtigt, daß die Ohrempfindlichkeit auf beiden Seiten meist verschieden ist. Das ist einer der Gründe für die Unfähigkeit vieler Hörer, Laufzeitstereophonie wahrzunehmen.

Besonders interessant ist die physiologische Wahrnehmbarkeitsschwelle des Gehörs für nichtlineare Verzerrungen [4]. In der Nähe der Hörschwelle muß die kubische Verklirrung bei 300 Hz 20 % übersteigen, um wahrnehmbar zu werden. Erst ab etwa 500 Hz ermöglicht die Ohrempfindlichkeit die Wahrnehmung geringer Klirrfaktoren. Zur Deutung dieses Effektes wird angenommen, daß bei tiefen Frequenzen im Informationsweg des Gehörns starke nichtlineare Verzerrungen entstehen. Eine gehörte Verzerrung muß nun größer sein, als der physiologische Eigenklirrfaktor, sonst wird sie nicht wahrgenommen.

Dieses nichtlineare Glied befähigt unser Ohr, einen tiefen Grundton aus der Kombination seiner Harmonischen selbst dann wahrzunehmen, wenn er gar nicht abgestrahlt wird, weil etwa die Lautsprecher zu klein sind. Es entstehen die sogenannten „virtuellen Bässe“. Der Effekt ist leicht darstellbar. Bei einer Musikübertragung wird beispielsweise das eingestrichene C der Baßleiter einwandfrei gehört, obgleich die Lautsprecher den Sinuston 64 Hz aus dem Schwebungssummen nicht mehr abstrahlen.

Hier liegt die Erklärung für die überraschende Baßwiedergabe kleiner Kompaktboxen und Partygeräte, deren Lautsprecher nicht ausreichend dimen-

sioniert sind, um im Baßbereich einen hörbaren Schalldruck zu erzeugen. Die elektronische Aufbereitung der modernen Unterhaltungsmusik verwendet deshalb gern jene bekannte, obertonreiche Schnarrmodulation der Bässe, die sie auch in Koffergeräten hörbar macht.

### 2.3. Verstärkertechnik

Wie später erläutert wird, stellen dynamische Lautsprecher tief abgestimmte, schwingungsfähige Gebilde dar. Sie sind durch ihre Eigenfrequenz gekennzeichnet, die im Resonanzfalle eine Am-

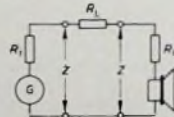
plitudenüberhöhung bewirkt. Durch die elastische Hemmung erfährt die Schwingamplitude bei Resonanz eine Hemmung. Man kann sie durch den Reziprokwert der Dämpfung ausdrücken, der Schwinggüte  $Q_m$ .

Ein Baßlautsprecher mit geringer Dämpfung der Eigenfrequenz, der eine hohe Schwinggüte hat, strahlt seine Resonanzfrequenz bevorzugt ab. Dabei entsteht der berüchtigte „Einheitsbaß“, wie er bei Beat-Boxen oft beobachtet werden kann.

Die Schwinggüte stellt sich an den Lautsprecherklemmen als Impedanzmaximum dar. Der Innenwiderstand des angeschlossenen Verstärkers liegt parallel zur Lautsprecherimpedanz und dämpft deren Maximum. Wählt man den Innenwiderstand hinreichend klein, verschwindet die Resonanzüberhöhung des Lautspechters. Im Extremfall kann sogar die untere Grenzfrequenz herabgesetzt werden.

Im Bild 2 ist das vereinfachte Ersatzschaltbild eines Lautspechters mit der

Bild 2. Elektrisches Ersatzschaltbild des Systems Endverstärker — Leitung — Lautsprecher



Impedanz  $Z$  dargestellt. Der reelle Widerstand seiner Schwingpule hat den Betrag  $R_e$ , der Widerstand der Anschlußleitung den Betrag  $R_L$ . Der Verstärker besitzt den Innenwiderstand  $R_i$ . Wie ersichtlich, liegen  $R_L$  und  $R_e$  in Reihe, und der dämpfende Innenwiderstand  $R_i$  ist stets durch  $R_L + R_e$  begrenzt.

Der Kupferwiderstand der Anschlußleitung darf demnach nicht zu groß werden. Auch die Impedanz der Lautsprecher soll klein sein, denn sie enthält den realen Kupferwiderstand der Schwingpule und ihren imaginären Anteil

$$Z \approx R_s + jX_L \quad (2)$$

Der Innenwiderstand der Verstärker ist in den Propagandaten verzeichnet,

zuweilen in Form des reziproken „Dämpfungsfaktors“. Es ist jedoch nicht sinnvoll, einen Kleinstwert anzustreben. Vielmehr ergibt sich für jeden Lautspechertyp ein Optimalwert des Verstärker-Innenwiderstandes. Abweichungen hiervon beeinflussen die Wiedergabequalität im Baßbereich entscheidend. So erklärt sich die Erfahrungstatsache, daß gleiche Lautspecher an verschiedenen Verstärkern anders klingen, obwohl die Anpassung unverändert ist.

Im Bild 3 ist der Frequenzgang eines Lautspechters als Schallpegelunter-

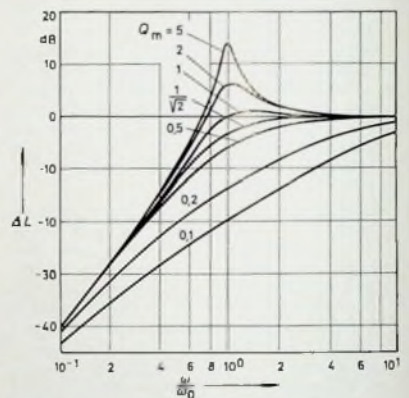
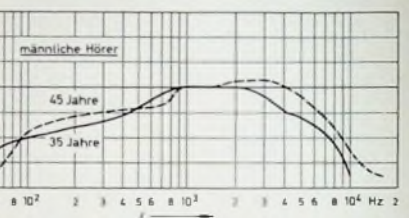


Bild 3. Schallpegelunterschied eines Lautspechters für verschiedene Gütezahlen  $Q_m$  (nach Hoffmann)

schied in Abhängigkeit von der Frequenz mit dem Gütefaktor  $Q_m$  als Parameter dargestellt. Danach bietet sich eine mittlere Güte  $Q_m = 1$  als Optimum an. Tatsächlich ist der kleinere Wert  $Q_m = \sqrt{2}$  günstiger, weil sich nicht nur der Frequenzgang, sondern auch das Einschwingverhalten des Lautspechters verbessert [5].

Es wäre nun wünschenswert, wenn die Leistungsverstärker nicht nur mit umschaltbarer Impedanz, sondern auch mit einstellbarem Innenwiderstand angeboten werden. Bisher ist auch eine Konstruktion bekanntgeworden (Klein + Hummel), deren Innenwiderstand durch veränderbare Mitkopplung zwischen einem Maximalwert und Null wählbar ist.

Die benötigte Ausgangsleistung der Verstärker ist in erster Linie durch den Wirkungsgrad der Lautspecher bestimmt. Folgende Übersichtsrechnung möge einen Anhaltspunkt liefern: Ein Konzertflügel gibt in der Spitze 4 W akustische Leistung ab. Zur Wiedergabe diene ein sehr guter Lautspecher mit 5 % Wirkungsgrad. Engt man die Dynamik noch um die Hälfte ein,



dann beträgt die benötigte Spitzenleistung des Verstärkers immer noch 40 W. Die Leistungsbandbreite der Verstärker sollte dem Übertragungsbereich der Lautsprecher angepaßt sein. Es ist nicht sinnvoll, die Verstärker so überdimensionieren, daß ober- und unterhalb des Übertragungsbereiches nennenswerte Leistungen anstehen.

Unterhalb der unteren Grenzfrequenz können nämlich noch Intermodulationsverzerrungen auftreten, deren Kombinationstöne im Hörbereich liegen und das Klangbild verfälschen. Das kann durch Gleichlaufschwankungen von Bandgeräten und durch Rumpelgeräusche von Plattenspielern verursacht werden. An der oberen Frequenzgrenze besteht die Gefahr, daß in den Lautsprechermembranen Obertöne entstehen, die Kombinationsschwingungen anregen und disharmonische Geräuschkomplexe erzeugen, die den typischen Lautsprecherklang hervorbringen. Auch strahlen manche Hochtonlautsprecher in durchaus unerwünschter Weise oberhalb des Hörbereiches und erzeugen Ultraschallspektren, die zwar nicht hörbar sind, aber unbewusstes Mißbehagen erwecken.

Große Bandbreiten, in Einzelfällen bis 100 kHz, dienen in den Propagandadaten gleichsam als Qualitätsmaßstab. Das beruht wohl auf einer Fehleinschätzung. Die große Bandbreite ist allein für die Phasenreinheit der Gegenkopplung bedeutsam, die allerdings weit über den Nutzbereich hinausgehen muß, weil sich Phasenfehler besonders bei Laufzeitstereophonie auswirken. Der Übertragungsbereich sollte auf das nutzbare Hörspektrum begrenzt sein.

Hingegen ist eine kurze Anstiegszeit des Übertragungsmaßes ein wichtiger Bewertungsmaßstab. Es sei jedoch daran erinnert, daß die Übertragung von Rechteckimpulsen mit steilen Flanken nur als Hilfsmittel in der Meßtechnik dient, um geräteeigene Impulsverzerrungen zu offenbaren, die An- und Abklingfunktionen verfälschen können. Die Übertragung steiler Impulsfronten ist jedoch keine Aufgabe der Elektroakustik, denn rechteckförmige Druckwellen lassen sich in Luft wegen ihres hohen Kompressionsmoduls nicht darstellen.

### 3. Lautsprechersysteme

Elektrodynamische Membranlautsprecher sind tief abgestimmte Schwinger, deren Eigenresonanz am unteren Ende ihres Übertragungsbereiches liegt. Im Interesse einer verzerrungsfreien Wiedergabe wäre daher zu fordern, daß der Übertragungsbereich erst oberhalb der Eigenresonanz beginnt. Bei Basslautsprechern wird diese Forderung im Interesse des Wirkungsgrades vernachlässigt, und die tiefe Eigenresonanz liegt innerhalb des Übertragungsbereiches. Wie im Abschnitt 2.2. erwähnt, stört die erhebliche Verklirrung in Resonanznähe wenig, weil hier die Klirrempfindlichkeit des Ohres gering ist. Die Verklirrung verhilft außerdem zur scheinbaren Abstrahlung „virtueller“ Bässe bei Kleinboxen.

Bei Mittel- und Hochtonlautsprechern kann die Eigenresonanz im klirrempfindlichen Bereich  $> 500$  Hz des Gehörs liegen und ist daher durch Weichen und Bandpässe zu unterdrücken.

### 3.1. Die Schwingungszustände der Membran

Die Membranen der Konuslautsprecher reagieren auf die Bewegungen der Schwingspulen auf folgende Weise: In einem gewissen Frequenzbereich folgt die Membran der antreibenden Kraft ohne elastische Verformung und schwingt kolbenförmig. Dieser Frequenzbereich, der als Nutzbereich  $f_N$  bezeichnet sei, erlaubt allein die Wiedergabe einer originalähnlichen Modulation ohne fälschende Anteile aus klangfremden Membranresonanzen. Der Nutzbereich  $f_N$  umfaßt allerdings nur einen Teil des gesamten Frequenzbereiches von Lautsprechersystemen, nämlich 3 bis 4 Oktaven von insgesamt 8 bis 10 Oktaven. Er ist einerseits durch die tiefe Eigenresonanz  $f_0$  des Systems und andererseits durch die 1. Teilschwingungsresonanz  $f_1$  der Membran begrenzt:

$$f_0 \leq f_N < f_1 \quad (3)$$

$$f_N \approx f_1 - f_0$$

Außer den kolbenförmigen Membranbewegungen treten Biegeschwingungen der Kegelmantelflächen auf. Sie entstehen durch elastische, atmende Verformung der Membran mit der halben Frequenz der antreibenden Bewegung. Durch zu harte Randeinspannung und starke einseitige Dämpfung in Klein-

boxen werden Biegeschwingungen begünstigt. Eine wirksame Abhilfe ist durch vorverzernte Membranformen (Nawiform, Kalottenform) möglich.

Eine andere Schwingungsform der Membran entsteht, wenn die Wellenlänge der Modulationsfrequenz nicht mehr größer ist, als der Kegelradius. Dann bilden sich innerhalb der Membran stehende Wellen mit Transversalschwingung. Sie erzeugen gegenphasig schwingende Flächen, die durch Knotenlinien begrenzt sind. Die zugehörigen Frequenzbereiche sind an den Einbrüchen der Schalldruckkurven kenntlich und mit hoher Verklirrung gekoppelt, die den eigentümlichen „Lautsprecherklang“ erzeugt. Sie begrenzen den Nutzbereich  $f_N$  nach oben und müssen bei hochwertigen Lautsprechern grundsätzlich unterdrückt werden.

Die Schwingspule erzeugt ferner eine elastische Schubwelle mit Longitudinalschwingung in der Membran. Da die Schallgeschwindigkeit der Longitudinalwelle in Papierkonen höher ist (etwa  $894 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) als die der Transversalwelle (etwa  $500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), treten auch höhere Resonanzlagen auf. Die Longitudinalwelle verläuft zwar innerhalb des Membranwerkstoffes und strahlt selbst keinen Schall ab, sie erzeugt jedoch Querkontraktionen mit Dicken-

In Tab. I bedeutet

- $f_0$  = Tiefe Eigenresonanz des Systems
- $f_N$  = Nutzfrequenz
- $f_T$  = Eigenresonanz des Systems für Transversalschwingungen
- $f_L$  = Eigenresonanz des Systems für Longitudinalschwingungen
- $f_1$  = Eigenresonanz für Biegeschwingungen

Index

- n = Ordnungszahl der Schwingung

Ferner gilt für Gl. (4):

$$S = \text{Steifigkeit von Einspannung und Zentrierung}$$

$$= F/\Delta l \text{ in } \text{N} \cdot \text{cm}^{-1} \quad (F = \text{Kraft, } \Delta l = \text{Längenänderung})$$

$$m_M = \text{Masse der schwingenden Membranteile in g}$$

$$m_L = \text{Masse der schwingenden Luft in g}$$

$$= 4 \cdot \pi \cdot (D/2 \sqrt{2})^2 \cdot \rho$$

Gl. (6):

$$x_n = \text{Glied für die Ordnungszahl der Schwingung}$$

$$x_0 \text{ Grundwelle} = 1,$$

$$x_1 \triangleq 1. \text{ Harmonische} = 2,05,$$

$$x_2 = 5,4, x_3 = 8,6, x_4 = 11,7,$$

$$x_5 = 14,9, x_6 = 18, x_7 = 21,2,$$

$$x_8 = 24,3, x_9 = 27,5,$$

$$x_{10} = 30,6, x_{11} = 33,7$$

Die Oberschwingungen liegen disharmonisch zur Grundschwingung

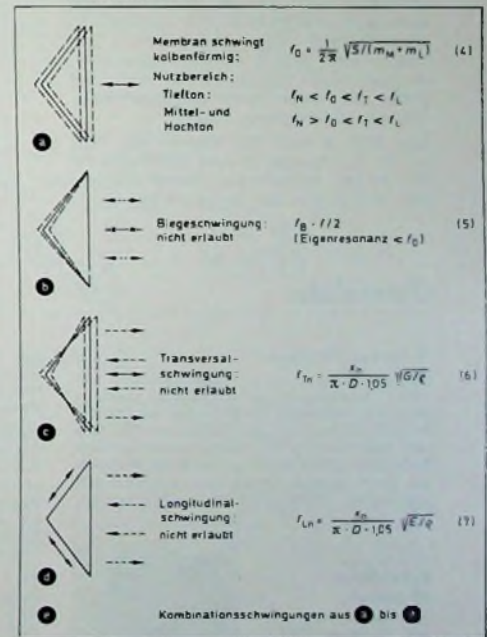
$$D = \text{Durchmesser der Membran in m}$$

$$G = \text{Scher-, Drillungs- oder Torsionsmodul in } \text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$= \rho \cdot c_T^2 = 0,8 \cdot 500^2 = 0,2 \cdot 10^8$$

$$\rho = \text{Dichte}$$

Tab. I Näherungsgleichungen der Schwingungsformen von Konusmembranen



$$c_T = \text{Schallgeschwindigkeit in } \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ der Transversalwelle in Papierkonen} = 500$$

Gl. (7):

$$E = \text{Elastizitätsmodul in } \text{N} \cdot \text{cm}^{-2} = \rho \cdot c_L^2 = 0,64 \cdot 10^8$$

$$c_L = \text{Schallgeschwindigkeit in } \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ der Longitudinalwelle in Papierkonen} = 894$$



schwingungen, die einen gewissen Anteil fälschender Strahlung beisteuern.

Die unangenehmste Wirkung besteht jedoch in der Anfachung multipler Kombinationsschwingungen zwischen Transversal- und Longitudinalwellen. Diese Überlegungen gelten zunächst für rotationssymmetrische Membranen von Rundlautsprechern. Bei Ovallautsprechern treten darüber hinaus weitere Kombinationsschwingungen zwischen den Membranteilen mit langem und kurzem Radius in Erscheinung. Das bestätigt auch die Erfahrungstatsache, daß sich Ovalsysteme in hochwertigen Lautsprechern nicht bewähren.

Die Frequenzen der störenden Eigenresonanzen sind von den elastischen Konstanten und der Dichte der Membranwerkstoffe, und ihre Amplitude ist von der inneren Dämpfung abhängig. Um wirksame Gegenmaßnahmen zu treffen, ist die Kenntnis der Zusammenhänge erforderlich.

Nun sind die physikalischen Zustandsformen schwingender Membranen wohl anschaulich darzustellen, und auch der experimentelle Nachweis mit Fotostress-Lack und polarisiertem Licht bietet keine sonderlichen Schwierigkeiten, aber die quantitative mathematische Beschreibung erfordert einen ziemlichen Aufwand, wird hierzu Zylinderfunktionen abgeleitet werden müssen. Zudem ist die Gültigkeit der Resultate nicht hinreichend gesichert, denn die Kombinationsschwingungen entziehen sich mangels Kenntnis der beteiligten Parameter dem mathematischen Kalkül. Für den praktischen Gebrauch sind jedoch die Näherungsbeziehungen von Tab. I ausreichend. Sie gelten für runde, flache Konusmembranen aus geschöpftem Papier.

Aus Bild 4 sind die Massen  $m_M$  und  $m_L$  in Abhängigkeit vom Durchmesser  $D = 2r$  der Membranen zu entnehmen. Die Werte für die resultierende Stei-

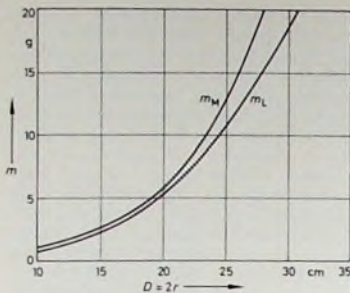


Bild 4 Massen von Membran ( $m_M$ ) und mit-schwingender Luft ( $m_L$ ) in Abhängigkeit vom Konusdurchmesser

figkeit  $S$  von Membraneinspannung und Zentrierung betragen in der Praxis  $S = 5$  bis  $30 \text{ N m}^{-1}$  für Tieftonlautsprecher und  $S = 30$  bis  $1000 \text{ N m}^{-1}$  für Mittel- und Hochtonlautsprecher.

(Fortsetzung folgt)

#### Schrifttum

- [1] v. Braunmühl, H. J., u. Weber, W.: Einführung in die angewandte Akustik. Leipzig 1936. Hirzel, S. 166
- [2] Winkel, F.: Raumakustische Kriterien hervorragender alter und neuer Konzertsäle. Frequenz Bd 12 (1958) Nr. 2, S. 54
- [3] Webers, J.: Grenzen der Dynamik bei elektroakustischen Übertragungen. Funk-Techn. Bd 22 (1967) Nr. 13, S. 483 bis 484
- [4] Feldtkeller, R.: Die Hörbarkeit nichtlinearer Verzerrungen bei der Übertragung musikalischer Zweiklänge. Akust. Beih. Bd 2 (1952) Nr. 3, S. 117-124
- [5] Hoffmann, R.: Das Verhalten dynamischer Tiefton-Lautsprecher und seine Beschreibung durch charakteristische Betriebs- und Kenngrößen. Internat. Elektron. Rdsch. Bd 20 (1966) Nr. 11, S. 637-643

## Persönliches

### H. Lieber 70 Jahre

Direktor Hans Lieber, Geschäftsführer der Teldec „Telefunken-Decca“ Schallplatten GmbH in Hamburg, vollendete am 21. Januar sein 70. Lebensjahr. Hans Lieber, seit 1922 bei der AEG, kam 1937 von Telefunken zur damaligen Telefunken-Platte GmbH. 1950 wurde er zum Geschäftsführer der von Telefunken, Berlin, und Decca, London, gegründeten Teldec „Telefunken-Decca“ berufen.

### E. Schüller 65 Jahre

Am 13. Januar 1969 vollendete Dipl.-Ing. Eduard Schüller, einer der Pioniere der Magneton-technik, sein 65. Lebensjahr. Er leitete die Vorentwicklung des Fachbereichs „Phono- und Magnetbandgeräte“ von AEG-Telefunken in Berlin. Seine Berufslaufbahn begann er als Mechanikerlehrling und studierte später an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg Elektrotechnik. 1931 erwarb er das Diplom mit einer Ar-



beit über die Schallaufzeichnung auf Stahlbändern. Schon ab 1932 widmete er sich dann als Mitarbeiter im Heinrich-Hertz-Institut weiterhin intensiv der Entwicklung der Magneton-technik.

Durch die Erfindung des Ringkopfes gelang es ihm, den bis dahin schwächsten Punkt des Magnetband-Aufnahme- und -Wiedergabeverfahrens zu beseitigen. Sein „Magnetsierungskopf für Längsmagnetsierung von Magnetgrammträgern“ ist als Deutsches Reichspatent Nr. 660.377 vom 24. Dezember 1933 in die Geschichte dieser Technik eingegangen.

Am 1. August 1933 wurde er von der AEG mit der weiteren Grundlagenentwicklung des Unternehmens auf dem Gebiet der Magneton-technik betraut und konnte seinerzeit viele im Zusammenhang mit diesen Entwicklungsarbeiten stehende Patente anmelden. Auf der großen Funkausstellung 1935 in Berlin wurde der Öffentlichkeit dann das erste Tonbandgerät der Welt unter dem Namen „Magnelophon“ vorgeführt.

Nach 1945 setzte Eduard Schüller seine Entwicklungsarbeiten auf dem Aufzeichnungsgebiet erfolgreich fort. Dabei beschäftigte er sich intensiv auch mit dem Problem der magnetischen Aufzeichnung von Bildern. 1953 konnte er sein Patent DBP 927.999 über das Schraufaufzeichnungsverfahren mit rotierendem Magnetkopf anmelden. Diese Erfindung war ein entscheidender Beitrag für den Fortschritt der Aufzeichnungstechnik.

