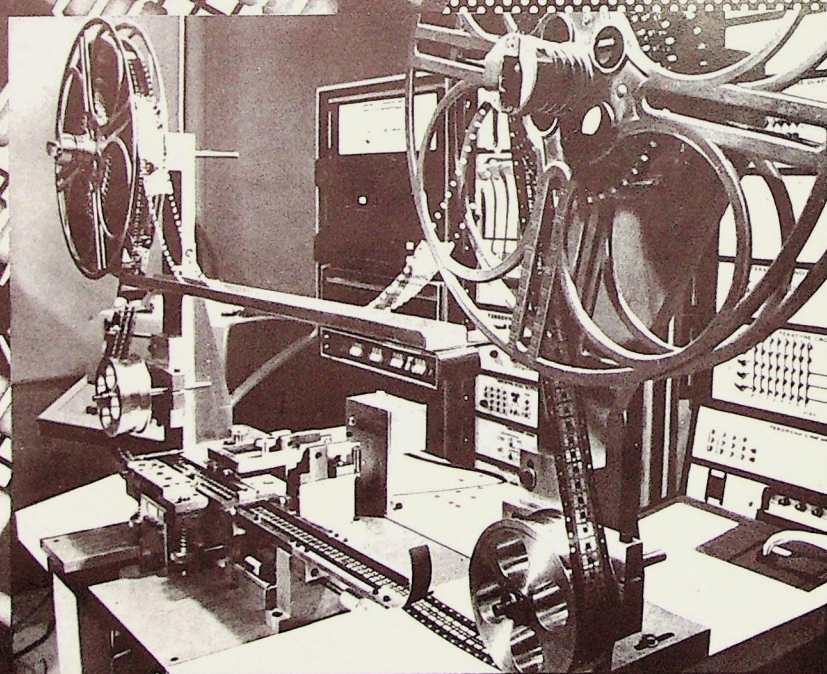


BERLIN

# FUNK- TECHNIK



10 | 1971 ++  
2. MAIHEFT



# Fachliteratur von hoher Qualität



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

- I. Band:** 728 Seiten · 646 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**II. Band:** 760 Seiten · 638 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**III. Band:** 744 Seiten · 669 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**IV. Band:** 826 Seiten · 769 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**V. Band:** Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen  
 610 Seiten · 514 Bilder ..... Ganzleinen 28,— DM  
**VI. Band:** 765 Seiten · 660 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**VII. Band:** 743 Seiten · 538 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**VIII. Band:** 755 Seiten · 537 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM

## Oszillografen-Meßtechnik

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

## Fundamente der Elektronik

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

## Schaltungen und Elementeder digitalen Technik

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

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

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

## Mikrowellen

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

## Elektrische Nachrichtentechnik

von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER  
**I. Band:** Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Über-  
 tragungsnetzwerke  
 650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen ... Ganzleinen 40,— DM  
**II. Band:** Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei  
 der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von  
 Sinusschwingungen  
 603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen ... Ganzleinen 36,— DM  
**III. Band:** in Vorbereitung

## Handbuch der Elektronik

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

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

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

## Transistor-Schaltungstechnik

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

## Praxis der Rundfunk-Stereofonie

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

## Prüfen · Messen · Abgleichen Fernsehpfeifer-Service

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

## Prüfen · Messen · Abgleichen Service an Farbfernsehpfeifern PAL · SECAM

von WINFRIED KNOBLOCH  
 176 Seiten · 64 Bilder ..... Ganzleinen 23,— DM

## Kompendium der Photographie

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

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

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

1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)

Gelesen · gehört · gesehen .....	364
FT meldet .....	366
Elektronik und Hobby .....	367
Wirtschaft	
Die Elektroindustrie als Wachstumsbranche .....	368
Amateurfunk auf der Funkausstellung .....	368
Fernsehen	
Halbleiterbestückte Zeilen-Endstufen für Fernsehgeräte .....	369
Fotografische und kinematografische Aufnahmen von Fernseh-Schirmbildern .....	374
Persönliches .....	373
Von Messen und Ausstellungen	
Halbleiterbauelemente auf dem Pariser Bauelemente-Salon .....	377
Angewandte Elektronik	
Lichtregelschaltung des Elektronenblitzgerätes „Meca-blitz 202“ .....	379
Für Werkstatt und Labor	
Mini-Schriftprüfer „Dymo 1840“ .....	381
Neue Klemmprüfspitze „Kleps 50“ für Messerkontakte ..	381
Jugend forscht	
Temperaturmessung mit NTC-Thermistoren .....	382
Fertigungstechnik .....	384
Hi-Fi-Technik	
Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit 2x40W Ausgangsleistung (Sinus) ..	385
Service-Technik	
Fehlersuche mit Signalverfolger .....	388
Lautsprecher	
Hi-Fi-Lautsprecherbox selbstgebaut — 35 W Sinus, 20 Liter ..	390
Phono und Magnetton	
Warum Plattenteller aus Zink-Spritzguß? .....	393
Neues Zubehör zu Revox-Tonbandgeräten .....	393

Unser Titelbild: Integrierte Schaltungen werden beim „Minimod“-Verfahren von General Electric sozusagen als „Malerware“ auf einem perforierten Polyamidfilm aufgebracht (s. a. S. 377—378).  
Aufnahmen: General Electric

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

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

# SANYO

ein Genuss!



Zufrieden mit sich und der Welt,  
im blauen Dunst erlesener Tabake  
den spannenden Aktionen eines  
«Kommissars» folgend. — Ein Genuss  
für den Geniesser.



10-T 120 U

«Der Schwenkbare».  
Einmalig schönes Kunststoff-  
gehäuse in schwarz, weiss  
oder rot, 360° schwenkbar.  
VHF/UHF, 220 V/12 V.  
25-cm-Bildrohre.



# SANYO

Vertretungen in  
Deutschland: Perfect GmbH, 7850 Lörrach Baslerstrasse 7e  
Österreich: Interpan, Marek & Co, Kramergasse 5, 1010 Wien 1  
Schweiz: Buttschardt-Electronic AG, Lindenhofstr. 32, 4000 Basel





### Valvo bietet Alternativlösung zur 110°-Dünnhals-Farbbildröhre an

Auf der Hannover-Messe erfuhr man bei Valvo auf Befragen, daß man nicht die Absicht habe, 110°-Dünnhals-Farbbildröhren herauszubringen, da man sich davon keinen Vorteil verspricht. Valvo-Ingenieuren ist es gelungen, eine neue Sattelablenkspule zu entwickeln, die es auch bei 110°-Dickhals-Farbbildröhren ermöglicht, mit kleiner Ablenkleistung und ohne Eckenkonvergenzgenerator auszukommen. Damit lassen sich Korrekturschaltungen wie bei 90°-Farbbildröhren benutzen, und man erreicht ähnliche Ablenkempfindlichkeiten wie bei 90°-Farbbildröhren. Die Kombination 110°-Dickhals-Farbbildröhre - neue Sattelspule ist für Hybrid- und Halbleiter-Ablenkschaltungen gleichermaßen geeignet. Die neuen Sattelspuln haben die gleiche Impedanz wie die bisher benutzten und bieten damit besondere Vorteile für transistorbestückte Ablenkschaltungen, so daß man auf die Verwendung von Thyristoren nicht angewiesen ist. Da die Transparenz der 110°-Lochmaske der Dickhals-Bildröhre größer ist als die der entsprechenden Lochmaske der Dünnhals-Bildröhre, erreicht man bei gleichem Strahlstrom größere Bildhelligkeit.

In der zweiten Mai-Hälfte will Valvo der gerätebauenden Industrie die neue Schaltungskonzeption vorstellen. Sie ermöglicht die Einführung der neuen Technik in die laufende Serienfertigung ohne Chassis-Neukonstruktion. Mit dem Lieferbeginn des neuen Pakets ist Anfang 1972 zu rechnen.

### AEG-Telefunken erhielt Großauftrag für Symphonie-Satelliten-Bodenstation

AEG-Telefunken wird in Raisting/Obb. die deutsche Bodenstation für das deutsch-französische Nachrichten-Satellitenprojekt Symphonie bauen. Dieser Auftrag im Wert von 7 Mill. DM wurde jetzt im Rahmen des zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Frankreich abgeschlossenen bilateralen Symphonie-Vertrages vom Exekutiv-Komitee erteilt. Unter der Projektführung von AEG-Telefunken werden an dem Vorhaben die Fried. Krupp GmbH, die Laboratoire Central de Télécommunications (Frankreich) und die Bell Telephone Manufacturing (Belgien) beteiligt sein.

### Loewe Opta-Fachlehrgänge laufen weiter

Die Eintageslehrgänge von Loewe Opta werden weiter wie bisher regional durchgeführt. Im letzten Halbjahr 1970 wurden in den Tageslehrgängen 1521 Techniker des Fachhandels mit der 110°-Schaltungstechnik der Loewe Opta-Farbfernsehgeräte vertraut gemacht. Seit Februar 1971 wird ausschließlich die Reparaturpraxis der 110°-Farbgeräte in den Lehrgängen behandelt. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen noch einmal die Grundlagen der 110°-Ablenktechnik gebracht werden. Interessenten können sich bei den zuständigen Loewe Opta-Werkvertretungen oder -Geschäftsstellen anmelden.

### PR-Manager der ITT tagten in Berlin

Public Relations-, Werbe- und Pressefachleute der europäischen Gesellschaften der International Telephone and Telegraph Corporation trafen sich unter der Leitung von Vice President (Public Relations) J. David Barker aus der ITT-Europa-Zentrale Brüssel am 5. und 6. April 1971 in Berlin. Die Zusammenkunft der Teilnehmer aus 14 europäischen Ländern erhielt besonderes Gewicht durch die Anwesenheit von Edward J. Gerrity aus New York, der als Senior Vice President verantwortlich für den Bereich Unternehmensbeziehungen und Werbung des gesamten weltweiten Firmenverbandes ist. Der Gedanken- und Erfahrungsaustausch auf internationaler Ebene soll dazu beitragen, neue Wege auf den Gebieten der Öffentlichkeitsarbeit und Werbung zu gehen.

### Neue Rundfunk-Kofferempfänger

Firma und Typ	Wellenbereiche	Ausgangsleistung W	eingebautes Netzteil	Abmessungen (B x H x T) cm	Gewicht kg	Bemerkungen
Grundig City-Boy 500	UKML	1	×	27 x 15 x 6	1,7	K = 19...51 m
Siemens Melodie RK 370	UKML	2,5	×	38,4 x 21,5 x 11	3,5	K = 49 m

### Neue Fernsehempfänger

Firma und Typ	Art des Gerätes			Bildröhren- Diagonale cm
	Stand	Tisch	Portable	
Schwarz-Weiß-Empfänger				
Blaupunkt Scout H			×	31
Scout 6000			×	31
Siemens				
FT 350 Electronic	×			61
FT 351 Electronic	×			61
FT 380 Electronic	×			61
FK 387 Electronic			×	51
Farbempfänger				
Blaupunkt				
CTV 200	×			56 (90°)
CTV 250	×			56 (90°)
CTV 500	×			67 (90°)
Metz				
Panama-Color	×			66 (110°)
Siemens				
FC 254 Color	×			66 (90°)
FC 261 Color	×			66 (110°)

### Neue Rundfunk-Heimempfänger und Stereo-Geräte

Firma und Typ	Wellenbereiche	Ausgangsleistung W	Abmessungen (B x H x T) cm	Bemerkungen
Graetz	UM	0,4	29,2 x 7,4 x 11,1	eingebaute Schaltung
Siemens				
RG 203	UKML	3	51 x 13 x 16,8	Stereo-Steuergerät
RG 204	UKML	3	51 x 13 x 16,8	
RS 270	UKML	2 x 10	49 x 13,4 x 20,5 (Boxen je 24,4 x 14,2 x 20,5)	
RS 171	UK2ML	2 x 40	65 x 13 x 30	Hi-Fi-Stereo-Steuergerät

### Neue Tonbandgeräte

Firma und Typ	System, Geschwindigkeiten	Spuren, Art	Ausgangsleistung W	Bemerkungen
AEG-Telefunken magnetophon cc nova ts	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	0,4	Aussteuerungsautomatik
Grundig C 210 Automatic	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	0,8	Aussteuerungsautomatik, eingebautes Netzteil
C 250 FM Automatic	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	0,8	UKW-Rundfunkteil, Aussteuerungsautomatik, eingebautes Netzteil
Imperial CR 2002	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	0,4	Aussteuerungsautomatik
Saba 321	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	1	Aussteuerungsautomatik, eingebautes Netzteil
524 Stereo	Spulen (18 cm Ø), 9,5 und 19 cm/s	2, Stereo	2 x 10	Hi-Fi-Gerät



# NORDMENDE electronics stellt vor: Regeltrenn-Transformator RT 397/1 für Industrie-Elektronik, Labor, Schulung und Service

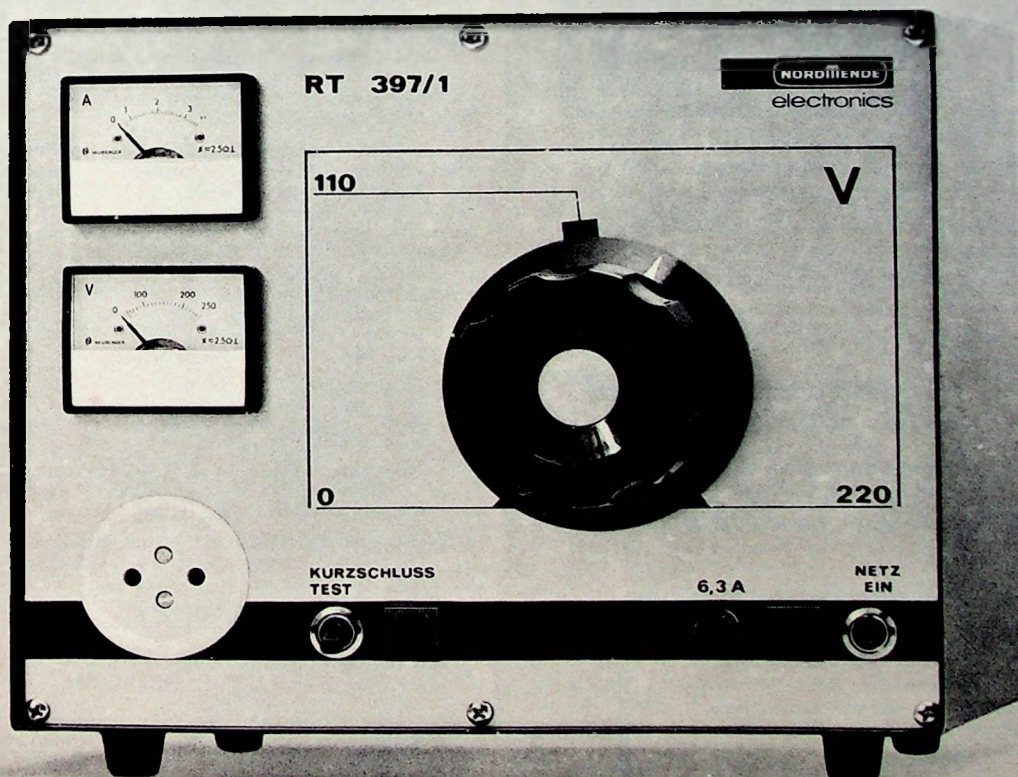
## Regeltrenn-Transformator RT 397/1

Regeltrenn-Transformator in Ringkern-technik.  
Besonders geeignet für die vielseitigen Prüfungen  
von Schwarzweiß- und Farbfernsehgeräten.  
Hohe Belastbarkeit bei kleinem Innenwiderstand.  
Über einen separaten 24 V Abgriff  
in Verbindung mit einer Kontrolllampe  
kann der Prüfling vor dem Anschluß an das Netz  
auf Kurzschlüsse geprüft werden.

## Technische Daten:

Eingangsspannung: 110/220 V 40 ... 60 Hz  
Ausgangsspannung: 0 ... 250 V  
Nennleistung: 700 VA  
Kurzschlußtest: 24 V Leerlaufspannung,  $I_{max} \sim 0,1 A$   
Instrumente:  $U = 0 \dots 250 V$ ,  $I = 0 \dots 3,5 A$   
Innenwiderstand:  $R_i = 2,5 \Omega$

**NORDMENDE**  
electronics



NORDDEUTSCHE MENDE RUNDfunk KG  
28 BREMEN 44 · POSTFACH 44 83 60



# Thema Nummer 1: Zukunft

Zukunft, die man  
sehen kann.  
Und hören.

Auf der ersten

„Internationalen Funkausstellung 1971 Berlin“.  
200 Aussteller aus 12 Ländern treffen sich im  
erweiterten Ausstellungsgelände am Berliner  
Funkturn mit interessierten und kritischen  
Fachhändlern.

Weltpremieren der elektronischen Unterhaltungs-  
industrie erwarten Sie.

Sie sind herzlich eingeladen.

**Internationale Funkausstellung 1971  
Berlin 27.8. - 5.9.**

**Täglich von 10-19 Uhr.**

**Für Fachhändler:**

**30.8., 31.8. und 1.9. von 9-13 Uhr.**

## Coupon

AMK Berlin  
Ausstellungs- Messe-Kongreß-GmbH  
D-1000 Berlin 19  
Messedamm 22

Bitte senden Sie mir Informationsmaterial

Name \_\_\_\_\_  
Ort \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_

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

### Agfa-Gevaert erhöhte Kapital

Eine Kapitalerhöhung von 52 Mill. DM nahm die Agfa-Gevaert AG in Leverkusen am 26. März 1971 vor. Durch diese Erhöhung stieg das Grundkapital der Agfa-Gevaert-Gruppe auf insgesamt 426,4 Mill. DM an. Das Eigenkapital der Gruppe beträgt nach Gewinnverteilung nunmehr 595,8 Mill. DM.

### Hirschmann beginnt eigene Fertigung in Spanien

Um die Fertigung und den Vertrieb in Spanien zu straffen und zu vereinheitlichen, entschloß sich Hirschmann, eine selbständige eigene Firma im Rahmen des Hirschmann-Firmenverbandes zu errichten. Die Gründung der Hirschmann España S. A. erfolgte im Februar 1971 in der Form einer Aktiengesellschaft nach spanischem Recht mit einem Gründungskapital von 30 Mill. Peseten.

In Madrid läuft in einem modernen Neubau derzeit die Fertigung an. Die Räume für Produktion und Verwaltung haben eine Gesamtgrundfläche von 1200 m<sup>2</sup>. In der ersten Ausbaustufe werden etwa 100 Mitarbeiter dort beschäftigt sein. Zuerst soll die Fertigung von Einzelfernsehantennen und von Material für Gemeinschafts-Antennenanlagen aufgenommen werden, anschließend die Produktion von Autoantennen und Steckverbindern. Der Vertrieb der Erzeugnisse erfolgt für den Raum von Madrid und Nordspanien vom Werk Madrid aus; Verkaufsniederlassungen sind in Valencia und Barcelona tätig.

### Ausbau des Grundig-Diktiergeräte-Geschäfts

Das Diktiergeräte-Geschäft hat in den vergangenen Jahren ständig an Bedeutung gewonnen. Die Geschäftsleitung von Grundig wird dieser Entwicklung durch Straffung und weiteren Ausbau der Vertriebsorganisation Rechnung tragen. Mit der „Artikelleitung Diktiergeräte In- und Ausland“ wurde mit Wirkung vom 1. März 1971 Günter Schröder beauftragt, der über 10 Jahre Erfahrungen in der Büromaschinen-Branche sammeln konnte und mehr als 6 Jahre im In- und Ausland für Grundig tätig war. Innerhalb der Artikelgruppe Diktiergeräte wird der technische Bereich seiner Bedeutung entsprechend ausgebaut. Mit dieser Aufgabe wurde Klaus Geike beauftragt, der seit Jahren auf dem technisch-kommerziellen Sektor für Grundig-Diktiergeräte erfolgreich tätig ist. Für Verkaufsförderung, insbesondere System- und Organisationsberatung, bleibt Gerhard Gruber zuständig.

### Loewe Opta-Vertretungen in Hamburg und München

Die Hamburger Loewe Opta-Generalvertretung ist umgezogen. Neue Anschrift: O. Gschwind, 2 Hamburg 50, Schleswiger Str. 9; neue Telefon-Nr. (04 11) 85 90 81 - 85 90 85; neue Telex-Nr. 0214-561; neuer Güterbahnhof: Hamburg-Altona.

In München wurde eine neue Loewe-Opta-Geschäftsstelle eröffnet (Geschäftsstellenleiter Hans Stumpf). Anschrift: 8 München 46, Ingolstädter Str. 65 b, Euro-Industriepark Block A 2; neue Telefon-Nr. (08 11) 31 50 11; neue Telex-Nr. 95-215-135.

### Monsanto-Vertrieb

Sämtliche Bauelemente der Monsanto Company werden in der BRD vertrieben von Alfred Neye - Enatechnik, 2085 Quickborn, Schillerstr. 14.

Für alle elektronischen Geräte der Monsanto Company ist in Deutschland zuständig die Kontron Elektronik GmbH, 8 München 23, Lerchenstr. 8/10.

### RCA verstärkt Transistor-Marketing in Europa

Jack P. McCarthy wurde zum Manager der neuen Marketing-Organisation Solid State Marketing-Europa von RCA ernannt, die für Verkauf, Marketing und Anwendungstechnik zuständig ist. McCarthy war zuvor bei RCA als Manager des Halbleiter-Marketing und als Manager für Leistungshalbleiterproduktion und -entwurf in den USA tätig. Zu McCartneys Team gehören: Ken Ketchner, Manager Solid State Verkauf-Europa; D. Watson, Manager Marketing und Anwendungstechnik für Leistungstransistoren, Thyristoren und Gleichrichter; C. Johnson, Manager Marketing und Anwendungstechnik für integrierte Schaltungen; B. B. J. Charles, Manager Marketing und Anwendungstechnik für Hochfrequenztransistoren und optische Geräte; D. W. Ludlum, Manager Marketing Services.



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

**FUNK-  
TECHNIK**

## Elektronik und Hobby

Aus dem Radiopraktiker von ehemals mit seinem Hobby des Rundfunkgerätes-, Verstärker- und Meßgerätebaues ist in den letzten Jahren mehr und mehr ein Elektronikpraktiker mit vielseitigen Interessen geworden. Neue Techniken und vor allem das umfangreiche Halbleiterangebot vom Transistor bis zur integrierten Schaltung bieten heute neue attraktive Möglichkeiten, das technische Hobby auf einen weiten Bereich der Elektronik auszuweiten.

Wer damit beginnen will — das gilt vor allem für den technischen Nachwuchs —, findet in sinnvoll zusammengestellten Experimentierbaukästen willkommene Anregungen. Ein ausgesuchtes Bauelementangebot in übersichtlicher Anordnung mit dem notwendigen Konstruktionszubehör und leicht verständliche Schaltungsbroschüren erleichtern das praktische Experimentieren, das richtige Funktionieren der angegebenen Schaltungen und das Erarbeiten praktischer Erkenntnisse. Die heute angebotenen Experimentierbaukästen sind auf bestimmte Fachgebiete spezialisiert, von der HF-Technik bis zur Photoelektronik, und umfassen sogar die Computertechnik. Mit dem so aktuellen Computerbaukasten erlernt man zum Beispiel das Grundprinzip, nach dem auch die größten und kompliziertesten Computer arbeiten. Durch steckbare Drahtverbindungen auf dem Programmierfeld eines Schaltplattes ist diese Baueinheit für die verschiedensten Aufgaben einzurichten. So lassen sich beispielsweise ein Anzeigegerät für Wettervorhersage, ein einfacher Tischrechner, Schaltungen für Rätsel sowie Probleme und Denksportaufgaben aus Alltag und Technik aufbauen. Man wird auch mit dem Diagnosecomputer, dem Intelligenztestgerät und einem Farbmischanzeiger im praktischen Versuch konfrontiert. Die Beschäftigung mit dem Computerbaukasten schult die logische Denkfähigkeit und vermittelt fundierte Kenntnisse, die heute im Zeitalter der Automation jeder gebrauchen kann.

Sobald man gewisse Kenntnisse der Elektronikpraxis und die theoretischen Grundlagen erarbeitet hat — ein umfassendes Fachliteraturangebot erleichtert das Selbststudium —, bietet sich die Spezialisierung auf ein bestimmtes Elektronikgebiet an. Dabei liegt die Anwendung von Elektronikschaltungen für den häuslichen Bereich nahe. Hier sind Hobby und ein nützlicher Anwendungszweck sinnvoll vereint. Warn- und Alarmanlagen auf elektronischer und elektroakustischer Grundlage zur Sicherung von Eingängen, Fenstern, bestimmten Räumen, Garagen und dergleichen bieten gute Anwendungsbeispiele. Bevorzugt werden heute auch Applikationsschaltungen der Autoelektronik; Ergänzungseinrichtungen für den eigenen Pkw wie Drehzahlmesser zur Kontrolle der zulässigen Drehzahl und somit des wirtschaftlichen Benzinverbrauchs, elektronische Steuerung des Scheibenwischers innerhalb bestimmter Intervalle und kombinierte Diebstahlsicherung erfreuen sich großer Beliebtheit.

Ein anderes Fachgebiet, das Elektronik und Hobby verbindet, ist die Fernsteuerung von Modellen aller Art, insbesondere von Flugmodellen. Der Fernsteuerfreund bevorzugt heute allgemein komplette Sende- und Empfangsanlagen der Industrie. Sie sind technisch so hoch entwickelt — Proportionalsteuerung und Halbleitertechnik kennzeichnen den Stand der Technik —, daß der Selbstbau (ganz abgesehen von Problemen der Betriebssicherheit und des Abgleichs) kompliziert und auch unrentabel geworden ist, wenn man

Höchstleistungen anstrebt. Trotzdem sind einfachere Hilfseinrichtungen auch in Eigenfertigung für das Hobby interessant wie beispielsweise ein transistorisierter Überwachungsempfänger für die jeweilige Fernsteuerfrequenz.

Außer eigenen Ergänzungen bei der Beschäftigung mit Tonbandgeräten und Hi-Fi-Anlagen — hier handelt es sich um spezielle Anwendungsgebiete vorwiegend der NF-Technik mit Sonderaufgaben wie Schmalfilmsynchronisation, Dia-Vertonung, Tricktechnik und klangvolle Stereo-Wiedergabe — kann auch der Selbstbau von Handfunksprechgeräten im Rahmen des Amateurfunks ein echtes Hobby sein, ebenso wie der Amateurfunk selbst, bei dem die Sendetechnik meistens im Mittelpunkt des Interesses steht. Das Hobby des Funkamateurs auf internationaler Ebene gehört zu den vielversprechenden Freizeitbeschäftigungen. Die Fülle der hier gebotenen Selbstbaumöglichkeiten ist erstaunlich. Die Sende- und Empfangstätigkeit auf vielen Bändern von den Kurzwellen bis zur SHF-Technik mit ihren typischen Varianten wie Telegrafie, Telefonie, Fernschreiben und Amateurfernsehen offeriert eine jahre- und jahrzehntelange Hobbytätigkeit, nicht selten aber auch eine Berufstätigkeit im kommerziellen Bereich. Wenn auch heute der Trend besteht, Sende- und Empfangsanlagen industrieller Produktion betriebsfertig zu kaufen und damit Höchstleistungen, vor allem in SSB-Technik, zu erreichen, ist doch schon das Aufstellen der kompletten Amateurfunkanlage zu einer praktisch einwandfreien Station mit optimaler Antennenanlage ebenso eine wichtige Aufgabe wie die Erhaltung der Betriebssicherheit. Hinzu kommen der Selbstbau von Sondergeräten aller Art — sie sind oft wertvolle Hilfen für die schnelle Abwicklung des Funkbetriebs — und die Spezialisierung auf Sondergebiete wie Beobachten von Ausbreitungserscheinungen auf verschiedenen Bändern, Erwerb von Diplomen oder die Beschäftigung mit dem Satellitenfunk.