### H. G. Roederstein 60 Jahre

Am 4. Februar 1969 wird Dr. H. G. Roederstein, Chef der Firmengruppe Roederstein, 60 Jahre. Ihre Wurzel hat diese Firmengruppe in der von seinem Vater 1925 in Berlin gegründeten Stamm-



firma Ernst Roederstein, Spezialfabrik für Kondensatoren. Unter der zielbewußten Leitung von Dr. H. G. Roederstein entstanden nach 1945 noch die Tochterfirmen Resisio (Widerstände), ERO-Starkstromkondensatoren (Starkstromkondensatoren), Roederstein und Türk (Aluminium-Elektrolytkondensatoren), ERO-Tantal (Tantal-Kondensatoren), Ditratherm (hauptsächlich Vertrieb von Halbleiterbauelementen französischer und italienischer Hersteller) sowie Kastafil (Keramik-Kondensatoren) mit Werken außer in Landshut auch beispielsweise in Fürstenstein/Bayr. Wald, Grubweg bei Passau und Kirchzarten bei Freiburg. Während 1950 etwa 450 Werksangehörige auf einer bebauten Fläche von 2500 m<sup>2</sup> für Roederstein arbeiteten, waren es 1968 in der Firmengruppe bereits 4400 Angehörige auf einer bebauten Fläche von rund 70000 m<sup>2</sup> (1969 sind Erweiterungen um etwa 5000 m<sup>2</sup> geplant).

Die Exportanteile der inländischen Hersteller der Gruppe liegen im Mittel bei etwa 25%.

Im Ausland ist die Firmengruppe beteiligt an den Firmen Eurista (Frankreich), ERO-Electronica (Spanien) und Emco-Esta (Indien).

### O. Mössner 60 Jahre

Direktor Otto Mössner, Vorstandsmitglied und Leiter des Horizontalen Bereichs „Personal- und Sozialwesen“ der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt (M.), vollendete am 8. Januar 1969 sein 60. Lebensjahr. Seit mehr als 40 Jahren gehört er dem Unternehmen an.

### H. Bosse 25 Jahre bei SEL

Im Dezember 1968 beging Dr.-Ing. Heinrich Bosse sein 25jähriges Dienstjubiläum bei SEL (Standard Elektrik Lorenz AG). Als Entwicklungsleiter des Erzeugnisgebietes Navigation steht Dr. Bosse einem sowohl technisch als auch in seiner internationalen Verflechtung besonders vielseitigen Gebiet vor. Der Schwerpunkt seiner Arbeit liegt auf der Entwicklung zuverlässiger Navigationshilfen für den Flugverkehr.

Dr. Bosse arbeitete während seiner 25jährigen Tätigkeit bei SEL zunächst als Entwicklungsingenieur auf dem Gebiet Radar-, Antennen- und Sendertechnik. In seine jetzige Position als Entwicklungsleiter des gesamten Erzeugnisgebietes Navigation wurde er vor fünf Jahren berufen.

### Th. Heitkamp Vertriebsdirektor bei Stalle

Theodor Heitkamp hat ab 1.1.1969 die Verkaufsabteilung inland der Firma Karl Stalle, Kabel- und Antennenfabrik, Lünen, als Vertriebsdirektor übernommen. Nach langjähriger leitender Tätigkeit im Hause Siemens war er von 1963 bis 1968 Vertriebsdirektor der Fuba-Antennenwerke, Hans Kolbe & Co., Bad Salzdetfurth.

### P. F. S. Otten †

Im Alter von 73 Jahren verstarb am 4. Januar 1969 Dipl.-Ing. P. F. S. Otten, der von 1939 bis 1961 als Präsident an der Spitze des Philips-Konzerns stand und seitdem bis April 1968 Vorsitzender des Aufsichtsrates dieses größten europäischen Elektrizitätskonzerns war. P. F. S. Otten, gebürtiger Berliner, war Schwiegersohn des Firmengründers Dr. Anton Philips.

### Leitung des Rundfunkmuseums

Zum neuen Direktor des Deutschen Rundfunkmuseums in Berlin wurde der frühere Chefredakteur und Programmleiter des RIAS, Heinz-Adolf Freiherr von Heintze, gewählt.



# Ein Zähler für tiefe Frequenzen

In Zusammenhang mit der im Heft 2/1969 der FUNK-TECHNIK<sup>1)</sup> beschriebenen Quarzuhr wurde auf einen Zähler als praktisches Hilfsmittel für die Frequenzmessung verwiesen. Im folgenden sollen Anregungen für den Bau eines solchen Zählers gegeben werden. Beim Entwurf der Schaltung muß man sich zunächst über die erforderlichen technischen Daten im klaren sein, die natürlich von der beabsichtigten Verwendung abhängen. Vor allem müssen höchste Zählfrequenz, Eingangswiderstand und Eingangsempfindlichkeit festgelegt werden. Der hier beschriebene Zähler wurde für die Entwicklung einer batteriebetriebenen Quarzuhr aufgebaut. Als höchste Zählfrequenz war hierbei 100 Hz bei weitem ausreichend. Der Eingang muß hochohmig gegenüber 120 kOhm (dem Widerstand des Meß-

stand von etwa 1 MOhm festgelegt. Der Ausgang der Eingangsschaltung muß eine Spannung liefern, die in der Lage ist, den nachfolgenden Flip-Flop anzu-steuern. Daher werden verhältnismäßig steile Flanken der (positiven) Ausgangsspannung verlangt, da nur diese Flanken den Flip-Flop steuern. Eine konstante Flankensteilheit, unabhängig von der Form und Größe der Eingangsspannung, erhält man durch einen Schmitt-Trigger, der durch die Transistoren T3 und T4 gebildet wird. Der verhältnismäßig niederohmige Eingang dieses Triggers ist in Darlington-Schaltung (T2) an den Eingangsverstärker angekoppelt.

Für die geforderte Eingangsempfindlichkeit erwies sich ein einstufiger Eingangsverstärker (T1) als ausreichend. Die Diode D4 sorgt für die Umladung

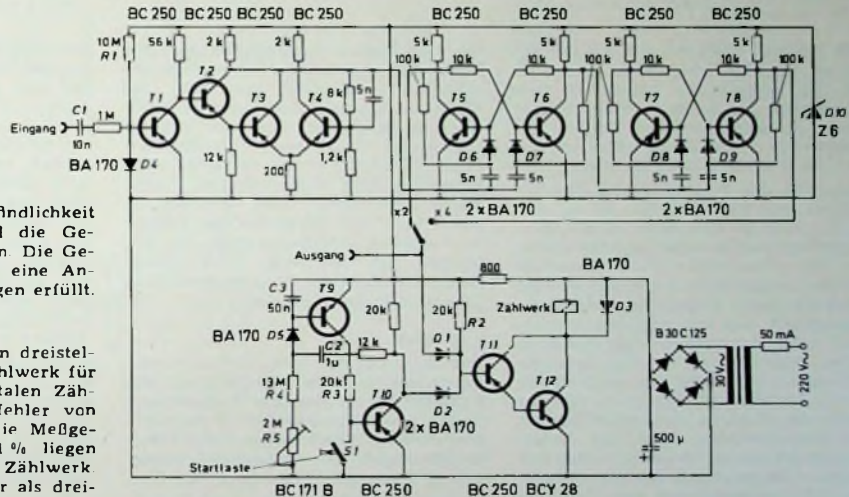
## 1.2. Frequenzteiler

Ein Flip-Flop wird also wenigstens benötigt, um die für den Betrieb des Zählwerkes erforderliche Spannungsform zu erhalten. Gleichzeitig halbiert nun dieser Flip-Flop die Eingangsfrequenz, so daß sich bei dem gegebenen Zählwerk die höchste zu verarbeitende Eingangsfrequenz auf 50 Hz erhöht. Schaltet man diesem Flip-Flop (T5, T6) einen weiteren, wahlweise zuschaltbaren Flip-Flop nach (T7, T8), so läßt sich auch noch eine Frequenz von 100 Hz auszählen. Die Eingangsfrequenz wird also wahlweise durch 2 oder durch 4 geteilt und dann dem Endverstärker zugeführt.

## 1.3. UND-Schaltung

Zwischen den Flip-Flop und dem Endverstärker ist nun noch die durch D1

Bild 1. Gesamtschaltung des Zählgerätes



objektes) sein. Die Empfindlichkeit sollte bei etwa  $0,4 V_{SS}$  und die Genauigkeit bei rund 1% liegen. Die Gesamtschaltung (Bild 1) zeigt die Anordnung, die diese Forderungen erfüllt.

## 1. Schaltung

Kernstück des Zählers ist ein dreistelliges elektromechanisches Zählwerk für maximal 25 Hz. Da bei digitalen Zählern grundsätzlich ein Meßfehler von  $\pm 1$  Stelle auftreten kann, die Meßgenauigkeit aber nur bei  $\pm 1\%$  liegen soll, genügt ein dreistelliges Zählwerk. Im übrigen würde eine mehr als dreistellige Anzeige bei einer höchsten Zählfrequenz von 25 Hz für Frequenzmessungen eine viel zu lange Zählzeit benötigen ( $\geq 40$  s). Man ist also auch von dieser Seite her auf eine Genauigkeit von etwa 1% festgelegt. Höhere Genauigkeiten würden ebenfalls längere Zählzeiten erfordern. Beschränkt man sich aber auf diese Meßgenauigkeit, dann wird die Schaltung sehr einfach.

Die Gesamtschaltung besteht aus der Eingangsstufe mit den Transistoren T1 bis T4, dem Frequenzteiler T5...T8, dem Zeitgeber mit T9 und T10, einer UND-Schaltung (D1, D2) und schließlich einem Endverstärker mit T11 und T12.

### 1.1. Eingangsstufe

Die Auslegung dieser Stufe ist vom Eingang her durch die geforderte Empfindlichkeit und den Eingangswider-

des 10-nF-Koppelkondensators C1 (um den Audioneffekt über die Basis-Emitter-Diode von T1 zu verhindern) und bewirkt gleichzeitig zusammen mit R1 die Basisspannung von T1.

Diese Baugruppe erzeugt also aus einer beliebig geformten Eingangsspannung ausreichender Größe eine impulsförmige Ausgangsspannung mit konstanter Flankensteilheit und Höhe (etwa 6 V). Diese Spannung eignet sich aber noch nicht zum Betrieb des Zählwerkes. Dieses arbeitet am besten bei einem Tastverhältnis von 50%, das heißt, die Impulslänge sollte möglichst ebenso groß sein wie die Impulspause. Diese Verhältnisse sind aber am Ausgang des Triggers keineswegs gegeben, denn hier hängt ja die Impulslänge von der Form und der Amplitude des Eingangssignals ab. Die gewünschte Impulsform mit einem Tastverhältnis von 50% erhält man dagegen automatisch am Ausgang eines Flip-Flop (eines bistabilen Multivibrators).

und D2 gebildete UND-Schaltung angeordnet. Liegt nur eine der beiden (oder liegen beide) Dioden-Anoden an Masse (+), so wird die Basis von T11 niederohmig an Masse gelegt; T11 ist also gesperrt. Eine negative Spannung an der anderen Diode bleibt wirkungslos. Nur wenn beide Dioden in Sperrrichtung betrieben werden (negatives Potential an der Anode), erhält die Basis von T11 über den 20-kOhm-Widerstand R2 negatives Potential, und T11 wird dann leitend.

Die zu zählenden Impulse können also nur dann zum Endverstärker gelangen und das Zählwerk betätigen, wenn D2 gesperrt ist, das heißt, wenn der Kollektor von T10 negativ, T10 also gesperrt ist.

### 1.4. Zeitgeber

T9 und T10 sind als monostabiler Multivibrator geschaltet. Im stabilen Zustand sind beide Transistoren leitend, und damit ist die UND-Schaltung ge-

<sup>1)</sup> Wilhelm, K.: Quarzuhr mit Synchro-motor. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 2, S. 63-64



sperrt. Beim Drücken der Starttaste S1 wird die Basis von T10 mit Masse verbunden und der Transistor dadurch gesperrt. Am Kollektor dieses Transistors springt die Spannung dabei von etwa Null auf -6 V. Damit wird sowohl die UND-Schaltung entriegelt (der Zähler beginnt zu zählen) als auch T9 über den zeitbestimmenden Kondensator C2 gesperrt. Die Rückkopplung R3 hält T10 gesperrt, und zwar auch dann, wenn man S1 wieder öffnet. C2 ent-

(ebenso für T3 und T4) kann auch ein entsprechender Germanium-Typ Verwendung finden.

## 2. Aufbau

Bild 2 zeigt den Zähler im Vergleich mit einer Zigarettenpackung, um das handliche Format des Gerätes zu demonstrieren. Dabei ist das Gerät nicht einmal übermäßig gedrängt aufgebaut, wie Bild 3 zeigt. Die Hauptabmessungen der Frontplatte ergeben sich durch

quenzteiler an eine von außen zugängliche Buchse zu führen. Damit steht eine sehr saubere Rechteckspannung mit großer Flankensteilheit zur Verfügung, deren Frequenz sich bis weit über 10 kHz mit jeder beliebigen Signalquelle (zum Beispiel Tongenerator) am Eingang vorgeben läßt. Außerdem läßt sich ein Frequenzteiler, der die Eingangsfrequenz wahlweise durch 2 oder durch 4 teilt, gut für alle möglichen Versuchszwecke verwenden.

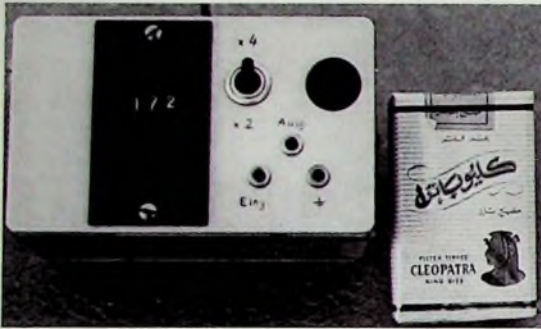


Bild 2. Das fertige Gerät

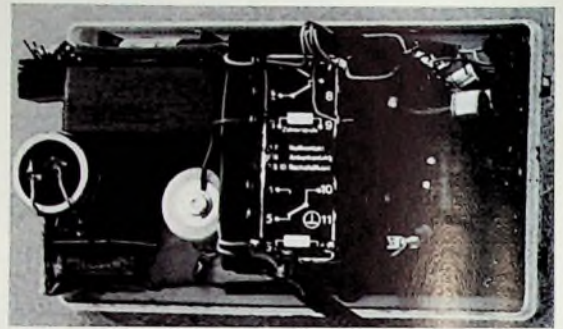


Bild 3. Innenbau

läßt sich nun über R4, R5, bis das negative Potential nicht mehr ausreicht, um T9 gesperrt zu halten. In dem Augenblick fällt der Multivibrator wieder in seinen stabilen Zustand zurück; beide Transistoren leiten wieder, und die UND-Schaltung ist gesperrt.

Damit ist der Weg über den Endverstärker zum Zählwerk für die zu zählenden Impulse (1/2 oder 1/4 der Eingangsfrequenz) nur solange freigegeben, wie der monostabile Multivibrator in seinem metastabilen Zustand verharrt. Diese Zeitdauer (Impulslänge des Zeitgebers) läßt sich mit dem Potentiometer R5 auf 10 s justieren. Die Konstanz dieser Zeitdauer ist für die verlangte Meßgenauigkeit mehr als ausreichend, zumal der Monovibrator auch mit der durch die Z-Diode D10 stabilisierten Spannung betrieben wird. Die Justierung und Eichung erfolgt mit einer bekannten Eingangsfrequenz. Im einfachsten Fall verwendet man dazu die Netzfrequenz. In der Schalterstellung „X 2“ muß eine netzfrequente Eingangsspannung zu einer Zähleranzeige von  $250 \pm 1$  führen, wenn die Justierung stimmt und die Netzfrequenz 50 Hz ist.

Die Diode D5 dient lediglich zum Schutz der Basis-Emitter-Strecke von T9, für die gemäß Datenblatt nur 5 V in Sperrrichtung zugelassen sind. Der Kondensator C3 an der Basis von T9 erhöht die Störsicherheit. Er verhindert ein ungewolltes Auslösen des Monovibrators durch Spannungsschöße auf der Versorgungsleitung (Betriebsspannung).

### 1.5. Endverstärker

Der Endverstärker T11, T12 in Darlington-Schaltung zur Anpassung an die vorangehenden Stufen ist lediglich ein Schaltverstärker, der die Leistung zur Betätigung des Zählwerkes zur Verfügung stellen muß (24 V, 50 mA). Die Diode D3 schützt die Transistoren des Endverstärkers vor Überspannungen beim Abschalten der Induktivität der Zählwerkspule. Für den Transistor T12

die von außen zugänglichen Bauteile (Zählwerk, Starttaste, Frequenzbereichumschalter, Buchsen), die Höhe und Tiefe des Gehäuses sind durch das Zählwerk festgelegt. In dem sich dadurch ergebenden Raum lassen sich alle Bauteile einschließlich des Netzteils ohne Schwierigkeiten unterbringen; Miniaturbauteile sind nicht erforderlich. Die Front- und Rückseite des Gehäuses bestehen aus Hartplastik, die Seitenteile aus mit Holz verkleidetem Blech. Die äußeren Abmessungen sind 125 mm x 75 mm x 80 mm.

### 3. Betrieb

Das Gerät hat sich beim Verfasser sehr gut bewährt. Eine Nacheichung des Zeitgebers war innerhalb eines halben Jahres bei Temperaturunterschieden von etwa  $\pm 10$  grad bisher nicht erforderlich. Es hat sich als praktisch erwiesen, die Ausgangsspannung der Fre-

Zur Messung von sehr niedrigen Frequenzen benötigt man unter Umständen eine größere Zählzeit als 10 s. Um das Gerät nicht unnötig kompliziert zu machen, wurde auf einen umschaltbaren Zeitgeber verzichtet. Man hilft sich einfach dadurch, daß man die Starttaste gedrückt hält und die Meßspannung nur für die Dauer der gewünschten Zählzeit an den Eingang legt. Schon auf einer normalen Armbanduhr mit Zentralsekunde läßt sich beispielsweise eine Zählzeit von 1 min leicht auf  $\pm 1\%$  genau ablesen, so daß man so mit ausreichender Genauigkeit auch tiefste Frequenzen messen kann.

Sollen andere als impulsförmige Spannungen sehr tiefer Frequenz gemessen werden, so empfiehlt es sich, den Eingangskondensator C1 durch einen mit größerer Kapazität zu ersetzen oder fortzulassen, wenn das Meßobjekt eine entsprechend gepolte Spannung abgibt.

## Polizei-Funkfarnschreiben über Diversity-Antennen

Das neue Dienstgebäude des Bayerischen Landeskriminalamtes in München gilt als eines der modernsten Europas. Schnelle Nachrichtenübermittlung innerhalb der verzweigten Polizeiorganisation ist Voraussetzung für erfolgreiche Bekämpfung der Kriminalität. Durch die Montage zweier Diversity-Antennen des Typs „HA 230“ von Rohde & Schwarz auf dem Dach des Hauptgebäudes ist es nun möglich geworden, auch mit weit entfernt liegenden Städten den Fernschreibfunkbetrieb aufzunehmen.

Jede der beiden Diversity-Antennen (s. Titelbild) besteht aus drei Einzelantennen, nämlich aus zwei horizontal polarisierten, gekreuzt angeordneten Dipolen und einem vertikal polarisierten Strahler. Die drei Einzelantennen stehen senkrecht aufeinander und sind dadurch voll entkoppelt. Das Horizontaldiagramm der zwei Dipole jeder Antenne ist etwa achtförmig.

Da beide Diversity-Antennen in der Einfallrichtung gegeneinander versetzt sind, ergeben sich maximale Empfangseigenschaften aus allen azimutalen Richtungen. Von jeder Einzelantenne führt ein HF-Kabel zur Trennverstärkereinrichtung im Funkbetriebsraum. Hier werden die Empfangsantennen wahlweise auf die Trennverstärker geschaltet. Jeder der drei Trennverstärker hat sechs Ausgänge zu den Kurzwellenempfängern in den verschiedenen Arbeitsräumen und im Raum der Notfunkstelle.

Der bereits vorhandene Notsender von Rohde & Schwarz erhielt eine HF-Peitschenantenne von 12 m Länge. Den frequenzabhängigen Eingangswiderstand der Stabantenne transformiert ein fernbedienbares Anpaßgerät auf den Wellenwiderstand des Koaxialkabels oder des Senderausgangswiderstandes.



# Warnblinkschaltung für Kraftfahrzeuge

Im folgenden wird eine Schaltung beschrieben, die sowohl für Richtungsblinken als auch für gleichzeitiges Warnblinken aller vier Richtungsanzeigelampen eines Kraftfahrzeugs ausgelegt ist. Eine am Armaturenbrett angebrachte Anzeigelampe zeigt die Funktion der Blinklampen durch gleichzeitiges Aufleuchten an. In Stellung Richtungsblinken bleibt bei Ausfall auch nur einer der beiden Blinklampen die Anzeigelampe dunkel. Hierdurch erkennt der Insasse des Kraftfahrzeugs sofort, ob seine Blinklampen intakt sind.

Die Schaltung ist entsprechend den Forderungen der Kraftfahrzeugindustrie ausgelegt und hat die in Tab I

ist die Dunkelzeit beendet, und die nächste Hellphase beginnt. Zum Schutz von T3 gegen die beim Abschalten des Relais A auftretenden Spannungsspitzen dient D2.