Im Vergleich zum Experimentieren mit Elektronikbaukästen, wie man sie beispielsweise wohl auch auf der Ausstellung „hobby 71“ (12.–20.6.1971, Karlsruhe) in vielen Varianten antreffen wird, ist der Selbstbau von Schaltungen nach eigenen Ideen fast immer kompliziert, oft langwierig und nicht selten kostspielig. Die Klärung der Materialfrage, geeigneter Bezugsquellen, der endgültigen technischen Konzeption, des Designs und der voraussichtlichen Anwendungsmöglichkeiten eines Gerätes stellt viele Probleme. Am einfachsten ist es, komplette Bausteine mit Printplatten in Halbleitertechnik zusammenzustellen und in ein zweckmäßiges Gehäuse einzubauen. Aber auch in diesem Falle erfordert das Zusammenschalten der Einheiten noch manche Arbeit, besonders wenn das Gerät auf Hochleistung gebracht werden soll. Oft müssen zusätzliche Schaltungsglieder eingebaut oder technische Werte geändert werden. Das erfordert viel Experimentieren und sorgfältiges Messen. Allerdings sind die meisten Bausteine vom Werk aus vorabgeglichen. So braucht man bei der ersten Inbetriebnahme keine grundsätzlichen Abgleichschwierigkeiten zu befürchten, und auch Schallfehler gehören zu den Ausnahmen.

Nicht selten führt das Elektronik-Hobby zum Beruf. Mitbewerbern ohne die genannten praktischen Erfahrungen ist der Hobby-Freund meistens mehr oder weniger überlegen. Er weiß, um was es geht, und verfügt bereits über bestimmte Grundkenntnisse.

Werner W. Diefenbach



## Die Elektroindustrie als Wachstumsbranche

Die Elektroindustrie weise alle typischen Merkmale einer „fähigkeits-“ und zugleich „neuerungsintensiven“ Branche mit großen Zukunftschancen auf, erklärte Prof. Dr. Matthias Schmitt, Vorstandsmitglied von AEG-Telefunken, vor in- und ausländischen Journalisten in Hannover. Bei einem durchschnittlichen Wachstum von jährlich 8,5 bis 9,5 Prozent dürfte die deutsche elektrotechnische Industrie ihren Umsatz von heute etwa 50 Mrd. DM bis 1980 in eine Größenordnung von 110 bis 120 Mrd. DM steigern und damit mehr als verdoppeln können. Bei dieser Vorausschätzung wird angenommen, daß das Wachstum der Investitionsgüter etwas über dem Durchschnitt, das der Gruppe Gebrauchsgüter wenig darunter liegen und die Exportquote am stärksten zunehmen wird.

In dem zurückliegenden Jahrzehnt ist die Elektroindustrie in der Bundesrepublik, die 1960 dem Umsatz nach noch an vierter Stelle hinter dem Maschinenbau, der Chemie und der eisen-schaffenden Industrie lag, auf den zweiten Rang vorgerückt. Mit diesem bemerkenswerten Positionswandel hat sie nach Auffassung des Referenten eine der drei Voraussetzungen erfüllt, die als Kriterien einer Wachstumsbranche anzusehen sind: Der Industriezweig muß langfristig schneller als der Durchschnitt der Gesamtindustrie wachsen, seine konventionelle Produktion fortlaufend durch das Erschließen neuer Anwendungsgebiete verjüngen, und schließlich muß ihm im Entwicklungsprozeß der gesamten Volkswirtschaft eine integrative Funktion zukommen.

Prof. Schmitt wies bei diesen Überlegungen darauf hin, daß eine beträchtliche Anzahl elektrotechnischer Erzeugnisse und Anlagen, die vor zwanzig Jahren noch weithin unbekannt waren oder sich erst im Stadium der Entwicklung befanden, heute bereits bedeutende Umsatzträger sind. Das gilt unter anderem für die Stromgewinnung durch Kernenergie, die elektronische Datenverarbeitung und für die Verwendung integrierter Schaltungen im Bereich der elektronischen Bauelemente. Im industriellen Wettbewerb kommt es darauf an, nicht nur die Erkenntnisse der Grundlagenforschung in immer kürzeren Innovationsfristen für neue Produkte und Fertigungsmethoden auszuwerten, sondern auch die eigene Zweckforschung und die Entwicklung, die stetig hohe Investitionen erfordern, zu pflegen. Es wird deutlich, daß die „Science-based industries“ nicht nur die höchsten Wachstumsraten aufweisen,

sondern über kurz oder lang auch die größeren Gewinnspannen erreichen werden.

Seit 1950 ist die Rolle der Elektroindustrie durch ein anhaltend expansives Vorwärtstreiben im strukturellen Gefüge der gesamten Industrie gekennzeichnet. Die Elektroindustrie nimmt seitdem in der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung eine Art Schlüsselgröße ein, und zwar vermöge ihrer wachstumsintensiven Zukunftsbereiche, die äußerst wirksame Beiträge für die postindustrielle Lern- und Leistungsgesellschaft liefert.

Auch in Zukunft werde die deutsche Elektroindustrie, langfristigen Vorausschätzungen nach zu urteilen, ökonomisch und technisch zu den wachstumsintensivsten Branchen gehören, erklärte Prof. Schmitt. Dies gelte gleichermaßen für die Investitionsgüter wie auch für die elektrotechnischen Gebrauchsgüter des Industriezweiges. Nach Meinung von Experten werde bis 1980 die Hälfte aller Ausrüstungsinvestitionen aus elektrotechnischen Produkten bestehen. Entsprechende Tendenzen dieser Entwicklung zeigen sich besonders stark im Bereich der Energietechnik, in der In-

formations- und Kommunikationstechnik sowie auf dem Verkehrssektor. Neue Produktlinien und Erzeugnisse wie das Farbfernsehen, audiovisuelle Geräte und die systematische Elektrifizierung des Haushaltes sind beispielhaft für die zukünftigen Wachstumsaussichten auf dem Konsumgütergebiet. AEG-Telefunken hat hier mit dem PAL-Farbfernsehsystem, dem gemeinsam mit der Teldec entwickelten Videosystem Bildplatte und richtungsweisenden Arbeiten im Hausgerätebereich gute Ausgangspositionen erreicht.

Starke Anstrengungen, so wurde ausgeführt, wird die Elektroindustrie im Auslandsgeschäft unternehmen müssen. Im Vergleich zu anderen Industriezweigen nehme sich der Exportanteil von 22 % am Gesamtumsatz noch relativ niedrig aus. Angesichts der guten Chancen rechne man bis 1980 mit einer Erhöhung der Exportquote auf etwa 30 %.

Abschließend betonte Prof. Schmitt, neben den äußeren Tendenzen und Einflüssen, die das wirtschaftliche Schicksal einzelner Produktionsrichtungen und das ganze Firmen bestimmen, dürfe man die inneren Kräfte des Unternehmens nicht unterschätzen. Ein effizientes Management, eine schlagkräftige Organisation in Verwaltung und Vertrieb, ein dynamisches Marketingkonzept und andere Faktoren würden in Zukunft noch mehr als heute ausschlaggebend dafür sein, welche Unternehmen die gestellten Aufgaben bewältigen und damit prosperieren und welche zurückbleiben.



Amateurfunk auf der Funkausstellung

An der vom 27. August bis 5. September stattfindenden Internationalen Funkausstellung 1971 Berlin beteiligen sich auch die Funkamateure. In einer Sonderschau wollen sie nicht nur moderne und leistungsfähige Sende- und Empfangsgeräte, sondern vor allem auch einen vielseitigen und lebendigen Betriebsdienst zeigen. So werden zur Abwicklung weltumspannender Funkverkehrsverbindungen eine 1-kW-Station für alle Kurzwellen-Weitverkehrsbänder und für den Europaverkehr eine 500-W-Station den ganzen Tag über arbeiten. Im UKW-Bereich werden zwei Stationen, davon eine für Relaisstellenverbindungen, in Betrieb sein. Für auswärtige, die Ausstellung besuchende Amateure besonders interessant ist eine Auskunftsstation auf der Festfrequenz 28,5 m: Bei ihr können sich Benutzer von Handfunkprechgeräten Informationen einholen.

Ein besonderer Höhepunkt dieser Sonderschau ist der Betrieb zweier Amateurfernsehsender, deren Empfang laufend verfolgt werden kann. Vorgeführt wird auch eine Funkfernsehstation. Eine bunte Schau interessanter QSL-Karten aus aller Welt, umfangreiche Fachliteratur sowie Dia- und Filmvor-

führungen geben Einblick in das Funkamateur-Hobby, das zur Zeit im In- und Ausland von mehr als 500 000 Funkamateuren gepflegt wird. Viele von ihnen werden sich zur Ausstellungszeit auf einem internationalen Ham-Fest, einem großen Treffen der Funkamateure, in Berlin zusammenfinden.

Innerhalb des Berliner Distrikts des Deutschen Amateur-Radio-Clubs (DARC) wurde eine „Arbeitsgemeinschaft Funkausstellung“ gebildet, die für die Abwicklung dieser Aufgaben zuständig ist. Eine ihrer Initiativen ist eine weltweite Werbung für die kommende Funkausstellung: Alle Funkverbindungen werden mit einer speziellen QSL-Karte beantwortet, die das Berliner Messe- und Ausstellungsgelände zeigt. Geplant ist ferner ein Funkwettbewerb, der aller Voraussicht nach den Titel „Berlin Radio Exhibition Contest“ tragen wird. Im Deutschen Amateur-Radio-Club sind zur Zeit über 20 000 Funkamateure organisiert.

### Weltnachrichten am laufenden Band

Einen speziellen Service für die ausländischen Besucher wird die Deutsche Welle, Kurzwellendienst der Bundesrepublik Deutschland, in Halle 18 (Obergeschoß) einrichten. Afrikanische und asiatische Mitarbeiterinnen der Sendeanstalt werden auf dem Stand zur Verfügung stehen, um ihre Landsleute über die Arbeit der Stimme Deutschlands zu informieren. Außerdem wird eine Nachrichten-Bar eingerichtet, an der die neuesten Weltnachrichten in Englisch, Französisch und Spanisch laufend abgehört werden können.

Kurzfassung des Referates von Prof. Dr. Matthias Schmitt, Vorstandsmitglied und Leiter des Bereiches „Marketing“ der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt (M), auf dem Internationalen Presseempfang des Unternehmens anläßlich der Hannover-Messe 1971 am 20. April in der Stadthalle Hannover



# Halbleiterbestückte Zeilen-Endstufen für Fernsehgeräte

## 1. Einführung

In Zeilen-Endstufen für halbleiterbestückte Fernsehgeräte hat sich die Paralleldiodenschaltung durchgesetzt. Man unterscheidet Hochvolt- und Niedervoltschaltungen. Bei der Hochvoltschaltung wird die Betriebsspannung der Schaltung direkt aus dem Netz ohne Netztransformator gewonnen – sie ist etwa 120 ... 240 V –, bei der Niedervoltschaltung wird die Betriebsspannung über einen Netztransformator erzeugt und ist (für Fernsehgeräte mit großen Schwarz-Weiß-Bildröhren) 20 ... 50 V. Die Hochvoltschaltung erfordert auf der Primärseite des Ablenk- und Hochspannungstransformators Leistungshalbleiter mit einer Sperrspannung von 1000 bis 2000 V, die Niedervoltschaltung solche mit einer Sperrspannung von 160 bis 400 V. In beiden Fällen dürfen Netzspannungsschwankungen keine Bildbreiten- und Hochspannungsschwankungen hervorrufen.

Eine ähnlich einfache Regelung mit einem VDR wie bei Röhrenschaltungen ist jedoch nicht möglich. Netzspannungsschwankungen wirken sich nicht störend aus, wenn für beide Lösungen jeweils ein stabilisiertes Netzteil verwendet wird.

Die Niedervoltschaltung hat noch die Vorteile, daß auch die restlichen Stufen leicht mit ihrer Betriebsspannung versorgt werden können, das Gerät fast immer galvanisch vom Lichtnetz getrennt ist, Kurzschlußströme sich leichter beherrschen lassen und Siebkondensatoren mit niedriger Betriebsspannung ausreichend sind. Mit einem Schutzwiderstand ( $R_s$  in den folgenden Schaltungen), der in die Betriebsspannungszuführung gelegt ist, wird der Strom begrenzt, der bei Kurzschlüssen (Hochspannungsüberschlägen) in die Schaltung fließt.

Er kann bei genügend großem Innenwiderstand des Netzgerätes entfallen. Der Siebkondensator  $C_s$  hinter dem Schutzwiderstand soll jedoch nur so groß sein, daß gerade noch keine Linearitätsfehler auf dem Bildschirm sichtbar werden. Die Größe des Schutzwiderstandes richtet sich auch nach dem zulässigen Spitzenstrom (der bei Hochspannungsüberschlägen auftritt) des Schalttransistors oder Thyristors und der Paralleldiode.

## 2. Niedervoltschaltungen

Die Berechnung einer Niedervoltschaltung ist in [1] ausführlich dargestellt. Zur Stabilisierung kann ein geregeltes Netzteil mit einem Längstransistor verwendet werden, das aber den Nachteil hat, daß die zur Regelung benötigte höhere Eingangsspannung im Längstransistor herabgesetzt wird, der Netztransformator deshalb mehr Leistung

liefern muß als benötigt wird und der Längstransistor bei Kurzschlüssen am Ausgang des Netztes gefährdet wird. Vorteilhafter wäre ein geschaltetes Netzteil [2, 3] für eine niedrige Spannung, das mit Zeilenfrequenz schwingt und dessen Ausgangsspannung nahezu leistungslos geregelt wird.

Eine Paralleldiodenschaltung mit einer Betriebsspannung von etwa 36 V ist im Bild 1 dargestellt. Die Horizontalablenkspulen des hier eingesetzten Ab-

laufzeit herabgesetzt wird [4]. Mit dem Kondensator  $C_1$  läßt sich die Rücklaufzeit (10 ... 12,5  $\mu$ s) einstellen.

Der Strom, der über die Diode  $D_1$  und über den Transistor  $T_1$  fließt, ist im Bild 3 dargestellt. Der Strom unterhalb der Nulllinie ist der Diodenstrom-

Bild 1. Schaltungsbeispiel für eine Paralleldiodenschaltung

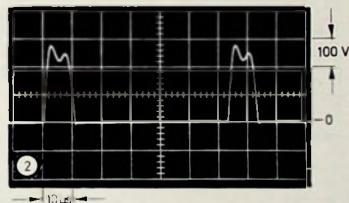
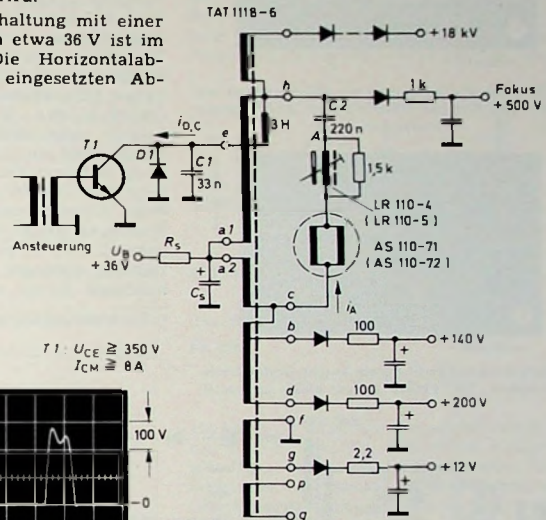


Bild 2. Rücklaufspannung am Kollektor des Transistors  $T_1$  in der Schaltung nach Bild 1

lenksystemes „AS 110-71“ oder „AS 110-72“ sind hochohmig. Es ist das gleiche Ablenkensystem, wie es auch in Röhrenschaltungen verwendet wird. Wichtige Oszillogramme der Schaltung sind in den Bildern 2 bis 6 wiedergegeben.

Bild 2 zeigt die Rücklaufspannung am Kollektor des Transistors  $T_1$  gegen Masse gemessen. Der Transformator ist auf die dritte Harmonische abgestimmt. Die Abstimmung auf die dritte Harmonische hat den Vorteil, daß trotz relativ großer Streuinduktivität des Transformators die Partialschwingungen am Beginn der ersten Hinlaufhälfte klein sind, eine Spannungsüberhöhung auf der Hochspannungsseite eintritt und die Kollektorspannung des Schalttransistors während der Rück-

anteil (etwa erste Hälfte der Hinlaufzeit), der Strom oberhalb der Nulllinie ist der Transistoranteil (etwa zweite Hälfte der Hinlaufzeit). Die Fläche zwischen der Nulllinie und dem Transistorstrom entspricht der in die Schaltung gelieferten Energie; die Fläche zwischen dem Diodenstrom und der Nulllinie entspricht der aus der Schaltung in die Netzteilkapazität zurückgelieferten Energie. Würde die Schaltung ohne Wirkverluste arbeiten, dann wären die Flächen unter dem Dioden- und Transistorstrom gleich groß. Der Ablenkstrom, der über die Horizontalablenkspulen des Ablenkensystemes („AS 110-71“

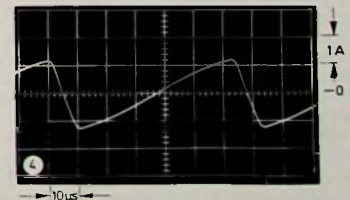


Bild 4. Ablenkstrom  $i_A$  in der Schaltung nach Bild 1

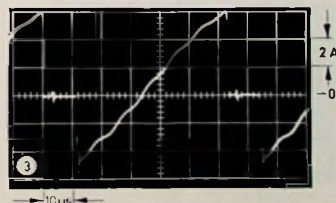


Bild 3. Summe des Transistor- und Diodenstroms  $i_{D, C}$  in der Schaltung nach Bild 1

oder „AS 110-72“) fließt und im Bild 4 wiedergegeben ist, ist der transformierte Dioden- und Transistorstrom. Das Ablenkensystem mit dem Linearitätsregler „LR 110-4“ oder „LR 110-5“ und dem Tangens Kondensator  $C_2$  ist an den Ablenktransformator „TAT 1118-6“ symmetrisch angeschlossen. Die zeilenfre-

1) Entwicklungsmuster

Norbert Bissinger ist Leiter der Ablenkmittelentwicklung im Geschäftsbereich der Bauelemente der Standard Elektrik Lorenz AG.



quente Störstrahlung des Ablenssystemes wird dadurch herabgesetzt, weil die Rücklaufimpulse am Ablenssystem symmetrisch sind, wie aus den Bildern 5 und 6 hervorgeht. Bild 5 zeigt die am Punkt A (zwischen Linearitätsregler und Tangenskondensator) gegen Masse gemessene Spannung und Bild 6 die

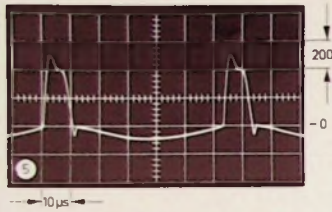


Bild 5. Rücklaufspannung am Ablenssystemkreis am Punkt A in der Schaltung nach Bild 1 (gegen Masse gemessen)

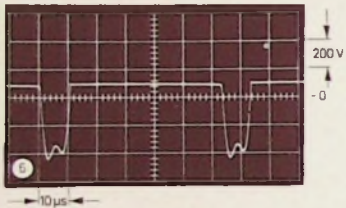


Bild 6. Rücklaufspannung am Anschluß c des Transformators „TAT 1118-6“ (gegen Masse gemessen)

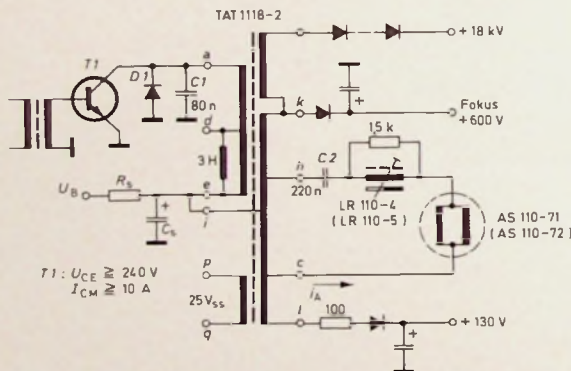


Bild 7. Paralleldiodenschaltung für 24 V Betriebsspannung

Spannung, die am Anschluß c des Transformators gegen Masse gemessen ist. Durch Gleichrichtung der Hinlaufspannungen an den Anschlüssen b, d und g der Hilfswicklungen des Transformators können stabilisierte Spannungen für die Versorgung zum Beispiel der Videostufe und der Vertikal-Endstufe des Fernsehgerätes entnommen werden.

Die Belastung der Hilfswicklungen kann zusammen bei Gleichrichtung der Hinlaufspannungen bei hohem Wirkungsgrad etwa 15 W betragen; dadurch wird nur die Fläche unter dem Transistorstrom größer gegenüber der unter dem Diodenstrom. Den Bildern 2 und 3 können noch die Strom- und Spannungswerte, für die der Schalttransistor oder Thyristor T1 und die Paralleldiode D1 geeignet sein müssen, entnommen werden. Die Werte für den Schalttransistor (der eine Abschaltzeit  $< 1 \mu s$  haben soll) sind mit Sicherheitszuschlägen zusätzlich im Bild 1 angegeben.

Eine Schaltung für eine niedrigere Batteriespannung (24 V), die auch für große Bildröhren in Heimfernsehgeräten geeignet ist, zeigt Bild 7 [1]. Auch dieser Transformator ist auf die dritte Harmonische abgestimmt, und das von Röhrenschaltungen bekannte Ablenssystem ist symmetrisch angeschlossen. Wird ein Ablenssystem mit einer niederohmigen Horizontalablenkwicklung verwendet, dann kann diese wie im Bild 8 direkt parallel zur Primärwicklung a-e des Zeilentransformators „TAT 1118-7“ gelegt werden. Wegen der relativ niedrigen Rücklaufimpulse und der dadurch geringen Störstrahlung muß das Ablenssystem nicht symmetrisch angeschlossen werden. Der Aufbau des Transformators wird einfacher und der Wirkungsgrad der Ablenschaltung besser. Die Rücklaufspannung am Anschluß e des Transformators „TAT 1118-7“ zeigt Bild 9. In der gleichen Größe steht sie auch am Ablenssystemkreis mit dem Tangenskondensator C2, dem Linearitätsregler „LR 110-9“ und dem Ablenssystem „AS 110-9“. Die Spannung hinter dem Tangenskondensator C2 an A gemessen zeigt Bild 10. Der zur richtigen Horizontalablenkung benötigte Strom ist im Bild 11 dargestellt.

2) Entwicklungsmuster

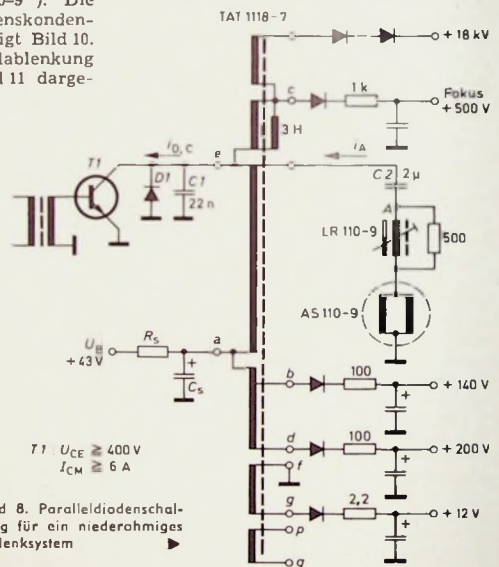


Bild 8. Paralleldiodenschaltung für ein niederohmiges Ablenssystem

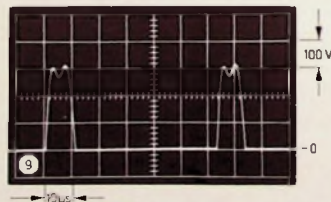


Bild 9. Rücklaufspannung am Anschluß e des Transformators „TAT 1118-7“ in der Schaltung nach Bild 8

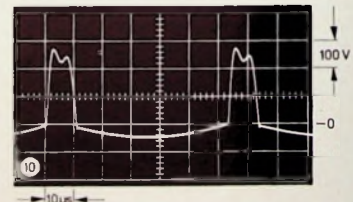


Bild 10. Spannung am Ablenssystemkreis am Punkt A in der Schaltung nach Bild 8

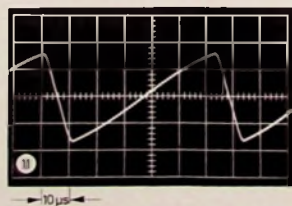


Bild 11. Ablenkstrom  $i_A$  in der Schaltung nach Bild 8

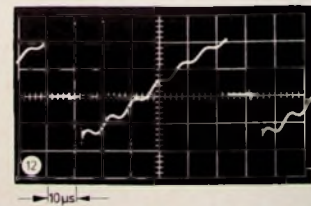


Bild 12. Summe des Transistor- und Diodenstromes  $i_{D,c}$  in der Schaltung nach Bild 8



$T1$  und  $D1$  nichtleitend, und es baut sich (da der Strom in der Wicklung  $a-e$  in der ursprünglichen Richtung weiterfließen will) die Rücklaufspannung auf, wie sie Bild 9 zeigt. Wäre der Tangens-kondensator  $C2$  sehr viel größer als in der Schaltung angegeben, dann würde man am Punkt  $A$  eine Spannung nach Bild 13 messen, wobei die Fläche  $A_1$  gleich der Fläche  $A_2$  ist, da der Kondensator  $C2$  keinen Gleichspannungswert überträgt. Der Ablenkstrom  $i_A$  hätte jedoch nicht den gewünschten

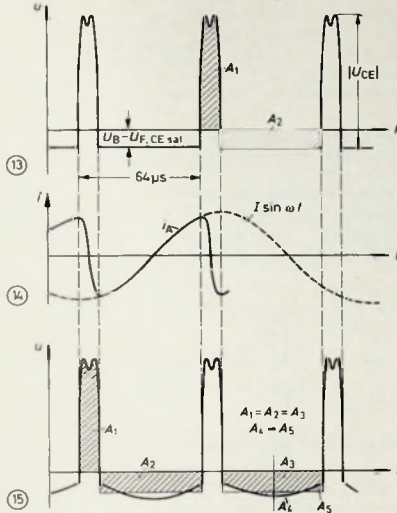


Bild 13. Ablenkspannung bei sehr großem Tangens-kondensator

Bild 14. Der Ablenkstrom als Ausschnitt aus einer Schwingung

Bild 15. Ablenkspannung bei richtigem Tangens-kondensator

S-förmigen Verlauf, sondern wäre sägezahnförmig. Damit die gewünschte Kurvenform erreicht wird, muß man  $C2$  so weit verkleinern, daß  $C2$  mit der Induktivität der Horizontalspulen des Ablenk-systems auf der Kreisfrequenz  $\omega$  schwingt [1]. Der Ablenkstrom kann als Ausschnitt aus einer Schwingung aufgefaßt werden (Bild 14):

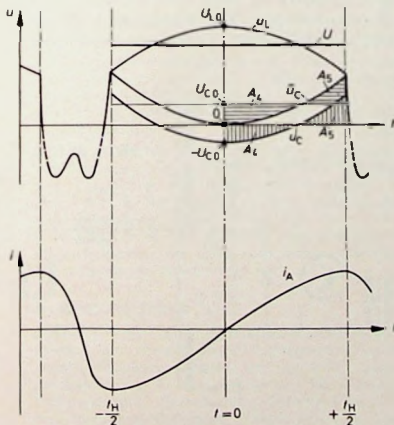


Bild 16. Spannungen und Strom im Ablenk-systemkreis

$$i_A \Big|_{-t_1 \dots +t_1} = I \sin \omega t$$

mit  $\omega = 4 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  und  $I = 4 \text{ A}$ .

Die am Punkt  $A$  in der Schaltung nach Bild 8 gegen Masse gemessene Spannung hat dann den Verlauf nach Bild 15 und stimmt mit dem Oszillogramm (Bild 10) überein. Der Ablenkstrom (Bild 11) würde seine Größe und Richtung nicht ändern, wenn der Ablenk-systemkreis „AS 110-9“, LR 110-9“ und  $C2$  mit dem Anschluß von  $C2$ , der an den Anschluß  $e$  des Transformators geht, an Masse gelegt werden würde und am Anschluß des Ablenk-systems „AS 110-9“, der an Masse liegt, eine Spannung nach Bild 16 ansteht. Die folgende Berechnung wird damit übersichtlicher. Der Ablenk-systemkreis kann, wenn die während der zweiten Hälfte der Hin-laufzeit konstante Induktivität des Linearitätsreglers in die Induktivität des Ablenk-systems einbezogen wird, sehr vereinfacht werden (Bild 17). Es gilt

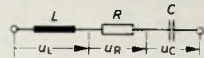


Bild 17. Ersatzschaltung des Ablenk-systemkreises

$$U \approx \text{konstant} = u_L + u_R + u_C.$$

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist  $i_A = 0$  und somit

$$U = U_{L0} - |U_{C0}|.$$

Hierin ist

$$U_{C0} = L \left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0}.$$

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = \frac{8 \text{ A}}{55 \mu\text{s}} \text{ wird Bild 11 entnom-}$$

men,  $L$  ist  $0,33 \text{ mH}$  und  $U_{L0} = 48 \text{ V}$ .

Weiter gilt (Bild 16)

Mit  $I = 4 \text{ A}$ ,  $t_1 = 26 \mu\text{s}$ ,  $C = 2 \mu\text{F}$  und  $\omega = 4 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$  wird  $U_{C0} = 9 \text{ V}$ . Daraus folgt

$$U = 48 \text{ V} - 9 \text{ V} = 39 \text{ V}.$$

Mit einem Zuschlag von etwa  $4 \text{ V}$  für die Spannungsabfälle an der Paralleldiode beziehungsweise dem Schalttransistor sowie den Kupferwiderständen der Bauteile und der Verdrahtung erhält man somit eine Batteriespannung von etwa  $43 \text{ V}$ , für die auch die Primärwicklung  $a-e$  des Transformators „TAT 1118-7“ ausgelegt werden muß.

Muß (wie zum Beispiel in kleinen tragbaren Koffergeräten) mit noch kleinerer Batteriespannung gearbeitet werden, dann kann die Seriendiode- oder Boosterschaltung eingesetzt werden, wie

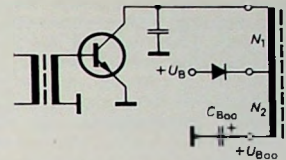


Bild 18. Seriendiodeschaltung (Boosterschaltung)

das Prinzipschaltbild (Bild 18) zeigt. Es gilt

$$U_{B00} = U_B \cdot \frac{N_1 + N_2}{N_1}.$$

$U_B$  kann, je nach Windungszahlverhältnis von  $N_1$  und  $N_2$ , wesentlich kleiner als  $U_{B00}$  sein;  $U_{B00}$  ist die für die Schaltung wirksame Betriebsspannung (Boosterspannung). Wichtig ist eine sehr feste Kopplung zwischen  $N_1$  und  $N_2$ . Bei niederohmigen Transistorschaltungen wird deshalb oft  $N_1 = N_2$  gewählt. Bei zu loser Kopplung können Partial-

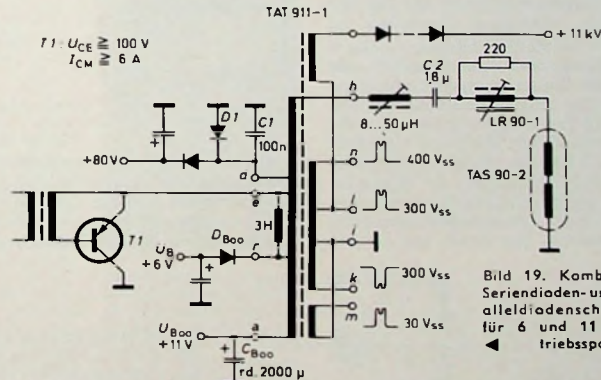


Bild 19. Kombinierte Seriendiode- und Paralleldiodeschaltung für 6 und 11 V Betriebsspannung

$$\bar{u}_C = \frac{1}{C} \int_0^t i_A dt = \frac{1}{C} \int_0^t I \cdot \sin \omega t dt,$$

$$\bar{u}_C = \frac{I}{C \cdot \omega} (1 - \cos \omega t),$$

$$U_{C0} = \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} \frac{I}{C \cdot \omega} (1 - \cos \omega t) dt,$$

$$U_{C0} = \frac{I}{t_1 \cdot C \cdot \omega} \left( t_1 - \frac{1}{\omega} \sin \omega t_1 \right).$$

schwingungen entstehen, die als vertikales Streifenmuster störend auf dem Bildschirm sichtbar sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Seriendiodeschaltung zeigt Bild 19 [5]. Diese Schaltung läßt sich wahlweise mit  $6 \text{ V}$  oder  $11 \text{ V}$  Batteriespannung betreiben. Beim  $6 \text{ V}$ -Betrieb arbeitet sie als Seriendiodeschaltung, und am Boosterkondensator können  $11 \text{ V}$  abgegriffen werden. Im  $11 \text{ V}$ -Betrieb wird die Batteriespannung an den Boosterkondensator gelegt, und die Schaltung arbeitet mit  $D_{B00}$  als Paralleldiodeschaltung. Diese Schaltung ist für den Betrieb in kleinen tragbaren Geräten geeignet.



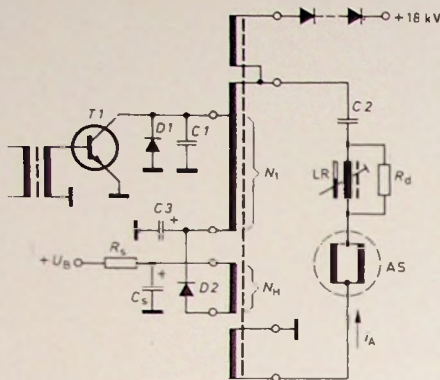


Bild 20. Paralleldiodenschaltung für niedrige Batteriespannung

Eine weitere Schaltung zeigt Bild 20. Hier handelt es sich um eine Paralleldiodenschaltung, deren Batteriespannung relativ klein (wie bei der Serierendiodenschaltung) gewählt werden kann. Diese Schaltung schwingt mit der angelegten Batteriespannung an und erzeugt mit einer Hilfswicklung  $N_{II}$  durch

chender Belastbarkeit und Spannungsfestigkeit eine genügend kleine Sperrschichtkapazität haben. Mit Anzapfungen an der Wicklung  $N_{II}$  (oder wenn diese Hilfswicklung nicht benutzt wird) kann auch mit umschaltbaren Batteriespannungen gearbeitet werden. Es ist auch möglich, nach Bild 22 die Batteriespannung den Schaltungen am

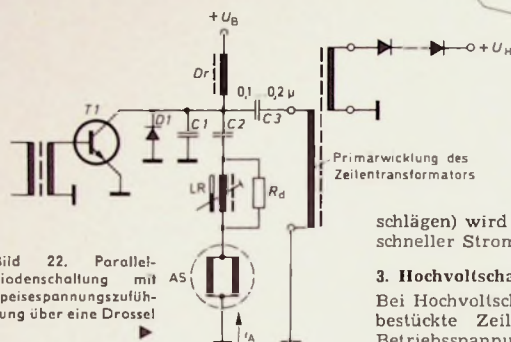


Bild 22. Paralleldiodenschaltung mit Speisespannungszuführung über eine Drossel

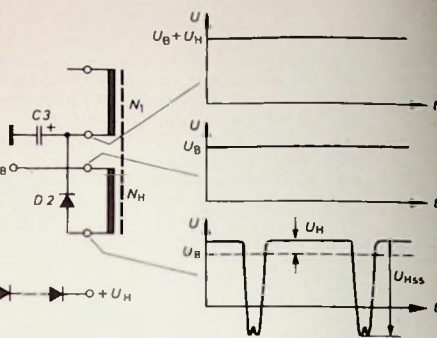


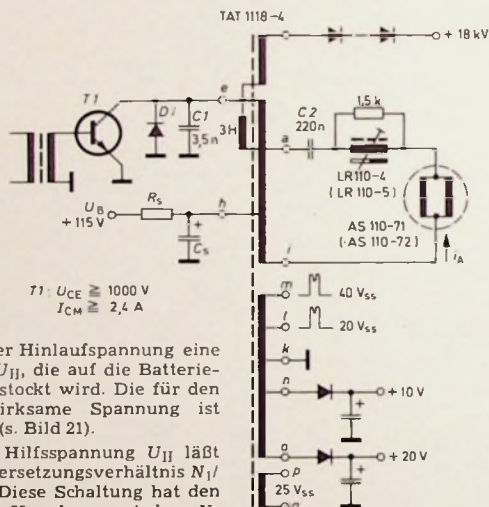
Bild 21 (oben). Wirkungsweise der Schaltung nach Bild 20

schlagen) wird durch die Drossel  $D_r$  ein schneller Stromanstieg verhindert.

### 3. Hochvolttschaltungen

Bei Hochvolttschaltungen für halbleiterbestückte Zellen-Endstufen wird die Betriebsspannung direkt aus dem Netz

Bild 23. Hochvolttschaltung für 115 V Speisespannung



$T1: U_{CE} \geq 1000 \text{ V}$   
 $I_{CM} \geq 2,4 \text{ A}$

Gleichrichten der Hinlaufspannung eine Hilfsspannung  $U_{II}$ , die auf die Batteriespannung aufgestockt wird. Die für den Ablenkkreis wirksame Spannung ist somit  $U_B + U_{II}$  (s. Bild 21).

Die Größe der Hilfsspannung  $U_{II}$  läßt sich mit dem Übersetzungsverhältnis  $N_1/N_{II}$  verändern. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß die Kopplung zwischen  $N_1$  und  $N_{II}$  nicht so fest wie bei der Serierendiodenschaltung sein muß, trotzdem weniger Partialschwingungen als diese aufweist und einen höheren Wirkungsgrad hat. Die Diode  $D_2$  muß jedoch genügend schnell schalten, das heißt bei ausrei-

Kollektor des Schalttransistors  $T_1$  über eine Drossel  $D_r$  zuzuführen ( $L_{DR} \approx 3 \text{ mH}$  mit genügend großem Luftspalt wegen der Gleichstromvormagnetisierung). Bei Kurzschlüssen (Hochspannungsüber-

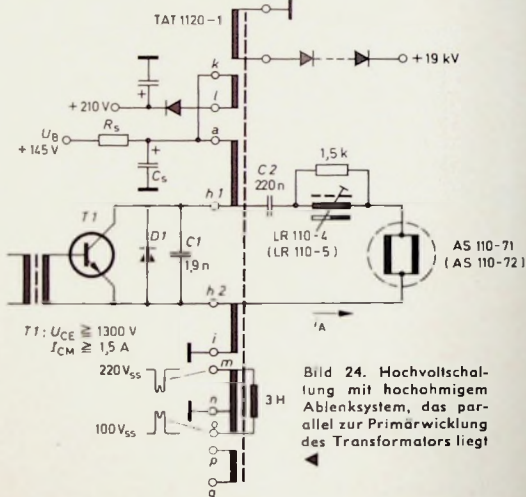


Bild 24. Hochvolttschaltung mit hochohmigem Ablenksystem, das parallel zur Primärwicklung des Transformators liegt!

ohne Transformator gewonnen. Die Betriebsspannung muß gegen Netzspannungsschwankungen stabilisiert sein. Günstig ist auch hier die Paralleldiodenschaltung. Ein Schaltungsbeispiel zeigt Bild 23. Dem Transformator kön-

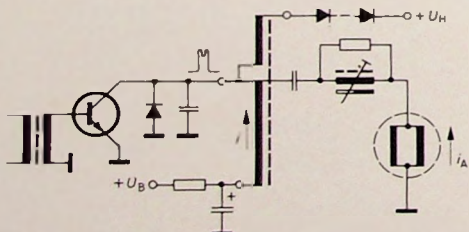


Bild 25. Paralleldiodenschaltung mit parallel zur Primärwicklung des Transformators angeschlossenen Horizontalablenkschulen

Bild 26. Schaltung mit parallel zur Primärwicklung des Transformators symmetrisch angeschlossenen Horizontalablenkschulen

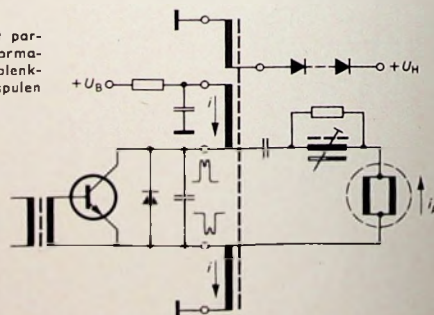
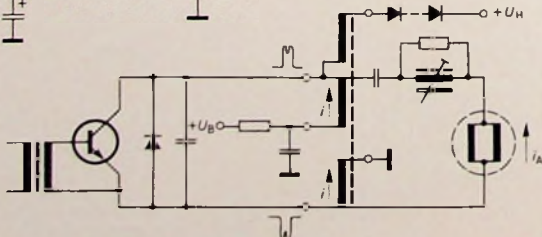


Bild 27. Andere Schaltungsart des Transformators für hochohmige und symmetrisch angeschlossene Horizontalablenkschulen



nen bei einem hohen Wirkungsgrad etwa 20 W an den Hilfswicklungen entnommen werden. Die Gleichspannungen dürfen bei dieser Belastung der Hilfswicklungen nur durch „Hinaufgleichrichtung“ erzeugt werden [6]. An Stelle des Schalttransistors T1 läßt sich auch als Schalter einen Thyristor verwenden. Auch bei Hochvoltsschaltungen ist es möglich, das Ablenkensystem nicht über eine Wicklung an den Transformator anzukoppeln, sondern es direkt parallel zur Primärwicklung des Transformators zu legen. Jetzt bestimmt wieder die Impedanz der Horizontalablenkspulen die erforderliche Speisespannung. Sie ist bei einer Induktivität der Horizontalspulen von 2,9 mH etwa 143 V. Aus Störstrahlungsgründen muß das Ablenkensystem jedoch symmetrisch angekoppelt werden (Bild 24). Die Schaltung nach Bild 24 kann man sich aus der Schaltung nach Bild 8 entstanden denken, wie die Bilder 25 bis 27 andeuten. Größe und Richtung des Ablenkstromes ändern sich nicht, wenn der Transformator nicht wie im Bild 26, sondern nach Bild 27 geschaltet wird. Wichtig ist, daß der Schalttransistor zwischen Basis und Emitter niederohmig abgeschlossen ist;

das ist bei Transformatoransteuerung der Fall. Bei den hochohmigen Horizontalablenkspulen des Systems „AS 110-71“ oder „AS 110-72“ in der Schaltung nach Bild 24 gelten für den Ablenkstrom und die Ablenkspannungen die gleichen Oszillogramme, wie sie die Bilder 5 bis 7 zeigen.

#### Schrifttum

- [1] Schimke, R., u. Bissinger, N.: Eine Zellen-Endstufe mit Transistoren für 18 kV Hochspannung. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 18, S. 699-702
- [2] Hettterscheid, W. Th. H., u. v. Schalk, G. P. J.: Schaltnetzteil für Farbfernsempfänger, Philips Laboratory Report
- [3] Bissinger, N.: Stabilliertes Netzteil für die Horizontal-Endstufe. Funk-schau Bd. 42 (1970) Nr. 11, S. 363-366
- [4] Boekhorst, A., u. Stolk, I.: Ablenktechnik in Fernsehempfängern. Philips Technische Bibliothek, 1. Aufl. Hamburg 1961
- [5] Ablenkmittel für Bildröhren. SEL-Handbuch, Best.-Nr. 5-071-007, S. 56-58
- [6] Reiber, H.: Zellenablenkteil mit Thyristor-Endstufe für transistorisierte Fernsehempfänger. radio mentor electronic Bd. 34 (1968) Nr. 1, S. 031-035

## Persönliches

### H. W. Herrmann Vorstandsvorsitzender der Braun AG

Dr. Hans-Wilhelm Herrmann wurde mit Wirkung vom 1.4.1971 zum Vorstandsvorsitzenden der Braun AG ernannt. Dr. Rudolf Gros verbleibt als stellvertretender Vorsitzender weiterhin im Vorstand. Dr. Herrmann (47), der dem Vorstand seit dem 1.1.1971 angehört, war zuvor Vorsitzender der Geschäftsleitung der Deutschen Nestlé GmbH.

### H. Jensen mit der DIN-Ehrendnadel ausgezeichnet

Dr. H. Jensen, bisher wissenschaftlicher Mitarbeiter der Allgemeinen Deutschen Philips GmbH (Alldaphi), erhielt für seine langjährige Mitarbeit im Deutschen Normenausschuß, insbesondere für seine 15jährige Arbeit im Fachnormenausschuß Kinotechnik, die DIN-Ehrendnadel.

Dr. H. Jensen, seit dem 1. März 1971 im Ruhestand, wird weiterhin die Schriftleitung der Hauszeitschriften „Philips-Kinotechnik“ und „Philips Audio-Video-Technik“ wahrnehmen und auch künftig in den deutschen und internationalen Ausschüssen der Kinonormung tätig sein.

### H. Otter 75 Jahre

Heinrich Otter, zuletzt stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates der Telefonbau und Normalzeit GmbH und zuvor langjähriges Mitglied der Gesamtgeschäftsleitung des Frankfurter Unternehmens, vollendete am 24. April 1971 sein 75. Lebensjahr.

Im Jahre 1926 trat Heinrich Otter in die Dienste von Telefonbau und Normalzeit und leitete zunächst mehrere Jahre die Zweigniederlassungen in Hamburg und Berlin. 1937 wurde er Mitglied der Geschäftsleitung in der Frankfurter Hauptverwaltung, der er fast 25 Jahre lang angehörte. Danach war er bis Ende 1969 stellvertretender Vorsitzender im Aufsichtsrat.

### L. Benz 65 Jahre

Dipl.-Ing. Leo Benz, geschäftsführender Gesellschafter der Alois Zeitler Elektrotechnische Fabrik GmbH, München, feierte am 7.5.1971 seinen 65. Geburtstag. Er studierte an der TH München Elektrotechnik, Fachrichtung Fernmeldetechnik, trat nach mehrjährigem Praktikum im In- und Ausland 1932 in die von seinem Vater, Ing. Leo Benz, geführte Firma ein und übernahm im Jahre 1940 die Geschäftsführung.

### H. Münzer 65 Jahre

Dr. Herbert Münzer, Generalbevollmächtigter und stellvertretender Leiter des Bereichs Personal- und Sozialwesen von AEG-Telefunken, wurde am 27. April 1971 65 Jahre. Er gehört seit dreieinhalb Jahrzehnten dem Unternehmen an. Über seinen Wirkungskreis bei AEG-Telefunken hinaus ist Dr. Münzer in der Öffentlichkeit durch seine langjährige Tätigkeit in Organisationen der Wirtschaft bekannt.

### R. Mantz 60 Jahre

Am 16. April 1971 vollendete Rudi Mantz das 60. Lebensjahr. An diesem Tag konnte der Generalbevollmächtigte und Fachbereichsleiter im Geschäftsbereich „Rundfunk, Fernsehen, Phono“ von AEG-Telefunken auf ein an Arbeit, aber auch an Erfolgen reiches Leben zurückblicken. Seit mehr als viereinhalb Jahrzehnten gehört er dem Unternehmen an, und seit dem vergangenen Jahr zeichnet er als Technischer Leiter für die Entwicklung und für die Fertigung des gesamten Arbeitsgebietes Unterhaltungselektronik der AEG-Telefunken-Gruppe verantwortlich.

Vielseitig waren seine Tätigkeiten, seit er 1925 seine Lehrzeit bei der AEG in Berlin begann. Vielseitig sind aber auch seine Interessen, seine Begabungen und sein Gespür für das, was zu tun notwendig und richtig ist, um das oft hochgesteckte Ziel großer Aufgaben zu erreichen. Als Fertigungsexperte par excellence hat er bleibende Verdienste um die Einführung und die Weiterentwicklung neuer Fertigungsverfahren und Technologien erworben — Verdienste, die oft richtungweisend für den gesamten Industriezweig gewesen sind. Daß die neue Fabrik in Celle heute in den Augen der Fachwelt als einer der modernsten Fertigungsbetriebe der Rundfunk- und Fernsehindustrie gilt, ist nicht zuletzt auch seiner Initiative, seiner technischen Phantasie und seinem kühl wägenden, aber auch wagenden Geist zuzu-



schreiben. Möge es Rudi Mantz vergönnt sein, unserem Industriezweig noch viele Jahre belebende Impulse zu geben, denn mehr als jemals zuvor sind Qualität und Rentabilität der Produktion heute Faktoren, die im harten internationalen Wettbewerb entscheidend für Aufstieg oder Niedergang eines Unternehmens sein können. W. Rohl

### F. Schmidt 60 Jahre

Der Leiter der zentralen Bauabteilung der deutschen Philips-Unternehmen, Friedrich Schmidt, wurde am 24. April 1971 60 Jahre. Seit der Übernahme der Bauabteilung der deutschen Philips-Unternehmen vor 17 Jahren hat F. Schmidt sämtliche Philips-Bauvorhaben von der Planung bis zur schlüsselfertigen Übergabe betreut. Unter seiner Leitung entstanden Neubauten von Fabriken innerhalb Hamburgs in Lokstedt, Langenhorn, Fuhlsbüttel und Stellingen und des weiteren unter anderem Fabrikobjekte in Berlin, Aachen, Weizlar, Krefeld, Eislerfeld, Herborn und Bremen. Auch der Bau der Forschungslaboratorien in Hamburg-Stellingen und Aachen lag in seiner Verantwortung. Außerdem war Architekt F. Schmidt maßgeblich am Aufbau der Vertriebs- und Verwaltungsgebäude in zahlreichen Städten beteiligt.

Erst kürzlich wurde das neue 13stöckige Philips-Verwaltungsgebäude in der Hamburger Innenstadt eingeweiht. Gegenwärtig werden in der Hansestadt zwei weitere beachtenswerte Neubauten errichtet. Es ist das Werk für die Philips Elektronik Industrie GmbH in Hamburg-Rahlstedt und das große Rechenzentrum für firmeninterne Aufgaben im Stadtteil Hammerbrook.

### A. Lambeck wird Nachfolger von A. Sanio

Alfred Lambeck (43), bisher Chefredakteur der Zeitschrift für Datenverarbeitung und Mitglied der Geschäftsleitung der Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, tritt am 1.7.1971 in die Philips-Pressestelle ein. Er wird Nachfolger von Dipl.-Kfm. Alfred Sanio, der nach mehr als vierzigjähriger Tätigkeit als Leiter dieser Pressestelle im Laufe des Jahres in den Ruhestand tritt. Der künftige Leiter der Philips-Pressestelle war bis 1958 Tageszeitungsredakteur. Danach konzentrierte sich seine journalistische Arbeit als Chefredakteur von Fachzeitschriften und Mitarbeiter von Tageszeitschriften auf die technischen und wirtschaftlichen Probleme der Elektro- und Elektronik-Industrie.

### F. Meier Geschäftsführer der Philips Patentverwaltung GmbH

Zum neuen Geschäftsführer der Philips Patentverwaltung GmbH, Hamburg, wurde mit Wirkung vom 1. April Patentanwalt Dipl.-Ing. Friedrich Meier (44) bestellt. Der Anfang des Jahres in das Unternehmen eintrat, er löste Patentanwalt Dr. Dr. Paul Roßbach ab, der seit 1962 die Geschäftsleitung der Philips Patentverwaltung GmbH führte und nach Überschreiten der Altersgrenze jetzt in den Ruhestand getreten ist.

### W. Franz †

Aus einem arbeitsreichen, aber auch erfolgreichen Leben riß der Tod am 10. April 1971 Wilhelm Franz, den Chef der Firma Elektromesstechnik Wilhelm Franz KG, Lahr (Schwarzwald), völlig unerwartet setzte ein Herzinfarkt dem Leben des 58jährigen Ingenieurs aus Leidenschaft ein Ende. Der gebürtige Bremer arbeitete sich vor dem Zweiten Weltkrieg schnell zum stellvertretenden Leiter der gesamten Meßlaboratorien der C. Lorenz AG in Berlin-Tempelhof empor und gründete 1939 eine eigene Firma. Nach dem Krieg konnte er erst 1947/48 in bescheidenem Umfang mit dem Wiederaufbau in Lahr beginnen, und seit dieser Zeit stieg die Anzahl der Beschäftigten von damals etwa zehn auf heute rund 350. In diesen Jahren hat W. Franz richtungweisende Entwicklungsarbeit auf dem vielseitigen Gebiet der Elektroakustik und Tontechnik geleistet, und zahlreiche Geräte aus seiner Produktion legen heute in aller Welt Zeugnis ab von seinem technischen Weitblick und seinem Können. Durch seinen Tod verliert die Fachwelt eine Persönlichkeit, die als Ingenieur ebenso wie als Mensch gleichermaßen beliebt war. —ih



## Fotografische und kinematografische Aufnahmen von Fernseh-Schirmbildern

### 1. Vorbemerkungen

Im Rahmen des angewandten Fernsehens in Wissenschaft, Technik und Industrie besteht vielfach der Wunsch, Fernseh-Schirmbilder mit der Foto- oder Filmkamera zu reproduzieren. Man darf sicher davon ausgehen, daß diese Anwender nicht über spezielle Apparaturen und Vorrichtungen verfügen. Vielmehr sollen die Aufnahmen im allgemeinen mit handelsüblichen Aufnahmegeräten und auf gängige Filmmaterialien hergestellt werden. Von solchen Voraussetzungen geht der Verfasser aus und gibt konkrete Hinweise zum technischen Handeln. Alle Empfehlungen lassen sich ohne Eingriffe und Änderungen in der Fernsehanlage oder an den Aufnahmegeräten realisieren.