## 1.2 Steuerschaltung für die Anzeigelampe

Zur Steuerung der Anzeigelampe L5 wird der Spannungsabfall benutzt, den der Strom durch die Blinklampen L1 bis L4 an R1 hervorruft. Dieser Spannungsabfall steuert den in Basisschaltung arbeitenden Transistor T1. Wegen seines durch D1 festgehaltenen Basispotentials arbeitet T1 weitgehend als Spannungsverstärker. Das Potentiometer R4 wird so eingestellt, daß beim

Darin ist  $I_{L,9V}$  der Lampenstrom durch L5 bei der minimalen Betriebsspannung  $U_{B,min} = 9V$ . Mit  $I_{L,9V} = 115 mA$  erhält man

$$\beta_{min} = \frac{115 \cdot 10^{-3}}{9} \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 19$$

Bei  $U_{B,max} = 15V$  ist  $I_{L,15V} = 160 mA$ . Damit wird der erforderliche Stromverstärkungsfaktor  $\beta_{ert}$

$$\beta_{ert} = \frac{I_{L,15V}}{I_{B,max}} = \frac{160 \cdot 10^{-3}}{15} \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 16$$

Man erkennt, daß der ungünstigste Fall bei  $U_{B,min} = 9V$  auftritt, wobei T2 eine minimale Stromverstärkung

Tab. I. Daten des elektronischen Blinkers

Versorgungsspannung	12 V ± 3 V
Temperaturbereich	-25 °C ... +55 °C
Blinkfrequenz	60 120 Imp/min
Blinkbeginn	mit der Hellphase
maximaler Spannungsabfall an der Schaltung (bei Warnblinken)	600 mV

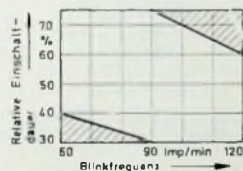


Bild 1. Toleranzbereich für die Einschaltzeit von Richtungsblinkern. Der nicht schraffierte Teil ist der zugelassene Bereich

zusammengestellten Daten. Die zulässige relative Einschaltzeit geht aus Bild 1 hervor

## 1. Funktionsbeschreibung einer ausgeführten Schaltung

### 1.1 Multivibrator

Als Taktgeber dient der mit den Transistoren T3 und T4 bestückte astabile Multivibrator (Bild 2), für dessen Umladezeiten vor allem die Zeitkonstanten  $C_3 \cdot R_9$  und  $C_2 \cdot R_5$  bestimmend sind. Im Ruhezustand ist T4 über R9 durchgeschaltet, so daß T3 gesperrt und damit das Relais A abgefallen ist. Bei Betätigen des Richtungsblinkschalters S1 oder des Warnblinkschalters S2 wird die Basis von T3 über R5 und die jeweils eingeschalteten Blinklampen L1 bis L4 an Masse gelegt, so daß T3 und damit das Relais A schalten und die Hellphase eingeleitet wird. Nach Umladung von C3 über R9 ist diese Phase beendet, T4 wird geöffnet, T3 gesperrt und Relais A fällt wieder ab. Wenn C2 über R5 umgeladen ist, dann

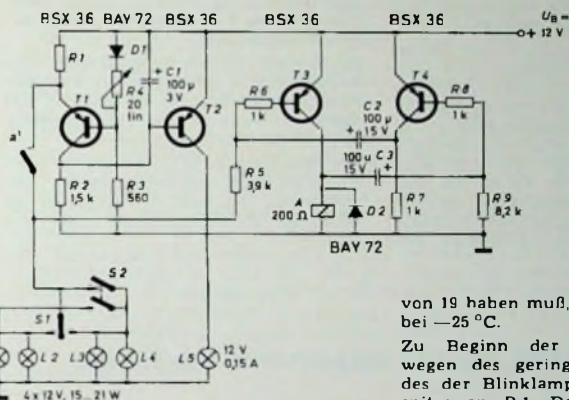


Bild 2. Vollständige Schaltung des Richtungsblinkers. R1 wird auf einen maximalen Spannungsabfall von 0,6 V abgeglichen (Richtwert etwa 0,1 Ohm, von der Leistung der Blinklampen abhängig)

von 19 haben muß, und zwar auch noch bei -25 °C.

Zu Beginn der Hellphase entsteht wegen des geringeren Kaltwiderstandes der Blinklampen eine Spannungsspitze an R1. Damit L5 dann trotz Ausfalls einer Blinklampe nicht kurzzeitig eingeschaltet wird, liegt C1 parallel zur Basis-Emitter-Strecke von T2. Außerdem wurde das Tastverhältnis des Multivibrators im Rahmen der zulässigen Grenzen in der Weise unsymmetrisch gemacht, daß die Dunkelzeit nur etwa 2/3 der Hellzeit beträgt, wodurch wegen der kürzeren Abkühlzeit während der Dunkelphase die Einschaltstromspitze sich verringert.

Die Schaltung ist geeignet für die üblichen 12-V-Blinklampen mit 15 W, 18 W oder 21 W. Die drei Versionen unterscheiden sich nur durch den jeweils auf maximal zulässigen Spannungsabfall ausgelegten Meßwiderstand R1.

### 1.3 Abgleich

Der Abgleich der Schaltung erfolgt bei Raumtemperatur und  $U_B = 15V$  mit einem Oszilloskop. Beim Blinken von zwei der Lampen L1...L4 wird mit R4 das Oszillogramm am Kollektor von T2 so eingestellt, daß von  $R_1 = R_{max}$  her kommend der Transistor T2 während der gesamten Hellphase gerade voll durchgeschaltet (Bild 3). R1 ist dann mechanisch zu arretieren. Der Einstellregler darf nicht zu weit gedreht werden, weil sonst L5 bereits bei Steuerung einer Blinklampe zu schalten beginnt.

Einschalten von zwei Blinklampen (intakte Richtungsanzeige) T1 gesperrt und damit T2 durchgeschaltet wird, wobei L5 mitblinkt. Bei Ausfall einer Blinkleuchte reicht die Spannung an R1 nicht aus, um T1 zu sperren; der Transistor T1 bleibt geöffnet und T2 gesperrt; die Lampe L5 bleibt daher dunkel.

Bei Erhöhung der Batteriespannung  $U_B$  von 9 V auf 15 V steigt der Strom durch die Blinklampen und damit die Spannung an R1 um etwa 33% an. Ferner ändert sich mit der Temperatur die Kennlinie der Basis-Emitter-Diode mit einem Temperaturdurchgriff von  $D_T \approx -2 mV/°C$  bei einem mittleren Emitterstrom von  $I_E = 20 mA$ . Diese beiden Effekte werden durch geeignete Wahl des Temperaturdurchgriffs von D1 bei entsprechender Stromstellung sowie durch Arbeitspunkteinstellung von T1 mit Hilfe von R4 kompensiert.

T2 arbeitet im Schalterbetrieb, so daß nahezu die volle Betriebsspannung zum Schalten von L5 zur Verfügung steht. Damit T2 auch bei -25 °C und  $U_B = 9V$  noch durchschalten kann, muß seine minimale Stromverstärkung  $\beta_{min}$  der folgenden Gleichung genügen:

$$\beta_{min} = \frac{I_{L,9V}}{U_{B,min}} \cdot R_2$$

Ing. R. Daubach und Dipl.-Ing. J. Grau sind Mitarbeiter des Applikationslabors der SGS Deutschland GmbH, Stuttgart.



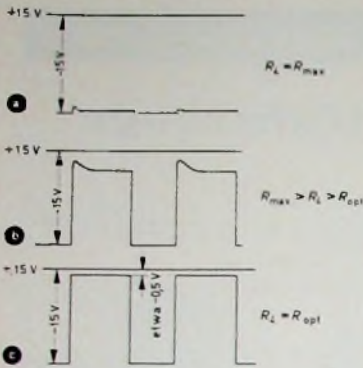


Bild 3. Oszillogramme für den Abgleich von R 4  
a) R 4 viel zu groß, b) R 4 etwas zu groß, c) R 4 optimal eingestellt

## 2. Kontrollschaltung mit positiver Rückkopplung

Die im Bild 2 gezeigte Schaltung ist die vollständige Schaltung für den Blinkgeber (Taktgeber) mit der Kontrollschaltung aus T 1 und T 2. Hierin sind alle Transistoren vom PNP-Typ.

Eine Kontrollschaltung, die mit einem NPN- und einem PNP-Transistor aufgebaut ist und mit einer positiven Rückkopplung arbeitet, zeigt Bild 4. Mit R 2 wird der Diodenruhestrom in D 1 bestimmt und damit eine Bezugsspannung erzeugt. Mit R 3 stellt man den Arbeitspunkt von T 1 so ein, daß dieser Transistor gesperrt ist, solange der durch die Lampenströme erzeugte Spannungsabfall über R 1 (je nach Lei-

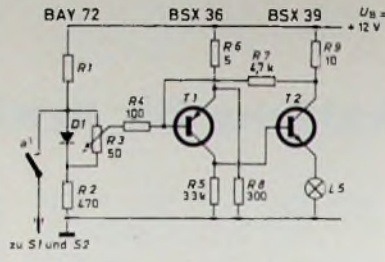


Bild 4. Blinklampen-Kontrollschaltung mit Rückkopplung

stung der angeschlossenen Lampen L 1 bis L 4) nicht größer ist als der durch nur eine Lampe bewirkte. Der Teiler R 8, R 6 spannt den Emittor von T 1 vor und sorgt gleichzeitig für eine Kompensation der Spannungsänderung an D 1 und R 1 bei Änderung von  $U_{ij}$ . Mit T 2 wird L 5 geschaltet. Sind am Relaiskontakt a' zwei oder mehr Lampen angeschlossen, dann wird T 1 leitend und schaltet damit L 5 ein. Dabei entsteht an R 9 ein kleiner Spannungsabfall, der über R 7 den Zustand unterstützt (positive Rückkopplung).

Mit diesem Prinzip erreicht man eine weitgehende Unabhängigkeit von der Stromverstärkung von T 1 und T 2. Als Taktgeber kann der im Bild 2 gezeigte Multivibrator benutzt werden.

Die Schaltung nach Bild 4 wurde nicht auf ihre Temperaturabhängigkeit hin untersucht, so daß die Angaben im Schaltbild als Anhaltswerte anzusehen sind.

## „EFAW 226“, der Kfz-Inspektor in der Tasche

Für den modernen Kraftfahrzeug-Service stehen heute Testgeräte zur Verfügung, die eine planmäßige, systematische Fehlersuche ermöglichen. Der neue elektronische Minitester „EFAW 226“ von Bosch erhebt nicht den Anspruch, „alles“ testen zu können. Vielmehr will er Reparaturnehmern, Meistern und auch dem Selfmade-Mann zur Hand



Minitester „EFAW 226“ von Bosch

gehen. Der Minitester bietet Prüfmöglichkeiten, die für kleine Kontroll- und Inspektionsarbeiten interessant sind. Zu messen sind:

Drehzahlen an Benzinmotoren mit Batteriezündanlagen (Meßbereiche 0 bis 1000 U/min und 0 ... 8000 U/min für 4-, 6- und 8-Zylinder-Motoren);

Schließwinkel der Unterbrecherkontakte an Zündverteiltern (Meßbereich 0 ... 100 %);

Spannungen an beliebigen Klemmen der elektrischen Anlage (Meßbereiche 0 ... 3 V für Spannungsabfälle und Batteriezellen, 0 ... 8 V für 6-V-Anlagen, 0 ... 16 V für 12-V-Anlagen, 0 ... 32 V für 24-V-Anlagen);

Entstörwiderstände von Zündanlagen (Meßbereich 0 ... ∞ kOhm)

Der Minitester ist klein, handlich und leicht; er paßt in die Taschen der Arbeitskleidung und wiegt nur etwa 380 g. Eine eingebaute Batterie als Stromquelle für die elektronische Schaltung macht das Gerät netzunabhängig, so daß das Gerät überall mit hingenommen werden kann.

Falsch gewählte Meßbereiche, ja selbst falscher Anschluß machen dem Minitester nichts aus. Gehäuse und Meßwerk sind weitgehend stoßunempfindlich.

Die Bedienung des Gerätes ist einfach. Der Anschluß erfolgt mit nur zwei Anschlußkabeln. Zweifarbige Beschriftung (Schwarz und Rot) der Skalen und Schalterstellungen erhöhen die Übersichtlichkeit.

## Elektronischer Scheibenwischerschalter als Bausatz

Abhängig von der Stärke eines den Autofahrer unterwegs überraschenden Regens kann es sehr zweckmäßig sein, den Scheibenwischermotor des Wagens nur in ganz bestimmten Zeitabständen zu betätigen. Das läßt sich mit Hilfe eines in die Leitung des Scheibenwischermotors eingebauten elektronischen Zeitschalters durchführen. Im Heft 2/1968, S. 58, wurde die Bauanleitung eines solchen Zeitschalters ausführlich beschrieben, mit dem die Wahl von Einschaltintervallen zwischen 3 und 40 Sekunden möglich ist.

Schaub-Lorenz (7530 Pforzheim, Postfach 1570) liefert für eine ähnliche Schaltung jetzt einen Bausatz (96,90 DM plus MWSt.) einschließlich eines kleinen Ge-

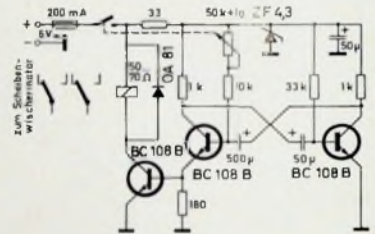


Bild 1. Schaltung des elektronischen Scheibenwischerschalters von Schaub-Lorenz

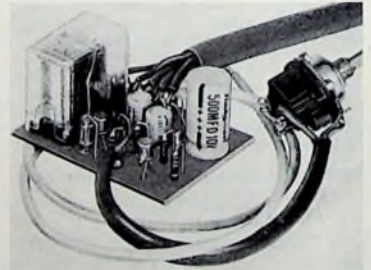


Bild 2. Auf kleiner Druckplatte aufgebauter Scheibenwischerschalter

häus (6,3 cm × 5 cm × 4 cm) und des Anschlußkabelsatzes. Die grundsätzliche Schaltung des für vorzuwählende Zeitabstände zwischen 2,5 und 30 Sekunden geeigneten Intervallschalters ist im Bild 1 wiedergegeben. Zum Lieferumfang gehören außer allen notwendigen Bauelementen auch die kleine Druckplatte, auf die das Gerät nach Bild 2 aufgebaut werden kann, und eine genaue Aufbau- und Einbauanleitung. Das Schaltrelais hat Goldkontakte, um eine möglichst hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten. Die Schaltung ist mit Hilfe einer Z-Diode stabilisiert und kann auch von 6 V auf 12 V Betriebsspannung umgeschaltet werden.



# Vorverstärker, Aufsprechentzerrer und HF-Generator für Hi-Fi-Magnettongeräte

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd 24 (1969) Nr 2, S. 56

Grundsätzlich könnte das Netzwerk an den Kollektor der Stufe T3 angeschlossen werden. Dagegen sprechen jedoch folgende Überlegungen: Weil in T3 ein kleiner Ruhestrom fließt, müßte das Netzwerk, um diese Stufe nicht zu stark zu belasten, recht hochohmig werden. Das ist hinsichtlich der Übersprechdämpfung und der Einstreugefahr nicht günstig. Auch sollen die gewählten Kapazitäten so groß sein, daß die Verdrahtungskapazität dagegen ver-

zweckmäßig, die Tiefenanhebung (3180  $\mu$ s) und die Höhenanhebung ab 10 kHz, die nur für die kleinere Bandgeschwindigkeit wirksam wird, in den eigentlichen Gegenkopplungsweg zu legen. Mit dem Widerstand Z1 werden dann die Höhenanhebungen ab 3,5 kHz beziehungsweise 5 kHz vorgenommen. Das vollständige Entzerrernetzwerk ist noch einmal gesondert im Bild 10 dargestellt.

Der Widerstand Z2 ist in zwei in Reihe liegende Widerstände R18 und R20 von je 2,2 kOhm unterteilt. Für die Zeitkonstante 3180  $\mu$ s gilt, daß unterhalb der zugehörigen Grenzfrequenz die Verstärkung ansteigen und damit der Widerstand Z2 größer werden muß. Diese Forderung wird durch den mit R18 und R20 in Reihe geschalteten Kondensator C8 realisiert. Diese drei Bauelemente ergeben annähernd die gewünschte Zeitkonstante. Der Widerstand R17, mit dem die Kapazität überbrückt wird, begrenzt die Anhebung bei sehr tiefen Frequenzen. Zur Höhenanhebung ab 12 kHz wird vom Verbindungspunkt zwischen R18 und R20 aus der Kondensator C9 gegen Masse gelegt. Dadurch werden hohe Frequenzen nicht so stark gegengekoppelt, was ebenfalls eine Anhebung bewirkt.

Da bei hohen Frequenzen C8 einen Kurzschluß darstellt, muß der Blindwiderstand des Kondensators C9 bei der Übergangsfrequenz gleich dem aus der Parallelschaltung von R18 und R20 sich ergebenden Widerstand sein. Die Ausrechnung ergibt

$$C_9 = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot R_{18} \parallel R_{20}} = \frac{1}{2 \pi \cdot 10^4 \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 1,5 \cdot 10^{-8} = 15 \text{ nF}$$

R19 soll oberhalb des Hörbereichs den weiteren Anstieg der Frequenzkurve begrenzen.

Der Widerstand Z1 ergibt sich aus

$$Z_1 = 11,3 Z_2 = 11,3 \cdot 4,4$$

zu rund 47 kOhm. Dieser Widerstand gilt für tiefere und mittlere Frequenzen. Die noch benötigten Anhebungen für hohe Frequenzen werden durch Parallelschalten von C3 und C1 zu R6 bewirkt. Für die Übergangsfrequenz 5 kHz (19 cm/s) ergibt sich

$$C_3 = 450 \text{ pF}$$

und für die Übergangsfrequenz 3,5 kHz (9,5 cm/s) erhält man

$$C_3 + C_1 = 650 \text{ pF}$$

Den Wert für C3 realisiert man durch Parallelschalten von 330 und 120 pF. Für die kleinere Bandgeschwindigkeit wird C3 und R7 über einen Umschaltkontakt noch C1 = 180 pF parallel geschaltet, so daß sich annähernd die gewünschte Kapazität ergibt. Der Widerstand R7 entspricht in seiner Wirkung R19.

Da das Entzerrernetzwerk aus einer sehr niederohmigen Quelle gespeist werden soll, um den Generatorwiderstand vernachlässigen zu können, muß man zwischen Aussteuerungsregler und Netzwerk einen Impedanzwandler einfügen. In vielen Fällen wird ein einfacher Emittterfolger ausreichen. Nur bei besonders hohen Ansprüchen wird der gezeigte Doppel-Emittterfolger erforderlich sein. Da der Aussteuerungsregler nicht sehr niederohmig ist (bei einem 10-kOhm-Potentiometer und niederohmiger Einspeisung werden bei Mittelstellung des Schleifers 2,5 kOhm wirksam), soll die erste Stufe zur Vermeidung von Funkläuschen einen kleinen Kollektorstrom führen. Die zweite Stufe soll zwecks Übersteuerungsfestigkeit mit möglichst großem Strom arbeiten. Deshalb wird für T1 0,1 mA und für T2 5 mA Kollektorstrom gewählt. Durch den Basisspannungsteiler der Stufe T1 läßt man 10 % des Kollektorruhestroms fließen. Damit ist der Eingang der Stufe einerseits genügend hochohmig, während andererseits durch Exemplantstreuungen der Arbeitspunkt nicht nennenswert verschoben werden kann. Die Emitterspannungen legt man mit etwa 50 % der Betriebsspannung U<sub>B</sub> fest.

Den Anzeigeverstärker für den Aussteuerungsmesser kann man an den Emittter der Stufe T4 anschließen. An diesem Punkt werden die Anhebungen der Frequenzkurve voll erfaßt. Die Leitung zum Schalter für die Vor-Hinterband-Kontrolle wird zweckmäßigerweise vor dem Netzwerk am Emittter von T2 angeschlossen. An dieser Stelle besteht Pegelgleichheit mit dem in [1] angeführten Wiedergabeverstärker.

In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, an Stelle der Widerstände R18 und R20 einen Einstellregler zu verwenden. Die Kapazität von C9, die dann etwas größer gewählt werden soll, liegt am Schleifer des Reglers. Bei dieser Anordnung ist es möglich, den Einsatzpunkt der zweiten Anhebung bei der niedrigeren Bandgeschwindigkeit zu variieren. Das kann wünschenswert sein, wenn der Wiedergabekopf schon eine gewisse Abnutzung erfahren hat.

### 3. HF-Generator

Die Güte einer magnetischen Tonaufzeichnung wird in erheblichem Maße von der Qualität des HF-Generators bestimmt. Sollen alle Möglichkeiten der magnetischen Aufzeichnung voll ausgeschöpft werden, dann ist darauf zu achten, daß die harmonischen Verzerrungen der erzeugten Schwingung klein ge-

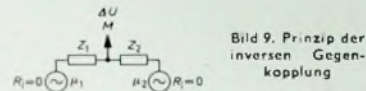


Bild 9. Prinzip der inversen Gegenkopplung

nachlässigbar klein bleibt. Schließlich spricht auch dagegen, daß mit dem Kollektorsignal keine reine Spannungssteuerung möglich ist, wodurch die Berechnung der Bauelemente sehr kompliziert wird. Alle diese Nachteile kann man vermeiden, wenn das Netzwerk am Emittter der Stufe T4 angeschlossen wird. Es kommt noch ein weiterer, wenn auch mehr akademischer Vorteil hinzu: Die Basis-Emittter-Strecke von T4 liegt innerhalb der Gegenkopplungsschleife, wodurch die am Ausgang der Endstufe auftretenden, an sich schon minimalen Verzerrungen noch weiter reduziert werden. Bei der übersichtlichen Berechnung der zu erwartenden Verzerrungen war die Gegenkopplungsschleife noch nicht berücksichtigt worden.

Als nächster Schritt ist das Verhältnis der beiden Teilerwiderstände festzulegen. Der Eingangspegel bei 1 kHz betrage 0 dB  $\hat{=} 775 \text{ mV}$ . Für Vollaussteuerung ergab sich im Abschnitt 2.3. der NF-Pegel am Emittter von T4 mit 68,5 mV. Es gilt die Proportion

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{775}{68,5} = 11,3$$

und damit

$$Z_1 = 11,3 Z_2$$

Mit Rücksicht auf eine nicht zu große Belastung von T4 soll der Widerstand Z2 ein Mehrfaches des Emittterwiderstands betragen. Ein Wert von etwa 5 kOhm erscheint als angemessen. Bei 1 kHz ist praktisch keine Anhebung vorhanden, so daß allein der reelle Widerstand wirksam wird. Es erscheint

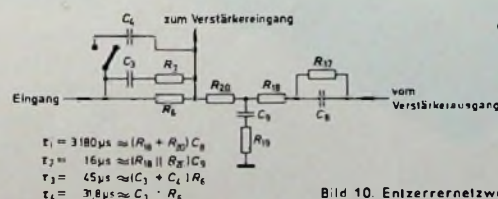


Bild 10. Entzerrernetzwerk und zugehörige Zeitkonstanten



# TOURING international

## Alles ist neu und ungewöhnlich



### Ungewöhnlich die Vielzahl der Anschlüsse



Durch Schutzkappen verdeckt an der Rückseite: Anschlüsse für Plattenspieler oder Tonbandgerät bzw. Cassettenrecorder (Aufnahme und Wiedergabe), für Ohrhörer oder Außenlautsprecher und für zusätzliche Hochantennen. Außerdem für Autoantenne und Autobatterie 6 bzw. 12 Volt.

### Ungewöhnlich das Netzteil

Das Netzanschlußgerät liegt betriebsbereit in einem Sonderfach des TOURING international.

Universal-Batteriebetrieb: wahlweise mit 6 Monozellen oder 2 Flachbatterien. Gebundener Festpreis (einschl. Netzanschlußgerät): DM 299,-



### Ungewöhnlich die Technik

15 Transistoren, 10 Dioden. Ungewöhnliche Trennschärfe durch 4-fach-AM bzw. 5-fach-FM Spezialfilter. Leistungsstarke und stromsparende Komplementär-Gegentaktendstufe. 3 eingebaute Fernempfangsantennen.

### Ungewöhnlich die Winkelskala

8 Wellenbereiche klar und übersichtlich auf den ersten Blick. Auf Tastendruck Skalenbeleuchtung mit Nachleuchteffekt.

### Ungewöhnlich die Empfangsempfindlichkeit

8 Wellenbereiche (sender-ergiebige Wellenbereiche) UKW, 4 KW (49-m-Europaband und 19-m-Überseeband über die gesamte Skalenbreite gespreizt). 2 MW und LW. Taste für UKW-Abstimmautomatik. Eingebaute Störunterdrückung für Fernempfang.