Es ist nicht möglich, an dieser Stelle auch nur die wichtigsten Anwendungen für fotografische und kinematografische Aufnahmen von Fernseh-Schirmbildern zu nennen. Deshalb sei hier nur eine Auswahl von besonders typischen Applikationen genannt:

- Steh- und Laufbildaufnahmen aus aktuellen Fernsehsendungen.
- Dokumentationsaufnahmen von Bildfehlern (Bild 1) für Unterrichts- und Schulungszwecke sowie für Service-

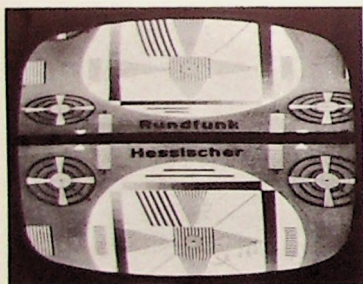


Bild 1. Beispiel für die Dokumentation von Bildfehlern (Fehler in der vertikalen Ablenkung). Aufnahme auf Isopan ISS

anleitungen. Extreme Nahaufnahmen (Lupenaufnahmen auf Farbfilm) dokumentieren Konvergenz- und Farbtreuefehler auf Farbfernsehrohren [1].

c) Obligatorisch ist die fotografische oder kinematografische Schirmbildaufnahme bei vielen Arbeiten mit Fernsehsonden. Insbesondere dann, wenn aus Platzgründen keine Foto- oder Filmkamera mit in die Sonde eingebracht werden kann (Rohrinspektionen, Bohrloch- und Unterwassersonden).

d) Fotoaufnahmen der Ausgabeschirme von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen (vor allem Klartext- und Grafik-Ausgaben).

e) Bei der Fernsehmikroskopie durch Lichtmikroskope üblicher Bauart ist die fotografische Aufnahme des Fernseh-Schirmbildes nur eine von mehreren Möglichkeiten. Dagegen sind Aufnahmen an Raster-Elektronenmikroskopen

und Elektronenmikroskopen oft vorteilhaft über den Bildschirm durchzuführen.

f) Fernsehkameras an astronomischen Fernrohren liefern relativ lichtstarke Schirmbilder auch von lichtschwächeren Objekten und erfüllen somit die Aufgabe von Verstärkern. Wurden nun verhältnismäßig schnell ablaufende astronomische Vorgänge (Sonnenfinsternis als typisches Beispiel) auf Magnetband aufgezeichnet, dann lassen sich für die weitere Auswertung beziehungsweise für Publikationen bestimmte Phasen fotografisch vom Bildschirm reproduzieren (Bild 2).



Bild 2. Reproduktion eines Fernsehbildes von einer totalen Sonnenfinsternis (Protuberanzen am Mondrand). Kleinbildkamera Minolta „SR-T 101“ mit „Rokkor“-Objektiv 2,0/100 mm; Blende 2,8;  $\frac{1}{15}$  s; Agfapan 100 Professional-Film

g) In bestimmten Spektralbereichen (vor allem im infra- oder ultraroten Bereich) benutzt man eine Fernseh-anlage als Bildwandler und zeichnet das Schirmbild auf fotografischen Film auf [2].

h) Bei Foto- oder Filmaufnahmen von Operationsübertragungen (oder Ausschnitten aus magnetischen Aufzeichnungen) dominiert die Farbe. Feine farbliche Differenzierungen fördern die Erkennbarkeit von Gewebestrukturen und wichtigen Merkmalen.

i) Die Schirmbilder von Röntgen-Fernseh-anlagen werden fotografiert oder gefilmt, um die Strahlenbelastung auch bei längerer Untersuchungsdauer geringzuhalten. Außerdem ist es zweckmäßig, diagnostisch wertvolle Szenen oder Phasen aus magnetischen Aufzeichnungen auf dem Bildschirm zu fotografieren oder zu filmen.

j) Das Montage Unit (Minolta), ein Gerät für die kriminalistische Personen- und Sachidentifizierung sowie für optisch-fernsehtechnische Montagen in der kosmetischen Chirurgie und bei Gestaltungsentwürfen bezieht die Fotografie des Endbildes auf dem Fernseh-schirm direkt ins Prinzip ein [3].

k) Röntgenbilder werden durch nachträgliche Bearbeitungsvorgänge (elektronisches Subtraktionsgerät mit Harmonisierungseinrichtung von Siemens, Bild 3; Fernsehbearbeitungsanlage von

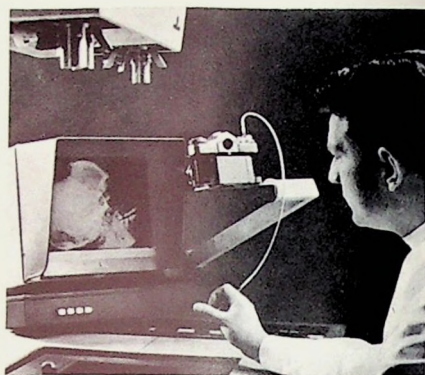


Bild 3. Elektronisches Subtraktionsgerät; Kamerahalterung am Sichtgerät

Philips) effektiver ausgewertet. Entweder soll der Feinkontrast bei gleichzeitiger Dämpfung des Grobkontrastes gesteigert werden, oder es werden mehrere Aufnahmen unter verschiedenen Bedingungen (Anwendung von Kontrastmitteln, Variieren der „Strahlungshärte“) erstellt und dann mit fernsehtechnischen Mitteln in geeigneter Weise kombiniert. Die Ergebnisse solcher Bearbeitungsvorgänge erscheinen auf einem Fernsehbildschirm und müssen meistens fotografisch aufgenommen werden.

Fernsehschirmbilder und magnetische Aufzeichnungen können im Gegensatz zu fotografischen Aufnahmen nicht ohne weiteres in Bildarchive eingefügt, in Karteien abgelegt, zur Illustration von Veröffentlichungen herangezogen oder im Diavortrag verwendet werden. Ganz besonders für diese und artverwandte Aufgabenstellungen muß das Fernsehbild auf fotografischen Film übertragen werden.

Im Prinzip ist es gleichgültig, ob magnetisch aufgezeichnete oder direkt übertragene Bilder fotografisch reproduziert werden. In der Praxis sind jedoch, je nach Leistungsklasse des verwendeten Video-Aufzeichnungsgeräts, deutliche Qualitätsunterschiede zu bemerken. Denn – das sei schon einleitend betont – auf der fotografischen Aufnahme wird mancher Mangel als störend empfunden, den man bei der unmittelbaren Betrachtung des Fernseh-Schirmbildes aus subjektiven Gründen durchaus toleriert oder akzeptiert. Wird das Fotografieren oder Filmen von Fernsehbildern zur ständigen Einrichtung, dann sollte man sehr sorgfältig prüfen, ob keine Möglichkeit besteht, eine Foto- oder Filmkamera neben der Fernsehkamera zu montieren und über Fernauslösung zu bedienen [4]. Die Fernseh-einrichtung dient dann gleichzeitig der ständigen Beobachtung und als Sucher für die Foto- oder Filmkamera. Für eine exakte und parallaxenfreie Bildkontrolle über den Bildschirm müssen Foto- und Filmkamera sowie Fernsehkamera das



gleiche optische System benutzen (realisiert im „Electronic-Cam“-Verfahren oder auch in der ITV-Fotoeinrichtung von Asahi Pentax). Direkte Foto- und Filmaufnahmen zeigen unter normalen Aufnahmebedingungen eine erheblich bessere Bildqualität als Schirmbildaufnahmen.

## 2. Stehbild- oder Laufbildaufnahme?

Untersucht man diese Frage näher, wird man eine starke Vorrangstellung für die Stehbildaufnahme registrieren. Diese ergibt sich vordergründig aus der Tatsache, daß heute Laufbildaufnahmen einfacher (mit synchronem Ton) auf Magnetband als vom Bildschirm auf Film herzustellen sind. Auch lassen sich die störenden Horizontalstreifen nur durch den Einsatz von aufwendigen Zusatzeinrichtungen (s. a. Abschnitte 3.4. und 4.3.) oder zumindest durch ungewohnte und auch etwas unsichere Manipulationen vermeiden. Trotzdem wird es immer wieder Fälle geben, die eine Laufbildaufnahme des Bildschirms erfordern. Wie man den Berichten zahlreicher Anwender entnehmen kann, beschränkt man sich oft darauf, direkt oder aus magnetischen Aufzeichnungen bestimmte Szenen vom Bildschirm zu filmen. Weiterhin können Filmaufnahmen ohne den apparativen Aufwand einer Fernsehanlage wiedergegeben und betrachtet werden.

Dem Schirmbildfoto (besser gesagt der Stehbildaufnahme) kommt eine größere Bedeutung auch deshalb zu, weil gerade das Aufsichtsfoto für alle Formen der visuellen Information und Kommunikation hervorragend geeignet ist und ohne Vorführgeräte auskommt. Einzelaufnahmen aus Fernsehübertragungen oder -aufzeichnungen benötigt man beispielsweise für Druckvorlagen und zu Dokumentationszwecken. Bei den Schirmbildern von fernsehtechnischen Misch- und Manipulationssystemen (Applikationen nach Abschnitt 1., j und k) handelt es sich ohnehin um „Stehbilder“.

## 3. Aufnahmegeräte und Hilfsmittel

### 3.1. Fotokameras

Im Bereich der allgemeinen Fotografie kann die Frage nach dem günstigsten Aufnahmeformat wegen der unterschiedlichen Ansprüche und Aufgabenstellungen kaum schlüssig beantwortet werden. So bleibt es nicht aus, daß die Formatfrage oft schon weltanschauliche Aspekte zeigt. Für den speziellen Anwendungsfall der Bildschirmfotografie läßt sich eine Antwort auf die Formatfrage finden, wenn man die wichtigsten Kriterien untersucht:

#### a) Seitenverhältnis des Schirmbildes und des Aufnahmeformats

Das Fernseh-Schirmbild weist im allgemeinen ein Seitenverhältnis von 1:1,33 auf. Die Seitenverhältnisse der Foto-Aufnahmeformate weichen davon mehr oder weniger stark ab. Somit ergeben sich auch unterschiedliche Werte für die Formatausnutzung. Am besten werden die Aufnahmeformate  $9\text{ cm} \times 12\text{ cm}$  (zu etwa 98 %) und das „Idealformat“  $56\text{ mm} \times 72\text{ mm}$  (zu etwa 97 %) ausgenutzt. Etwas ungünstiger sind die Formate  $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$  und  $6\text{ cm} \times 9\text{ cm}$ , auf denen das Schirmbild 89 %

beziehungsweise 88 % der Nutzfläche bedeckt. Am schlechtesten schneidet hier das quadratische Format (beispielsweise  $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ ) ab, das nur zu etwa 75 % genutzt werden kann.

#### b) Auflösungsvermögen

Im günstigsten Fall ist der obere Grenzwert für das Auflösungsvermögen durch die Vertikalauflösung (Zeilenzahl) des Schirmbildes vorgegeben. Umgerechnet auf das Kleinbildformat  $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$ , ist ein Film mit etwa 40 Linien/mm Auflösungsvermögen erforderlich, wenn ein Fernsehbild mit 875 Zeilen (!) ohne zusätzliche Detailverluste reproduziert werden soll. 40 Linien/mm kann selbst ein sehr hochempfindlicher Film wie der Agfapan 1000 (31 DIN und mehr) mit ausreichender Modulationstiefe (etwa 60 %) wiedergeben. Es besteht also kein Anlaß, im Hinblick auf das Auflösungsvermögen ein größeres Aufnahmeformat als  $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$  zu wählen.

#### c) Blende und Schärfentiefe

(Ausführlich beschrieben im Abschnitt 4.1.) Das Ableitungsergebnis sei vorweggenommen: Um einen für die Bildschirmwölbung ausreichenden Schärfentiefebereich zu erhalten, muß das Objektiv der Mittelformatkamera ( $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ ,  $56\text{ mm} \times 72\text{ mm}$ ,  $6\text{ cm} \times 9\text{ cm}$  Formatgröße) um eine Blendenstufe weiter abgeblendet werden als das Objektiv einer Kleinbildkamera. Diese Feststellung gilt für alle Objektivbrennweiten. Bei gleicher Filmpflichtigkeit und gleicher Schirmbild-Leuchtdichte ist die Belichtungszeit mit der Mittelformatkamera auf den doppelten Wert zu verlängern. Oder es muß ein Film mit einer um 3 DIN höheren Empfindlichkeit zur Verwendung kommen.

Auf Grund dieser Fakten darf man dem Kleinbildformat  $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$  eine sehr gute Eignung für Schirmbildaufnahmen attestieren. In der Praxis spielen selbstverständlich auch die Geräteschaffungskosten, die Filmkosten je Aufnahme sowie leichte Bedienbarkeit, Volumen und Gewicht eine wichtige Rolle. In bezug auf diese Kriterien ist das Kleinbildformat so eindeutig im Vorteil, daß man sich eine ausführliche Untersuchung sicher ersparen kann. Soll aus irgendwelchen Gründen ein größeres Aufnahmeformat verwendet werden, dann ist zum „Idealformat“  $56\text{ mm} \times 72\text{ mm}$  zu raten.

Die Anforderungen, die man an das Kameraobjektiv stellen muß, sind im Abschnitt 3.3. erläutert. Der Kameraschluß sollte eine sichere und eindeutige Einstellung für  $1/15\text{ s}$  Belichtungszeit zulassen. Eine gegebenenfalls eingebaute automatische Verschlusszeitensteuerung muß ausschaltbar und auf dem Wert  $1/15\text{ s}$  fixierbar sein. Weitere Einstellmöglichkeiten im Langzeitbereich ( $1/15\text{ s}$  bis  $1\text{ s}$ ) sind vorteilhaft. Für verschiedene Anwendungsfälle kann eine Kamera mit motorischem Filmtransport, elektrisch steuerbarer Auslösung und Langfilmmagazin (Filme für 250 und mehr Aufnahmen) angebracht sein.

Sollen negativ geschaltete Fernsehbilder direkt auf Fotopapier aufgenommen werden, dann ist eine Großformatkamera (vorzugsweise  $9\text{ cm} \times 12\text{ cm}$  Aufnahmeformat) erforderlich.

## 3.2. Filmkameras

Das Super-8-Format kann aus verschiedenen Gründen nicht für Bildschirm-aufnahmen empfohlen werden:

a) Für dieses Format ist das Filmangebot sehr begrenzt. Farb-Umkehrfilme wie der Agfacolor CK 17 bringen zwar ein genügend hohes Auflösungsvermögen mit. Bei einem 625-Zeilen-Bild müßte der Super-8-Film etwa 150 Linien/mm, bei einem 875-Zeilen-Bild etwa 200 Linien/mm auflösen. Der Agfacolor CK 17 löst 195 Linien/mm auf. Ob das Objektiv der Filmkamera allerdings in der Lage ist, bei voll geöffneter Blende diese etwa 200 Linien/mm mit entsprechender Modulationstiefe zu übertragen, ist fraglich.

b) Bei Super-8-Aufnahmen würde der Schärfentiefebereich selbst mit Blende 1,0 und größer die Bildschirmwölbung erfassen. Nur liegt die maximale Öffnung der meist fest eingebauten Variobjektive bei etwa 1:1,8. Hinzu kommen noch die Lichtverluste in den vielenlinsigen Objektiven und in den Strahlenteilern für den Sucher und die Belichtungsmessung.

Der Agfacolor CK 17 und andere Farb-Umkehrfilme für das Super-8-Format sind auf Farbtemperaturen von 3400 K (Kunstlicht, hochbelastete Halogenlampen) abgestimmt. Für die Aufnahme von Farbfernsehbildern wird eine Tageslichtabstimmung (etwa 6000 K) benötigt. Die zur Umstimmung erforderlichen Konversionsfilter reduzieren die Filmpflichtigkeit von 17 DIN auf 15 DIN. Diese Filmpflichtigkeit genügt gerade eben für die Aufnahme eines hell eingestellten Schirmbildes, wenn ein Objektiv mit Lichtstärke 1,0 zur Verfügung steht und die Verluste im optischen System in Grenzen bleiben.

Mit dem Super-8-Format bewegt man sich hart am Rand des Möglichen. Die neuerdings auf dem Markt befindlichen Schwarz-Weiß-Filme mit höherer Empfindlichkeit verbessern zwar die Voraussetzungen der in b) aufgestellten Bilanz etwas. Leider ist aber das Auflösungsvermögen erheblich niedriger, so daß die Bildqualität nicht allen Ansprüchen genügen wird.

35-mm-Filmkameras scheiden für die meisten Anwender wegen der hohen Anschaffungs- und Gerätekosten sowie der unverhältnismäßig hohen Filmkosten aus. Auch sind die Kameras vergleichsweise groß und schwer.

Geradezu ideal für Bildschirm-aufnahmen ist der 16-mm-Film. Das Kamera- und Filmangebot wird allen Ansprüchen gerecht. Die Aufnahmetechnik ist unproblematisch. Alle für die Praxis wichtigen Informationen sind in den Abschnitten 3.3., 4.1., 4.3., 5.2. und 6. zu finden. Ein Spezialgerät für Schwarz-Weiß-Schirmbildaufnahmen auf 16-mm-Film ist unter 3.4. beschrieben.

### 3.3. Objektive und optisches Zubehör, Aufnahmeabstände

Das Schirmbild kann ohne weiteres mit dem Normal- oder Standardobjektiv aufgenommen werden, wenn dieses die erforderliche Naheinstellung erlaubt. Einfache und billige Vorsatzlinsen (Meniskallinsen oder Plankonvexlinsen) verschlechtern die Bildqualität,



wenn nicht mindestens auf Blende 8 oder 11 abgebildet wird. Muß zum Erreichen der Schärfentiefe (Abschnitt 4.1.) ohnehin so stark abgebildet werden, dann können solche Vorsatzlinsen unbedenklich auf das Objektiv geschraubt werden. Besser sind auf jeden Fall die speziell korrigierten, zweilinsigen Vorsatzchromaten (Leitz, Minolta).

Die Standardbrennweite der 16-mm-Filmkameras ( $f = 25 \text{ mm}$ ) mit  $23^\circ$  Horizontalbildwinkel ist für Bildschirmaufnahmen günstig. Die Standardbrennweite der meisten Kleinbildkameras ( $f = 50 \text{ mm}$ ) mit  $38^\circ$  Horizontalbildwinkel hat sich in der Praxis als etwas zu kurz erwiesen. Wenn die Kleinbildkamera fest vor dem Bildschirm montiert und demzufolge genau ausgerichtet ist, führen Aufnahmen mit dem 50-mm-Objektiv zu guten Ergebnissen. Wird die Kamera aber auf einem Dreibeinstativ vor dem Bildschirm aufgebaut, dann empfiehlt sich ein Objektiv mit 85 mm bis 135 mm Brennweite, und zwar aus mehreren Gründen: Erstens führen dann geringfügige Schiefstellungen zum Schirmbild nicht gleich zu merklichen Bildverzerrungen, und auch die Wölbung der Bildröhre verursacht keine sichtbaren Fehler. Zweitens kann die Kamera in etwa 1,7 m bis 2,8 m Abstand (bezogen auf einen großen Bildschirm) aufgestellt werden, so daß der Blick zum Bildschirm auch für mehrere Betrachter frei bleibt. Letztlich entscheidet die Aufgabenstellung darüber, ob der Aufnahmeabstand möglichst klein (kurze Objektivbrennweite) oder größer (längere Objektivbrennweite) ausfallen soll. Gelegentliche Hinweise, daß der Aufnahmeabstand bei Farbaufnahmen vom Farbfernschirm nicht kleiner als etwa 80 oder 90 cm sein soll, beruhen auf einem Mißverständnis oder vielleicht auch auf einer unzulässigen Vereinfachung. Geht man von der formfüllenden Aufnahme aus (nur diese ist praktisch interessant und liegt diesem Beitrag zugrunde), wird der für die Verschmelzung der Bildpunkte (also rein additive Farbmischung) „kritische“ Abbildungsmaßstab bei Kleinaufnahmen und 16-mm-Filmaufnahmen nicht erreicht. Mit anderen Worten: Es ist nicht zu befürchten, daß im gleichen Bild teilweise additive und subtraktive Farbmischungen auftreten (äußert sich in „fleckigen“ Farbflecken).

Wünschenswert wäre es, wenn das Objektiv in der Kleinbildkamera eine Lichtstärke von 1:2,8 und das Objektiv in der Filmkamera eine Lichtstärke von mindestens 1:1,4 bieten würde (vergl. Abschnitt 4.1.). Außerdem sollten die Objekte nicht zu empfindlich auf Änderungen des Abbildungsmaßstabs reagieren. Das Kleinbildobjektiv darf, wenn man höchste Bildqualität fordert, bei Blende 2,8 und einem Abbildungsmaßstab von etwa 1:15 keinen merkbaren Leistungsabfall zeigen. Dieser Richtwert gilt für große Schirmbilder. Bei kleineren Schirmbildern muß zum Erreichen der notwendigen Schärfentiefe ohnehin stärker abgebildet werden (Blendens zwischen 5,6 und 11). Allerdings wird das Objektiv gleichzeitig auf einen noch größeren Abbildungsmaßstab eingestellt, was unter Umständen wieder einen weiteren Leistungsabfall verursacht. Praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß die im Handel befindlichen Kleinbild-Quali-

tätsobjektive mit Lichtstärken zwischen 1:2,0 und 1:2,8 den Ansprüchen gerecht werden. Das Objektiv in der 16-mm-Filmkamera wird selbst bei sehr kleinen Schirmbildern keinen Leistungsabfall zeigen, weil die Abbildungsmaßstäbe über etwa 1:20 liegen.

#### 3.4. Allgemeine Hilfsmittel und Spezialgeräte

Bekannt sind trichterförmige Kamera-Anschlüsse, die gleichzeitig die Aufgabe des Kameraträgers und der lichtdichten Verbindung zum Monitor übernehmen. Um den Bildschirm zwischendurch beobachten zu können, wird der Anschluß-tubus an einem seitlichen Scharnier weggeschwenkt (Philips Anpassungstubus). Am Monitor des elektronischen Subtraktionsgerätes (Siemens) ist ein Auslegerarm angebracht, der nach der Aufnahme mit aufgeschraubter Kamera nach oben geklappt wird (Bild 3). Der Aufnahmeabstand zum 36-cm-Schirmbild kann von 465 bis 540 mm verändert werden. Praktisch jede beliebige Kleinbildkamera mit Standardobjektiv ( $f = 50 \text{ mm}$ ) paßt auf den Ausleger und erfaßt genau die Fläche des Schirmbildes. Insgesamt scheint diese Art der Kamerabefestigung sehr nachahmenswert. Einziger Nachteil: Der Arbeitsraum muß möglichst gut abgedunkelt sein, damit kein Nebenlicht das Schirmbild überlagert beziehungsweise damit keine Lichtreflexe auf der Schirmfläche entstehen.

Hier die Kurzbeschreibung eines kompakten und einfach zu bedienenden Spezialgeräts für Schirmbildaufnahmen auf 16-mm-Schwarz-Weiß-Film: Das „Kinescope“ von Oude Delft enthält die Elemente einer 16-mm-Filmkamera (Objektiv, Filmtransport), eine Bildröhre mit flacher Schirmfläche und einen Spezialverschluss für die Synchronisation zwischen Film- und Fernsehsystem. Folglich sind die Aufnahmen frei von störenden Horizontalstreifen.

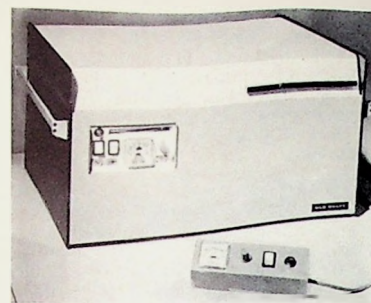


Bild 4. Das „Kinescope“ von Oude Delft mit Fernbedienungsteil

Das „Kinescope“ – es ist im übrigen mit einer Fernbedienung ausgerüstet – verfügt über einen normalen Monitoreingang und läßt sich deshalb in praktisch jede Fernsehanlage integrieren. Entwickelt wurde das Gerät ursprünglich für den Radiologen und das Röntgenfernsehen. Das schließt jedoch keineswegs den Einsatz in anderen Bereichen aus (Bild 4). (Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] Engelkamp, H., in „Rolleiflex SL 66“. Firmendruckschrift der Rollei-Werke
- [2] Varossieau, J. W., u. Speelmann, J. W.: Forschung durch Aufnahme auf Video-Magnetband und später auf Film oder direkt vom Monitor. Vortrag auf dem II. Internationalen Kongreß für Photographie und Film in Industrie und Technik, Köln 1968 (s. a. Berichtsband im Helwich-Verlag, Darmstadt)
- [3] Scheibel, J.: Im Dienst der Kriminalpolizei: Minolta Montage Unit. Photo-Techn. u. Wirtsch. Bd. 21 (1970) Nr. 7, S. 254-255
- [4] Scheibel, J.: Berührungspunkte zwischen Fotografie, Kinematografie und Fernsehtechnik. MFM Moderne Fototechnik Bd. 18 (1970) Nr. 3, S. 132-134

#### Neues Rohde & Schwarz-Werk im Bayerischen Wald



In Teisnach, Landkreis Viechtach, errichtete Rohde & Schwarz ein neues Werk für die mechanische Vorfertigung von Meß- und Nachrichtengeräten.

Auf dem 52 000 m<sup>2</sup> großen Werksgelände wurde in der jetzt abgeschlossenen ersten Ausbaustufe eine Fertigungshalle mit 6000 m<sup>2</sup> nutzbarer Fläche errichtet. Zur Zeit sind dort etwa 200 Mitarbeiter beschäftigt. Es ist geplant, das Werk Teisnach um zwei weitere gleich große Hallen zu erweitern, so daß im Endausbau etwa 800 neue Arbeitsplätze entstehen und die Fertigung schrittweise von der Feinmechanik auf die Elektrotechnik und Elektronik ausgedehnt werden kann.

Das Werk Teisnach, das schon heute als Modell einer vorbildlichen Industrieansiedlung in ländlicher Gegend gilt, entstand im Rahmen des Grenzlandförderungsprogramms mit Unterstützung des bayerischen Staates, der Regierung von Nieder-

bayern sowie der Gemeinde Teisnach. Die Mehrzahl der Mitarbeiter absolvierte vor Beginn ihrer neuen Tätigkeit im Ausbildungszentrum der Handwerkskammer Deggendorf und in firmeneigenen Werkstätten zwölfwöchige Umschulungskurse zum Metallarbeiter. Nach Abschluß sich anschließender berufsbegleitender Lehrgänge werden 30 Teilnehmer der ersten beiden Umschulungskurse noch in diesem Jahr ihre Facharbeiterprüfung ablegen. Bereits im Herbst 1970 begann in Teisnach die Lehrlingsausbildung für Feinmechaniker und Werkzeugmacher in einer neuen Rohde & Schwarz-Lehrwerkstatt.

Mit den Werken in München, Memmingen, Mailand und Köln-Porz sowie der neuen Fertigungsstätte in Teisnach umfaßt die heutige Firmengruppe Rohde & Schwarz insgesamt fünf Werke sowie fünf Inlandsvertretungen und 57 internationale Vertriebsniederlassungen und Vertretungen.