### Ungewöhnlich die zwei Lautsprecher

Der TOURING international hat nicht nur einen, sondern gleich 2 permanent-dynamische Konzertsprecher. Das Gehäuse ist als Klangkörper konstruiert. Klangregelnetzwerk mit getrennten Baß- und Höhenreglern.



**ITT SCHAUB-LORENZ**

Technik der Welt - Made in Germany



halten werden. Eine unsymmetrische HF-Amplitude erzeugt nicht nur zusätzliches Rauschen, sondern erhöht auch die geradzahigen Harmonischen der Aufzeichnung. Bei der Auslegung des Oszillators röhrenbestückter Heimgeräte wurde aus Preisgründen meist ein Kompromiß in Form von Eintakt-schaltungen mit Leistungsrohren geschlossen. Erst die Transistortechnik gestattet es, gute Schaltungen auch mit recht geringem Aufwand, also preiswert aufzubauen. Ein solcher HF-Generator ist im folgenden behandelt. Er zeichnet sich nicht nur durch seine geringen harmonischen Verzerrungen aus, sondern hat auch einen hohen Wirkungsgrad, so daß der Leistungsbedarf sehr klein ist. Die Auslegung des Oszillators erfolgte für eine Betriebsspannung von 12 V. Bei Verwendung etwas teurerer Transistoren (beispielsweise BSY 56, 40361) kann die Schaltung auch für 24 V oder noch höhere Spannungen dimensioniert werden. Den Wirkungsgrad des Oszillators kann man so noch weiter verbessern.

Der Schaltung sind die in Tab. IV aufgeführten Daten für Löschkopf und Sprechkopf (Bogen) zugrunde gelegt.

Tab. IV. Betriebsdaten für Sprech- und Löschkopf

Kopf	In- duktivität	HF- Spannung	Leistung
Sprechkopf „LA 223“	2 x 20 mH	15 V	< 0,2 W
Löschkopf „UL 200“	2 x 2 mH	70 V	2 x 0,2 W

Als Lös- und Vormagnetisierungs-frequenz wurden 100 kHz gewählt. Die aufzubringende HF-Leistung ist rund 0,6 W, einschließlich des Schwingkreises sind es 1,2 W.

### 3.1. Grundsätzliche Überlegungen

Bei der Auslegung des Generators sind drei einander widersprechende Forderungen zu beachten, zwischen denen ein Kompromiß geschlossen werden muß. Sie lauten:

1. Geringer Leistungsbedarf. Mittel hierzu sind ein hoher Kollektorwirkungsgrad und ein großes Verhältnis der Leerlaufgüte zur Betriebsgüte des Schwingkreises.
2. Minimaler Klirrrgrad, realisierbar durch hohe Betriebsgüte, also gegenläufige Forderung zu 1.
3. Kleines Volumen der Schwingkreisspule, was wiederum die Güte verringert.

Eine genaue Überlegung läßt erkennen, daß ein Optimum dann erreicht wird, wenn die im einzelnen erreichbaren Maximalwerte halbiert werden. Daraus ergibt sich folgende Dimensionierung: Das Verhältnis von Leerlauf- zur Betriebsgüte wird mit 2 festgelegt. Dann wird der Schwingkreis durch die angeschlossenen Verbraucher auf die halbe Güte gedämpft und verzehrt die halbe Nutzleistung. Außerdem wählt man den Spulenkern nur so groß, daß die Leerlaufgüte bei voller Amplitude auf den halben Wert der Kleinsignalgüte abfällt. Auch für die Größe des Luft-

Tab. V. Beispiel für die Gütezahlen eines Oszillatorschwingkreises

Güte mit widerstandsloser Wicklung	600
Güte mit Kupferwicklung (Kleinsignal)	300
Leerlaufgüte (Großsignal) $Q_0$	150
Betriebsgüte (mit Verbraucher) $Q_b$	75

spaltes im verwendeten Ferrit-Schal-enkern gilt diese Gesetzmäßigkeit. Die Kupfer- und die Kernverluste sollen einander gleich sein. Die Gütezahlen eines nach diesen Gesichtspunkten dimensionierten Oszillatorschwingkreises sind als Beispiel in Tab. V zusammengestellt. Bei einem Klirrrgrad des Erregerstromes von  $k' = 30\%$  hat der Lös- und Vormagnetisierungsstrom dann noch einen Klirrrgrad von

$$k = \frac{k'}{Q_b} = \frac{30}{75} = 0,4\%$$

Eine weitere Verbesserung des Wertes wäre unrentabel, weil die im ferromagnetischen Lös- und Vormagnetisierungsstrom entstehenden Verzerrungen bereits in der gleichen Größenordnung liegen.

Die in Tab. V genannten Werte lassen sich annähernd mit einem Ferrit-Schal-enkern (36 mm  $\varnothing$  x 22 mm, „B65611-K0400-A022“ von Siemens) erreichen. Bei einem größeren Luftspalt als dem bei diesem Kern mit 0,6 mm vorgegebenen kann noch eine Verbesserung erreicht werden.

### 3.2. Beschreibung der Schaltung und Dimensionierungshinweise

Die Gesamtschaltung des Oszillators ist im Bild 11 dargestellt. Es handelt sich um einen normalen selbstregerten

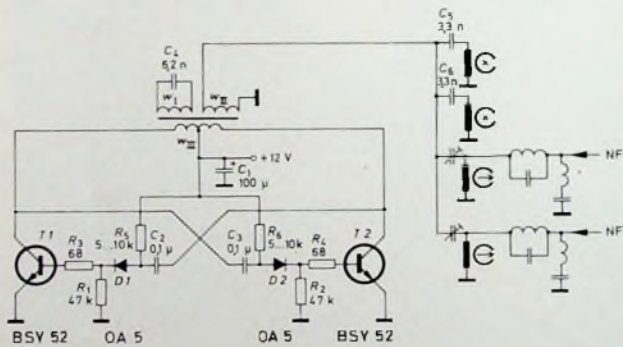


Bild 11. Schaltung des HF-Generators

Gegentakt-Generator mit durch Spitzengleichrichtung der Steuerspannung erzeugter Basisvorspannung. Der angestrebte C-Betrieb wird nur durch die Höhe der Steuerspannung (also der vollen Kollektor-Wechselspannung) erreicht.

Der Arbeitspunkt der im Gegentakt arbeitenden Transistoren ist so eingestellt, daß jeder Transistor nur dann ganz kurz geöffnet wird, wenn die Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$  den niedrigsten Wert innerhalb einer Periode erreicht, nämlich die Kniespannung von 1 V. Bei der gewählten Betriebsspannung von 12 V fallen dann 11 V am Außenwiderstand ab. Der maximale Wirkungsgrad ergibt sich dann zu

$$\eta = \frac{11}{12} = 0,916$$

Bedingt durch den Stromflußwinkel von  $90^\circ$  wird tatsächlich jedoch nur ein Wirkungsgrad von 0,73 erreicht.

Im Gegensatz zur Röhre muß bei der Schaltung die oberhalb der Sperrspannung von 5 V in den Z-Bereich gelangende Basis-Emitter-Diode durch eine Serendiode ( $D_1$  beziehungsweise  $D_2$ ) geschützt werden. Während der Sperrphase liegt dann über den Ableitwiderständen  $R_1$  beziehungsweise  $R_2$  nur eine Spannung von 0 V an der jeweiligen Basis. Die Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  vergrößern den Stromflußwinkel (ein Scheitelwert des Kollektorstromes von 0,4 A soll aber nicht überschritten werden). Außerdem verhindern die Widerstände wildes Schwingen im UKW-Gebiet.  $R_5$  und  $R_6$  haben unterschiedliche Werte, entsprechend dem individuellen Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  des jeweiligen Transistors. Es ist zweckmäßig, diese Widerstände einstellbar zu machen. Eine Verkleinerung der Werte führt zu einer erhöhten Leistungsaufnahme.

Bei richtiger Wahl können sowohl die geforderten HF-Spannungen als auch die Symmetrie der beiden Halbwellen erreicht werden. Die Einstellung erfolgt mit Hilfe eines Oszillografen, indem der Betriebsgleichstrom an einem Vorwiderstand von 1 Ohm gemessen wird. Hierzu ist die Entfernung des Kondensators  $C_1$  aus der Schaltung erforderlich. Rechnerisch ergeben sich die Werte für die beiden Widerstände in erster Näherung zu

$$R_{5,6} = \frac{U_b \cdot \beta_{11} \cdot \tau_2}{0,5 I_b}$$

Darin ist  $U_b$  die Betriebsspannung,  $I_b$  der Betriebsstrom und  $\beta$  der jeweilige Stromverstärkungsfaktor.

Die Rückkopplungskondensatoren  $C_2$  und  $C_3$  dürfen mit den Widerständen  $R_5$  beziehungsweise  $R_6$  keine größere Zeitkonstante  $\tau$  als die des Schwingkreises bilden. Demzufolge gilt

$$\tau \leq \frac{Q}{f}$$

wobei  $Q$  die Kreisgüte und  $f$  die Betriebsfrequenz ist. Wählt man die Zeitkonstante größer, dann entstehen Kipp-schwingungen. Wenn die Kondensatoren aber zu klein werden, ergeben sich Phasendrehungen der Steuerspannung



und damit ein unsauberer C-Betrieb. Für das vorliegende Beispiel findet man

$$\tau_{\max} \approx 10^{-3} \text{ s.}$$

Die Ermittlung des zwischen den Kollektoren liegenden Außenwiderstandes  $R_{CC}$  scheint zunächst kompliziert zu sein. Hier hilft ein Rechen-trick, der auch bei Röhren-Endstufen zu annähernd richtigen Ergebnissen führt. Es gilt

$$R_{CC} = \frac{U_{\max}^2}{P_N}$$

$R_{CC}$  ist darin der Außenwiderstand,  $U_{\max}$  die maximal auszusteuende Spannung und  $P_N$  die Nutzleistung.

Da im Beispiel die Kollektorspannung eines jeden Transistors um  $\pm 11 \text{ V}$  ( $U_b - 1 \text{ V}$  für die Kniespannung) schwanken kann, tritt zwischen beiden Kollektoren eine maximale Scheitelspannung von

$$\Delta U = 4 (U_b - 1) = 44 \text{ V}_{\text{ss}}$$

auf. Der auf die Primärwicklung des Übertragers bezogene Effektivwert ergibt sich zu

$$U_{\max} = \frac{\Delta U}{2 \sqrt{2}}$$

Damit wird

$$R_{CC} = \frac{\Delta U^2}{8 P_N} = \frac{2 (U_b - 1)^2}{P_N}$$

Für das Beispiel ergibt sich nach Einsetzen der Werte

$$R_{CC} = 200 \text{ Ohm}$$

Zu erwähnen ist noch, daß die Restwertigkeit der Betriebsspannung durch Siebung auf eine Brummspannung  $U_{\text{Br}} \leq 10 \text{ mV}_{\text{eff}}$  reduziert werden muß.

### 3.3 Dimensionierung des Übertragers

Der Übertrager hat drei Wicklungen, und zwar neben der für den Schwingkreis die Anpassungswicklungen für den Generator und die Verbraucher. An sich könnte das LC-Verhältnis frei gewählt werden. Zu kleine Windungszahlen oder zu hohe Spannungen ergeben jedoch Nachteile. Praktische Versuche zeigten, daß sich bei der Wahl von

$$C_4 = 6,2 \text{ nF}$$

optimale Verhältnisse ergeben. Die Windungszahl für  $w_1$  erhält man mit  $f = 100 \text{ kHz}$ ,  $C_4 = 6,2 \text{ nF}$  und dem  $A_L$ -Wert von  $400 \text{ nH/w}^2$  zu  $w_1 = 32 \text{ Wdg.}$

Zu beachten ist, daß  $C_4$  einen kleinen Verlustwinkel  $\tan \delta$  haben muß. Deshalb ist ein Styroflexkondensator zweckmäßig. Gegebenenfalls könnte man, falls großer Wert auf das Mitschneiden von AM-Rundfunksendungen gelegt wird, parallel zu  $C_4$  einen Drehkondensator legen und im Falle von auftretenden Interferenzen den Oszillator verstimmen. Der Kondensator sollte jedoch abschaltbar sein, denn bei Hi-Fi-Aufnahmen wäre sonst ein Neuausgleich der Arbeitspunkteinstellung sowie der Saug- und Sperrkreise erforderlich.

Die Kondensatoren  $C_5$  und  $C_6$  (sie dürfen höhere Verlustwinkel haben) sind so ausgelegt, daß ihr Scheinwiderstand halb so groß wie der einer Löschkopfhälfte ist. Dadurch wird die HF-Span-

Tab. VI. Wickel-daten für den HF-Generator

Kern:	
Ferrit-Sebalenkern	„B05611-K0400-A022“
mit Wickelkörper	„B85612-A0000-M001“ und
Halterung	„B05613-A0005-X000“ (Siemens)
Wicklung $w_1$ :	32 Wdg. $3 \times 0,2 \text{ CuL}$ verdreht
Wicklung $w_{II}$ :	7 Wdg. $0,3 \text{ CuL}$
Wicklung $w_{III}$ :	$2 \times 1,5 \text{ Wdg. } 0,0 \text{ CuL}$

nung von 36 auf 72 V angehoben, jedoch nur die Grundwelle, und beim Löschstrom der ohnehin schon geringe Klirrgrad von nur 0,4 % noch auf etwa die Hälfte reduziert.

Bei der praktischen Ausführung füllt man das untere Drittel des Wickelraumes mit Isolierfolie auf, weil die Umgebung des Luftspaltes frei von Kupfer sein soll. Bei voller Amplitude und angeschlossenem Verbraucher fällt der Resonanzwiderstand auf

$$R_a = X_{C_4} \cdot Q_b = 19,3 \text{ kOhm}$$

$X_{C_1}$  ist dabei der Blindwiderstand von  $C_1$ , und  $Q_b$  ist die Betriebsgüte ( $Q_b = 75$ ).

Für die Primärwicklung  $w_{III}$  gilt

$$w_{III} = w_1 \frac{R_{CC}}{R_a} = 3,2$$

Gewählt wurden  $2 \times 1,5 \text{ Wdg.}$  Die Mittelanzapfung führt man aus dem zweiten Fenster des Schalenkerns heraus. Die Wicklung  $w_{II}$  erhält zum Erreichen einer HF-Spannung von 36 V 7 Windungen. Die Wicklung  $w_1$  führt die gesamte Blindleistung von 100 VA. Als Wickeldraht ausreichenden Querschnitt wählt man deshalb  $3 \times 0,2 \text{ CuL}$  verdreht. Die angedeuteten Sperr- und Saugkreise haben, wie schon im Abschnitt 2.3 beschrieben, die Aufgabe, die HF vom Ausgang des NF-Verstärkers fernzuhalten. Die durch sie bedingte geringe Mehrleistung ist bei der

Tab. VII. Am HF-Generator ermittelte Meßwerte

HF-Spannungen am Übertrager	
$U_{w_1}$ :	165 V <sub>eff</sub>
$U_{w_{II}}$ :	36 V <sub>eff</sub>
$U_{w_{III}}$ :	15,5 V <sub>eff</sub>
Gütwerte	
Kleinsignalgüte:	350, entsprechend 0,735 Ohm in der Reihenanzapfschaltung, davon 0,34 Ohm für Kupferverluste
Leerlaufgüte:	140, entsprechend 35,5 kOhm in der Parallelanzapfschaltung (gemessen bei 165 V <sub>eff</sub> )
Betriebsgüte:	75, entsprechend 10,3 kOhm in der Parallelanzapfschaltung (Verbraucher allein und auf $w_1$ bezogen 44 kOhm)
Löschkopfgüte:	30 bei 100 kHz ( $L = 1,85 \text{ mH}$ , $R_w = 35 \text{ Ohm}$ , $R_{Cu} = 4,7 \text{ Ohm}$ )
Leistungsaufnahmen	
Gleichstromversorgung:	1,0 W
Schwingkreis:	0,77 W
Löschkopf:	0,4 W
Aufsprechschaltung:	0,22 W
Generatorschaltung:	0,51 W

Auslegung der Schaltung bereits berücksichtigt worden. Für Mono-Aufnahmen sollte man einen Löschkopf mit gleichen Daten als Ersatzwiderstand hinzuschalten, damit der Generator immer unter gleichen Lastbedingungen arbeitet.

In Tab. VI sind die Wickel- und Kerndaten für den HF-Generator noch einmal zusammengefaßt. Tab. VII enthält die Meßwerte der Schaltung.

Der beschriebene Aufsprechzerrer wie auch der HF-Generator, der Wiedergabeverstärker und der Eingangsverstärker entsprechen einem Qualitätsstandard, der weder in der Studio-Technik noch bei Heimgeräten Wünsche offen läßt und die Vorteile der neuen Tonbänder in jeder Weise optimal auszunutzen ermöglicht.

## Magnetton-Kurznachrichten

### Kassetten-Korrespondenz

Kassettengeräte haben sich wegen ihrer besonders einfachen Bedienung neben den Tonbandgeräten mit üblichen Tonbandspulen ihren eigenen Markt geschaffen. Die Käufer eines solchen Gerätes verfügen bei weitem nicht immer auch über ein Tonbandgerät mit Spulentonbändern. In steigendem Maße zeigt sich bei den Kassettenfreunden nunmehr auch der Wunsch, Kassetten untereinander auszutauschen, wie das bei Spulentonbändern - zum Beispiel in der Tonband-Korrespondenz - schon lange der Fall ist. Dem kommt eine Neueinführung der BASF entgegen; sie verkauft ihre Spulentonbänder der Größe 8 in einer neuen Kunststoffkassette, die sich speziell für den Postversand eignet. Die gleiche Kunststoffkassette (sie ist auch völlig leer zu haben) faßt auch jede Compact-Cassette, um sie auf ihren postalischen Wegen zu schützen. Damit dürfte sich die Möglichkeit dafür eröffnen, daß man neben einer Tonband-Korrespondenz vielleicht bald auch von einer Kassetten-Korrespondenz sprechen wird.

### Mikroaufnahmen „aus der Hand“

Bei Tonaufnahmen mit dem Mikrofon verhindert eine Kabelschlinge um die Hand die Gefahr, daß einem das Mikrofon bei einem plötzlichen Ruck am



Kabel aus der Hand gezogen wird. Auch Berührungsgerausche lassen sich so vermindern. Im Freien ist außerdem ein Windschutz empfehlenswert. Reporter bei Rundfunk und Fernsehen halten ihr Mikrofon oft etwa so, wie es aus dem von der BASF zur Verfügung gestellten Bild hervorgeht.



# SONY®

Qualitätsmarke mit Weltgeltung

## Neuer Umsatz, mehr Gewinn durch die SONY Videocorder-Anlage.

Die SONY Videocorder-Anlage bietet Ihnen die Chancen für eine echte Umsatz-Steigerung, für zusätzlichen Gewinn. Technisch perfekt - wie alle Geräte mit der Qualitätsmarke SONY - bieten sie eine tragbare, volltransistorisierte Anlage für Fernseh-Aufzeichnung, -Speicherung und -Wiedergabe, die auf dem deutschen Markt ihresgleichen sucht. Und das zu einem einmalig günstigen Preis. Die komplette Anlage besteht aus dem Videocorder zur Aufzeichnung von Bild und Ton, der Video-Kamera und dem Monitor für Fernseh-Empfang und Kontrolle der Aufnahme und Wiedergabe. Die Anwendungsmöglichkeiten der SONY Videocorder-Anlage sind praktisch unbegrenzt. Überall, wo die Videocorder-Anlage gezeigt wurde, fand sie das Interesse eines breiten, kaufstarken Publikums. Hier nur einige

Beispiele für die Anwendungsmöglichkeiten:  
Produktionskontrolle in der Industrie -  
Aufzeichnung wissenschaftlicher Untersuchungen -  
optisch-akustische Darstellungen von Unterrichtsstoffen -  
Selbstkontrolle für Künstler und Sportler -  
Speicherung von Fernseh-sendungen für den kommerziellen und privaten Bereich. Über die SONY Videocorder-Anlage sollten Sie gründlich informiert sein. Wenden Sie sich an Ihren SONY-Vertreter. Oder schreiben Sie uns. Die Informationen liegen für Sie bereit.



# ELAC

ELECTROACUSTIC GMBH

2300 KIEL Westring 425-429



# UKW-Stereo-Tuner für höchste Ansprüche

Technische Daten	
Frequenzbereich: 87,5 ... 108,5 MHz	Radiodektorbandbreite: max. 600 kHz
Antenneneingang: 240 ... 300 Ohm symmetrisch, 50 ... 75 Ohm unsymmetrisch	NF-Ausgangsspannung: max. 1,5 V <sub>eff</sub>
Spiegelselektion: 60 dB ( $f_o + 2 \cdot f_{ze}$ ), 80 dB ( $f_o + f_{ze}/2$ )	NF-Frequenzgang: 30 ... 60000 Hz $\pm$ 1 dB (Decodereingang)
ZF-Festigkeit: 90 dB	Höhenverzerrung: 50 $\mu$ s (Kalodenausgang)
Empfindlichkeit: 0,5 $\mu$ V für 26 dB Signal-Rausch- Abstand	Klirrfaktor: $\approx$ 0,5% (Mittelwert)
Begrenzereinsatz: 1 $\mu$ V	Geräuschabstand: 60 ... 70 dB
Bandbreite: 150 kHz (unbegrenzt), 300 kHz (Begrenzereinsatz), 600 kHz (volle Begrenzung)	Kanallrennung: $\geq$ 30 dB
	Frequenzdrift des Oszillators: $\pm$ 5 kHz (nach 30 min), $\pm$ 1 kHz (nach 60 min)

Das im folgenden beschriebene Gerät wurde für eine Hi-Fi-Stereo-Anlage entwickelt und erfüllt höchste Ansprüche bezüglich Empfangsleistung und Wiedergabequalität.

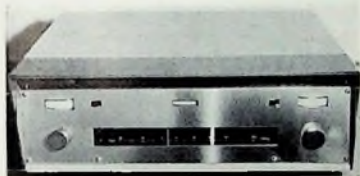


Bild 1. Ansicht des UKW-Stereo-Tuners

vertretbarem Aufwand, Verwendung handelsüblicher Bauteile.

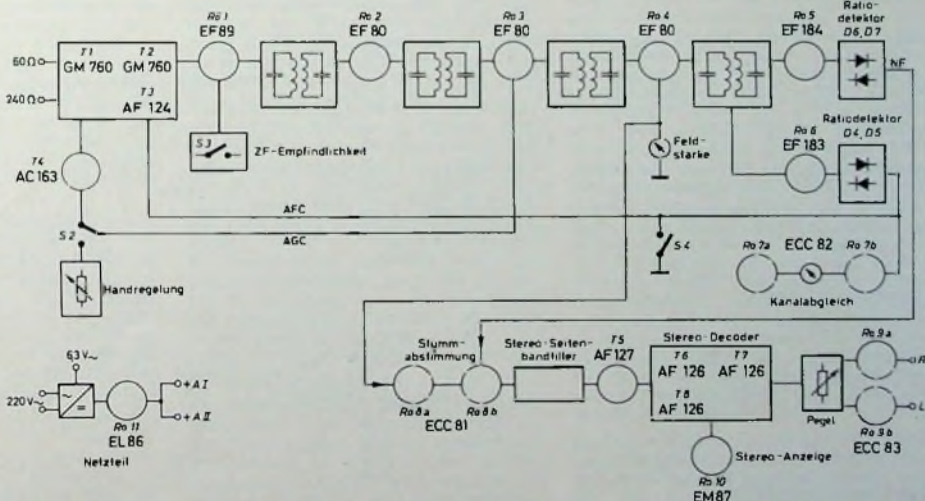
Das Gerät (Bild 1) ist mit Röhren und Transistoren bestückt. Wie noch ausführlicher erörtert wird, sind diese Verstärkerelemente so eingesetzt, daß sich jeweils optimale Eigenschaften ergeben. Dabei wurden außer den technischen Aspekten auch bauökonomische und finanzielle Überlegungen berücksichtigt. Der Aufbau (Bild 2) gliedert sich in folgende Gruppen: HF-Tuner (Görler „312-2424“), ZF-Verstärker (Bandfilter „UF 376“ und Ratiofilter „KRF 362“ oder „KRF 364“ von Görler), Stereo-

Im HF-Teil liegen vier abstimmbare Kreise. Der ZF-Verstärker hat insgesamt sechs Stufen mit 14 Kreisen für die Tondemodulation und Abstimmkontrolle. Vier Röhren (Rö 2 ... Rö 5) arbeiten als Begrenzer. Die AGC (automatische Verstärkungsregelung) ist mit S 2 auf Handbetrieb umschaltbar. Außerdem kann die Empfindlichkeit des ZF-Eingangs um etwa 14 dB reduziert werden. Zwischen Stereo-Decoder und Tondemodulator liegen eine automatische Stummabstimmung und ein steilflankiges Tiefpaßfilter mit Phasengangkorrektur für Stereo-Seitenbandstörungen. Der Stereo-Decoder (vier Kreise) weist eine Schwellwertautomatik auf, die das Multiplexsignal erst von einer gewissen Größe ab, die von der Senderfeldstärke abhängt, durchschaltet. Der Ausgang wird durch je einen Katodenfolger mit Pegelregler gebildet.

### 1.1 HF-Tuner

Der HF-Tuner (Bild 3) ist als völlig geschlossene, fertig verdrahtete Einheit in das Gerätechassis eingebaut. Die Schaltelemente für die AGC mit dem Regeltransistor T 4 sowie Teile der AFC (automatische Scharfabstimmung) sind außerhalb des Tunergehäuses untergebracht. Gegenüber der serienmäßigen Ausstattung wurden die Kondensatoren C 7, C 8, C 9 und C 10, die die Frequenz des Oszillators bestimmen, sowie C 12 gegen Keramik Kondensatoren ausgetauscht, wodurch die Frequenzstabilität

Bild 2. Blockschaltung des UKW-Stereo-Tuners



### 1. Schaltungskonzeption

Gefordert waren: in schwieriger Empfangslage (Talkesselektion, starke Ortssender) hohe Empfangsleistung für Fernempfang, möglichst gute Trennschärfe, beste Wiedergabequalität, optimale Abstimmkontrolle und Frequenzkonstanz bei

Seitenbandfilter nach FUNK-TECHNIK Heft 7/1967), Stereo-Decoder (Loewe Opta „52 941“ mit Kassette „52 970“), NF-Verstärker, Automatikstufen und Netzteil.

1) Nachbarkanalfilter für Stereo-Empfänger. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 212

im Hinblick auf die höhere Erwärmung durch die Röhren um etwa eine Zehnerpotenz gesteigert werden konnte ( $\pm$  5 kHz Drift gegenüber  $\pm$  50 kHz).

Das Antennensignal (240 Ohm symmetrisch oder 60 Ohm unsymmetrisch) gelangt über L 1 an den Eingangskreis



Bild 3 Schaltung des HF-Stereo-Tuners (Spannungsangaben in den Schaltbildern ohne Klammern: kein Signal; mit Klammern: Ortssender-Stereo-Signal)

L2, C4. Dieser ist über C3 verhältnismäßig lose an den Emitter des Eingangstransistors T1 angekoppelt, so daß Dämpfung und kapazitive Rückwirkung beim Regelvorgang klein bleiben. Die Emitterspannung wird über eine Drossel Dr1 zugeführt. Daher liegen Leistungs- und Rauschanpassung nahe zusammen, was eine fast gleichbleibende Verstärkung und Rauschzahl beim Durchstimmen des Eingangskreises ergibt. Mit dem Transistor GM 760 (Texas Instruments) erreicht man ein günstiges Gesamttauschverhalten ( $2,5 kT_n$ ) bei hoher Verstärkung und guter Regelcharakteristik (etwa 40 dB). Zur wirksamen Unterdrückung von Oberwellenmischung und ZF-Störfrequenzen ( $f_0 + f_{ZF}/2$  usw.) ist zwischen der Eingangs- und der Mischstufe ein abstimmbares Bandfilter angeordnet.

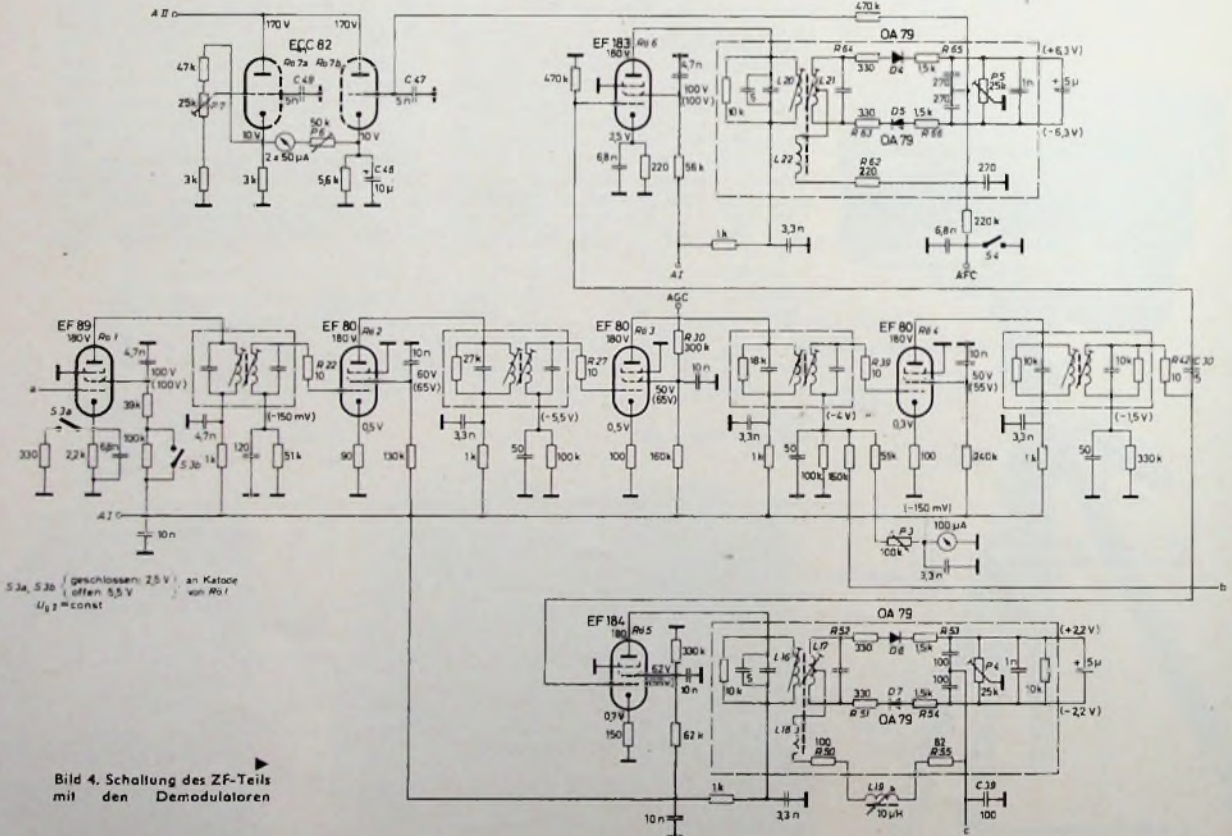
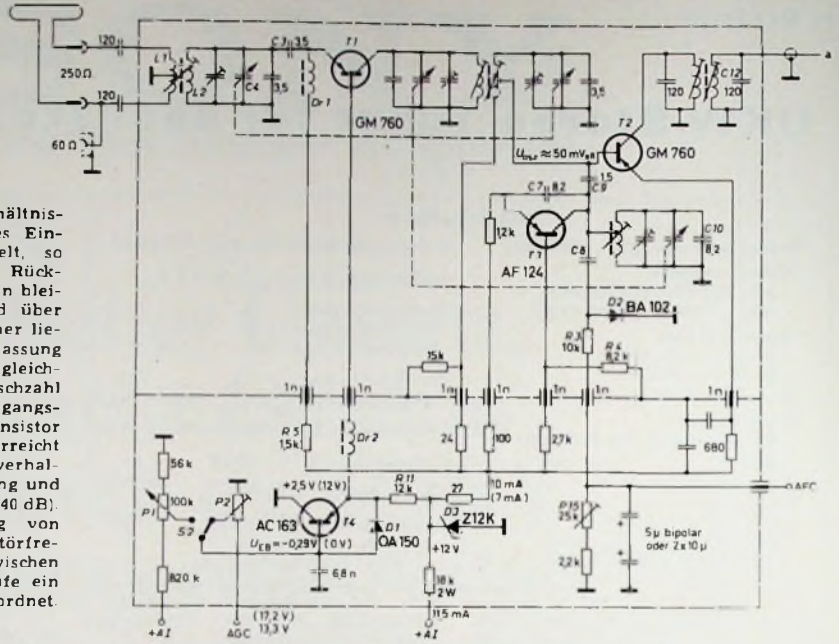


Bild 4. Schaltung des ZF-Teils mit den Demodulatoren

Der Mischtransistor T2 wird in Emitterschaltung betrieben. In seinem Kollektorkreis liegt das erste ZF-Filter. Die Oszillatorspannung wird in einer getrennten Transistorstufe (T3) in Ba-

sischaltung erzeugt. Die Auskopplung der Oszillatorspannung erfolgt über C9 zur Basis von T2. In der Originalschaltung von Görler liegt C9 am Hochpunkt des Oszillatorschwingkreises. Das

führt jedoch zu unerwünschten Mithnahmeeffekten und Frequenzverwerfungen im Oszillator, die durch dynamische Kapazitätsänderungen in der Mischstufe hervorgerufen werden. Ab-



hilfe bringt die Verlegung der Auskopplung an die Spulenanzapfung des Oszillatorkreises. Gleichzeitig muß man C9 etwas vergrößern, um den Rückgang der Oszillatorspannung an der Basis von T2 zu kompensieren.

Die Versorgungsspannung wird aus der Anodenspannung +A1 des Netzteils gewonnen und mit der Z-Diode D3 stabilisiert. Die Gesamtverstärkung der HF-Einheit ist etwa 60 dB.

## 1.2. ZF-Verstärker

Während der HF-Tuner für eine gute Selektion sorgt, fallen dem ZF-Verstärker im wesentlichen die Aufgaben der Weiterverstärkung und Störbegrenzung des Signals zu. Er kann nur noch wenig zur Selektion beitragen, da sich die Forderungen nach hoher Trennschärfe einerseits und gutem Stereoempfang (Phasengang und Bandbreite) andererseits kaum vereinbaren lassen. Mit Recht vertreten deshalb einige Autoren den Standpunkt, daß die Selektionseigenschaften eines UKW-Empfängers vom HF-Tuner und vom NF-Zweig (also nach der Demodulation) bestimmt werden sollten. Das ist einleuchtend, wenn man die völlig andersartige Seitenbandstruktur des FM-Signals gegenüber dem AM-Signal berücksichtigt.

Es waren demnach folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. maximale Verstärkung, um hohe Grenzempfindlichkeit mit frühzeitigem Begrenzeinsatz zu erreichen;
2. hohe Stufenstabilität (keine Schwingneigung) und einwandfreie Symmetrie der Durchlaßkurve trotz stark veränderlichen Signalpegels;
3. optimales Phasenverhalten (kein Zischeffekt);
4. Übersteuerungsfestigkeit.

Von den fünf ZF-Stufen (Bild 4) arbeitet R01 als ZF-Verstärker und R02 als ZF-Verstärker und Vorbegrenzer. R03, R04 und R05 wirken wegen ihrer  $U_{gs}$ -Charakteristik als reine Begrenzer. Die Stufenverstärkungen wurden bewußt niedrig gehalten, um einen genügend großen Sicherheitsabstand gegen Selbsterregung zu erreichen. Außerdem sind die Röhren schirmgitterneutralisiert.

Die Symmetrie und die Stabilität der ZF-Durchlaßkurve werden beim Begrenzungsvorgang infolge Änderung der Eingangskapazität der Begrenzerrohre und der daraus resultierenden Bandfilterkurvenverzerrung beeinflußt. Die genauen Vorgänge seien hier als bekannt vorausgesetzt, so daß sich die weitere Beschreibung auf die Darstellung der Abhilfemaßnahmen beschränken kann.

1. Bedämpfung aller Kreise der Begrenzerstufen durch Zusatzwiderstände (es genügt jeweils die Bedämpfung der Primärkreise; die Impedanz der Sekundärkreise wird automatisch durch den Gitterstrom der Begrenzerrohre und die damit verbundene Änderung des Röhreneingangswiderstandes herabgesetzt). Die Bandbreite je Begrenzerstufe liegt damit zwischen 0,5 und 1 MHz.

2. Legt man eine Kreiskapazität von 30 pF zugrunde (durch die Bandfilter

vorgegeben), so bewirkt eine Änderung der Röhreneingangskapazität um 1 pF eine relative Frequenzänderung ( $df/f = dC/2C$ ) von  $\approx 1,7\%$ . Das bedeutet eine Verstimmung von etwa 180 kHz. Bei 800 kHz Gesamtbandbreite wäre dies, abgesehen von der entstandenen Asymmetrie, noch tragbar. Doch kann der Effekt auf elegante Weise durch Einführung einer Stromgegenkopplung (unüberbrückter Katodenwiderstand) beherrscht und beseitigt werden (Antireaktanzeffekt durch Entgegenwirken der dynamischen Steilheitsänderung).

3. Die Bandfilter sind kritisch gekoppelt ( $K=1$ ). Durch die Widerstandsbedämpfung wird der Kopplungsfaktor  $> 1$ , also unterkritisch. Die Durchlaßkurve bekommt Glockenform und damit optimales Phasenverhalten im interessierenden Frequenzbereich.

Diese Maßnahmen hatten folgendes Ergebnis: Bei kleinen Eingangssignalen unterhalb des Begrenzeinsatzes liegt die Bandbreite des gesamten ZF-Verstärkers bei 150 kHz und damit im Bereich optimaler Trennschärfe. Oberhalb des Begrenzeinsatzes steigt die Bandbreite auf 200...300 kHz an, um schließlich bei voller Aussteuerung (Ortsender) 500...600 kHz zu erreichen. Damit ist die Bandbreite des ZF-Verstärkers zu einer Funktion der Eingangsspannung geworden. Die Ursache dafür liegt in dem Wirksamwerden von Kreisbedämpfung (wie erörtert) und Gegenkopplung.

## 1.3. AGC und Empfindlichkeitsumschaltung (Nah-Fern-Schaltung)

Die Verstärkung von R01 kann durch Umschaltung der Steilheit mit S3a, S3b um etwa 14 dB reduziert werden. Geringere Empfindlichkeit bedeutet kleineren Spannungspegel im ZF-Verstärker. Auf diese Weise läßt sich also indirekt die Bandbreite beeinflussen, wenn wegen eines störenden Nachbarenders eine höhere Trennschärfe erwünscht sein sollte.

Am Schirmgitter von R03 wird über R30 die Steuerspannung für die AGC abgegriffen und nach Phasen- und Impedanzwandlung mit T4 der Basis von T1 (Bild 3) zugeführt. Obwohl R03 keine ausgeprägte Regelcharakteristik hat (gleitende Schirmgitterspannung), genügt die kleine Spannungsdifferenz am Schirmgitter (abhängig von  $U_{g1}$ ), um eine spezifische Regelung zu erhalten. An dieser Stelle (R03) liegt ein optimales Verhältnis zwischen günstiger Spannungsausbeute und noch ausreichender Flankensteilheit der Durchlaßkurve vor.

In extremen Fällen gelingt es jedoch nicht mehr, einen schwachen Sender an der Flanke eines starken Ortssenders von diesem zu trennen. Die Geräteempfindlichkeit wird dann vom starken Sender bereits so weit herabgeregelt, daß die schwache Station nicht mehr durchdringen kann. Dieser Situation wird durch Umschaltung der AGC mit S2 auf Handbetrieb begegnet (Bild 3). Mit P1 kann der gewünschte Empfindlichkeitsgrad eingestellt werden, von dem dann die jeweilige Trennschärfe abhängt. Den Einsatzpunkt der AGC stellt man mit P2 ein. D1 schützt die

Basis-Emitter-Strecke von T4 vor Überspannungsspitzen mit falscher Polarität.

## 1.4. Demodulation

Besondere Sorgfalt wurde auf die Dimensionierung der Demodulatorstufen gelegt. Wie die Erfahrung lehrt, gelingt es kaum, hohe Spannungsausbeute, große Bandbreite, gute Linearität, exakten Nulldurchgang und bestmögliche AM-Unterdrückung gleichzeitig zu realisieren, wenn diese Eigenschaften mit überdurchschnittlicher Qualität erwünscht sind. Deshalb ist zur Abstimmkontrolle (Kanalmittenanzeige) eine besondere Stufe mit einem Ratiodektor vorhanden, die nur hinsichtlich guter Spannungsausbeute, Symmetrie und exakten Nulldurchgangs dimensioniert ist. Linearität und AM-Unterdrückung sind hierbei von untergeordneter Bedeutung. Die Auskopplung der ZF-Steuer Spannung für R06 erfolgt am Steuergitter von R05 über C30.

Der prinzipielle Aufbau beider Demodulationsfilter (Ratiodektoren) ist gleich. Unterschiede bestehen nur in der Dimensionierung der einzelnen Schaltelemente entsprechend dem zugewiesenen Aufgabenbereich. Die Filter und die zugehörigen Schaltelemente sind jeweils in einem Kombifilterbecher „KRF 362“ oder „KRF 364“ von Görler untergebracht, deren AM-Komponenten entfernt wurden. Diese kompakte abgeschirmte Anordnung verhindert unerwünschte Abstrahlungen der ZF-Oberwellen, die oft zu Rückkopplungs- und Empfangsstörungen Anlaß geben können. Die Verwendung von Germaniumdioden OA 79 an Stelle von Röhrendioden ergibt außer wirtschaftlichen und konstruktiven Vorteilen vor allem höhere Empfindlichkeit, da die Verzerrungen und die Unterdrückung schwacher Signale durch den Anlaufstrom entfallen. Die richtstromabhängigen Kapazitätsänderungen der Dioden, die infolge Verstimmung der Sekundärseite der Filter im Takt der Modulation zu AM-Störspannungen führen, sind mit R50...R55 und L19 beziehungsweise R62...R66 kompensiert. L18 (L22) ist im Görler-Kombifilter normalerweise auf L16 (L20) gekwickelt. Diese feste Kopplung wurde durch Umwickeln von L18 (L22) in die oberste Kammer (neben der Primärspule) des Filters beseitigt. Der dort befindliche Teil der Primärspule wurde entfernt und die Änderung der Kreisfrequenz durch Hinzuschalten eines entsprechenden Kondensators (etwa 5 pF) ausgeglichen. Linearität und Symmetrie werden auf diese Weise bedeutend besser, jedoch verringert sich die NF-Ausbeute, was den Einsatz der steilen Pentoden EF 183 und EF 184 erforderlich machte.

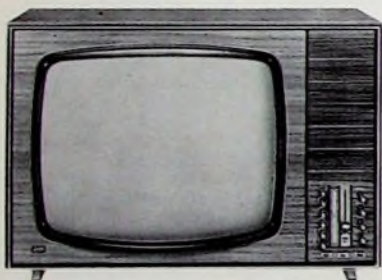
An Punkt C39 wird nur das NF-Signal abgenommen. Alle weiteren Abgriffe für die AFC und die Abstimmanzeige liegen am anderen Ratiodektor. Die Feldstärkeanzeige wird vom Begrenzer-RC-Glied von R04 gesteuert. Die Brückenschaltung der Kanalmittenanzeige weist keine Besonderheiten auf. C47...C49 sind Siebkondensatoren für Modulation und HF-Reste. Mit P6 justiert man die Zeigeramplitude und mit P7 den Nullpunkt.

(Schluß folgt)

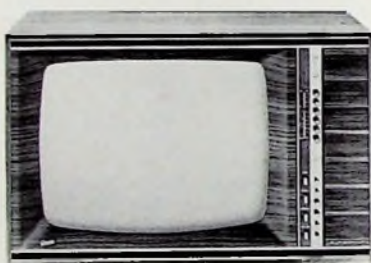


# Verkaufs- Garantie

**Graetz**



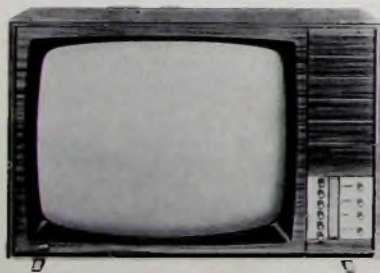
**Kurfürst Color** 55-cm-Permacolor-Farbbildröhre (ca. 20% mehr Helligkeit), 2 Frontlautsprecher, Schieberegler für Farbstärke. Gebundener Festpreis DM 1998,—.



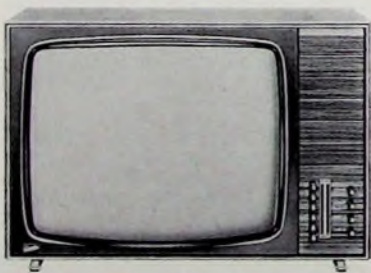
**Burggraf Color** 63-cm-Großfarbbildröhre, 6 VHF/UHF-Schnellwahltasten, zusätzlicher Farbtonregler, weitgehend transistorisiert. Festpreis DM 2370,—.



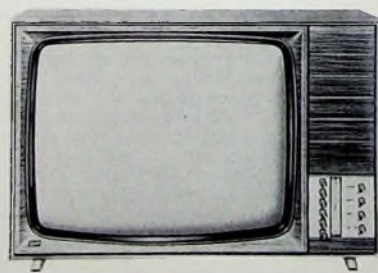
**Kalif Color** 63-cm-Großfarbbildröhre, 2 Konzertlautsprecher, 44 Transistoren, Farbstärke- und Farbtonregler, abschließbare Jalousietüren. Gebundener Festpreis DM 2495,—.