## Halbleiterbauelemente auf dem Pariser Bauelemente-Salon

Die Hersteller von Halbleiterbauelementen waren auf dem Salon International des Composants Electroniques (31. 3. bis 6. 4. 1971 in Paris) wieder fast vollständig vertreten. Die einzig spürbare Konsequenz der Krisenstimmung in bezug auf den Absatz von Halbleiterbauelementen bestand in vermehrten Anstrengungen, die Fertigung zu rationalisieren und möglichst gleichzeitig das Fertigungsprogramm zu erweitern. Zahlreiche Neuheiten fußten jedoch ausschließlich auf Verbesserungen schon bekannter Technologien und Produkte, wobei Fortschritte meist nur durch unermüdliche Kleinarbeit möglich geworden waren. Es handelt sich dabei weniger um Verfeinerungen als um Verbreiterungen der Anwendungsmöglichkeiten; Verbesserungen der Kenndaten traten weniger deutlich in Erscheinung als Bemühungen, dem Anwender die Arbeit zu erleichtern.

### Unterhaltungselektronik

Auf dem Gebiet der Rundfunk- und Fernsehtechnik war ein steigendes Angebot an integrierten Schaltungen zu beobachten. Gleichzeitig gelang es, immer größere Schaltungsgruppen in einer IS unterzubringen. So zeigte Siemens den AM/FM-ZF-Verstärker TBA 460, der auch NF-Vor- und Treiberstufen enthält. Bei AM ist der Regelungsbereich 60 dB; eine an der IS verfügbare Spannung gestattet dazu noch eine Vorstufenregelung von 30 dB. Die Treiberstufe liefert einen Strom von 130 mA und erlaubt damit die Aussteuerung von Komplementär-Endstufen bis etwa 10 W. Die dabei mögliche Gegenkopplung ist so stark, daß eine Ruhestromeinstellung entfallen kann; dennoch ist eine Klang-

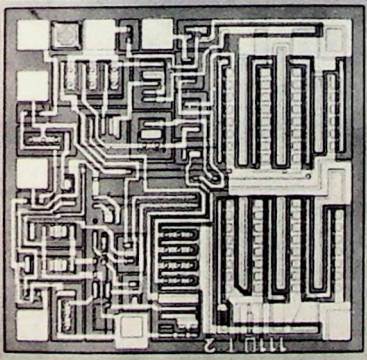


Bild 1. Dieser 5-W-Verstärker von Ates ist in einem 1,5 mm x 1,5 mm großen Siliziumplättchen integriert und zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus; etwa ein Drittel der Fläche wird von den Ausgangstransistoren (rechts) eingenommen

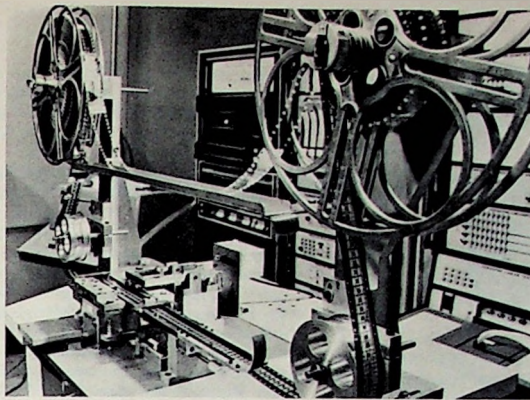
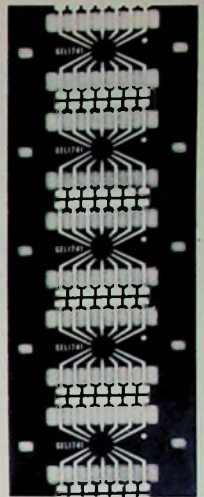


Bild 2. Beim „Minimod“-Verfahren von General Electric ist ein Filmstreifen das „laufende Band“, auf dem die Schaltkreise mit Anschlüssen versehen und geprüft werden

Bild 3. Die „Minimod“-Schaltkreise verbleiben auf dem Filmstreifen bis zum automatischen Einsetzen in die Leiterplatte



regelung im Gegenkopplungszweig möglich. Bei RTC und Valpo wurde eine integrierte Schaltung angekündigt, die außer den vorgenannten Stufen auch eine Misch- und Oszillatorstufe enthält.

Bei monolithischer Integration hatten NF-Leistungsverstärker bisher einen schlechteren Wirkungsgrad als gleichwertige aus diskreten Bauelementen aufgebaute Schaltungen. Erstere benötigten deshalb größere Kühlflächen und verbrauchten mehr Strom. Ates ist es nun gelungen, den Wirkungsgrad so weit der theoretischen Grenze anzunähern, daß ein 5-W-Verstärker (Bild 1) mit Hilfe einer kleinen Kupferfläche auf der Leiterplatte gekühlt werden kann. Ähnliche Verstärker werden zum Beispiel auch von Sescosem und von Texas Instruments angekündigt, und zwar meistens in zwei Ausführungen (für Fernsehgeräte mit 28 V Betriebsspannung und für Autoradios mit Speisung an 12 V).

Das schon im Vorjahr reichliche Angebot an IS für den Fernsehsektor wurde besonders um Modelle erweitert, die auch NF-Vor- und Treiberstufen enthalten. Die Lautstärkeregelung erfolgt dabei meistens elektronisch über eine an die integrierte Schaltung gelegte Gleichspannung. Neue IS zur Aufbereitung des Videosignals (Gleichrichtung, Impulsabtrennung, Schwundregelung) zeigten Motorola, SGS und Texas Instruments. RTC entwickelt integrierte Schaltungen zur Aufbereitung der Chrominanzsignale in Farbfernsehern. Für Secam werden drei IS benötigt; eine zusätzliche IS gestattet den Aufbau von PAL- oder PAL/Secam-Empfängern.

Verbilligung durch rationellere Fertigung verspricht das „Minimod“-Verfahren von General Electric. Das Trägermaterial für die Schaltung und die Anschlüsse ist ein Polyamidfilm (bis 300 °C erwärmbar, 35 mm breit und wie ein Lichtbildfilm an den Außenseiten perforiert). Dieser Film wird zunächst mit einem 0,035 mm dicken Kupferband kaschiert, in dem dann die etwa sternförmig angeordneten Anschlußbahnen fotolithographisch freigelegt werden. Die in die Mitte des Sterns ragenden Enden der Anschlußbahnen sind etwa 0,1 mm breit. Sie werden verzinnt, und eine Maschine setzt die getrennt hergestellten Halbleiterplättchen auf die Anschlußenden. Die Anschlußstellen der

Plättchen tragen einen winzigen Goldtropfen, der durch Thermokompression mit den Anschlußbahnen verbunden wird. Die Maschine kann in einer Sekunde 24 solcher Verbindungen ausführen, ein beträchtlicher Zeitgewinn gegenüber der herkömmlichen Methode der von Hand angebrachten Golddrahtverbindungen, die außerdem einen geringeren Zuverlässigkeitsgrad aufweisen. Im nächsten Arbeitsgang wird dann die Schaltung mit Plastikmasse umgossen und geprüft (Bild 2), verbleibt aber auf dem Film (Bild 3), so daß die Schaltungen in Rollen – fast wie Meterware – verkauft werden. Das Einsetzen in die Leiterplatte kann dann durch eine automatische Vorrichtung erfolgen, in ähnlicher Weise wie bei auf Band gereihten Widerständen. Vorläufig werden nur ein universeller Operationsverstärker und eine Spannungsvergleicherschaltung in dieser Technologie hergestellt; man plant jedoch eine rasche Erweiterung des Typenprogramms.

Neue diskrete Halbleiterelemente wurden besonders auf dem Gebiet der Leistungstransistoren angeboten. Für Ablenkschaltungen von 110°-Farbbildröhren empfehlen mehrere Firmen den BU 108 (1500 V, 7 A), während der BU 126 (750 V, 7 A) für Speisegeräte nach dem Zerkhackerprinzip bestimmt ist. Bei Video- und Chrominanztransistoren sind mehrere Firmen zu Plastikgehäusen übergegangen. So zeigt Texas Instruments Typen für 160...300 V mit 8 W Verlustleistung. Ähnliche Kenndaten werden auch von Sescosem angekündigt, dazu Plastiktransistoren bis 350 V Kollektorspannung für A-Endstufen von 2 bis 3 W Ausgangsleistung. Auch bei höheren Leistungen steigt die Tendenz zum Kunststoffgehäuse; dabei bemüht man sich, die Befestigungspunkte und Anschlüsse so anzuordnen, daß für Metalltransistoren entworfene Leiterplatten oder Kühlkörper weiterverwendet werden können.

Bei den Kleintransistoren beobachtet man ebenfalls ein weiteres Steigen der Anzahl der verfügbaren Typen. Neu sind dabei allerdings meistens nur die Gehäuseformen, oder derselbe Typ wird unter einer neuen Bezeichnung mit veränderter Anschlußanordnung herausgebracht, was in manchen Fällen den Entwurf von Leiterplatten vereinfacht beziehungsweise den Einfluß der Streu-



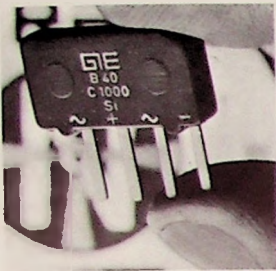


Bild 4.  
Eine Gleichrichterbrücke zum Einsetzen in Leiterplatten von General Instrument ist nicht viel größer als ein Daumennagel

kapazität verringert. Manche solcher „Neuheiten“-Angebote scheinen jedoch kaum gerechtfertigt; zum BC 107 gibt es mindestens neun Nachfolgetypen in Plastikgehäusen, die sich in den Kenndaten bis auf im allgemeinen unwesentliche Unterschiede in der gehäusebedingten Verlustleistung völlig gleichen.

Eine Typenflation ist auch auf dem Gebiet der Netzgleichrichter merkbar, wo besonders Brückengleichrichter verschiedener Formen und Anschlußarten hergestellt werden. Direkt in Leiterplatten einsteckbare Gehäuse (Bild 4) werden zahlreicher. Bei schnellen Hochspannungsgleichrichtern für Fernsehgeräten ist das Angebot geringer. Hier nennt beispielsweise Silec eine Erholzeit von 600 ns bei Gleichrichtern für 8 und 24 kV, 20 mA. Boosterdioden bis 7 kV, 400 mA wurden in Paris von letztgenannter Firma sowie auch von General Instrument angeboten.

#### Halbleiter für Hoch- und Höchstfrequenzanwendungen

Die Hersteller von Sendetransistoren bemühen sich weniger um ein Ausweiten der oberen Frequenzgrenze als um Schaffung leistungstärkerer Typen für Frequenzen unter 1 GHz. Im Einseitenbandbetrieb erreichte Sescossem 150 W bei 1,6 bis 30 MHz mit einem Transistorpaar in Gegentaktbetrieb. Mehrere Firmen zeigten Einzeltransistoren für 13 und 26 V Betriebsspannung, die bei 175 MHz bis zu 50 W abgeben. Für Breitbandverstärkung und Frequenzen bis 500 MHz liefert TRW Transistoren bis 40 W Ausgangsleistung, deren Gehäuse einen eingangsseitigen Anpassungskreis enthält. RCA nannte 11 dB Leistungsgewinn für einen an 28 V betriebenen 13,5-W-Transistor für 1 GHz. Ein Transistor für Kleinsignalverstärkung (Transistfrequenz 3,5 GHz) von Siemens hat einen Rauschfaktor von 4 dB bei 1,7 GHz. Speichervariablen dieser Firma liefern 1 W bei 13 GHz; ähnliche Kenndaten wurden auch für Lawinenlaufzeitdioden angegeben, bei denen Gleichstrom direkt in Mikrowellenleistung umgewandelt wird.

#### Logische Schaltungen

Während Schaltungen in DTL-Technik kaum noch erwähnt werden, stieg das Angebot an TTL-Schaltfunktionen erheblich. Größere Integrationsdichte gestattet komplexere Funktionen nicht nur bei der Standard-TTL-Serie, so daß komplette Zähldekaden und vierstufige Binärzähler jetzt auch in den langsameren Serien mit erhöhter Störsicherheit oder mit verringertem Leistungsbedarf verfügbar sind. In der schnellen Logikserie stellt Texas Instruments solche Zählerschaltungen für eine maximale

Frequenz von 50 MHz her; sie sind mit Vorwählwegen ausgerüstet und enthalten einen Speicher, der es gestattet, das Zählergebn erst nach Ende der Zählung abzufragen.

Zählfrequenzen bis 125 MHz erlauben Flip-Flop der TTL-Schottky-Serie (Texas Instruments, Transistron), für die Anstiegs-, Abfall- und Verzögerungszeiten von 3 ns angegeben wurden. Noch kürzere Schaltzeiten erreicht man mit emittergekoppelten Schaltungen, deren Transistoren nie im Sättigungsgebiet arbeiten. Diese Technik hatte jedoch bisher nicht viele Anhänger, da sie gegen Reflexionsstörungen so empfindlich ist, daß die einzelnen Schaltkreise durch angepaßte Leitungen verbunden werden mußten. Mit der Serie MECL 10 000 ist es nun Motorola gelungen, diese Störanfälligkeit so weit zu senken, daß es zumindest in den meisten Fällen möglich scheint, nicht angepaßte Leitungen zu verwenden. Im Vergleich zur TTL-Schottky-Serie erreicht man nur eine geringe Steigerung der Schaltfrequenz, dafür aber einen in manchen Anwendungen wesentlich geringeren Stromverbrauch.

Die bei MOS-Schaltungen mögliche Integrationsdichte gestattet es ITT-Intermetall, eine Zähldekade anzubieten, die neben dem Ablesespeicher auch eine Decodierschaltung für 7-Segment-Anzeigeröhren enthält. Texas Instruments kündigte eine MOS-Schaltung an, die alle Funktionen eines der vier Rechenarten beherrschenden Tischrechners ausführt. Diese integrierte Schaltung braucht nur noch an den Tastensatz, an die Anzeigevorrichtung und an die Speisequelle angeschlossen zu werden. Der Selbstbau von Rechengeralen wird damit einfacher als der von Rundfunkgeräten, wo zumindest beim Abgleich Fachkenntnisse und Meßgeräte notwendig sind.

Datenspeicher gibt es nun auch in Form von umprogrammierbaren Festspeichern, die auch nach Abschalten der Speisequelle ihr Programm bewahren aber trotzdem mit einem vertretbaren Zeitaufwand auch umprogrammiert werden können. Energy Conversion Devices benutzt hierzu die schon länger bekannten und umstrittenen Ovonic (amorphe Halbleiter, die je nach der Dauer, während der man sie an eine Spannung von etwa 25 V legt, einen hohen oder einen geringen Widerstandswert annehmen). Über den wiederprogrammierbaren Festspeicher von Intel war bisher nur zu erfahren, daß er elektrische Ladungen über ein Jahrhundert lang speichern kann; diese Ladungen können jedoch durch Bestrahlung gelöscht werden.

#### Leistungselektronik

Nachdem schon von zahlreichen Firmen Thyristoren in Kunststoffgehäusen für Haushaltsanwendungen angeboten wurden, sind nun auch in zunehmendem Maße Plastik-Triacs für Ströme bis etwa 8 A und Spannungen bis 400 V verfügbar. Die obere Leistungsgrenze bei Triacs liegt zur Zeit etwa bei 40 A, 800 V (Electronic Control); bei Thyristoren wurden Werte von 600 A, 2600 V (General Electric) und von 2200 A, 1700 V (Power Semiconductor) sowie bei Gleichrichterioden solche von 450 A, 2800 V (Siemens) genannt.

Darlistors wurden zum ersten Male in Europa auf dem Pariser Bauelemente-Salon von Silec gezeigt. Es handelt sich dabei um eine integrierte Kaskadenschaltung zweier Thyristoren, bei der eine Ansteuerung mit einigen Milliampere einen Stromfluß von mehr als 200 A bewirkt. Abschaltbare Thyristoren scheinen weniger gefragt zu sein als bisher, da entsprechende Schaltungen mit Leistungstransistoren meistens wirtschaftlicher sind.

Die von den Sendetransistoren her bekannte Multiemittertechnik wird jetzt auch in schnellen Schalttransistoren größerer Leistung angewandt. Mit 338 Emittoren auf einem Halbleiterplättchen von 4 x 4 mm erreicht Sescossem eine Transitfrequenz von 50 MHz bei einem Transistor für 80 V, 10 A, 100 W. Für denn BDY 80 (RTC, Valvo) wurde eine Grenzfrequenz von 70 MHz und eine Abfallzeit von 200 ns bei  $I_C = 5$  A genannt. Er ist für 120 V, 10 A ausgelegt und noch bei 20 kHz in Stromwandlern bis 250 W Ausgangsleistung verwendbar.

#### Optoelektronik

Die mit lichtemittierenden Dioden aufgebauten Schaltungen zur Ziffernanzeige wurden nur äußerlich verbessert, und zwar durch optische Filter oder Linsen, die eine Erhöhung des Kontrastes und eine bessere Lesbarkeit bewirken. Die in der gleichen Technologie hergestellten Signalleuchten wurden weiter den Benutzerwünschen in bezug auf Spannung (bis 30 V) und Strom (bis 50 mA) angepaßt. Unter den zahlreichen Modellen von Monsanto befindet sich ein Typ für 5 V und 3 mA zum direkten Anschluß an bipolare Schaltungen.

Zum Lesen von Lochkarten oder Lochstreifen empfehlen Siemens sowie AEG-Telefunken (Bild 5) in Kunststoff

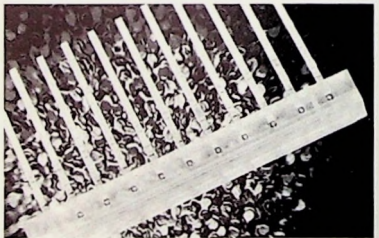


Bild 5. Phototransistorzeile für Abtastgeräte und Lochkartenleser (AEG-Telefunken)

eingebettete Photodioden- oder Phototransistorzeilen. Raster von Photoelementen dienen zum Erkennen von Schriftzeichen. Bei einem Raster von 39 Photodioden erhält Motorola eine Empfindlichkeit von 14 nA/mW/cm<sup>2</sup>; dieser Wert ist 300 nA/mW/cm<sup>2</sup> beim Einsatz von Phototransistoren.

Eine hohe Lichtempfindlichkeit und sehr schnelles Ansprechen vereinen Lawineneffekt-Photodioden, die allerdings nur bei tiefen Temperaturen zufriedenstellend arbeiten. Texas Instruments hat eine neue Technik für dieses Kühlproblem gefunden (auch den neuen Namen „Festkörper-Photomultiplikator“), aber sonst ist auch auf diesem Gebiet der Fortschritt gering geblieben.

H. Schreiber



# Lichtregelschaltung des Elektronenblitzgerätes „Mecablitz 202“

## 1. Anforderungen an Lichtregelschaltungen von Computerblitzgeräten

Seit etwa drei Jahren sind auf dem europäischen Markt Elektronenblitzgeräte mit Lichtregelschaltung erhältlich, bei denen in Abhängigkeit von der Entfernung die an der Kamera einzustellende Blende nicht mehr verändert zu werden braucht. Es wird vielmehr mit einem dem Fotoapparat vorgegebenen Blende gearbeitet (Arbeitsblende) und automatisch die für diese Blende, die Entfernung vom Aufnahmeobjekt und die Empfindlichkeit des Films notwendige Lichtmenge des Elektronenblitzes geregelt. Diese Lichtmenge wird vom Elektronenblitz als „Ausschnitt“ aus der Gesamtkurve der Blitzlampe geliefert. Da sich das Elektronenblitzgerät den notwendigen Ausschnitt sozusagen selbst „errechnet“, spricht man auch von Computerblitzgeräten.

Die meisten dieser Geräte sind für den Fotoamateur bestimmt. Die Praxis hat bewiesen, daß bei fast allen Aufnahmesituationen mit einem guten Computerblitzgerät hervorragende Ergebnisse erreicht werden. Es lag also nahe, ein Computerblitzgerät zu entwickeln, das auch den hohen Ansprüchen der Berufsfotografen gerecht wird.

Bei bisher bekannten Computerblitzgeräten war nur eine Arbeitsblende fest eingestellt (Blende 4 oder 5,6 für einen 18-DIN-Film). Diese Beschränkung auf eine Arbeitsblende ist schon für den Amateur ein Nachteil, für den Berufsfotografen aber unannehmbar. Deshalb entwickelte Metz den „Mecablitz 202“ (Bild 1) mit einer Arbeitsblen-

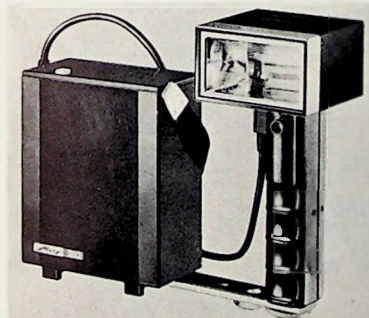


Bild 1. „Mecablitz 202“ (Metz)

denwahl für fünf unterschiedliche Blenden (bei 18-DIN-Film Blende 2,8 bis Blende 11).

Wenn etwas geregelt (dosiert) werden soll – hier die auf das Aufnahmeobjekt fallende Lichtmenge des Elektronenblitzes – dann muß diese Größe laufend gemessen, mit einem Sollwert verglichen und nach Erreichen des Sollwertes gestoppt werden. Die laufende

Ing. (grad.) Jürgen Frisch ist Mitarbeiter der Metz-Apparatewerke, Fürth/Bay.

Lichtmessung erfolgt bei den Computerblitzgeräten durch Messung des vom Aufnahmeobjekt reflektierten Lichtes. Die Lichtmeßeinrichtung wurde im „Mecablitz 202“ so angeordnet, daß sie auch bei indirekter Beleuchtung einwandfrei arbeitet, so daß die Unsicherheit der Blendenwahl, die bisher beim indirekten Blitzen bestand, wegfällt.

Daß sich ein Computerblitzgerät für den Berufsfotografen und den ernsthaften Fotoamateur neben einer exakt arbeitenden Lichtregelschaltung noch durch hohe Leitzahl, geringe Aufladezeit, große Blitzzahl je Akkuladung, Lichtleistungsumschaltung und dergleichen auszeichnen soll, sei hier nur kurz erwähnt.

## 2. Funktion der Lichtmeß- und -regeleinrichtung

### 2.1. Prinzipieller Schaltungsaufbau

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des „Mecablitz 202“. Im Generatorteil wird die Batteriespannung mittels eines

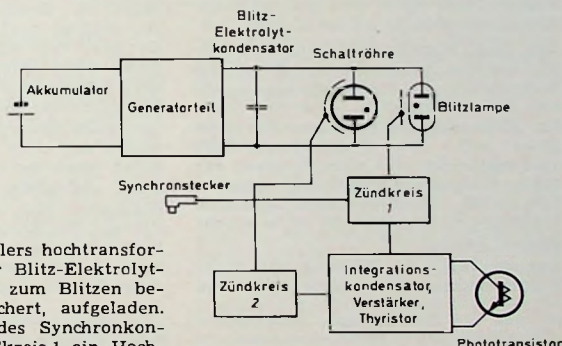
mit dem Zünden der Schaltöhre die Blitzlampe erlischt.

### 2.2. Der Lichtmeß-Phototransistor

Die Exaktheit der Lichtregelung (also der Zeitdauer vom Zünden der Blitzlampe bis zu ihrem von der Schaltöhre gesteuerten Erlöschen) hängt davon ab, ob die Schaltöhre zum richtigen Zeitpunkt gezündet wird. Das trifft zu, wenn die Sollspannung am Integrationskondensator immer dann erreicht wird, wenn der Film richtig belichtet ist. In erster Linie ist dies eine Funktion der Linearität des Phototransistors, die für den gesamten Arbeitsbereich des Gerätes gewährleistet sein muß. Bei Arbeitsblende 2,8 liegt der zugelassene Entfernungsbereich des Gerätes vom Aufnahmeobjekt zwischen 0,5 m und 14,3 m; das ist eine Entfernungsvariation 1 : 28,6.

Berücksichtigt man nun, daß sich die Beleuchtungsstärke mit dem Quadrat der Entfernung ändert, dann muß der

Bild 2. Blockschaltbild des „Mecablitz 202“



Gleichspannungswandlers hochtransformiert und damit der Blitz-Elektrolytkondensator, der die zum Blitzen benötigte Energie speichert, aufgeladen. Mit dem Schließen des Synchronkontaktes wird im Zündkreis 1 ein Hochspannungsimpuls erzeugt, der die Blitzlampe zündet. Gleichzeitig wird in diesem Zündkreis die Versorgungsspannung für die Lichtregelschaltung erzeugt, so daß erst mit dem Schließen des Synchronkontaktes an der Kamera (Öffnen des Verschlusses) die Lichtmeß- und Regeleinrichtung zu arbeiten beginnt.

Gemessen wird von der Lichtmeßeinrichtung das vom Aufnahmeobjekt reflektierte Licht. Es fällt auf einen Phototransistor, dessen Emitterstrom in einem Kondensator gespeichert (integriert) wird. Beim Erreichen der Sollspannung an diesem Integrationskondensator (das entspricht der richtigen Belichtung des Films) wird über eine Verstärkerstufe ein Thyristor geschaltet, der über den Zündkreis 2 die Schaltöhre zündet.

Die Schaltöhre, auch Quenchöhre genannt, ist eine Gasentladungsröhre mit geringem Elektrodenabstand, die ähnlich einer Blitzröhre aufgebaut ist. Der Innenwiderstand der gezündeten Schaltöhre ist wesentlich niedriger als der Innenwiderstand der Blitzröhre, so daß

Phototransistor innerhalb eines Beleuchtungsstärkebereiches von 1 : 28,6<sup>2</sup> (also 1 : 818) nahezu linear sein. Dieser theoretische Beleuchtungsstärkebereich wird in der Praxis jedoch nicht ganz durchfahren, da bei kurzen Aufnahmentfernungen die Schaltöhre gezündet wird, bevor der Strom durch die Blitzlampe und damit der abgestrahlte Lichtstrom sein Maximum erreicht hat (Bild 3).

Der Empfindlichkeitsverlauf des Phototransistors hängt von der Beleuchtungs-

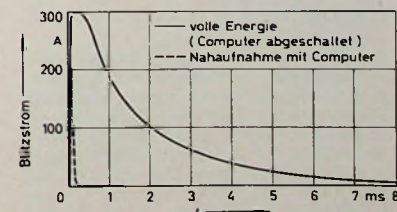


Bild 3. Strom durch die Blitzlampe in Abhängigkeit von der Blitzdauer



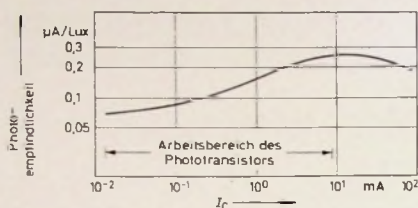
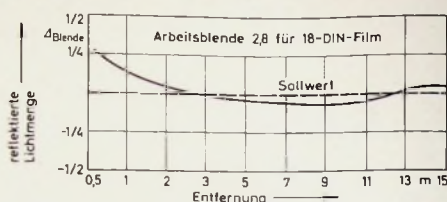


Bild 4. Verlauf der Empfindlichkeit des Phototransistors

Bild 5. Vom Aufnahmeobjekt reflektierte Lichtmenge (als Abweichung  $\Delta$ Blende vom Sollwert in Blendenstufen angegeben) in Abhängigkeit von der Aufnahmeentfernung



stärke ab. Im Bild 4 ist in der senkrechten Achse nicht der Kollektorstrom, sondern der Quotient aus Kollektorstrom und Beleuchtungsstärke (also die Photoempfindlichkeit) aufgetragen. Es zeigt sich, daß mit steigender Beleuchtungsstärke die Empfindlichkeit des Phototransistors ansteigt und bei großen Beleuchtungsstärken wieder abfällt.

Der Arbeitsbereich des Phototransistors wird so gewählt, daß bei Einhaltung des vorgeschriebenen Arbeitsbereiches des Blitzgerätes die maximal auftretende Beleuchtungsstärke im Kulminationspunkt der Empfindlichkeitskurve liegt. Das hat den nachstehend geschilderten Grund.

### 2.3. Blitzdauer und Aufnahmeentfernung

Da für die Belichtung des Films eine bestimmte Lichtmenge notwendig ist, die von der Empfindlichkeit des verwendeten Filmmaterials abhängt, schreibt man für Computerblitzgeräte für eine Filmempfindlichkeit eine entsprechende Blendeneinstellung an der Kamera vor. Für diese Blendeneinstellung muß für die richtige Belichtung des Films die Beleuchtung des Aufnahmeobjekts, die sich aus dem Integral  $\int B dt$  errechnet, bei allen Aufnahmeentfernungen konstant sein. Die Beleuchtungsstärke verringert sich mit dem Quadrat der Entfernung; deshalb muß mit steigender Entfernung vom Blitzreflektor zum Aufnahmegegenstand die Blitzzeit  $t$  vergrößert werden.

Der im Bild 3 in Richtung der senkrechten Achse aufgetragene Blitzstrom

hohe Beleuchtungsstärke am Aufnahmeobjekt erreicht. Folglich muß mit einer sehr kurzen Blitzzeit gearbeitet werden. Die Blitzdauer ist bei Blende 2,8 (18-DIN-Film) und 0,5 m Abstand etwa 25  $\mu$ s.

Bei diesen geringen Zeiten wirken sich Verzögerungszeiten, die sich zum Beispiel durch die Zündverzögerung der Schaltöhre ergeben, als Überbelichtung aus. Deshalb ist es notwendig, diese Verzögerungszeit durch ein frühzeitiges Erreichen der Sollspannung am Integrationskondensator zu kompensieren. Das wird teilweise durch Empfindlichkeitserhöhung des Phototransistors bei hohen Beleuchtungsstärken erreicht. Da diese Maßnahme jedoch nicht vollständig ausreicht, wird zur Spannung am Integrationskondensator zusätzlich eine Spannung addiert, die mit dem Strom durch den Kondensator proportional verläuft. Bei kurzen Aufnahmeabständen ist der Strom durch den Phototransistor und somit auch die Wirkung eines dem Integrationskondensator in Reihe geschalteten Kompensationswiderstandes am größten, wodurch der Impuls zur Zündung der Schaltöhre früher gegeben wird. Durch die richtige Wahl des Kompensationswiderstandes ist eine Linearisierung der Lichtmengenabgabe in Abhängigkeit von der Entfernung erreichbar.

Bild 5 zeigt die vom Aufnahmegegenstand reflektierte Lichtmenge in Abhängigkeit von der Entfernung. Der Verlauf der Kurve entspricht elektronisch gemessenen Werten und zeigt bei kurzen Aufnahmeentfernungen eine geringe Erhöhung der reflektierten Licht-

### 2.4. Zündung der Schaltöhre

Bild 6 zeigt das Schaltbild des Reflektorteils. In Reihe zum Phototransistor T 7 liegt der Schutzwiderstand R 25, der beim Unterschreiten der Minimalentfernung eine Überlastung des Phototransistors verhindert. Parallel zum Kompensationswiderstand R 27 und dem in Reihe liegenden Integrationskondensator C 10 liegt Transistor T 6. Dieser Transistor wird vor Beginn der Lichtmessung über den Kondensator C 9 und den Widerstand R 24 für etwa 10  $\mu$ s geöffnet. Dadurch wird das Integrationsglied kurzgeschlossen und entladen. Außerdem wird so eine Fehlaufladung des Integrationskondensators durch den Umladestrom des Phototransistors vermieden, der dadurch entsteht, daß die steile Anstiegsflanke der Versorgungsspannung für die Lichtregelschaltung den Phototransistor T 7 über seine Kollektor-Basis-Kapazität für kurze Zeit öffnet. Durch das Kurzschließen des Integrationsgliedes wird somit sichergestellt, daß zu Beginn der Lichtmessung der Integrationskondensator mit Sicherheit spannungslos ist, was einem unbelichteten Film gleichkommt.

Das Kurzschließen des Integrationsgliedes ist möglich, da vom Zeitpunkt des Kurzschließens des Synchronkontaktes und der damit gleichzeitig bewirkten Erzeugung der Betriebsspannung für die Lichtmeßschaltung bis zum Abstrahlen des Lichtes durch die Blitzöhre (Rö 1) eine Verzögerung von etwa 20  $\mu$ s besteht.

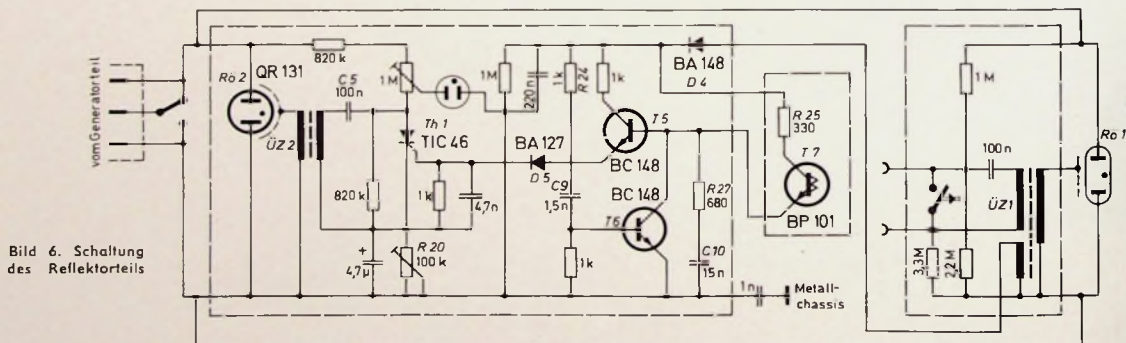


Bild 6. Schaltung des Reflektorteils

bewirkt einen etwa proportional dazu verlaufenden Lichtstrom, der auf dem Aufnahmegegenstand eine ebenfalls proportional verlaufende Beleuchtungsstärke hervorruft. Nach dem Auslösen des Blitzes steigt der Blitzstrom in kurzer Zeit auf seinen Maximalwert an, um dann näherungsweise nach einer e-Funktion abzuklingen.

Bei geringem Aufnahmeabstand wird durch den kurzen Blitzabstand eine

menge. Damit wird die Empfindlichkeitsverringerung der Filmmaterialien bei kurzen Belichtungszeiten durch den Kurzzeiteffekt (inverser Schwarzschild-effekt) ausgeglichen.

Würde man an Stelle der elektronischen Meßeinrichtung eine Kamera stellen und die Dichte des entwickelten Films mittels eines Densitometers feststellen, so würde man in guter Näherung eine Gerade erhalten.

Die Spannung des Integrationsgliedes liegt an der Basis des Transistors T 5. Dieser wird leitend, wenn die Spannung an der Basis größer ist als die Spannung an R 20 plus der Schwellenspannungen des Thyristors Th 1, der Diode D 5 und des Transistors T 5. Der nun fließende Strom zündet den Thyristor Th 1. Über den dann aufgeladenen Kondensator C 5 werden etwa 90 V an die Primärwicklung der Zündspule



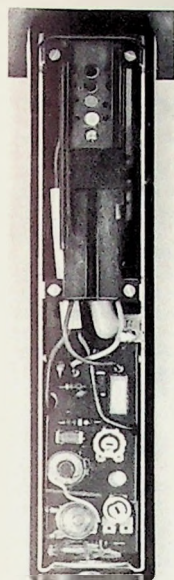


Bild 7. Blick in den Lampenstab bei abgenommener Griffschale

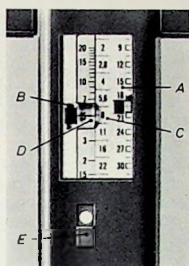


Bild 8. Programmierzentrum: A Filmempfindlichkeitsskala, B Rastschieber für Blenden- und Entfernungsskala, C Entfernungsskala, D Entfernungsskala, E Lichtleistungsumschalter

U2 gelegt, und der in der Sekundärwicklung induzierte Hochspannungsimpuls zündet die Schaltzröhre R2.

Im Abschnitt 2.3. wurde erwähnt, daß bei kurzen Aufnahmeabständen (folglich bei kurzen Blitzzeiten) der Strom durch die Blitzlampe vor dem Erreichen des Maximalwertes unterbrochen, das heißt die Schaltzröhre gezündet werden muß. Dabei muß in kürzester Zeit fast die gesamte im Blitzkondensator gespeicherte Energie durch die Quenchzröhre abgeleitet werden. Die dabei auftretenden Spitzenströme liegen bei 3000 A.

Zwar könnte an Stelle der Quenchzröhre ein Thyristor benutzt werden, jedoch sind Thyristortypen, die für diese hohe Strombelastung und die hohe Stromsteilheit ( $di/dt$ ) geeignet sind, räumlich größer und wesentlich teurer als die verwendete Schaltzröhre.

Zusätzlich bietet die Schaltzröhre noch einen weiteren Vorteil: Beim indirekten Blitzen ist es in einfacher Weise nicht festzustellen, ob bei der verwendeten Arbeitsblende der Entfernungsbereich des Blitzgerätes nicht schon überschritten wurde. Dieses Problem der Ungewißheit und eventuellen Unterbelichtung wurde bei dem „Mecablitz 202“ auf geschickte Weise exakt gelöst: Das von der Schaltzröhre abgestrahlte Licht wird über ein grünes Fensterchen zur Anzeige gebracht. Der Fotograf kann vor der Aufnahme einen Probeflash auslösen. Leuchtet dabei die Schaltzröhre auf, dann ist mit Sicherheit eine richtige Beleuchtung des Aufnahmeobjektes gewährleistet, da die Lichtregelung in Funktion getreten ist.

## 2.5. Blendeneinstellung

Der „Mecablitz 202“ hat fünf wählbare Arbeitsblenden, das heißt, die vom Aufnahmeobjekt reflektierte Lichtmenge läßt sich in fünf Blendenstufen im Verhältnis 1:16 verändern. Das erfolgt durch Vorsetzen von Neutralgraufiltern verschiedener Durchlässigkeit vor den Phototransistor. Dadurch wird, wie bei

einer Kamera durch verschiedene Blendeneinstellungen, die Stärke der auf den Phototransistor fallenden Beleuchtung verändert.

## 3. Aufbau, Bedienung und besondere Vorteile

Ein Blick in den Lampenstab (Bild 7) bei abgenommener Griffschale läßt deutlich am unteren Ende die Schaltzröhre mit der danebenliegenden Zündspule erkennen. Im oberen Drittel des Lampenstabes befindet sich der Phototransistor mit den zur Blendenwahl nötigen Graufiltern.

Da Bedienungsfehler beim Fotografieren meist erst am Hand der Negative festgestellt werden, muß das Blitzgerät für den Berufsfotografen übersichtlich und möglichst einfach zu bedienen sein. Deswegen wurden sämtliche Bedienungselemente des Gerätes einschließlich der Lichtleistungsumschaltung im sogenannten Programmierzentrum auf der Rückseite des Lampenstabes, also im Blickfeld des Fotografen, zusammengefaßt.

Mittels Skala A (Bild 8) wird die Empfindlichkeit des verwendeten Filmmaterials und mit dem Rastschieber B die gewünschte Blende eingestellt, die dann in Feld C sichtbar wird. Feld D zeigt

die bei der eingestellten Blende zulässige Maximalentfernung an. Die Entfernungsskala ist mit dem Lichtleistungsumschalter E gekuppelt, so daß sich mit dem Umschalten der Lichtleistung die Entfernungsskala zum richtigen Ausgleich mitverschiebt.

Die Möglichkeit, zwischen fünf Kamera-Blenden wählen zu können, erweitert die Anwendungen der Blitzfotografie bei wesentlicher Vereinfachung der Bedienung. Über die Wahl der Blende kann der Fotograf die Tiefenschärfe und indirekt die Blitzzeit ändern.

Das ist bei Aufnahmen schneller Bewegungsvorgänge wichtig. Bei Aufnahmen im Nahbereich wird zum Erreichen einer ausreichenden Tiefenschärfe im allgemeinen mit einer kleinen Blendeneröffnung und entsprechend mit einer langen Blitzdauer gearbeitet. Deshalb gibt es bei Computerblitzgeräten mit einstellbaren Arbeitsblenden keine Probleme hinsichtlich des inversen Schwarzschildeffektes (Kurzzeiteffekt).

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die „Mecablitz“-Amateurgeräte „193“, „195“ und „196“ mit der gleichen Lichtmeß- und -regleinrichtung wie der „Mecablitz 202“ ausgerüstet sind. Sie haben zwei beziehungsweise drei wählbare Arbeitsblenden.

## Für Werkstatt und Labor

### Mini-Schriftprüger „Dymo 1840“

Eine gut lesbare und systematisch durchgeführte Beschriftung von Fächern, Regalen, Geräten, Werkzeugen, Instrumenten, Gefäßen usw. ist in Werkstatt, Labor und Lager ein ebenso wichtiger Ordnungsfaktor wie im Haushalt und in der Schule. Zum Preis von knapp 10 DM hat Dymo International GmbH jetzt den Mini-Schriftprüger „Dymo 1840“ auf den Markt gebracht, der in einer ausgezeichnet lesbaren Schrift die Selbstherstellung von Bezeichnungsschildern auf einem etwa 6,5 mm breiten Prägeband in den Bandfarben Rot, Blau, Grün und Schwarz er-

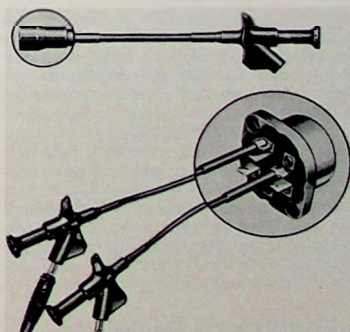


möglicht. Der sehr handliche Schriftprüger ist überaus einfach zu handhaben. Nach Aufstecken der Spezial-Prägebandkassette mit 2 m langem Prägeband stellt man an einer drehbaren Scheibe nacheinander die gewünschten Buchstaben des deutschen Alphabets einschließlich der Umlaute und Zahlen ein und kann dann durch Zusammendrücken des Griffhebels beliebige Wörter und Zahlen in Weiß auf farbigem Untergrund prägen. In einer besonderen Stellung werden die fertigprägenen Bänder abgeschnitten. Bei diesem nützlichen Gerät vermißt man für den weiten Bereich der Elektronik eigentlich zwei Sonderzeichen: den Bindestrich und den Schrägstrich. Sie sind unentbehrlich, wenn man auch die Typenbezeichnungen oder Artikelnummern der Bauelemente

und Kleinteile auf den Prägestreifen exakt angeben will, was für Nachbestellungen, Entnahme-Kontrollen usw. eine wesentliche Erleichterung ist. - th

### Neue Klemmprüfspitze „Kleps 50“ für Messerkontakte

Die neue Hirschmann-Klemmprüfspitze „Kleps 50“ ist besonders für Messerkontakte nach DIN 46 244 mit 6,3 mm Breite und 0,8 mm Dicke bemessen, sie läßt sich aber auch an kleineren, flachen Teilen (zum Beispiel Lötflächen) gut anklammern. Durch Druck auf den Betätigungsknopf werden zwei flache Spannklaue aus ihrer Führungshülse herausgeschoben und so weit voneinander getrennt, daß sie auf das Kontaktmesser aufgeschoben werden können. Wenn der Betätigungsknopf freigegeben wird, werden die Spannklaue gegen das Kontaktmesser gedrückt und wieder vollkommen von der Isolierhülle umschlossen. Der schlanke Schaft der neuen Klemmprüfspitze ist 10 cm lang und biegsam wie beim altbewährten Hirschmann-Typ „Kleps 30“.



Klemmprüfspitze „Kleps 50“; bei den angeklemmten Prüfspitzen ist die Klemmenisolierung (im oberen Bild durch Kreis markiert) entfernt, damit die Spannklaue zu sehen sind



# Temperaturmessung mit NTC-Thermistoren

Im Landeswettbewerb Berlin „Jugend forscht“ wurde in der Gruppe „Technologie/Elektronik“ die Arbeit „Temperaturmessung mit NTC-Thermistoren“ von Christian Schäfrich mit dem 1. Preis ausgezeichnet (s. a. Heft 6/1971, S. 194). Grundlage einer technologischen Entwicklung ist die kritische Analyse eines oder mehrerer zumeist physikalischer Prinzipien. Diese Analyse ergibt als Resultat dann den Lösungsweg für das als Endziel der Arbeit zu bauende Gerät.

In gekürzter Form veröffentlichen wir nachstehend den ersten Teil der preisgekrönten Arbeit. Der zweite Teil behandelt dann den Aufbau des Temperaturmeßgeräts mit allen notwendigen Einzelheiten, die für den Bau erforderlich sind. Dieser Ablauf entspricht der industriellen Praxis: Ingenieure untersuchen im Labor die für die Lösung der Aufgabe in Betracht kommenden Prinzipien und entwickeln daraus das Gerät, das bestimmten Forderungen (Pflichtenheft) genügen muß. Nachdem dann der Konstrukteur und gegebenenfalls auch noch die Arbeitsvorbereitung die notwendigen Zeichnungen, Stücklisten usw. erstellt haben, kann die Werkstatt nach diesen Unterlagen das Gerät fertigen, ohne über die vom Labor angestellten Überlegungen und Untersuchungen im einzelnen unterrichtet sein zu müssen.

## 1. Physikalische Grundlagen

Es gibt bestimmte passive Bauelemente, die sich wegen ihrer Temperaturabhängigkeit zur Temperaturmessung einsetzen lassen, zum Beispiel NTC-Thermistoren. Sie bestehen aus verschiedenen Metalloxiden, die bezüglich ihrer spezifischen Leitfähigkeit zu den Halbleitern gehören; diese Leitfähigkeit liegt im Bereich von  $10 \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} > \kappa > 10^{-11} \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Der Ladungstransport geht mittels Elektronen und Defektelektroden im Kristall vor sich. Es handelt sich um Realkristalle. Die Leitfähigkeit kann durch geringe Verunreinigungen stark verändert werden. Der beschriebene Leitungstyp entsteht beim Erhitzen des Werkstoffs unter oxydierenden oder reduzierenden Bedingungen. Metalloidatome aus dem Kristallgitter werden entfernt oder eingefügt. An den Störstellen dienen die nicht gebundenen Valenzelektronen als Ladungsträger, da sie durch Energiezufuhr (Wärmeenergie) vom Atomrumpf abgespalten werden können. Wegen der starken Abhängigkeit der Anzahl der freien Ladungsträger und damit des spezifischen Widerstands von der Temperatur lassen sich Thermistoren aus Metalloxiden mit Halbleitereigenschaften herstellen und für die Temperaturmessung verwenden.

## 2. Herstellung von Thermistoren

Als Werkstoffe eignen sich besonders Metalloxide oder oxydische Mischkristalle. Stoffe wie Germanium oder Silizium werden nicht verarbeitet. Be-

sonders häufig ist das Eisenoxid  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , und zwar entweder vermischt mit Oxiden gleicher Gitterstruktur oder mit Zusätzen von  $\text{Li}_2\text{O}$  oder  $\text{TiO}_2$ . Außerdem gibt es noch eine große Anzahl von Metalloxiden auf Nickel-, Kupfer-, Chrom-, Vanadium-, Titan- und Wolframbasis, die den Anforderungen genügen. Für Meßthermistoren empfiehlt es sich, noch weitere Oxide hinzuzufügen, um Langzeitstabilität und damit eine gute Reproduzierbarkeit der Meßwerte zu gewährleisten.

Die Wahl des Ausgangsmaterials hängt ab von der Forderung für die Regelkonstante  $B$ , den spezifischen Widerstand  $\rho$  und den Kaltwiderstand  $R_K$ . Die Metalloxide werden zuerst gemischt und gemahlen, so daß ein homogenes Pulver entsteht. Es wird mit einem Bindemittel versehen und erhält seine Form, um dann vorgebrannt zu werden. Der Thermistor wird anschließend bei  $1000^\circ\text{C}$  bis  $1700^\circ\text{C}$  mit einer Toleranz von  $10^\circ\text{C}$  gesintert und erhält seine speziellen Halbleitereigenschaften durch das beim Sintern anwesende oxydierende oder reduzierende Medium. Scheiben- und Stabthermistoren werden dann mit Anschlußdrähten versehen; bei Perlenthermistoren wird das Material vor dem Vorbrennen als Tropfen auf die Drähte aufgebracht. Zur Stabilisierung seiner Kenndaten wird der Thermistor gealtert. Die Alterung bezieht sich besonders auf die Kontakte und die Kristallstruktur und macht sich als Änderung des Kaltwiderstands bemerkbar. Die größte Alterung

tritt sofort nach der Herstellung auf. Alle Thermistoren werden künstlich gealtert, in besonderem Maße jedoch Meßthermistoren. Die Alterung beeinflußt nicht die Regelkonstante.

Die Bauform des Thermistors ist für sein Verhalten von großer Wichtigkeit. Von ihr hängen ab der Wärmekontakt mit anderen Bauteilen und die Möglichkeit, die auftretende Wärme im Thermistorkörper abzuführen; diese ist abhängig vom Verhältnis der Masse zur Oberfläche. Die handelsüblichsten Bauformen sind Perlen-, Scheiben- und Stabthermistoren. Einzelne Arten werden jeweils bevorzugt zu speziellen Aufgaben herangezogen. Perlenthermistoren setzt man vorwiegend für Meß- und Regelzwecke ein. Sie eignen sich auch für schnelle Schaltaufgaben. Die Belastbarkeit, Masse und Ansprechzeit sind klein. Die Langzeitstabilität wird häufig durch den Einschluß in Glasgehäuse erhöht. Scheibenthermistoren haben eine große Oberfläche und werden deshalb für Aufgaben eingesetzt, bei denen sie sich stark erwärmen. Stabthermistoren entsprechen etwa den Scheibenthermistoren, nur dürfen sie nicht schnell aufgeheizt werden, da das Material sonst wegen der unterschiedlichen Erwärmung zwischen Zentrum und Rand reißt.

## 3. Kenndaten und Kennlinien von Thermistoren

Der Kaltwiderstand  $R_K$  ist eine der wichtigsten Kenngrößen des Thermistors. Er gibt den Widerstand bei einer be-

Bild 1. Abhängigkeit des Thermistorwiderstands  $R_{Th}$  von dem ihn durchfließenden Strom  $I_{Th}$  bei einer konstanten Umgebungstemperatur von  $20^\circ\text{C}$

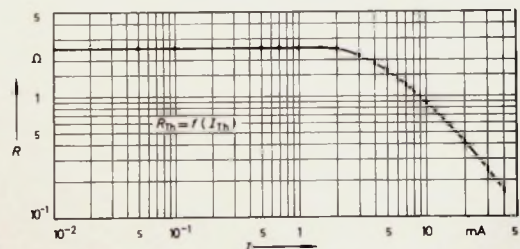
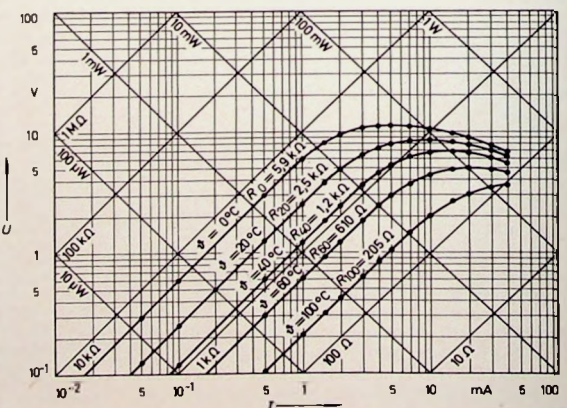


Bild 2. Abhängigkeit des Spannungsabfalls  $U_{Th}$  vom Strom  $I_{Th}$  durch den Thermistor mit der Umgebungstemperatur als Parameter





stimmten niedrigen Temperatur an. Bei Thermistoren für gebräuchliche Anwendungen wird dabei der Widerstand bei 20 °C oder 25 °C angegeben. Für die Aufnahme der Kennlinien wurde vom Verfasser ein Meßthermistor K 17 c 2,5 k 4,0 (Siemens) verwendet; sein Kaltwiderstand ist  $R_{20} = 2,5 \text{ k}\Omega$ .

Der Widerstand  $R_{Th}$  des Thermistors ist abhängig von der Temperatur, wobei es gleichgültig ist, ob die zugeführte Wärmemenge aus der wärmeren Umgebung stammt oder durch den Meßstrom erzeugt wird. Die Abhängigkeit des Thermistorwiderstands vom Meßstrom zeigt Bild 1. Es ist zu ersehen, daß sich der Widerstand bei kleinen Strömen nur unwesentlich ändert. Wird die Wärmekapazität des Thermistors jedoch erreicht und überschritten, dann erwärmt er sich merklich, was eine Widerstandsabnahme zur Folge hat.

Der gleiche Vorgang ist noch deutlicher ersichtlich, wenn man den Zusammenhang zwischen Meßstrom und Spannungsabfall an dem Thermistor in der Strom-Spannungs-Kennlinie (Bild 2) aufträgt. Die Kennlinie wurde bei fünf verschiedenen Umgebungstemperaturen ermittelt.

Die Kennlinien nach Bild 2 lassen sich leicht in drei Abschnitte einteilen. Im ersten Teil, der das gerade Teilstück der Kennlinie umfaßt, wird der Thermistor durch den Meßstrom nicht nennenswert erwärmt; sein Widerstand bleibt annähernd konstant. Strom und Spannung wachsen proportional; das Ohmsche Gesetz gilt. Dieser Teil der Kennlinie ist für die weiteren Betrachtungen besonders wichtig, da hier der Thermistorwiderstand von der Umgebungstemperatur abhängig und vom Meßstrom unbeeinflusst ist.

Im zweiten Teil des Kennlinienverlaufs tritt eine Erwärmung des Thermistors durch den steigenden Meßstrom ein. Eine Verringerung des Widerstands und ein weniger großes Anwachsen des Spannungsabfalls sind die Folge. In diesem Kurvenabschnitt stimmt das Verhalten des Thermistors nicht mehr mit dem eines ohmschen Widerstands überein.

Bei einer bestimmten Stromstärke erreicht der Spannungsabfall sein Maximum und verringert sich dann wieder. In diesem dritten Abschnitt wächst die Stromstärke, während der Spannungsabfall sinkt. Dieses Verhalten läßt sich mit der Charakteristik eines negativen Widerstands vergleichen. Der Widerstand wird hauptsächlich durch den Meßstrom bestimmt; das stellt den Grund für die Konvergenz der Kennlinien dar.