**Kornett** Preiswertes Tischgerät mit 59-cm-Bildröhre, übersichtliches Bedienungsfeld, 6 VHF/UHF-Schnellwahltasten, Klangregler, Frontlautsprecher.



**Markgraf** Tischgerät mit durchgesteckter 61-cm-Rechteck-Bildröhre, zentrale Anordnung aller Bedienungselemente, 6 VHF/UHF-Schnellwahltasten, Frontlautsprecher.



**Fähnrich** Tischgerät mit durchgesteckter 61-cm-Rechteck-Bildröhre, neuartige Bildmoske, 6 VHF/UHF-Schnellwahltasten, permanent-dynamischer Frontlautsprecher.

**Prüf-  
Garantie**

**Graetz**

Wenn Sie wollen: Jedes unserer neuen Schwarz-Weiß-Geräte zeigt, was in unseren Farbfernsehern steckt. Denn wir zeigen täglich, daß wir mit Röhren, Transistoren, Dioden, Widerständen, Kondensatoren und Spulen umgehen können. Die aber werden in beiden Gerätearten verwendet. Die Zuverlässigkeit unserer Schwarz-Weiß-Geräte steckt also auch in unseren Farbfernsehgeräten. Deswegen haben beide die Graetz-Prüfgarantie: Für Sie wie eine Verkaufsgarantie.



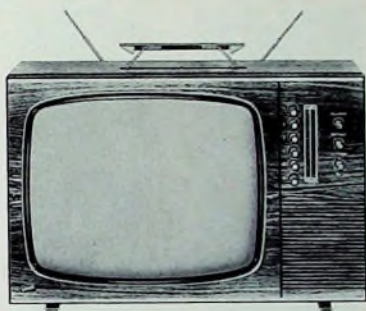
**Sie wissen doch:**

**In mehr als 4 Millionen Haushalten ist ein Graetz-Fernseher zu Hause.**

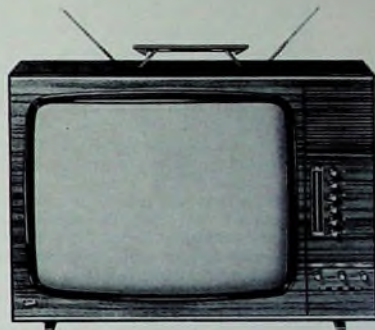
Viele sind jetzt über 10 Jahre alt. Viele davon werden 1969 ersetzt – durch einen neuen Graetz. Überhaupt – im kommenden Jahr können wir alle damit rechnen, daß der Ersatzkauf von Fernsehgeräten annähernd so bedeutend wird wie das Geschäft mit Erstkäufen. Mit unserem neuen

Graetz-Fernsehgeräte-Programm können Sie jedes Geschäft machen. Weil Graetz für jeden Wunsch das passende Gerät liefert. Weil Graetz-Geräte preisgünstig sind. Weil jedes Graetz-Gerät zuverlässig ist. Über 4 Millionen Graetz-Fernsehgeräte haben es bis heute bewiesen.

An alle neuen Graetz-Fernsehgeräte (außer Multinorm) kann eine Fernbedienung angeschlossen werden. Mit ihr lassen sich bei Farbfernsehgeräten Farbstärke, Helligkeit und Lautstärke, bei Schwarz-Weiß-Geräten Helligkeit und Lautstärke vom Sitzplatz aus regeln.



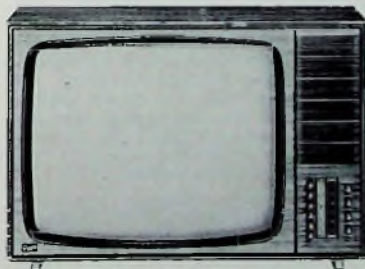
**Baroness** Portable mit 41-cm-Bildröhre. Holzgehäuse (Farbe: Nußbaum, hell matt oder Schleiflack, altweiß). Frontlautsprecher, versenkbarer Griff, Teleskopantenne.



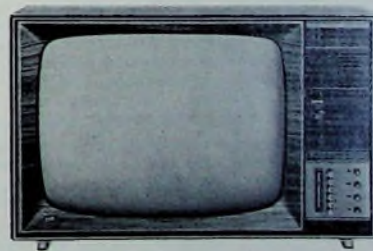
**Peer** Portable mit 51-cm-Rechteck-Bildröhre. Holzgehäuse (Farbe: Nußbaum, hell matt oder Schleiflack, altweiß). Frontlautsprecher, Doppel-Teleskopantenne.



**Mandarin** Standgerät mit durchgesteckter 61-cm-Rechteck-Bildröhre, auch als Tischgerät verwendbar, abschließbare Jalousietür, Programm-anzeige, Zeitschriftenablage.



**Pfalzgraf** Tischgerät mit durchgesteckter 61-cm-Rechteck-Bildröhre, 6 VHF/UHF-Schnellwahltasten mit Programm-Leuchtanzeige, perm.-dyn. Frontlautsprecher



**Multinorm 1193** Tischgerät mit 59-cm-Bildröhre, umschaltbar auf die wichtigsten europäischen Fernseh-Sendernormen, 6 Schnellwahltasten, Frontlautsprecher.

**Es gibt keine bessere Qualität**



## Kleines elektronisches Metallsuchgerät

Zum Feststellen des Verlaufs von metallischen Leitungen (elektrischen Leitungen, Gas-, Wasser- oder Heizungsrohren und dergleichen) im Erdboden oder in Wänden haben sich Leitungs- und Fehlersuchgeräte nach dem induktiven Prinzip bewährt<sup>1)</sup>. Voraussetzung dieses Verfahrens ist, daß man an irgendeiner Stelle an das Leitungs- oder Rohrnetz herankommt, um dort eine hochfrequente Prüfspannung einzuspeisen.

Es lassen sich aber auch Suchgeräte verwenden, bei denen die Einspeisung einer besonderen Prüfwechselspannung nicht erforderlich ist. So ist zum Beispiel die Änderung der Selbstinduktion der Hochfrequenzspule eines Schwingkreises auszunutzen, die eintritt, wenn die Spule in die Nähe eines metallischen Gegenstandes gebracht wird. Die Suchspule bildet dabei die Schwingspule eines HF-Oszillators, dessen Frequenz sich um so mehr ändert, je näher man mit der Suchspule an den metallischen Gegenstand herandrückt. Sehr deutlich läßt sich die Frequenzänderung feststellen, wenn zusätzlich ein zweiter Oszillator mit einer festen Frequenz vorhanden ist. Werden die Frequenz des Festoszillators und die Frequenz des variablen Suchoszillators nach Art eines Schwebungsummers überlagert, dann bildet sich als Differenzfrequenz eine Tonfrequenz im hörbaren Bereich. Sie wird höher bei Annäherung der Suchspule an ferromagnetische Metalle und tiefer bei Annäherung an nichtferromagnetische Metalle. Die Tonfrequenz kann man mit Hilfe eines kleinen Lautsprechers oder eines Kopfhörers wiedergeben.

Für den Aufbau eines solchen Metallsuchgerätes sind verschiedene Kombinationen möglich. Die einfachste Form ist die Verwendung eines Rundfunksenders als Festoszillator. Dem dann erforderlichen Rundfunkempfänger wird die Frequenz des variablen Suchoszillators überlagert. Ein solcher Vorschlag wurde bereits eingehend referiert<sup>2)</sup>; der zusätzlich erforderliche variable Oszillator dieser Anordnung war mit einem einzigen Transistor aufgebaut.

Ein ebenfalls nach diesem Grundprinzip arbeitendes, jedoch in sich komplettes Metallsuchgerät mit variablem Oszillator, Festoszillator, HF-Verstärker, NF-Verstärker und Lautsprecher beschrieb kürzlich L. Pericone<sup>3)</sup>. Die mit fünf Transistoren bestückte Schaltung geht aus Bild 1 hervor. Der Festoszillator T 2 ist mit Hilfe der Spule L 2

auf 400 kHz abgestimmt. (Wickeldata für L 2 sind in der Originalarbeit nicht angegeben; eine kurze Überschlagsrechnung ergab jedoch, daß für L 2 eine Induktivität von 1,05 mH erforderlich ist, die sich zum Beispiel mit 80 Wdg 0,18 CuL auf Siemens-Wickelkörper „B65532-A0000-M001“ mit Siemens-Schalenkern „B65531-K0160-A022“ realisieren läßt. Ebenso könnte man L 2 auch mit einem Vogt-Spulensatz „2349“ und 185 Wdg 0,3 CuL aufbauen.)

Die Induktivität des variablen Oszillators T 1 wird durch die Suchspule L 1 gebildet. Der Verfasser benutzte als

Die akustische Wiedergabe erfolgt über den Übertrager Ü mittels eines kleinen im Gerät eingebauten Lautsprechers (8 Ohm). In die Buche Bu läßt sich auch ein kleiner Kopfhörer einstecken, wobei der Lautsprecher abgetrennt wird.

Die Grundeinstellung des variablen Oszillators erfolgt in sicherer Entfernung von Metallen mit dem kleinen Drehkondensator C 1 auf eine im Lautsprecher hörbare Frequenz. Bei Annäherung der Suchspule L 1 an Metalle erhöht (oder erniedrigt) sich die Tonhöhe.

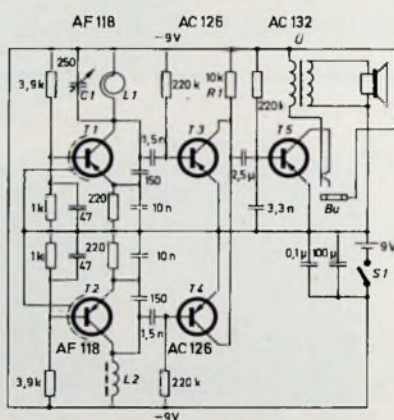


Bild 1. Schaltung des Metallsuchgerätes mit Festoszillator und variablem Oszillator mit Suchspule

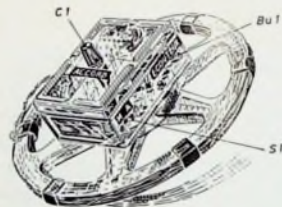


Bild 2. Auf der in einer Tonbandspule (25 cm Ø) eingelegten Suchspule ist mit drei Gewindefschrauben und Abstandshaltern das in einer kleinen Kunststoffschachtel untergebrachte Gerät montiert

Wickelkörper dieser Luftspule eine Kunststoff-Tonbandspule mit 25 cm Durchmesser (Abstand zwischen den Flanschen etwa 8 mm), in die zum äußeren Rand hin 30 Windungen kunststoffisoliertes 0,7-Cu-Drahtes eingelegt wurden (mit Kunststoffkleber und Klebebandern festlegen).

Damit der variable Oszillator nicht von dem 400-kHz-Festoszillator mitgezogen wird, ist der variable Oszillator auf eine Frequenz von etwa 200 kHz grundabgestimmt; ausgenutzt wird dann die 2. Harmonische (400 kHz ± Δf). Dadurch ergibt sich gleichzeitig auch eine Erhöhung der Empfindlichkeit.

Mit dem Drehkondensator C 1 läßt sich die geeignetste Frequenz des variablen Oszillators einstellen. Wenn diese sich beispielsweise um 5 kHz von 200 kHz unterscheidet, wird im Lautsprecher die zweite Harmonische dieser Differenzfrequenz (also 10 kHz) als Bezugsfrequenz beim Ortungsvorgang hörbar.

Die Festfrequenz wird in T 4, die variable Frequenz in T 3 verstärkt. Diese beiden Transistoren arbeiten auf den gemeinsamen Kollektorwiderstand R 1, an dem die Überlagerung beider Frequenzen erfolgt. Die entstehende Differenzfrequenz (Tonfrequenz) wird mit Hilfe von T 5 verstärkt und gleichgerichtet.

Die Empfindlichkeit des Gerätes ist nicht sehr groß. In etwa 60 cm Entfernung werden große Metallflächen (zum Beispiel Heizkörper einer Zentralheizung) angezeigt; Objekte mit einer etwas kleineren Oberfläche als derjenigen der Suchspule sind noch in einer Entfernung von etwa 50 cm zu orten, noch kleinere Objekte (auch Nägel in Holz usw.) in einer Entfernung bis zu 20 cm oder 30 cm.

Wie aus den Skizzen der Originalarbeit hervorgeht, wurden alle Bauelemente des Metallsuchgerätes (außer der Suchspule) in einer kleinen Plastikbox mit Abmessungen von etwa 12 cm × 9 cm × 4 cm untergebracht und diese nach Zwischenlegen von kleinen Kunststoffabstandshaltern mit drei Schrauben in der Mitte der Suchspule L 1 fest montiert (Bild 2). Am Deckel der Schachtel angebracht sind der kleine Lautsprecher und C 1. Die gesamte Schaltung fand Platz auf einer etwa 5 cm × 8 cm großen Schaltplatte, die an der Unterseite des Lautsprechers befestigt wurde. Die Kopfhörerbuchse Bu und der Ein/Aus-Schalter S 1 sitzen auf einer Breitseite des Unterteils der Schachtel. Die verdrehten Zuleitungen von der Suchspule führen auf der entgegengesetzten Breitseite in das Gehäuse. Verdreht werden sollen zweckmäßigerweise auch die Leitungen der Stromversorgung. jü.

<sup>1)</sup> Leitungs- und Fehlersuchgerät Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 1, S. 25-26

<sup>2)</sup> Metallsuchgerät einfacher Bauart. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 17, S. 637-638; nach Calvert, H. F.: Simple metal locator Electronics Wld. Bd. 66 (1961) Nr. 1, S. 73

<sup>3)</sup> Pericone, L.: Realisation d'un detecteur de métaux. Le Haut-Parleur Bd. 54 (1968) Nr. 1191, S. 165-167



# Digitale Elektronik



## Praktische Einführung für den jungen Techniker

### 1. Aufgabe und Ziel der Experimentierreihe

Die Digitaltechnik ist ein Teilgebiet der Elektronik, das sich immer mehr Anwendungsfälle erobert. Zweifellos wird sich diese Ausweitung noch fortsetzen. Für den Außenstehenden wird die Digitaltechnik in erster Linie mit dem Begriff „Elektronenrechner“ in Verbindung gebracht. Die Grundsaltungen der Digitaltechnik sind jedoch in vielen Fällen auch für andere Aufgaben (so zum Beispiel in der Steuerungs-, Regel- und Meßtechnik) sehr gut und vorteilhaft zu verwenden. Die folgende Beitragsreihe hat das Ziel, den in der Digitaltechnik nicht versierten Leser in dieses Spezialgebiet einzuführen. Dabei sollen besonders die jüngeren Leser, die sich noch in der Ausbildung befinden, angesprochen werden. Grundkenntnisse in der Elektronik sind vorausgesetzt. Die Beitragsreihe wird ganz bewußt keine ausgesprochenen Industrieschaltungen bringen, sondern sich auf leichtverständliche, allgemein anwendbare Grundsaltungen beschränken. Der Leser soll angeregt werden, auf Grund der besprochenen Schaltungen eigene Anwendungsfälle für die Digitaltechnik zu erkennen und in der Praxis zu verwenden. Es wird auch darauf verzichtet, weitgehende theoretische Abhandlungen einzufügen. Hierfür gibt es genügend Fachliteratur, mit der sich der interessierte Leser nach Wunsch weiter befassen kann. Wie der Untertitel der Beitragsreihe schon besagt, wird es sich in erster Linie um eine praktische Einführung, also um eine Experimentierreihe, handeln. Die beschriebenen Schaltungen werden jeweils aufgebaut, so daß sich der Leser von der Funktionstüchtigkeit einer Schaltung selbst überzeugen kann.

### 2. Das System der Experimentierreihe

Um den handwerklichen Aufwand beim Aufbau der Schaltungen möglichst ge-

ring zu halten, wird als Grundlage aller Experimente das „Veroboard“-System verwendet. Dabei handelt es sich um ein System von Hartpapier-

selbst als Querverbindungen. Das Auftrennen der Leiterbahnen kann notfalls auch mit einem gewöhnlichen Spiralbohrer passenden Durchmessers erfolgen, mit dem nur die Kupferschicht zu entfernen ist. Bild 2 zeigt eine bestückte „Veroboard“-Platte von der Vorder- und Rückseite.

Für die hier besprochenen Experimente wurden „Veroboard“-Platten des Typs „M 8“ mit einer Breite von 90 mm und 18 Leiterbahnen verwendet. Außerdem benötigt man Lötstifte Bestell-Nr. 2140/3073, über die den Platten die erforderlichen Spannungen und Signale zugeführt werden. Bei dem gewählten Plattentyp handelt es sich um eine Standardausführung, die in größeren Fachgeschäften erhältlich ist. Auch die verwendeten Bauelemente sind durchweg Standardteile, deren Beschaffung keine Schwierigkeiten bereiten dürfte. Sie wurden auch so ausgewählt, daß der erforderliche Materialaufwand – und damit auch der finanzielle Aufwand – in tragbaren Grenzen bleiben.

Die einzelnen Grundsaltungen werden auf kleine, von der 165 mm langen „Veroboard“-Platte abgeschnittenen Platten aufgebaut, so daß man „Bausteine“ mit bestimmten Funktionen erhält. Für die Versuche kommen zwei verschiedene Plattengrößen in Betracht. Die Breite entspricht bei allen der Originalbreite von 90 mm, die Länge je nach Bausteinumfang 40 oder 82,5 mm. Die einmal aufgebauten Grundsaltungen sollten nach Durchführung des jeweiligen Versuchs nicht wieder zerlegt

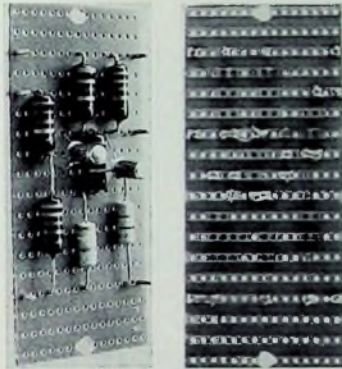


Bild 2 Beispiel einer bestückten „Veroboard“-Platte von der Vorderseite (links) und der Rückseite (rechts)

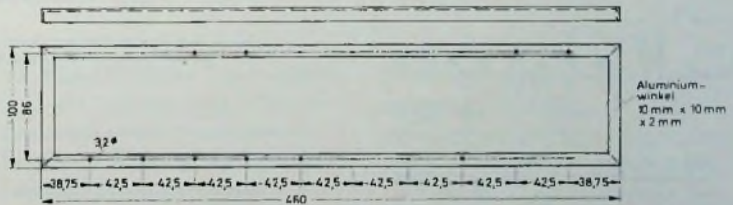


Bild 3. Montagerahmen aus Aluminiumwinkeln für die Zusammenschaltung der Bausteine



Bild 1. Teilansicht einer im Original („M8“) 165 mm x 90 mm großen „Veroboard“-Platte mit 18 etwa 2,5 mm breiten Leiterbahnen

steckt und auf den Kupferbahnen verlötet. Will man eine Leiterbahn unterbrechen, dann wird diese einfach durch einen lieferbaren Spezialbohrer (Bestell-Nr. 2022) durchgetrennt, wobei man nur die Kupferschicht entfernt, nicht aber die ganze Platte durchbohrt. Querverbindungen werden auf der nichtbeschichteten Seite mittels blanker Drahtstücke hergestellt. Mit einer sinnvollen Anordnung der Bauelemente gelingt es zumeist, die Anzahl der Querverbindungen durch Drahtstücke gering zu halten. Die Bauelemente dienen dann

werden, da sie für spätere Versuche immer wieder benötigt werden.

Für einen stabilen und übersichtlichen Aufbau der Versuchsschaltungen hat sich ein Montagerahmen aus Winkelmetall nach Bild 3 bewährt. Die Maße für die Bohrungen sind genau einzuhalten, damit man später die Bausteine mittels M-3-Schrauben, die durch Befestigungslöcher der Bausteinplatten hindurchgreifen, auf dem Montagerahmen befestigen kann.

Wie bereits erwähnt, führt man den Baustein die notwendigen Anschlüsse

ring zu halten, wird als Grundlage aller Experimente das „Veroboard“-System verwendet. Dabei handelt es sich um ein System von Hartpapier-



über Lötstifte zu. Die Verbindung der einzelnen Bausteine untereinander erfolgt also auch über Lötverbindungen. Das erfordert zwar etwas mehr Arbeit, die sich jedoch lohnt, da dann in jedem Fall einwandfreie Verbindungen gegeben sind. Zudem ist diese Verbindungsart billiger als hochwertige Steckverbindungen. Die Leiterbahnen sind so beschaltet, daß die meisten Verbindungen zwischen zwei Bausteinen über unmittelbar nebeneinander liegende Lötstifte jeweils mittels kurzer Drahtbrücken erfolgen können. Gleiche Potentiale werden bei allen Bausteinen stets der gleichen Leiterbahn zugeführt. So ist beispielsweise der Minuspol der Betriebsspannung immer der Leiterbahn 3, der Pluspol immer der Leiterbahn 15 zugeordnet. Dadurch wird die Verdrahtung der Bausteine untereinander noch weiter erleichtert.

### 3. Stromversorgung der Versuchsschaltungen

Alle in dieser Serie beschriebenen Schaltungen sind einheitlich für eine Betriebsspannung von 7,5 V ausgelegt. Es ist daher grundsätzlich möglich, fünf in Reihe geschaltete Monozellen von 1,5 V zu verwenden. Zweckmäßiger ist es jedoch, ein kleines Netzgerät mit passender Spannung zu benutzen. Dann ist ständig eine ausreichende, gleichmäßige Spannung vorhanden, während erfahrungsgemäß Batterien immer dann erschöpft sind, wenn man sie gerade braucht. Mancher Leser wird vielleicht schon ein geeignetes Netzgerät besitzen. Für alle anderen sei hier eine einfache Schaltung angegeben, die man sich mit geringem Aufwand selbst herstellen kann. Nach dem Abschluß der Versuche läßt sich das Netzgerät dann auch für beliebige andere Zwecke einsetzen, so beispielsweise zum Betrieb von tragbaren Rundfunk- und Tonbandgeräten, die häufig für eine Spannung von 7,5 V ausgelegt sind.

Die Schaltung für das Netzteil zeigt Bild 4. Der hier verwendete Netztransformator *Tr* liefert eine Sekundärspannung von 12 V, die über einen Brücken-

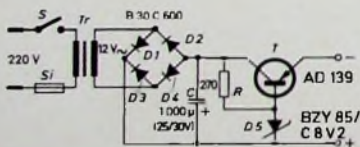


Bild 4. Schaltung eines Netzteils zur Stromversorgung der Versuchsschaltungen; AD 139 mit Kühlblech 70 mm x 70 mm, der Widerstand *R* hat 0,5 W Belastbarkeit

gleichrichter *D1* bis *D4* und einen Elektrolytkondensator *C* gleichgerichtet und gesiebt wird. Mit der Z-Diode *D5* wird eine Bezugsspannung von etwa 8 V gewonnen, mit der die Basis des Transistors *T* angesteuert wird. Am Ausgang entsteht dann eine von der Belastung und der Netzspannung weitgehend unabhängige Gleichspannung von etwa 7,5 V.