Bild 3 zeigt die Abhängigkeit des Thermistorwiderstands von der Umgebungstemperatur. Der angegebene Temperaturbereich entspricht den vom Hersteller angegebenen Grenzwerten. Er soll nach oben auch nicht kurzzeitig überschritten werden, da sich die Kristallstruktur dabei verändern kann. Die Kennlinie ist für die Temperaturmessung wichtig, da sie eine Aussage über den Thermistorwiderstand bei bestimmten Temperaturen zuläßt. Der Thermistorwiderstand kann auch nach der Gleichung

$$R_{Th} = A \cdot e^{\frac{B}{T}} \quad (1)$$

berechnet werden ( $A$  Mengenkonzante in  $\Omega$ ,  $B$  Regelkonstante in  $^\circ\text{K}$ ,  $T$  ab-

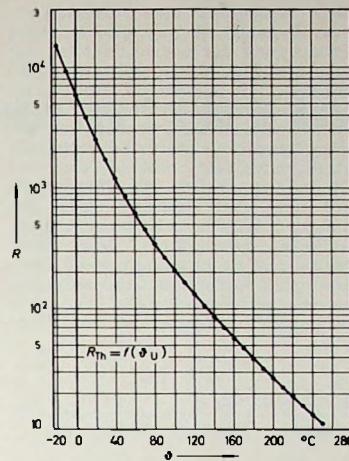


Bild 3. Abhängigkeit des Thermistorwiderstands  $R_{Th}$  von der Umgebungstemperatur

solute Temperatur des Thermistors). Man erhält nicht wie bei metallischen Leitern eine lineare Funktionsgleichung, sondern eine Exponentialfunktion. Die Mengenkonzante mit der Einheit  $\Omega$  ist hauptsächlich von der Form des Thermistors abhängig. Die Regelkonstante  $B$  wird durch das Thermistormaterial bestimmt und enthält die wahrscheinliche Aussage, daß bei einer bestimmten Temperatur  $T$  eine bestimmte Anzahl freier Ladungsträger zur Verfügung steht. Sie wird Regelkonstante genannt, weil sie im Exponenten von  $e$  großen Einfluß auf die Größe des Widerstands hat. Bei dem verwendeten Thermistor hat die Regelkonstante den Wert  $B = 3420 \text{ }^\circ\text{K}$ .

Außer der Regelkonstante wird häufig auch der Temperaturkoeffizient  $\alpha_T$  genannt. Da er nicht konstant ist, muß er für eine Bezugstemperatur angegeben werden. Seine Berechnung kann nur durch Widerstandsmessungen in verhältnismäßig kleinen Temperaturintervallen ( $\Delta T < 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) erfolgen. Der Temperaturkoeffizient ist bei NTC-Thermistoren immer negativ und hat bei dem verwendeten Thermistor bei 20 °C den Wert  $\alpha_T = -4 \text{ } \%$   $^\circ\text{K}^{-1}$ .

Die Abkühlzeitkonstante  $\tau_{Th}$  ist ein Maß für die thermische Trägheit, mit der der Thermistor Änderungen der Betriebsbedingungen folgt. Die Zeitkonstante läßt sich nur für den Abkühlvorgang angeben, da beim Aufheizen zu viele Faktoren Einfluß haben und einen Vergleich unmöglich machen. Die Messung erfolgt bei aus der Heizschaltung eliminiertem Thermistor in ruhender Luft. Während des Zeitintervalls  $\tau_{Th}$  fällt die Thermistortemperatur auf  $e^{-1}$  (entspricht 36,6 %) der Übertemperatur bei konstanter Umgebungstemperatur. Der Widerstand steigt dabei etwa auf das geometrische Mittel zwischen den Widerständen bei Umgebungstemperatur und Übertemperatur an. Der verwendete Thermistor weist eine Abkühlzeitkonstante  $\tau_{Th} = 3 \text{ s}$  bei 20 °C auf.

Gäbe es thermisch ideal isolierte Thermistoren, bei denen keine Wärmeabgabe an die Umgebung möglich wäre, stiege die Temperatur bei andauernder Energiezufuhr gegen Unendlich. In der Praxis hat der Thermistor immer die

Möglichkeit, Wärme an die Umgebung abzugeben und erreicht dadurch nur einen Maximalwert, der durch die Betriebsbedingungen, die Thermistordaten und die Verlustleistung bestimmt wird. Die Möglichkeit der Wärmeabgabe wird durch die Angabe der Ableitungskonstante  $\delta$  gekennzeichnet. Die Wärmeabgabe tritt bei den vorkommenden Temperaturen hauptsächlich als Wärmeleitung und Konvektion auf. Bei der Angabe der Ableitungskonstante müssen ebenfalls die Meßbedingungen genannt sein, um den Meßwert aussagefähig zu machen, da sich in verschiedenen Medien verschiedene Werte für die Konstante ergeben. In ruhender Luft bei 20 °C hat der benutzte Thermistor eine Ableitungskonstante von  $\delta = 0,8 \text{ mW } ^\circ\text{K}^{-1}$ . Der manchmal angegebene thermische Widerstand  $R_{Th}$  stellt den reziproken Wert dar.

Die elektrische Leistung wird im Thermistor in Wärme umgesetzt. Um eine Überhitzung zu vermeiden, muß die Verlustleistung begrenzt werden. Die Verlustleistung steht in direktem Zusammenhang mit der Ableitungskonstante und der Differenz zwischen maximaler Betriebstemperatur und Umgebungstemperatur. Die maximale Verlustleistung sinkt daher bei steigender Temperatur, da die jeweils maximale Verlustleistung den Thermistor um die Temperaturdifferenz zwischen maximaler Betriebstemperatur und Umgebungstemperatur erwärmt. Die Verlustleistung beträgt bei dem untersuchten Thermistor (bei 20 °C in ruhender Luft gemessen)  $P_{\max} = 180 \text{ mW}$ .

#### 4. Einsatz des NTC-Thermistors zur Temperaturmessung

##### 4.1. Meßverfahren für ohmsche Widerstände

Als Meßschaltung zur Widerstandsbestimmung eignet sich am besten eine Wheatstonesche Brückenschaltung. Hierfür gibt es verschiedene Meßverfahren. Die wichtigsten sind das Nullverfahren und das Ausschlagverfahren. Beide lassen sich in ihrer Empfindlichkeit durch die zusätzliche Verwendung von gleichspannungs- oder wechsellspannungsgepeisten Meßverstärkern verbessern. Am günstigsten scheint die Messung mit einer Brückenschaltung im Ausschlagverfahren ohne Meßverstärker zu sein, da Meßverstärker selbst temperaturabhängig sind und ihre Stabilisierung eine sehr aufwendige Schaltung erfordert. Das Ausschlagverfahren hat gegenüber dem Nullverfahren den Vorteil, daß Temperaturschwankungen sofort direkt abgelesen werden können. Die Schaltung erfordert allerdings eine konstante Betriebsspannung, da der Brückenstrom über das Anzeiginstrument von der Spannung abhängig ist.

##### 4.2. Gleichungen zur Berechnung der gewählten Brückenschaltung

Im abgezeichneten Zustand gilt für die Brückenwiderstände (Bild 4) die Beziehung

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} \quad (2)$$

In der Schaltung kann der Widerstand  $R_2$  durch den Thermistorwiderstand  $R_{Th}$  ersetzt werden. Für die Dimen-



sionierung der Brückenwiderstände gibt es eine Berechnungsregel, mit der sich eine gute Empfindlichkeit erreichen läßt:

$$\frac{R_2}{R_1} = 10. \quad (3)$$

Mit Hilfe der Gleichungen (2) und (3) kann man die Verhältnisse aller Brückenwiderstände zueinander angeben. Bei der Berechnung müssen bestimmte

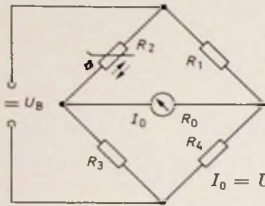


Bild 4. Wheatstonesche Brückenschaltung (Ausschlagverfahren)

Größen fest vorgegeben sein. Es ist am günstigsten, wenn man den Kaltwiderstand des Thermistors (eventuell mit Parallelwiderstand) und die Forderung, daß im ohmschen Teil der Strom-Spannungs-Kennlinie gearbeitet werden muß, für die Berechnung zugrunde legt. Der bei verstellter Brückenschaltung über das Meßinstrument fließende Strom läßt sich nach der Kirchhoffschen Maschen- und Knotenregel berechnen.

Aus Gleichung (4) ist zu ersehen, daß der Brückenstrom durch die Betriebsspannung stark beeinflusst wird; deshalb ist für eine konstante Spannung zu sorgen.

#### 4.3. Spannungsquelle

Die Betriebsspannung für die Brückenschaltung kann entweder aus netzabhängigen stabilisierten Netzteilen oder aus netzunabhängigen Batterien oder Akkumulatoren entnommen werden. Die Versorgung über Netzteile ist nachteilig, weil dadurch der Einsatzbereich des Geräts stark eingeschränkt wird. Vorteile sind die bessere Stabilisierung der Spannung und die Möglichkeit, größere Stromstärken entnehmen zu können. Mit der höheren Betriebsspannung steigt gleichzeitig der Brückenstrom, so daß eine größere Empfindlichkeit der Schaltung erreicht werden kann. Die Grenze ist gegeben durch die Vorschrift, daß der Thermistor im ohmschen Teil seiner Strom-Spannungs-Kennlinie arbeiten muß. Bei der Versorgung durch Batterien stehen nur beschränkte Spannungen und Ströme zur Verfügung. Das erfordert – da die Brückenströme entsprechend geringer sind – hochempfindliche Meßwerke. Da eine konstante Spannung benötigt wird, kann die Batteriespannung stabilisiert werden (das beansprucht die Batterien stark), oder es werden Zellen hoher Spannungskonstanz verwendet. Für diese Anforderungen sind Quecksilberzellen besonders geeignet. Der große Vorteil bei dieser Art der Stromversorgung ist der durch die Netzunabhängigkeit mögliche große Einsatzbereich des Temperaturmeßgeräts.

#### 4.4. Überlegungen zur Meßbereichswahl

Der gesamte meßbare Temperaturbereich von 270 °C ist zu groß, um in

einem Meßbereich eine zufriedenstellende Genauigkeit zu erreichen. Eine Verbesserung der Genauigkeit ist nur durch die Bildung von mehreren Meßbereichen mit kleineren Temperaturintervallen möglich. Vorteilhaft ist es, einen Übersichts- und einen Unterteil zu schaffen. Die Unterteilung wird nach den Gesichtspunkten des häufigsten Auftretens bestimmter Meßintervalle durchgeführt. Der Übersichts- und Unterteil, wenn Temperaturen unbekannter Größenordnung gemessen werden sollen. Es kann dann die ungefähre Temperatur im Über-

sichtsbereich ermittelt werden; die genaue Messung folgt in einem der unterteilten Meßbereiche. So wird eine Überlastung gewisser Bereiche vermieden, die zu einer Schädigung des Anzeigeinstruments führen könnte.

## Fertigungstechnik

### „Mentor“-Tangenten-Tauchlötverfahren

Durch eine alternative Ausführung der Lötstation mit veränderter Kurvenführung wurde jetzt das „Mentor“-Tangenten-Tauchlötverfahren (Ing. Dr. P. Mozar, 4 Düsseldorf-Gerresheim), in dem im Baukastensystem Flux-, Trocknen-, Löt- und Reinigungsanlagen zur Lötbehandlung von Leiterplatten kombiniert sind, ergänzt. Die Anlage eignet sich zum maschinellen Löten gedruckter Schaltungen sowie zur maschinellen Feuerverzinnung von Anschlußdrähten der Bauelemente sowie sonstiger Teile und wird durch folgende Daten gekennzeichnet: stufenlose Geschwindigkeits- und Temperaturregelung; Tischmodell 1090 mm × 500 mm × 460 mm (ohne Ein- und Auslauf); 380 V; 6,3 kW; Gewicht etwa 75 kg; Loteinsatz etwa 45 kg; maximale Leiterplattengröße 250 mm × 230 mm; für die Standardausführung niedrige Anschaffungskosten, geringer Lotverbrauch, kurze Anheizzeit (etwa 20 min), geringe Wartung und einfache Bedienung.

Die neue Lötmaschine ist besonders dann vorteilhaft einzusetzen, wenn eine Vollausschüttung der Leiterplatten bis an die Ränder erforderlich ist, großflächige Funktionsbausteine mit zahlreichen Lötanschlüssen gelötet werden oder aber die Leiterplatten dicht an dicht mit Bauelementen bestückt werden.

### ITT Bauelemente bietet jetzt gedruckte Schaltungen in allen Techniken

Um dem Kunden und Anwender elektronischer Bauelemente eine möglichst breite Produktpalette anbieten zu können, hat die ITT Bauelemente Gruppe Europa gedruckte Schaltungen in das Vertriebsprogramm aufgenommen.

ITT liefert nicht nur gedruckte Schaltungen entsprechend dem Kunden-

### 4.5. Genauigkeit der Anzeige und Linearität der Skala

Die Genauigkeit der Anzeige und die Linearität der Skala sind nicht zu trennen, denn eine genaue Anzeige verlangt eine lineare Skala, da die Ablesung an einer logarithmischen Skala bei größeren werdenden Meßwerten immer ungenauer wird.

Bei der Brückenmessung erhält man eine logarithmische Skala mit abnehmender Genauigkeit. Um nun eine annähernd gleiche Genauigkeit zu erreichen, muß man die Skala linearisieren. Es muß versucht werden, die Temperatur-Widerstands-Kennlinien der einzelnen Meßbereiche so abzugleichen, daß eine lineare Skala entsteht. Eine Linearisierung läßt sich erreichen durch Parallel- oder/und Serienwiderstände zum Thermistor. Die einfachste Lösung stellt die Parallelschaltung eines Widerstands zum Thermistor dar. Sein Wert entspricht dem Thermistorwiderstand bei der mittleren Temperatur des zu messenden Bereichs. Eine gute Linearität ist mit dieser Schaltung (wie auch mit den anderen) nur bei kleinen Temperaturintervallen zu erreichen.

wunsch, sondern bietet zusätzlich eine Reihe von Serviceleistungen wie Unterstützung bei der Herstellung von Unterlagen, Beratung in Lötfragen, Bestücken der Schaltungen, Lieferung mit Prüfsertifikat nach vereinbarten AQL-Werten und Beratung bei anwendungstechnischen Fragen.

Modernste Fertigungsverfahren gestalten die Herstellung gedruckter Schaltungen in allen Techniken – Ätz- und Additivtechnik, Durchmetallisierung, Feinätztechnik, flexible Schaltungen, Multilayer – und geben dem Kunden die Möglichkeit, sich entsprechend dem Anwendungsfall für das rationellste, am besten geeignete Verfahren zu entscheiden.

Die maximale lieferbare Plattengröße liegt zur Zeit bei 800 mm × 600 mm, Lochdurchmesser min. 0,5 mm, Leiterbreite und Leiterabstand min. 0,2 mm. Als Basismaterialien werden neben Phenolharz, Epoxypapier, Epoxypapier, Teflon und Polyesterglas auch die verschiedensten Sonderwerkstoffe verarbeitet.

### Neue Meteor-Wickelmaschinen

Die von der Firma Meteor, Glatbrugg-Zürich, auf der Hannover-Messe 1971 zum ersten Male gezeigte Pilgerschrittwickelmaschine für die Kleinwickelmaschine „Compact ME 307“ hat großes Interesse gefunden, da mit diesem Zusatzgerät Kosteneinsparungen erreicht werden können.

Mit einem neuen Revolverwickelautomaten „ME 307-09“ können während des Wickelvorgangs auch sekundäre Operationen wie zum Beispiel Verdrillen, Beschneiden der Anschlußdrähte auf vorgeschriebenes Maß, Wachstupfen applizieren, Stapeln der gewickelten Spulen und dergleichen vollautomatisch durchgeführt werden.



# Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit 2 x 40 W Ausgangsleistung (Sinus)

Die Fortschritte in der Halbleiterfertigung gestatten die Konstruktion immer leistungsstärkerer NF-Verstärker mit eisenloser Endstufe. Die Schaltungen werden dabei so ausgelegt, daß die Halbleiter-Bauelemente fast bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit belastet sind. Das kann man aber nur

## Technische Daten

### Ausgangsleistung:

2 x 40 W Sinus (2 x 60 W Musikleistung) an 4 Ohm Abschlußwiderstand bei gleichzeitiger Aussteuerung beider Kanäle

### Klirrfaktor:

<0,7% bei Nennleistung im Bereich 40...12.500 Hz

### Übertragungsbereich:

10...20.000 Hz — 3 dB

### Fremdspannungsabstand:

≥ 60 dB bei Nennleistung und linearer Klangreglerstellung

### Übersprechdämpfung:

≥ 43 dB im Bereich 250...10.000 Hz

### Dämpfungsfaktor: 40 (32 dB)

### Eingangsempfindlichkeiten, bezogen auf Nennleistung:

15 mV bei Magnet-TA,  
400 mV bei den übrigen Eingängen

### Entzerrung

für magnetischen Tonabnehmer:  
nach IEC-Norm

### Lautsprecher Ausgang: 4...16 Ohm

### Überlastschutz:

schaltet bei Überlastung den jeweils gestörten Kanal ab

### Lautstärkeregelung:

gehörlich (mit der Taste „Linear“ ist die gehörliche Lautstärkeregelung abschaltbar)

### Balanceregler: ± 3 dB je Kanal

### Tiefenregler-Regelbereich:

—17...+17 dB bei 40 Hz

### Höhenregler-Regelbereich:

—13...+14 dB bei 20 kHz

### Rumpelfilter: —10 dB bei 200 Hz

### Rauschfilter: —10 dB bei 10 kHz

### Stromversorgung: 220 V, 50 oder 60 Hz

### Leistungsaufnahme:

200 W bei Vollaussteuerung beider Kanäle

### Bestückung:

10 x BC 109 C, 2 x BC 261, 2 x BC 140, 2 x BC 161, 2 x BC 141, 4 x 2N3055, 4 x BC 107, 2 x BAY 88, 2 x BAY 91, B 80 C 5000/3000

### Abmessungen:

446 mm x 270 mm x 115 mm

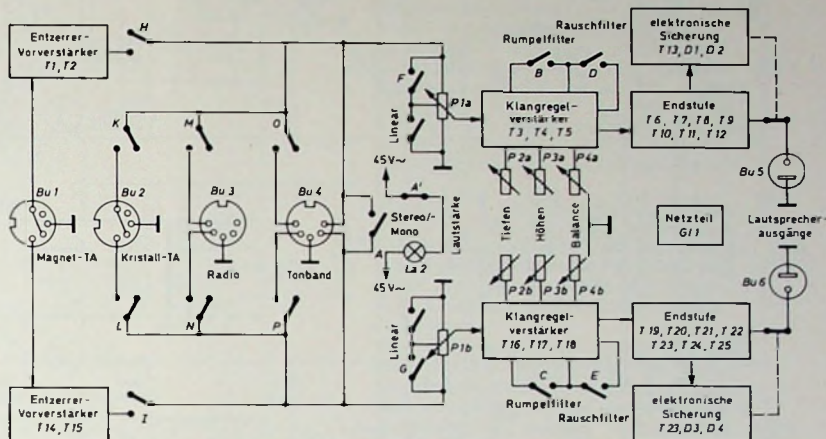


Bild 1. Blockschaltung des Hi-Fi-Stereo-Verstärkers

dann, wenn die Schaltung gegen extreme Betriebsfälle genügend abgesichert ist. Bei dem hier beschriebenen Universalverstärker ist die Leistungs-Endstufe vor allem gegen Kurzschlüsse am Ausgang abgesichert.

Die Lautsprecher (4...16 Ohm) werden direkt angeschlossen. Dadurch bleibt der Klirrfaktor auch bei tiefen Frequenzen auf einem niedrigen Wert. Die verwendeten Siliziumtransistoren mit einer Transitfrequenz von 100 MHz erlauben außerdem eine hohe obere Grenzfrequenz bei niedrigem Klirrfaktor.

Der Verstärker ist nach dem Baukastensystem aufgebaut. Die elektrischen Funktionen sind dazu in einzelne Baugruppen aufgeteilt, die alle zweikanalig ausgelegt sind. Die Unterteilung der einzelnen Platinen ist mechanisch und elektrisch vollkommen symmetrisch. Um Irrtümer zu vermeiden, sollte man bei einer einheitlichen Festlegung bleiben, zum Beispiel rechter Kanal: rechte Plattenhälfte, linker Kanal: linke Plattenhälfte. Das gleiche gilt auch für die Farben der abgeschirmten Verbindungsleitungen. Da beide Kanäle gleich aufgebaut sind, wird im einzelnen nur die Funktion des linken Kanals beschrieben.

Der Aufbau des Verstärkers geht aus der Blockschaltung Bild 1 hervor. Das Gerät ist ein typischer Universalverstärker und hat Eingänge für die wichtigsten Mono- und Stereo-Schallquellen: magnetischer Tonabnehmer, Kristall- oder Keramik-Tonabnehmer, Tonbandgerät und Tuner (Radio). Das Einschalten des Gerätes, die Eingangswahl, die Mono-Stereo-Umschaltung sowie die Einschaltung des Rausch- und des Rumpelfilters erfolgen durch Drucktasten.

Der eingebaute Entzerrer-Vorverstärker für magnetische Tonabnehmer bringt die Eingangsspannung auf einen genügend hohen Pegel und übernimmt

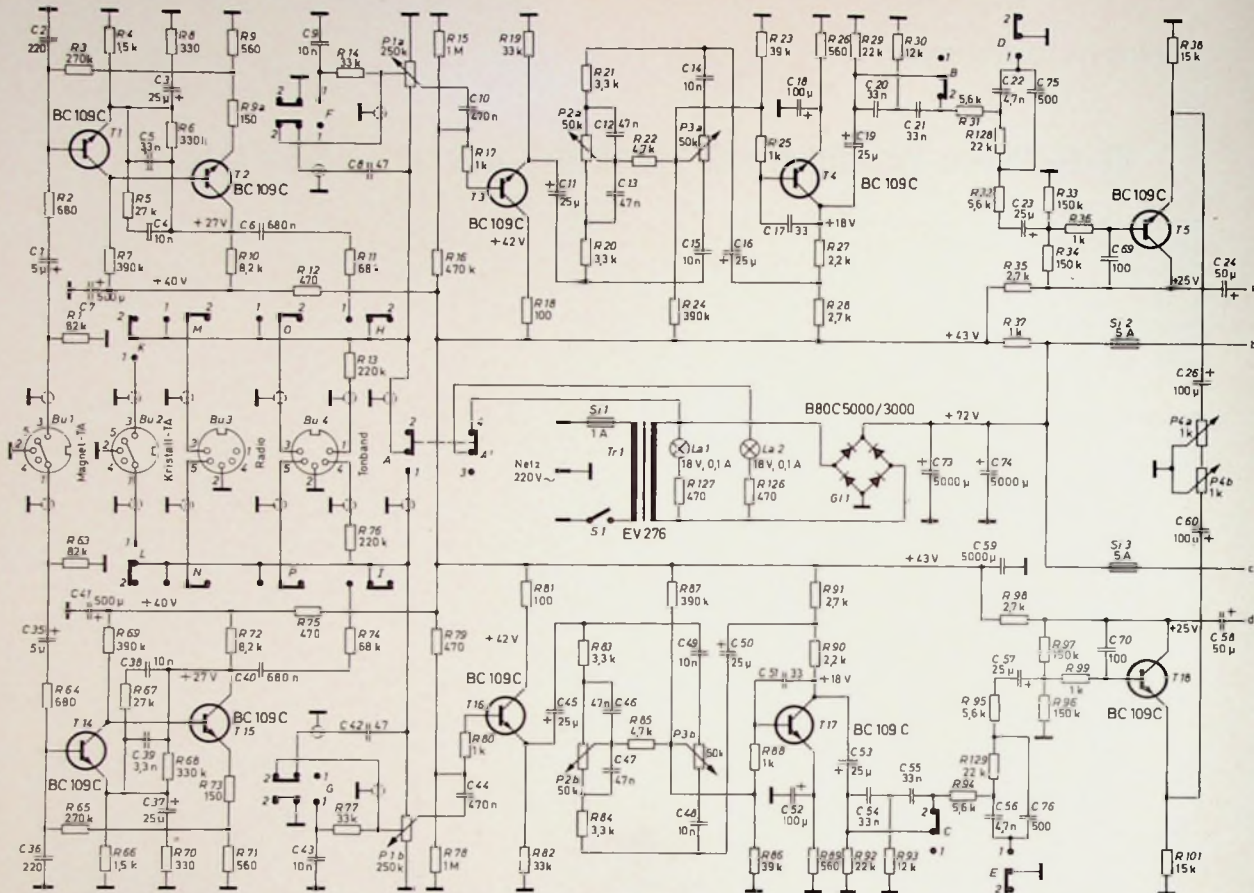
zugleich die Entzerrung des Schneidfrequenzganges der Schallplatten. Die übrigen NF-Signale gelangen über die entsprechende Buchse und den zugehörigen Eingangswahlschalter direkt zum Lautstärkereglern P1a, P1b, der eine gehörliche Lautstärkeregelung erlaubt. Daran schließt sich der Klangregelverstärker mit den Potentiometern P2a, P2b und P3a, P3b für die Tiefen- und Höhenregelung an. Mit den Tasten B, C und D, E lassen sich das Rausch- und das Rumpelfilter einschalten. Das Potentiometer P4a, P4b dient als Balanceregler. An die Buchsen Bu 5 und Bu 6 werden die Lautsprecher (4...16 Ohm) angeschlossen. Das eingebaute Netzteil übernimmt die Stromversorgung aller Stufen.

## Vorverstärker

### für magnetische Tonabnehmer

Der Entzerrer-Vorverstärker (Bild 2) ist mit den rauscharmen Transistoren T1 und T2 (BC 109 C) bestückt, die bei niedrigen Kollektorströmen ihr Rauschminimum haben. Die beiden Transistoren arbeiten in Emitterschaltung und sind galvanisch gekoppelt. Um einen möglichst großen Aussteuerungsbereich zu erhalten, wurden zwei getrennte Gegenkopplungen angeordnet, die gleichzeitig den Arbeitspunkt stabilisieren. R3 bewirkt eine Stromgegenkopplung, die den Eingangswiderstand dieser Stufe beeinflusst, und erzeugt gleichzeitig die Basisvorspannung von T1. Eine frequenzabhängige Spannungsgegenkopplung führt über einen Spannungsteiler vom Kollektor des Transistors T2 zum Emittor des Transistors T1. Der Gegenkopplungsspannungsteiler besteht aus den Widerständen R6, R5, R4 und den Kondensatoren C4, C5, die die für die Schneidkennlinienentzerrung notwendigen Zeitkonstantenglieder bilden. Den Frequenzgang des Vorverstärkers zeigt Bild 3. R6, R8 und C3 bilden einen





weiteren Wechselstromgegenkopplungs-  
zweig, der dafür sorgt, daß die Ver-  
stärkung, die bei 40 Hz ihr Maximum  
erreicht, bei noch tieferen Frequenzen  
steil abfällt, um tiefe Störfrequenzen  
bei der Übertragung stark zu dämpfen.  
Das Signal wird über  $C_6$  und  $R_{11}$   
ausgekoppelt und dem Eingangswahl-  
schalter ( $H$ ) zugeführt. Die RC-Kombi-  
nation  $R_{12}$ ,  $C_7$  entkoppelt den Vorver-  
stärker vom Hauptverstärker und siebt  
außerdem die Versorgungsspannung.