### 4. Was ist Digitaltechnik?

Im Gegensatz zur Analogtechnik, bei der – je nach möglicher Meßgenauigkeit – beliebig viele Zwischenwerte

eines Signals denkbar sind, kennt die Digitaltechnik nur die definierten Schaltzustände „ein“ und „aus“. Während also beispielsweise bei einer analogen Schaltung ein Transistor mehr oder weniger leitend sein kann, muß er bei einer digitalen Schaltung immer entweder ganz leitend oder ganz gesperrt sein. Es muß freilich an dieser Stelle gleich darauf hingewiesen werden, daß man diese Werte in der Praxis nicht immer ganz einhalten kann. Die Bauelemente haben Verlustspannungen und Verlustströme, so daß die theoretischen Werte „ein“ und „aus“ nicht immer zutreffen. Für die Praxis legt man daher bestimmte Grenzwerte fest, die noch als „ein“ oder „aus“ zu gelten haben. Für die in dieser Experimentierreihe durchzuführenden Versuche sollen Signale von 0 bis 1 V als „aus“, Signale über 5 Volt als „ein“ gelten.

In der Fachsprache des Digital-Elektronikers werden für die Schaltzustände „ein“ und „aus“ die Bezeichnungen „L“

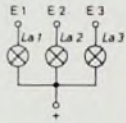


Bild 5. Schaltung des Anzeigebausteins

und „O“ verwendet. („L“ steht hier an Stelle von „1“, um Verwechslungen mit der Zahl 1 zu vermeiden.) Wird also in den folgenden Beschreibungen von „O“ gesprochen, dann bedeutet das „kein Signal gegen Masse“ beziehungs-

weise nach der obigen Grenzwertfestlegung „0 bis 1 V gegen Masse“. Wird andererseits der Wert „L“ angegeben, dann führt der entsprechende Schaltungspunkt „volle Spannung gegen Masse“ beziehungsweise unter Berücksichtigung der Verluste „über 5 V gegen Masse“.

### 5. Allgemeine Grundbausteine

#### 5.1 Anzeige der Signale

Wegen der eindeutigen Darstellung der Signale erübrigt es sich, die Schaltungen mittels kontinuierlich anzeigender Meßinstrumente zu kontrollieren. Die Anzeige erfolgt vielmehr durch Bauelemente, die lediglich „ein“ oder „aus“ signalisieren müssen. Für die vorliegende Versuchsreihe wurden hierzu Glühlampen gewählt. Das ist für die niedrige Betriebsspannung die praktischste und billigste Lösung. Um die übrigen Bauelemente nicht zu stark zu belasten, sind Glühlampen mit möglichst geringem Stromverbrauch zweckmäßig. Für die Versuche wurde der handelsübliche Typ 6 V, 50 mA festgelegt.

Mit diesen Glühlampen wird der erste Baustein, der Anzeigebaustein, aufgebaut. Für die Versuche werden öfters mehrere Anzeigelampen gleichzeitig benötigt. Es wäre jedoch zu aufwendig, für jede Glühlampe eine einzelne Bauplatte zu verwenden. Der Anzeigebaustein enthält daher drei Glühlampen. Bild 5 zeigt die Schaltung dieses Bausteins; aus den Bildern 6a, b und c ist

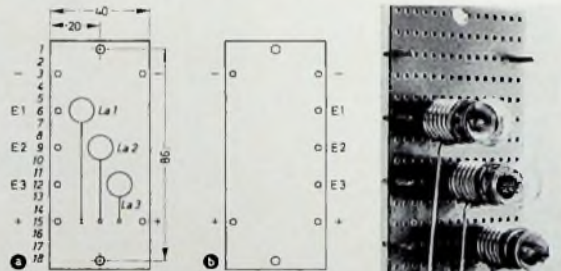


Bild 6. Aufbau des Anzeigebausteins von oben (a) und unten (b) sowie Ansicht (c)

Zeichenbedeutung für Bausteine	
o	mechanische Bohrungen und Abmessungen
x	Leiterbahnunterbrechungen auf der Rückseite
	Bauteile auf der Vorderseite
	Querverbindungen auf der Vorderseite
	(beim Signalleiter Verbindungen auf der Rückseite)
o E1	Lötanschlüsse mit Bezeichnungen
1, 2, 3	Leiterbahn-Kennziffer
Zeichenbedeutung für Versuchsaubauten	
o E1	Lötanschlüsse der Bausteine
	Verbindungen der Bausteine untereinander

der Aufbau zu erkennen. Die 40 mm breite „Veroboard“-Platte erhält zwei Befestigungslöcher. Die an dieser Stelle schon vorhandenen Löcher in den äußeren Leiterbahnen werden hierzu einfach auf 3,5 mm aufgebohrt.

Für die Glühlampen verwendet man handelsübliche Fassungen E10, die mit ihren Mittelschrauben direkt in entsprechende Löcher der Platte, die hierzu aufgebohrt werden müssen, einzulöten sind. Die Außenkontakte der Lampenfassungen werden alle mit der Leiterbahn 15 (Pluspol der Betriebsspannung und Masse) verbunden. Bei den Bildern 6a und 6b ist – ebenso wie bei den weiteren entsprechenden Bildern – zu berücksichtigen, daß Vorder- und Rückseite der Bauplatten seitentauscht sind. Sie sind also – selbstverständlich – nicht deckungsgleich. (Fortsetzung folgt)





## BZX 71 C/ ... Silizium-Planar-Z-Dioden im DH-Gehäuse

Die Planar-Z-Dioden haben gegenüber den legierten oder diffundierten Z-Dioden den Vorteil der wesentlich steileren Durchbruchkennlinie.

Dadurch treten bei Schwankungen des Stabilisierungsstromes nur sehr geringe Änderungen der Spannung auf.

Besonders scharf ausgeprägt ist der Knick der Kennlinie.

Die wichtigsten technischen Daten sind:

Verlustleistung bei  $t_{amb} \leq 50^\circ C$   
 $P_V = 400 \text{ mW}$

Z-Spannungsbereich 5,1 ... 24 V  
Sperrschichttemperatur 175° C  
Wärmewiderstand  $R_{thK} = 0,32^\circ C/mW$   
Toleranz  $\pm 5\%$

Wir senden Ihnen gern Unterlagen mit genauen technischen Daten

Bitte schreiben Sie an

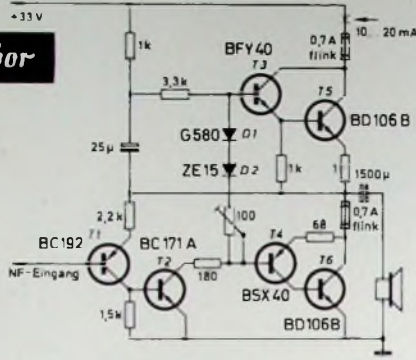
AEG-TELEFUNKEN  
Halbleitervertrieb  
71 Heilbronn, Postfach 1042



## Defekte Endstufe eines Stereo-Verstärkers

Bei einem mit Transistoren bestückten Stereo-Verstärker fiel die eisenlose Endstufe eines Kanals aus. Die durchgebrannten Endstufensicherungen wurden durch neue ersetzt, die jedoch nach dem ersten Einschalten wieder durchschmolzen.

Zunächst wurden die Endstufentransistoren ausgebaut und geprüft. T5 hatte einen Emitter-Kollektor-Schluß. Nun wurden die beiden Endstufentransistoren T5, T6 durch neue, gepaarte und mit gleicher Codierung versehene Transistoren ersetzt. Die Endstufe wurde jetzt vorsichtshalber nur mit einer Spannung von 9 V betrieben. Dann wurde der Kollektorrühstrom der Endstufe gemessen. Bei einwandfrei arbeitender Endstufe und voller Betriebsspannung von 33 V soll der Ruhestrom etwa 10 bis 20 mA groß sein. Bei der angeschlossenen Spannung von 9 V stellte sich ein Ruhestrom von über 1 A ein, der sich nicht mehr regeln ließ. Auch die Prüfung der anderen Transistoren führte zu keinen Fehlerhinweisen. Durch zufälliges Anstoßen an die Platine der eingeschalteten End-



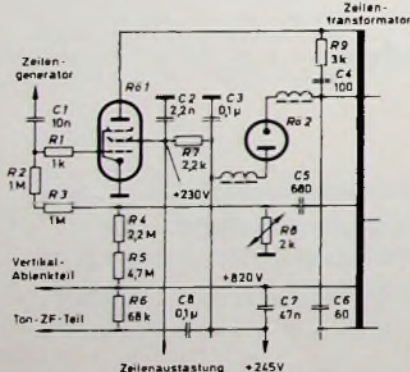
Schaltung der eisenlosen Endstufe eines Stereo-Verstärkers

stufe sank jedoch der Ruhestrom auf etwa 1 mA ab. Nun wurde die Platine auf etwaige kalte Lötstellen untersucht, doch ohne Ergebnis. Der Ruhestrom stieg wieder an.

Beim Überbrücken der Dioden D1 und D2 - sie stabilisieren den Endstufenruhestrom gegen Betriebsschwankungen - ging der Ruhestrom wesentlich zurück. Die beiden Dioden wurden ausgebaut und durchgemessen. Dabei war festzustellen, daß sich der Innenwiderstand der Stabilisierungsdiode D2 bei mechanischer Veränderung sehr stark erhöhte. Dementsprechend stieg der Ruhestrom infolge des größeren Spannungsabfalls an D2 ebenfalls stark an. Nach dem Austauschen von D2 ließ sich der Endstufenruhestrom wieder auf 10 bis 20 mA einstellen.

## Bildschirm eines Fernsehempfängers dunkel, Ton einwandfrei

Bei einem Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger fehlte die Hochspannung. Zunächst wurden die Röhren probeweise



Zeilen-Endstufe eines Fernsehempfängers

ausgetauscht. Der Fehler war dadurch nicht behoben. Weiter wurde die Ansteuerung der Zeilen-Endröhre überprüft. Während der Messung wurde plötzlich der Bildschirm hell, Hochspannung war also vorhanden. Nach Entfernen der Meßspitze des Röhrenvoltmeters vom Steuergitteranschluß der Zeilen-Endröhre setzte die Hochspannung jedoch erneut aus.

Die gleiche Erscheinung wurde beim Überprüfen der Ansteuerungskurve mit einem Oszillografen festgestellt. Der Tastkopf hatte einen Teiler 20:1 bei 1-MOhm-Eingangswiderstand des Oszillografen; das Röhrenvoltmeter hatte 11-MOhm-Eingangswiderstand. Dieser hohe durch die Meßgeräte eingeführte zusätzliche Gitterableitwiderstand konnte auch durch einen Kohlewiderstand ersetzt werden. Das Gerät arbeitete dabei einwandfrei.

Die eigentliche Fehlerursache war damit jedoch nicht beseitigt. Deshalb wur-

den noch die Widerstände der Stabilisierungsschaltung R2 bis R5 durchgemessen. Bis auf Widerstand R5 stimmten die angegebenen Werte; R5 hatte aber etwa 32 MOhm an Stelle von 4,7 MOhm. Infolge dieses hohen Werts blieb die Stabilisierungsschaltung außer Funktion und die Zeilen-Endstufe gesperrt. Nach Einlöten eines neuen Widerstandes war alles in Ordnung. di.

## Halbleiter-Prüfgerät „HST 2“

Die Firma E. Lehmann, 6784 Thaleischweiler, hat neu das batteriebetriebene Halbleiter-Prüfgerät „HST 2“ herausgebracht (Abmessungen 19 cm × 9 cm × 13 cm, Gewicht 1,25 kg). Es ermöglicht eine schnelle Kontrolle der statischen Eigenschaften von Halbleiterbauelementen. Die im Bauelement auftretende Verlustleistung ist maximal



Halbleiter-Prüfgerät „HST 2“

nur 4 mW; auch bei Falschpolung kann daher keine Zerstörung des Prüflings erfolgen. Mit einer Zeigerstellung sind auf drei übereinander angeordneten Skalen gleichzeitig Spannung, Strom und Gleichstromwiderstand (also ein Kennlinienpunkt des Bauelements) ohne jede Umschaltung ablesbar.

Bei PNP- und NPN-Transistoren sind meßbar: Stromverstärkung B (0...300 und 0...1200; Meßfehler maximal ±7%), Sperrströme (0...4 mA und 0 bis 400 µA; Meßfehler maximal ±3% vom Skalen-Endwert), Kurzschluß (Strom auf Skalen-Endwert 4 mA begrenzt).

Für die Prüfung von Dioden, Gleichrichtern und Widerständen sind meßbar: Durchlaßstrom (begrenzt auf maximal 4 mA; Schleusenspannung ist bei 3 bis 5 mA ablesbar), Sperrstrom (0 bis 4 mA und 0...400 µA; Meßfehler maximal ±3% vom Skalen-Endwert), Gleichstromwiderstand (50 Ohm bis 50 kOhm und 10 kOhm bis 1 Mohm).

Als Zubehör gibt es unter anderem den Tastkopf „TST“ für die Prüfung von Transistoren auf ihre Funktion innerhalb einer Schaltung und Adapter für externe Prüfung und für die Prüfung von Leistungstransistoren.

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**Lehninger**  
SERVIX





## Der Oszillograf in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd 24 (1965) Nr. 2, S. 70

### 2. Anwendungen in der Schwarz-Weiß-Fernsehempfangstechnik

Während man einen Rundfunkempfänger zur Not auch ohne Oszillografen reparieren und abgleichen kann, ist das bei einem Fernsehempfänger keineswegs mehr der Fall. Die Form der Frequenzkurven muß im Empfangsteil sehr genau eingehalten werden, weil davon die Güte des Bildes hinsichtlich Schärfe und Ausschaltung von Störungen durch den Begleitton oder benachbarte Sender abhängt. Die Frequenzkurve selbst kommt jedoch durch das Zusammenwirken zahlreicher Einzelkreise, Bandfilter, Wellenfallen usw. zustande. Zwar kann man im voraus beurteilen, welche Veränderung an welchem Kreis bestimmte Verformungen der Frequenzkurve zur Folge haben wird, praktisch ist das jedoch wertlos, weil man sofort das wirkliche Resultat am Empfangsgerät benötigt. Wegen der Vielzahl der Kreise scheidet eine punktweise Aufnahme von Frequenzkurven irgendwelcher Art völlig aus; sie würde niemals zu entsprechenden Ergebnissen führen. Deshalb ist der Oszillograf in Verbindung mit geeigneten Wobeleinrichtungen ein unerlässliches Werkzeug beim Abgleich des Fernsehempfängers.

Ein Oszillograf ist weiterhin wegen der zahlreichen impulsförmigen Spannungen, die in einem Fernsehempfänger vorkommen, unentbehrlich. Das gilt vor allem für die Spannungen, die das Raster erzeugen. Hier kommen Impulsspannungen sehr niedriger Grundfrequenz (Vertikalteil) und auch verhältnismäßig hoher Grundfrequenz (Horizontalteil) vor. Diese Spannungen sind mit Zeigerinstrumenten überhaupt nicht meßbar. Es kommt daher nur eine oszillografische Darstellung und eine oszillografische Ausmessung von Impulsspannungen in Betracht.

Im Handel gibt es Service-Oszillografen, die sich für Fernseh-Servicearbeiten ganz besonders eignen. Die modernen Ausführungen haben fast alle Gleichstromkopplung im Y-Teil, was besonders für die Untersuchung von Klemmschaltungen, bei denen es auf die Gleichstromkomponente ankommt, von Bedeutung ist. Ferner sind die besseren Service-Oszillografen triggerbar, so daß man nicht nur einwandfrei ruhige, sondern auch zeitgedehnte Oszillogramme erhält. Diese sind zum Beispiel erwünscht bei Untersuchungen im Vertikalteil zur Auflösung des Vertikal-Austastimpulses, dessen Einzelheiten im nicht zeitgedehnten Oszillogramm praktisch kaum erkannt werden können. Ein weiterer Vorteil guter Service-Oszillografen ist die ausreichende Bandbreite des Y-Teils. Man braucht das besonders zur Beurteilung von Feinheiten des Horizontalimpulses.

Dieser Hauptabschnitt ist in zwei große Gruppen, nämlich in Anwendungen des Oszillografen im Empfangsteil und in Anwendungen im Impuls- und Ablenkteil, aufgegliedert. Wie schon zu Beginn unserer Aufsatzreihe erwähnt, können wir hier keineswegs auf Fehler im Fernsehempfänger und ihre Deutung an Hand von Oszillogrammen eingehen, sondern immer nur besprechen, bei welchen Stufen man den Oszillografen zweckmäßigerweise einsetzt und was bei der Anschaltung zu betrachten ist [2, 3, 4, 5, 10, 12].

### 2.1 Anwendungen im Empfangsteil

Im Empfangsteil dominieren, wie schon erwähnt, die Frequenzgangdarstellungen von einzelnen Baugruppen (Tuner, ZF-Teil, Video-Endstufe, Tonteil usw.). Daneben spielen auch die Registrierung und die Diagnose von Störkomponenten eine gewisse Rolle.

#### 2.1.1. Frequenzgangdarstellung bei Tunern

Der Frequenzgang eines Fernseh-Tuners beeinflußt zwar den Gesamt-Frequenzgang des Empfangsteils nicht sehr wesentlich; trotzdem muß er die vorgeschriebene Form haben, wenn man beste Ergebnisse erreichen will. Man bedient sich grundsätzlich des Wobbelverfahrens, und zwar schaltet man die Geräte nach Bild 53 zusammen. Um den Oszillografen richtig anschließen zu können, ist das Serviceschaltbild des

Fernsehempfängers unbedingt erforderlich. Dort sind nämlich die Meßpunkte näher bezeichnet, an denen der Oszillograf angeschlossen werden muß. Den hier benötigten Meßpunkt am Ausgang des Tuners sucht man auf und verbindet ihn dann mit dem Y-Teil des Oszillografen. Auch hier sollte man mit Tastkopf arbeiten, um den Meßpunkt nicht zu stark zu belasten. Er ist zwar meistens unkritisch, weil häufig zwischen ihm und den empfindlichen Teilen der Schaltung Trennwiderstände liegen, trotzdem kann man aber in dieser Hinsicht nicht vorsichtig genug sein.

Der Tunereingang wird über ein Symmetrierglied mit dem Wobblersender verbunden, da dieser meistens einen unsymmetrischen Ausgang hat. Derartige Symmetrierglieder liefert die Antennenindustrie; es gibt aber auch spezielle Ausführungen für oszillografische Zwecke. Beim Anschluß kann man kaum einen Fehler machen, weil die Symmetrierglieder Steckvorrichtungen haben. Der Ausgang des Symmetriergliedes ist meistens an den Eingang des Tuners angepaßt, so daß stehende Wellen kaum auftreten können.

Gewöhnlich ist der Meßpunkt des Tuners dort angeordnet, wo die Zwischenfrequenz abgenommen wird. Da die Verstärkung der Fernseh-Tuner verhältnismäßig klein ist, sollte man eine genügend große Y-Verstärkung am Oszillografen einstellen, um auch bei mäßiger Ausgangsspannung des Wobblersenders schon sichtbare Kurven zu erhalten. Arbeitet man mit zu kleiner Verstärkung im Y-Teil, so kann der Tuner durch die dann erforderliche sehr hohe Eingangsspannung übersteuert werden.

Bei richtiger Bedienung und bei Verwendung eines einwandfreien Wobblersenders und Oszillografen erhält man auf dem Leuchtschirm die Kurve des Tuner-Frequenzganges, die meistens ziemlich glatt verläuft. Durch Einblenden entsprechender Frequenzmarken kann man sich ein genaues Bild über die Lage der einzelnen Abgleichfrequenzen verschaffen. Die meisten Wobblersender enthalten eingebaute Markengeber. Im übrigen kann auf den Abschnitt 1.3.3. verwiesen werden, in dem alles, was für die Wobbeltechnik wichtig ist, aufgeführt wurde. Die Frequenzmarke schiebt man vor allem an die Stellen der Kurve, an denen normgemäß der Bild- und Tonträger sitzen müssen. Manche Wobblersender enthalten Markengeber, die zwei Meßmarken im Abstand von genau 5,5 MHz (also im Abstand Tonträger - Bildträger) liefern. Man kann sogar einen Fernseh-Tuner als Markengeber benutzen und auf diese Weise zum Beispiel die Lage des Bildträgers fixieren. Mit dem eigentlichen Markengeber stellt man dann im Abstand von 5,5 MHz den Tonträger ein. Hat der vorhandene Wobblersender keinen Markengeber, so kann man, wie früher beschrieben, unter Verwendung eines gewöhnlichen Meßsenders ebenfalls gute Resultate erhalten.

Abschließend ist zu erwähnen, daß man in manchen Fernsehempfängern den Tuner unregelmäßig betreiben muß, wenn sein Frequenzgang dargestellt werden soll. In diesem Fall ist die Regelleitung abzuklemmen. Die richtige Vorspannung für die

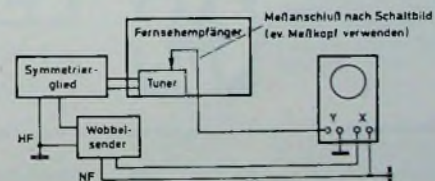


Bild 53. Schaltung zur Aufnahme von Tuner-Resonanzkurven

Röhren beziehungsweise Transistoren ist durch eine Hilfsbatterie zu erzeugen, an die man zweckmäßigerweise ein Potentiometer anschließt, so daß man die richtige Vorspannung einstellen kann. Die genaue Schaltung und der Anschluß dieser Hilfsstromquelle hängen von der jeweiligen Schaltung des Fernsehempfängers ab.



### 2.1.2. Frequenzgangdarstellung im Bild-ZF-Teil

Will man den Frequenzgang des ZF-Teils getrennt untersuchen, so muß man den Frequenzeinfluß des Tuners ausschalten. Auch hierfür sind bei den Fernsehempfängern Meßpunkte vorhanden, denen man die Spannung des Wobblers zuführen kann. Meistens handelt es sich dabei um den Eingang der Mischröhre oder des Mischtransistors. Selbstverständlich kann man auch mit einer Aufblaskappe arbeiten, die man über die Mischröhre setzt. In diesem Fall wird in den Eingang der Mischröhre ein konstanter Strom eingespeist, der sich zur Darstellung des Frequenzganges ebenso gut eignet wie der Anschluß des Wobblers unmittelbar an den zugehörigen Meßpunkt. Die Anwendung einer Aufblaskappe ist bequemer, weil man jedes Anklempfen der Leitung des Wobblers auf diese Weise umgeht. Eine zwischenfrequente Darstellung des Frequenzganges scheidet aus. Man verwendet den im Gerät vorhandenen Videodemodulator gleichzeitig als Meßdemodulator, greift also die Ausgangsspannung hinter dem Demodulator ab (Bild 54). Auch hierfür ist gewöhnlich ein Meßpunkt vorhanden. Man schließt an diesen zweckmäßigerweise einen Widerstand  $R$  von etwa  $50\text{ k}\Omega$  an und sieht außerdem einen Blockierungskondensator  $C$  vor. Dadurch wird die Leitung zum Oszillografen unkritisch gegenüber Einstreuungen, und der Meßpunkt wird nicht belastet. Das RC-Glied kann wegen der bei der Wobbelung auftretenden tiefen Frequenz keinerlei Verfälschungen der Kurve verursachen.

Auch bei der Aufnahme der ZF-Frequenzkurve sollte die Regelung des ZF-Teils abgetrennt werden. Die richtigen Vorspannungen sind, wie schon erwähnt, mit Hilfsbatterien oder sonstigen Hilfsspannungsquellen herzustellen. Nur dann erhält man einwandfreie Kurven. Da die Verstärkung des ZF-Teils wesentlich größer ist als die des Tuners, kommt man im Y-Teil des Oszillografen mit einer kleineren Verstärkung aus. Trotzdem sollte man sich bemühen, die Ausgangsspannung des Wobblers so gering wie möglich zu halten, denn der ZF-Verstärker wird besonders in den letzten Stufen infolge der hohen Verstärkung leicht übersteuert. Das äußert sich dann in scheinbar absolut horizontalen Fre-

quenzkurven, die in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind. Sie weisen einfach auf eine Übersteuerung hin. Treten solche Erscheinungen auf, so muß man unbedingt die Wobblerspannung so weit zurückregeln, bis die leichten, für die ZF-Kurve typischen Krümmungen auftreten.

Wertvoll ist ein Durchwobbeln des ZF-Teils natürlich nur, wenn der Oszillograf geeicht ist und wenn man über exakte Meßmarken verfügt. Auf diese Weise kann man durch Verändern der Frequenz des Markengebers sehr genau die zu der Tontreppe, zu den verschiedenen Fallen usw. gehörenden Frequenzwerte einstellen und auch ausmessen, ob die Tiefe der Fallen die vorgeschriebenen Werte aufweist. Hierüber gibt stets das Serviceschaltbild Auskunft. Selbstverständlich ist auch ein Abgleich der einzelnen Stufen des ZF-Verstärkers möglich. Hier muß man sich genau nach den Angaben des Serviceschaltbildes richten.

Sind Tuner und ZF-Teil getrennt abgeglichen worden, so kann man noch eine Prüfung über alles vornehmen, indem man die Meßschaltung nach Bild 53 mit der nach Bild 54

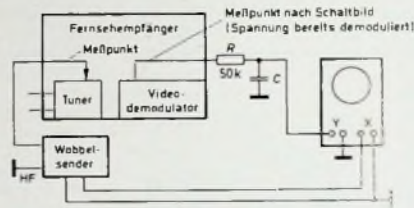


Bild 54. Schaltung zur Aufnahme von ZF-Frequenzkurven

kombiniert. Der Wobbler wird also über ein Symmetrierglied an den Tunereingang gelegt, während man die Ausgangsspannung hinter dem Demodulator abgreift. Die Unterschiede sind gegenüber dem Frequenzgang der ZF-Kurve allein nicht erheblich, weil ja die Tuner eine sehr große Bandbreite haben.

# Heute für morgen

Entscheidungen auf weite Sicht verlangen Übersicht: über neueste Entwicklungstendenzen, über das Angebot der Wettbewerbspartner aus Ost und West, über Problemlösungen, über Kundenwünsche. Die Leipziger Messe garantiert Ihnen bei einem Minimum an Zeit ein Maximum an wertvollen Informationen, nützlichen Kontakten und lohnenden Geschäften. Fachleuten aus den verschiedensten Branchen der Investitions- und der Verbrauchsgüterindustrie hilft Leipzig, Probleme von heute für morgen zu lösen. Modern, dynamisch und attraktiv – das ist die Leipziger Messe mit Ausstellern aus etwa 65 Ländern, der Welthandelsplatz auf dem Boden eines leistungsfähigen, sozialistischen Industriestaates, der sich seit 20 Jahren erfolgreich entwickelt.



## LEIPZIGER MESSE

auf solider Basis –

20 JAHRE DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

2.-11.3.  
1969  
31.8.-7.9.  
1969

Messeausweis bei Reisebüros und an allen Grenzübergangsstellen der DDR erhältlich. Auskünfte: Zweigstellen des Leipziger Messeamtes, DDR-108 Berlin, Friedrichstraße 167/168, Tel. 22 24 52, Telex: 011 423 6 Frankfurt/M., Liebfrauenberg 37, Tel. 28 72 07 u. 28 72 08, Telex: 411994



### 2.1.3 Untersuchung der Video-Endstufe mit Rechteckspannungen

Der Videoverstärker in einem Fernsehempfänger ist zwar meistens nur einstufig, aber trotzdem für eine saubere Bildwiedergabe entscheidend. Die Video-Endstufe enthält sowohl am Eingang als auch am Ausgang Frequenzkorrekturglieder in Form von Spulen und kleinen Kondensatoren, die den Frequenzgang so anheben, daß er der Norm entspricht. Auch sind häufig frequenzabhängige Gegenkopplungen vorhanden, die den Frequenzgang weitgehend mitbestimmen. Besonders die LC-Glieder zur Frequenzgangbeeinflussung sind gegenüber Belastungen von außen sehr empfindlich, so daß man keineswegs einen Oszillografen oder ein anderes Meßgerät beispielsweise unmittelbar an die Anode der Video-Endröhre oder den Kollektor des Video-Endtransistors anschließen darf. Hier muß man immer mit einem Tastkopf arbeiten, dessen Eingang die Wirkung der frequenzanhebenden Glieder nicht stört.

Man könnte den Frequenzgang der Video-Endstufe in konventioneller Weise mit Meßsender und Röhrenvoltmeter aufnehmen. Besser ist jedoch eine Prüfung mit Rechteckspannungen, etwa nach der Schaltung Bild 55. Der Rechteck-

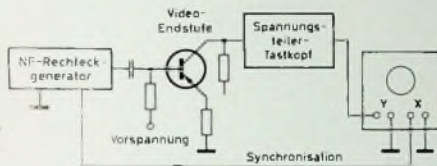


Bild 55 Zur Prüfung mit Rechteckspannungen im Videoteil

generator wird an die Basis der Video-Endstufe angekoppelt; an den Kollektor schließt man über einen Tastkopf den Oszillografen an. Man kann die Spannung natürlich auch an der Katode der Bildröhre abgreifen, was manchmal sogar besser ist, weil man dann einen Teil der Glieder zur Frequenzkompensation überhaupt nicht mehr belastet. Die Rechteckprüfung selbst erfolgt nach den Richtlinien, die wir im Abschnitt 1.19 ausführlich besprochen haben. Alle dortigen Darlegungen gelten sinngemäß auch für die Video-Endstufe, und hier offenbaren sich die Vorteile der Prüfung mit Rechteckspannungen besonders deutlich. Beispielsweise ist ein leistungsfähiger Oszillografen vorausgesetzt – ein eventuelles Überspringen sehr deutlich zu erkennen. Da die Video-Endstufe mit sehr tiefer unterer Grenzfrequenz arbeitet – meistens handelt es sich ja um Gleichstromkopplung –, muß nicht nur der verwendete Rechteckgenerator bei sehr tiefen Frequenzen praktisch noch keine Dachschräge haben, sondern auch der Oszillograf muß in dieser Hinsicht hohen Ansprüchen genügen.

Liegt zwischen Videodemodulator und Video-Endstufe eine kapazitive Kopplung, so findet sich immer an einer Stelle eine Klemmdiode, die die Schwarzwerthaltung bewirkt. Haben wir einen Oszillografen mit Gleichstromkopplung im Y-Kanal, so läßt sich die Wirkung der Klemmstufe gut beobachten. Schaltet man die Klemmdiode ab, so liegt das steuernde Signal symmetrisch zum Mittelwert. Schaltet man die Klemmdiode an, so springt das Signal auf der Zeitachse und liegt je nach Diodenpolung oberhalb oder unterhalb davon. Auf diese Weise lassen sich auch schlechte Dioden (hohe Sperrströme) einwandfrei identifizieren. Sobald sich die Nulllinie des Signals nicht mit der allgemeinen Nulllinie deckt, ist der Sperrstrom der Diode zu hoch. Eine Prüfung mit Rechteckspannungen im Videoteil ist auf jeden Fall dann anzuraten, wenn die ZF-Kurve einwandfrei ist, wenn aber trotzdem die Bildschärfe zu wünschen übrig läßt oder wenn sich ungleichmäßig getönte Bilder ergeben, die auf Fehler in der Endstufe schließen lassen.

### 2.1.4 Untersuchung von Verzerrungen durch Regelvorgänge

Sind im ZF-Kanal an irgendeiner Stelle innere, nicht beabsichtigte Rückkopplungen vorhanden, so führt das gewöhnlich zu Verzerrungen der Frequenzkurve. Die ZF-Durchlaßkurve läßt sich dann trotz genauer Befolgung der Service-Abgleichvorschrift nie auf die vorgeschriebene Form bringen, und bei Betätigung bestimmter Spulenkerne oder Trimmerkondensatoren treten Verformungen an Stellen ein, an denen sie nicht eintreten dürften. Zeigen sich solche Oszillogramme, so muß man prüfen, ob und an welcher Stelle schädliche Rückkopplungen auftreten.



### Eine einzige Zahl genügt

um für einen bestimmten Fahrzeugtyp den richtigen BERU-Entstörmittelsatz festzulegen. Haben Sie die Packung mit dieser Nummer, dann haben Sie für Ihre Entstörung alle notwendigen Teile in der richtigen Stückzahl, in den richtigen Abmessungen und den erprobten elektrischen Werten, um eine einwandfreie Entstörung durchführen zu können. Alle Sätze werden geliefert für Mittelwellen-Entstörung und für UKW-Entstörung.



# BERU

## Entstörmittelsätze

Verlangen Sie die Schrift: „Funkentstörung leicht gemacht“  
BERU VERKAUFS-GMBH / 7140 LUDWIGSBURG

## KRONA-Hi-Fi-Verstärker-Baustein-Programm

— ein Programm, das höchsten Ansprüchen genügt —

**Endstufe ES 40** in alkalischer Brückenschaltung; Nennleistung: 40 Watt

**Endstufe ES 40** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 20 Watt

Technische Daten:  
Frequenzgang: 2 Hz...900 kHz  $\pm 1$  dB;  
Klirrfaktor: von 5 Hz...50 kHz bei 0,8-facher Nennleistung, kleiner 0,1%

Preis für Fertigerät ES 40 DM 130.—  
für Bausatz ES 40 DM 98.—

**Endstufe ES 100** in alkalischer Brückenschaltung; Nennleistung: 100 Watt

**Endstufe ES 100** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 50 Watt

Technische Daten:  
Frequenzgang: 3 Hz...300 kHz  $\pm 1$  dB;  
Klirrfaktor: von 6 Hz...40 kHz bei 0,8-facher Nennleistung, kleiner 0,1%

Preis f. Fertigerät ES 100 DM 140.—  
für Bausatz ES 100 DM 130.—

**Stereo-Klangreglerstufe KRV 50**  
Sie eignet sich hervorragend zum Aussteuern der Endstufen ES.

Technische Daten:  
Klirrfaktor: bei  $U_a = 2$  V, von 10 Hz...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 90 dB; Frequenzgang bei Mittelstellung der Tonregler: 10 Hz...100 kHz  $\pm 1$  dB; Regelbereich der Tonregler: 20 Hz +16 dB -14 dB, 20 kHz +22 dB -19 dB

Preis für Fertigerät KRV 50 DM 48.—  
für Bausatz KRV 50 DM 38.—

**Stereo-Entzerrerverstärker EV 51**  
Verstärkt und entzerrt das Signal von Magnellonabnehmern auf den Pegel der Klangreglerstufe. Verarbeitet auch große Dynamikspitzen ohne Verzerrung durch 30fache Übersteuerungssicherheit

Technische Daten:  
Frequenzgang: 20 Hz...20 kHz  $\pm 1$  dB;  
Klirrfaktor bei  $U_a = 0,2$  V von 20 Hz...20 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 70 dB; Entzerrung nach CCIR

Preis für Fertigerät EV 51 DM 35.—  
für Bausatz EV 51 DM 27.—

**Stereo-Mikrofonverstärker MV 50**

Eignet sich zum Anschluß an dyn. Mikrophone ohne Übertr., und ermöglicht lange Mi-Leitungen.

Technische Daten:  
Frequenzgang: 10 Hz...100 kHz  $\pm 1$  dB;  
Klirrfaktor bei  $U_a = 0,2$  V von 10 Hz...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 65 dB

Preis für Fertigerät MV 50 DM 33.—  
für Bausatz MV 50 DM 25.—

Ferner liefern wir neben einfachen Netzteilen auch elektronisch stab. und abgesicherte Netzteile.

Alle Geräte sind mit modernsten Si-Transistoren bestückt!

Wir senden Ihnen gern ausführliches Informationsmaterial.

**KRONA • elektronische Geräte • 731 Plochingen**

Telefon (071 53) 7510



Ein typisches Kennzeichen für diesen Fehler ist die Verformung des Frequenzganges beim Regeln der Verstärkung des ZF-Verstärkers. In diesem Fall macht man die Vorspannung der Steuergitter beziehungsweise der Basisanschlüsse im ZF-Teil von Hand veränderbar und prüft, ob die Kurve bei hoher Verstärkung ein anderes Aussehen hat als bei niedriger. Im allgemeinen darf bei der Regelung keine oder nur eine sehr geringe Veränderung der Frequenzkurve auftreten. Starke Veränderungen, die unter Umständen sogar zu einseitigen Verformungen führen können, deuten einwandfrei auf den geschilderten Fehler hin. Übrigens können Frequenzgangverformungen auch dann auftreten, wenn man den Wobbelsender falsch anschließt. Dann ergeben sich Erdschleifen, die eine Rückkopplung vom Ausgang zum Eingang bewirken können. Diese Rückwirkung reicht aus, um die Frequenzkurven stark zu beeinflussen. Deshalb sei nochmals auf die Wichtigkeit des richtigen Anschlusses des Wobbelsenders (kürzeste Zuleitungen, einwandfreie Erdpunkte usw.) hingewiesen. (Fortsetzung folgt)

## Neue Bücher

**RIM electronic '69.** München 1968. Radio-RIM. 520 S. 16,8 cm x 24 cm. Schutzgebühr 4,50 DM

Mit 520 Seiten ist das vorliegende Jahrbuch der umfangreichste Katalog der von Radio-RIM innerhalb von 30 Jahren herausgegeben wurde. Auf 182 Seiten sind einleitend durch Fotos und Schaltbilder unterstützte Angaben für die dort erhältlichen Baugruppen und Bausätze aus verschiedenen Gebieten gemacht (Elektroakustik, HF-Technik, Prüf- und Meßgeräte, Netzgeräte, Fernsteuergeräte, Elektronik). Es folgen 60 Seiten mit ausführlichen Angaben über Fachbücher aus dem Gesamtgebiet der Elektronik, Elektroakustik, HF- und NF-Technik, Prüf- und Meßtechnik und dergleichen. Über 260 Seiten sind schließlich der Warengruppenübersicht über Bauteile und Zubehör vorbehalten; ein Bauteile-Stichwortverzeichnis unterstützt hier gut das Auffinden.

## Ausbildung

### Kurse und Seminare der Technischen Akademie Esslingen

In der Zeit bis zum April 1969 finden unter anderem nachstehende Kurse und Seminare statt:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Kursus 9413<br>10.-12. Febr.      | Elektronenstrahl-Oszillografen – erweiterte Grundlagen und Meßpraxis; Leitung: Dr.-Ing. L. Weichert  |
| Seminar 2355<br>11.-13. Febr.     | Praktikum der elektronischen Steuerungstechnik; Ing. J. Schink, Ing. W. Sowada   |
| Seminar 5240<br>26.-28. Febr.     | Netzplantechnik, Teil 1 – Zeitplanung; Leitung: R. W. Gutsch   |
| Seminar 5230<br>27. u. 28. Febr.  | Netzplantechnik in der Fertigung; Dipl.-Wirtsch.-Ing. G. Wagner  |
| Kursus 2393<br>10.-12. März       | Technische Temperaturmessung; Leitung: Dr.-Ing. L. Weichert  |
| Seminar 2670<br>12.-14. März      | Integrierte Halbleiterschaltungen  |
| Seminar 8420<br>17.-19. März      | Statistische Qualitätskontrolle; Dipl.-Ing. R. Hafner  |
| Seminar 4905/W<br>27. u. 28. März | Das Arbeiten mit Elektronenstrahl-Oszillografen; Ing. H. W. Fricke, Dipl.-Ing. H. Kaufhold, Ing. H. Rumöller   |
| Seminar 6000<br>9.-11. April      | Technik der Regelgeräte – mit praktischen Übungen an Modellkreisen; Dipl.-Ing. H. Schink, Ing. H. Gleisner, Ing. D. Fiebert, Dipl.-Phys. H. Kowalsky |

Nähere Auskünfte: Sekretariat der Technischen Akademie, 7300 Esslingen am Neckar, Postfach 748



**Rundfunk-Transformatoren**

für Empfänger, Verstärker, Meßgeräte und Kleinsender

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

### Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen

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

Fordern Sie Spezial-Katalog II/907

**NÖTHEL AG**  
Deutschlands größtes Büromaschinenhaus

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

### FERNSEHANTENNEN

Bestie Markenware

VHF. Kanal 2, 3, 4	
2 Elemente	DM 18,90
3 Elemente	DM 24,80
4 Elemente	DM 30,90
VHF. Kanal 5-12	
4 Elemente	DM 7,90
6 Elemente	DM 12,90
10 Elemente	DM 18,90
14 Elemente	DM 24,90
UHF. Kanal 21-60	
6 Elemente	DM 6,70
12 Elemente	DM 12,90
16 Elemente	DM 17,60
22 Elemente	DM 23,80
26 Elemente	DM 27,80
X-System 23 Elemente	DM 19,50
X-System 43 Elemente	DM 29,50
X-System 91 Elemente	DM 39,50
Gitterantenne 14 dB	
6-V-Strahler	DM 13,90
Welcher:	
240-Ohm-Antenne	DM 6,50
240-Ohm-Gerät	DM 3,70
60-Ohm-Antenne	DM 7,60
60-Ohm-Gerät	DM 3,95
2 El.-Stereo-Ant.	DM 14,—
5 El.-Stereo-Ant.	DM 24,—
8 El.-Stereo-Ant.	DM 39,—
Bandkabel	DM —,14
Schaumstoffkabel	DM —,25
Koaxialkabel	DM —,48

Alles Zubehör preiswert, Versand verpackungsfrei NN + Porto + MwSt.

Bergmann, 437 Marl, Hölst. 3a  
Postf. 71, Tel. 4 31 52 und 63 78

### Praiswerte Halbleiter

AA 118	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 108 A:B:C	DM 1,10 10/DM 1,—
BC 109 B:C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM —,95
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,—
ZG 27... ZG 33	je DM 2,40
2N 706	DM 1,85 10/DM 1,55
2N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2N 3702	DM 1,80 10/DM 1,50

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

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

### Kaufgesuche

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

Hans Kaminsky  
8 München-Sölln  
Spindlerstraße 17

### Moderne Elektronik-Fachbücher für Techniker – Studenten – Amateure.

Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!

**RIM-Electronic-Jahrbuch '69**  
– 520 Seiten – Schutzgebühr DM 4,50, Nachn. Inland DM 6,30, Vorkasse Ausland DM 6,40, (Postcheckkonto München Nr. 13753).

8 München 15, Bayerstraße 25 – Abt. F 2  
Telefon 0811/557221  
Telex 05-28166 rarim-d.

**RADIO-RIM**

### Bastelbuch gratis!

für Funk-Radio-Elektronik-Bastler und alle, die es werden wollen. Bauanleitungen, praktische Tips, Bezugsquellen.

Technik-KG,  
28 Bremen 17, Abteilung B C 6



# EDV-Technik

Warum strebsame  
**Nachrichtentechniker**  
**Radartechniker**  
**Fernsehtechniker**  
**Elektromechaniker**

ihre Zukunft in der EDV sehen

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

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

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

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

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

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

**UNIVAC**

Elektronische Datenverarbeitung

## Farbfernsehtechniker

(möglichst Meister)

für aggressives Internationales Fernseh-Vermietungsgeschäft in  
Düsseldorf per sofort gesucht Englisch-Kenntnisse erforderlich  
Gute Bezahlung und Einschulung in England garantiert.

Bewerbungen mit Photo erbeten unter F. E. 8521

## Meisterschule für das Radio- und Fernsehetechnikerhandwerk

### Träger:

Landeshauptstadt München und Handwerkskammer für  
Oberbayern (in enger Zusammenarbeit mit der Elektro-  
Innung München)

### Beginn:

Nächster Tagesfachlehrgang von Mitte September 1969  
bis Mitte Juli 1970

### Ausbildungsziel:

Vorbereitung auf alle Teile der Meisterprüfung

### Finanzielle Beihilfen:

Durch das Arbeitsamt

### Unterkunftsmöglichkeiten:

In Wohnheimen

### Modernste technische Ausstattung und beste Lehrkräfte!

### Anmeldung:

Meisterschule für die Elektrohandwerke  
8000 München 80, Friedenstraße 26, Tel.: 40 18 61

Fordern Sie einen kostenlosen Prospekt. Anmeldeformulare an!

## Für unseren Fertigungsbetrieb

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

### Fernmeldemonteuere Elektroinstallateure

für Bau und Montage von elektroakustischen An-  
lagen im gesamten Bundesgebiet u. im Ausland.

Bitte vereinbaren Sie telefonisch oder schriftlich einen Vorstellungstermin.

7 Stuttgart, Königstraße 46

(Mittnachtbau)

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

**STRÄSSER**



# VALVO

Bauelemente für die gesamte Elektronik

## Miniaturl-Elektrolytkondensatoren Reihe 010



Kleine Abmessungen  
Hohes CU-Produkt  
Weiter Temperaturbereich  
Kleine Scheinwiderstände  
Große Zuverlässigkeit

### Programmübersicht gemäß DIN 41316:

Zulässiger Temperaturbereich -40... +85 °C  
Nennspannungsbereich 3... 70 V

Becher	Abmessungen d x l (mm)	max. CU-Produkt (µC)	Kapazitätsbereich (µF)
1	3,2 x 10	35	0,5... 10
2	4,5 x 10	250	1 ... 50
3	5,8 x 10	500	5 ... 100
4	6,4 x 18	1 000	5 ... 100
5	8 x 18	1 750	25 ... 250
6	10 x 18	3 500	50 ... 500
8	12,5 x 24	6 250	250 ... 1000
01	12,5 x 30	10 000	100 ... 2500
02	15 x 30	17 500	250 ... 2500
03	18 x 30	30 000	250 ... 2500

Bauformen: freitragend, isoliert  
stehend, selbsthaftend  
und andere Ausführungen.

Die Reihe 010 ist auch nach dem neuen IEC-Programm lieferbar. Ausführliche Unterlagen stehen auf Anforderung gern zur Verfügung.



VALVO GmbH Hamburg 1002

E.-Thalimann-Str. 56

A 0069/501

62006