#### Eingangsschaltung

Der Hauptverstärker hat drei durch  
Drucktasten wählbare Eingänge (Kri-  
stall-TA, Radio und Tonband), deren  
Eingangswerte gleich sind. Der Ein-  
gangswiderstand ist etwa 1 MOhm und  
die benötigte Eingangsspannung für  
Vollaussteuerung rund 400 mV. Alle  
Eingänge haben Normbuchsen.

Bei der Tonbandbuchse  $Bu_4$  liegt die  
Aufsprechspannung für das Tonband-  
gerät über  $R_{13}$  am Kontakt 1. Da die  
Tonband-Aufnahmespannung hinter  
dem Entzerrer-Vorverstärker abgenom-  
men wird, kann dieser für das Über-  
spielen von Schallplatten mitverwendet  
werden. Mit dem Schalter  $A$  lassen  
sich beide Kanäle des Verstärkers  
parallel schalten (Stereo-Mono-Um-  
schalter). Gleichzeitig leuchtet bei  
Stereo-Betrieb eine Kontrollampe auf.

#### Lautstärkeregelung

Von den Eingangswahlaltern gelangt  
das Signal direkt zum gehörigen  
Lautstärkeregelung  $P_{1a}$ . Er hat einen

gezeichnete Schalterstellung: Tasten offen  
Spannungen gemessen mit Rohrvoltmeter  
11 M $\Omega$  gegen Masse ohne Signal

linearen Kurvenverlauf, um den erfor-  
derlichen Gleichlaufwert von 3 dB ein-  
halten zu können. Beim Drücken der  
Taste „Linear“ ( $F$ ) werden die Klang-  
korrekturglieder abgeschaltet beziehungs-  
weise kurzgeschlossen. Bei offener  
Taste „Linear“ bewirkt der Kondensa-  
tor  $C_8$  eine Höhenanhebung sowie  
 $C_9$  und  $R_{14}$  eine Tiefenanhebung. Die  
so erreichten Frequenzgänge vermitteln  
auch bei leiser Wiedergabe ein aus-  
gewogenes Klangbild.

#### Klangregelverstärker

Vom Schleifer des Lautstärkereglers  
 $P_{1a}$  wird das NF-Signal über  $C_{10}$  dem  
Klangregelverstärker zugeführt. Der in  
Kollektorschaltung arbeitende Transi-  
stor  $T_3$  wirkt hier als Impedanz-  
wandlerstufe. Im Gegenkopplungszweig  
zwischen den Transistoren  $T_3$  und  $T_4$   
liegen die Regler zur Tiefen- und  
Höhenanhebung beziehungsweise -ab-  
senkung. Der Spannungsteiler für die  
tiefen Frequenzen besteht aus den  
Widerständen  $R_{20}$ ,  $R_{21}$ , den Kondensa-  
toren  $C_{12}$ ,  $C_{13}$  und dem Tiefenregler  
 $P_{2a}$ . Ist der Kondensator  $C_{13}$  durch  
den Schleifer von  $P_{2a}$  kurzgeschlossen,  
so wird maximale Tiefenanhebung er-  
reicht, während sich durch Kurzschlie-  
ßen von  $C_{12}$  maximale Tiefenabsen-  
kung ergibt.

Parallel zum Tiefenregler liegt das  
Netzwerk für die Höhen mit dem Regler  
 $P_{3a}$ . Steht der Schleifer an Kondensa-  
tor  $C_{14}$ , so werden die Höhen ange-

Bild 2. Schaltung des Hi-Fi-Stereo-Verstärkers

hoben. Steht er dagegen an  $C_{15}$ , dann  
werden die hohen Frequenzen stärker  
gegengekoppelt und dadurch abgesenkt.  
Der Widerstand  $R_{22}$  entkoppelt die  
beiden Netzwerke voneinander. Um bei  
Mittelstellung der Potentiometer einen  
linearen Frequenzgang zu erhalten,  
haben  $P_{2a}$  und  $P_{3a}$  lineare Kenn-  
linien. Der Regelbereich der Klang-  
regelung geht aus Bild 4 hervor. Das im  
Klangregelnetzwerk gedämpfte Signal  
wird durch  $T_4$  genügend verstärkt und  
über  $C_{19}$  ausgekoppelt.

#### Rausch- und Rumpelfilter

Vom Klangregelverstärker gelangt das  
Signal zum Rumpel- und Rauschfilter,  
die durch entsprechende Drucktasten  
eingeschaltet werden. Ist die Taste  
„Rumpelfilter“ ( $B$ ) gedrückt, dann liegt  
das Hochpaßfilter  $C_{20}$ ,  $R_{29}$ ,  $C_{21}$ ,  $R_{30}$   
im Signalweg. Diese RC-Kombination  
bewirkt bei 40 Hz eine Absenkung um  
26 dB. Bei geschlossenem Schalter  $B$   
ist der Hochpaß überbrückt und das  
Rumpelfilter somit ausgeschaltet.

Beim Drücken der Taste „Rauschfilter“  
( $D$ ) werden die zwischen den Wider-  
ständen  $R_{31}$ ,  $R_{128}$ ,  $R_{32}$  liegenden  
Kondensatoren  $C_{22}$  und  $C_{75}$  an Masse  
gelegt. Diese RC-Kombination bildet  
einen Tiefpaß, der die hohen Frequen-  
zen sperrt. Durch geeignete Dimensio-  
nierung des RC-Gliedes konnte eine  
Absenkung der Höhen um 15 dB bei  
12,5 kHz erreicht werden.  $T_5$  verstärkt  
das in Rumpel- und Rauschfilter ge-



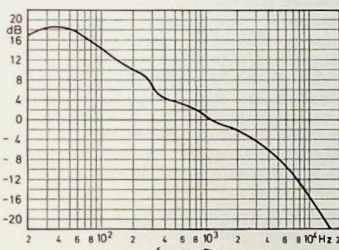
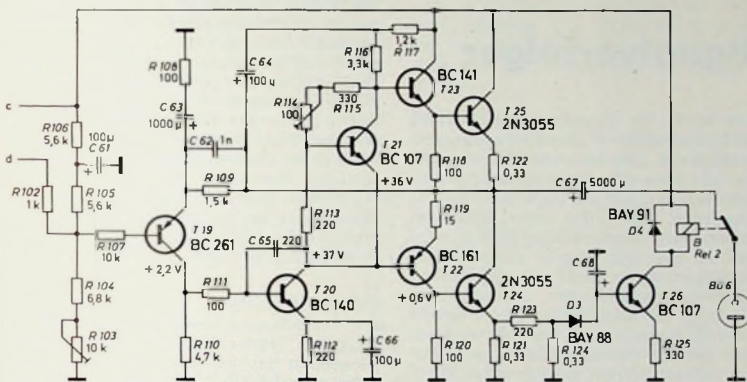
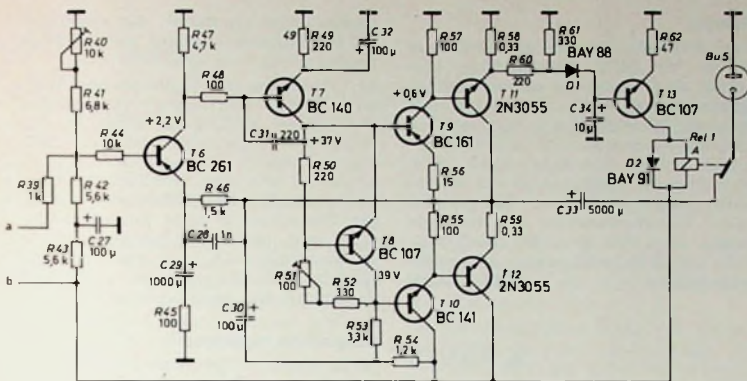


Bild 3. Frequenzgang des Entzerrer-Verstärkers

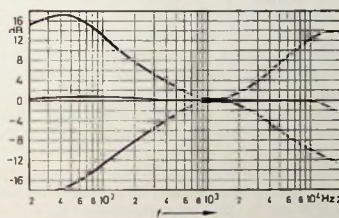


Bild 4. Frequenzgänge des Tiefen- und des Höhenreglers

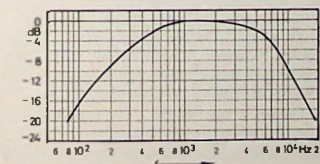


Bild 5. Wirkungsbereiche des Rumpel- und des Rauschfilters

dämpfte Signal auf den zur Ansteuerung der Endstufe erforderlichen Wert. Bild 5 zeigt den Wirkungsbereich des Rumpel- und des Rauschfilters.

#### Balance- und Pegelregler

Im Emittierzweig von T5 ist der Balanceregler P4a angeordnet, mit dem sich das Signal von der Mittelstellung aus um 3 dB anheben oder absenken läßt. Das durch den Transistor T5 verstärkte Signal wird über C24 ausgekoppelt. An den Eingängen können Pegelregler angeschlossen werden, um beim Umschalten zwischen verschiedenen Tonquellen störende Lautstärkesprünge zu vermeiden. Diese Pegelregler (die im Bild 2 jedoch nicht dargestellt sind) haben etwa 100 kOhm und werden einmalig für die gegebene Tonquelle justiert.

#### Endverstärker

Für den Endverstärker wurden ausschließlich Silizium-Planar-Transistoren verwendet. Um ihn über alle Stufen gleichstrommäßig gegenkoppeln zu können, ist als Eingangstransistor ein PNP-Typ angeordnet. T6 und T7 arbeiten als Spannungsverstärker. Daran schließt sich die Treiberstufe mit dem Komplementärpaar BC 141 (T10), BC 161 (T9) an, die die Endstufe T11, T12 ansteuert.

Der Endverstärker erhält sein Signal über C24 und die Widerstände R39, R44, die ein Schwingen bei hohen Frequenzen verhindern. C24 ist so groß gewählt, daß der Übertragungsbereich bei niedrigen Frequenzen nicht allzu stark abfällt. Der Spannungsteiler R40, R41, R42 liefert die Basisvorspannung

für den Transistor T6, der in Emitterschaltung arbeitet. Dem Basisvorspannungsteiler ist das Siebglied R43, C27 vorgeschaltet. Mit dem Trimmregler R40 werden die Basisvorspannung von T6 und die Mittelpunktspannung der Endstufe eingestellt. Der Emittor des Transistors T6 ist über R46 mit der Mittelpunktspannung verbunden, die wegen der starken Gleichstromgegenkopplung 36 V erreicht und sich aus der Basisvorspannung und der Basis-Emitterspannung von T6 sowie dem Spannungsabfall an R46 zusammensetzt. C29 (1000 µF) wurde ausreichend groß gewählt, um auch bei tiefen Frequenzen eine wirksame Gegenkopplung zu haben.

Ebenfalls in Emitterschaltung arbeitet der Transistor T7. C31 bildet eine Gegenkopplung und verhindert das Schwingen bei hohen Frequenzen. Der Transistor T8 übernimmt die Temperaturkompensation des Ruhestroms der Endstufe.

Der Klirrfaktor und der Frequenzgang bleiben unabhängig von Spannungs- und Temperaturschwankungen. Bei einer Änderung der Betriebs- oder Netzspannung variiert lediglich die Ausgangsleistung.

Mit R51 kann man die Basis-Emitterspannung von T8 verändern und damit den Ruhestrom der Endstufe einstellen. Er soll etwa 20 mA betragen. Um die Treiberstufe und die Endstufe über den gesamten Spannungsbereich durchsteuern zu können, muß die Betriebsspannung der Treiberstufe mit der sich ändernden Ausgangsspannung mitgeführt werden. Dazu dient das RC-Glied R54, C30.

Die Treiberstufe mit den Transistoren T9, T10 und die Endstufentransistoren T11, T12 sind gleichstrommäßig in Serie geschaltet. T9 und T10 werden von T7 gleichphasig angesteuert. Der PNP-Transistor T9 verstärkt nur die negative Halbwelle und der NPN-Transistor T10 nur die positive Halbwelle des NF-Signals. Ein Transistor ist jeweils gesperrt und der andere leitend. Der jeweils leitende Transistor steuert den ihm nachgeschalteten Endstufentransistor. T9 und der zugehörige Endstufentransistor T11 arbeiten in Emitterschaltung, während T10 und T12 in Kollektorschaltung arbeiten und einen Darlington-Verstärker bilden. Das in Serien-Gegentakt geschaltete Silizium-NPN-Transistorenpaar T11, T12 gibt die Sinus-Dauerleistung von 40 W ab. Der Lautsprecher ist über den Kondensator C33 angeschlossen. Um möglichst kleine Klirrfaktorwerte zu erhalten, müssen die Transistoren der Treiberstufe und der Endstufe gepaart sein. Am Emittorwiderstand R58 tritt der Spannungsabfall zur Steuerung der elektronischen Sicherung der Endstufe auf. Zusätzlich enthält die Stromzuführung der Endstufe des Verstärkers noch die 5-A-Sicherung Si 2.

#### Elektronische Sicherung

Steigt der Endstufenstrom infolge zu hoher Belastung, beispielsweise bei kurzgeschlossenem Lautsprecherausgang, an, dann nimmt auch der Spannungsabfall am Emittorwiderstand R58 des Endstufentransistors T11 zu. Dieser



Spannungsabfall gelangt über den Widerstand  $R_{60}$  und die Diode  $D1$  zur Basis von  $T13$ . Er bestimmt die positive Basisvorspannung dieses Transistors.

Bei einem Kollektorstrom von etwa 3 A ist der Spannungsabfall an  $R_{58}$  so groß, daß  $T13$  leitend wird und das Relais  $A$  anzieht. Dadurch wird der Lautsprecher vom Verstärkerausgang abgetrennt. Wegen der dann fehlenden Belastung sinkt der Endstufenstrom trotz Ansteuerung auf den eingestellten Ruhestrom von etwa 20 mA ab.

## Netzteil

Der Netzteil des Stereo-Verstärkers wurde für 220 V Netzspannung ausgelegt.  $G11$  richtet die sekundärseitige Spannung von 45 V<sub>~</sub> gleich. Die entstehende Gleichspannung wird mit den Ladekondensatoren  $C73$  und  $C74$  geglättet. Über 5-A-Sicherungen ( $Si2$ ,  $Si3$ ) sind die Endstufen an die Stromversorgung angeschlossen. Die gemeinsame Betriebsspannung für die Vorstufen wird mit dem RC-Glied  $R37$ ,  $C59$  auf 43 V herabgesetzt und nochmals gesiebt. (Schluß folgt)

## Service-Technik

K. BIENEK

# Fehlersuche mit Signalverfolger

## Signalzuführung und Signalverfolgung

Zur Stichprobenkontrolle, zur Ermittlung von Verstärkungsfaktoren und Kanalgleichheit in Stereo-Geräten, zum Abgleich, zur Fehlersuche in Rundfunkempfängern, Fernseh- und Tonbandgeräten und speziell in Verstärkern, zur Prüfung von Tonabnehmern und Mikrofonen ist der Signalverfolger einsetzbar [1, 2, 3]. Mit seiner Hilfe ist eine relativ schnelle und sichere Ermittlung und Einkreisung im Hinblick darauf möglich, ob eine Stufe des Geräts (in der das bis dahin ordnungsgemäß verarbeitete Signal verschwindet) verzerrt oder in anderer unerwünschter Weise arbeitet. Die Methoden der Signalzuführung und Signalverfolgung sind nach Bild 1: Anlegen eines nieder- oder hoch-

ger stellt im Grunde einen zumeist hochempfindlichen Niederfrequenzverstärker dar. Der oft vielstufige Verstärker hat etwa eine Eingangsempfindlichkeit von weniger als 1 mV zur Vollaussteuerung. Mit Hilfe eines Eingangsteilers oder Abschwächers (Bild 2) wird das zu messende Signal zur weiteren Aufbereitung in einer im allgemeinen übersteuerungssicheren rauscharmen Vorstufe heruntergeteilt. Die Endstufe arbeitet zumeist im B-Betrieb, wodurch eine geringe Stromaufnahme und damit ein Batteriebetrieb gewährleistet wird. Gegenkopplungen linearisieren den Frequenzgang. Die Anzeige des verstärkten NF-Signals erfolgt im allgemeinen akustisch. Sie sollte aber mittels eines eingebauten Ausgangsleistungs-Anzeige-

Demodulator geschaltet; die modulierten HF-Signalspannungen werden dann gleichgerichtet weitergeleitet.

In Verbindung mit Meßkabel und Tastkopf ist mit dem Signalverfolger eine stufenweise Verfolgung eines in das Prüfobjekt eingespeisten NF- oder HF-Signals möglich. Die Auswahl der Tastköpfe ist von den schaltungsmaßbigen Gegebenheiten des Meßobjektes abhängig. Sie sollen in ihrer Eingangskapazität und ihrem Eingangswiderstand so ausgelegt sein, daß eine zu verfälschten Meßergebnissen führende Fehlanpassung vermieden wird.

## Zusätzliche Signalquelle

Ist in einem zu prüfenden Gerät kein Nieder- und/oder Hochfrequenzsignal vorhanden, dann wird noch als Signalquelle ein Prüfsignalgeber benötigt. Das ist im einfachsten Fall ein selbstschwingender Multivibrator, der auf einer Rechteckfrequenz von einigen hundert Hertz schwingt. Sein Frequenzspektrum reicht bis in den UKW-Bereich hinein. Manche Signalverfolger enthalten bereits einen solchen Signalgeber als zusätzliche Baueinheit oder als Zubehör [4], andere einen NF-Sinusgenerator [6]. Für Signalgeber als selbständige Einheit gibt es sehr einfache [9] und auch aufwendigere Lösungen [10].

## Meßmöglichkeiten

Die nachstehend erwähnten Meßmöglichkeiten lehnen sich eng an Ausführungen in [4] an. Liegt am Eingang eines zu prüfenden Gerätes bereits ein Signal an, dann werden die einzelnen Stufen – vom Eingang beginnend – mit einem Meßkabel abgetastet (passive Signalverfolgung). Handelt es sich bei dem Prüfling um einen Rundfunkempfänger, dann wird zum Nachweis von modulierten HF- oder ZF-Spannungen ein Demodulatorastkopf an die Meßpunkte gelegt. Die NF-Stufen werden mit einem abgeschirmten Meßkabel kontrolliert.

Im Gegensatz zur passiven Signalverfolgung, die mit einem im Prüfling vorhandenen Signal arbeitet, ist eine aktive Signalverfolgung notwendig, wenn das Prüfobjekt kein NF- oder HF-Signal produziert oder wenn es das Eigensignal infolge eines Fehlers nicht weiterleitet. Mit Hilfe eines Prüfsignalgebers (wie bereits vorstehend angedeutet) ist es dann auch möglich, die einzelnen Stufen unabhängig voneinander zu prüfen. Das von einem Rechteckprüfgenerator abgegebene Frequenzspektrum reicht hierbei aus, um NF-Stufen sowie ZF- beziehungsweise HF-Stufen mit einer Resonanzfrequenz bis etwa 10 MHz zu überprüfen.

Im Bild 3 ist das Blockschaltbild eines Rundfunkempfängers dargestellt. Zur Fehlersuche wird der Empfänger an eine Antenne angeschlossen und der Demodulatorastkopf an Punkt 1 angelegt. Wird die Empfängerabstimmung betätigt, dann lassen sich bei fehlerfreiem Arbeiten der Eingangsstufe stärkere Rundfunksender nachweisen. Ist am Punkt 1 ein Signal vorhanden, dann wird dieses an den Punkten 2, 3 und 4 weiterverfolgt. Ab Punkt 5 wird das NF-Meßkabel benötigt. Das NF-Signal kann an den Punkten 5, 6 und 7 bis zu dem Lautsprecher weiterverfolgt werden.

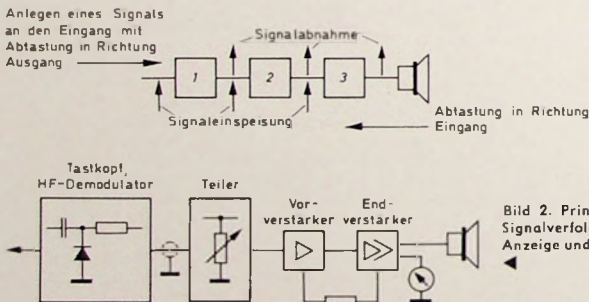


Bild 1. Prinzipschema der Signalzuführung und -verfolgung

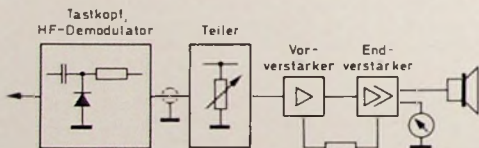


Bild 2. Prinzipieller Aufbau eines Signalverfolgers mit akustischer Anzeige und Meßinstrumentanzeige

frequenten Signals an den Prüfling und Abtastung in Richtung 3, 2, 1 zum Eingang hin oder Anlegen eines Signals an den Eingang und fortlaufende Untersuchung in Richtung 1, 2, 3 zum Ausgang hin. Im Bild 1 und in folgenden Bildern ist die Signalzuführung durch einen zur Leitung hinweisenden Pfeil, die Signalabnahme durch einen wegweisenden Pfeil angedeutet.

## Prinzipieller Aufbau eines Signalverfolgers

Hier soll der technische Aufbau von Signalverfolgern nur ganz allgemein behandelt werden. Industriell gefertigte Geräte – beispielsweise nach [4] – und auch selbstgebaute Signalverfolger [5, 6, 7] sind fast alle nach dem gleichen Prinzip aufgebaut. Jeder Signalverfol-

ger stellt im Grunde einen zumeist hochempfindlichen Niederfrequenzverstärker dar. Der oft vielstufige Verstärker hat etwa eine Eingangsempfindlichkeit von weniger als 1 mV zur Vollaussteuerung. Mit Hilfe eines Eingangsteilers oder Abschwächers (Bild 2) wird das zu messende Signal zur weiteren Aufbereitung in einer im allgemeinen übersteuerungssicheren rauscharmen Vorstufe heruntergeteilt. Die Endstufe arbeitet zumeist im B-Betrieb, wodurch eine geringe Stromaufnahme und damit ein Batteriebetrieb gewährleistet wird. Gegenkopplungen linearisieren den Frequenzgang. Die Anzeige des verstärkten NF-Signals erfolgt im allgemeinen akustisch. Sie sollte aber mittels eines eingebauten Ausgangsleistungs-Anzeige-

instruments auch optisch erfolgen können, um gegebenenfalls den Bedienden oder seine Umgebung nicht akustisch zu beanspruchen; der Lautsprecher wird dann abgeschaltet. Für eine oszillografische Auswertung kann ein gesonderter Diodenausgang, der das verstärkte NF-Signal einem Oszillografeneingang zuführt, nützlich sein.

Nebenbei sei erwähnt, daß man zum Beispiel auch einen Rundfunk-Kofferempfänger als Signalverfolger benutzen kann [8].

Zur Messung von Niederfrequenz und modulierter Hochfrequenz werden als notwendiges Zubehör NF-Meßkabel (meistens ohne Beschaltung) und Tastköpfe benötigt; sie führen das Signal zur Eingangsbuchse des Signalverfolgers. Die Tastköpfe sind zumeist als



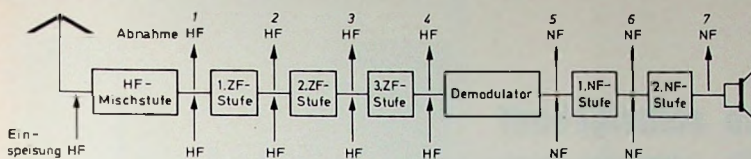


Bild 3. Signaleinspeisungs- und -abnahmepunkte bei einem Rundfunkempfänger

Bei dem Einsatz eines Prüfsignalgebers wird die Fehlersuche zweckmäßigerweise in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt. Natürlich ist es ebenso möglich, die einzelnen Stufen getrennt voneinander zu untersuchen. So kann zum Beispiel bei der Prüfung einer NF-Stufe der Signalgeber am Punkt 6 angeschlossen und der Signalverfolger am Punkt 7 angelegt werden.

Auch bei der Fehlersuche in Fernsehgeräten kann ein Signalverfolger schon in ähnlicher Weise gute Dienste leisten, wenngleich auch für manche spezielle Untersuchungen hier der Oszillograf kaum zu ersetzen ist. Der Teilauszug eines Fernsehgeräte-Blockschaltbildes

an die zu prüfenden Bauteile gelegt. Da die abgegebenen Spannungen sehr klein sind, muß die Meßkabelzuleitung gut abgeschirmt sein.

Ist die Ausgangsspannung des Signalverfolgers an einer Diodenbuchse abnehmbar, dann kann der Signalverfolger auch als Mikrofonvorverstärker oder Oszillografenvorverstärker benutzt werden. Die Verstärkung wird mit dem Eingangsteiler oder Abschwächer auf die gewünschte Größe eingestellt.

#### Tastköpfe

Wie schon erwähnt, ist beim Antasten abgestimmter Kreise eine grobe Ver-

Aufnahme von Niederfrequenz gestatten, für die ein zu kleiner Kondensator praktisch eine Unterbrechung bedeutet. Die Größe des Eingangskondensators stellt deshalb manchmal nur einen Kompromiß dar. Diesen kann man umgehen, wenn man den Tastkopf für HF und NF umschaltbar gestaltet; der Eingangskondensator mit der Gleichrichter- und Siebschaltung wird dabei überbrückt (Bild 6), so daß jetzt die Verwendung eines separaten NF-Meßkabels entfällt.

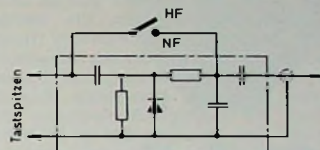


Bild 6. Prinzipschaltung eines Diodentastkopfes mit Umschaltung für HF- oder NF-Abtastung

An Stelle einer galvanischen Abtastung kann man durchaus auch beispielsweise eine Signalabnahme mittels Magnetfeldsonde durchführen [7].

#### Zusammenfassung

Im Grunde besteht kein Unterschied, ob eine fehlerhaft oder gar nicht arbeitende Stufe eines Gerätes vom Ausgang oder vom Eingang her gesucht und gefunden wird, ob ferner die Fehlersuche durch passive oder aktive Signalverfolgung erfolgt. Die Fehlersuche mit dem Signalverfolger gestattet nur die Feststellung bestimmter Zustände. Den eigentlichen Fehler oder die Fehlerursache selbst zu finden, ist mit dem Signalverfolger meistens nicht möglich. Hier sind Spannungs- und Stromanalysen sowie oszillografische Ermittlungen als geeigneter anzusehen. Hinsichtlich seiner Verwendung zum raschen Einkreisen von Fehlerstellen in Empfangsgeräten, Verstärkern und dergleichen ist der Signalverfolger in Verbindung mit einem Prüfgenerator jedoch als sehr gut geeignet anzusehen.

#### Schrifttum

- [1] • Knobloch, W.: Prüfen — Messen — Abgleichen, moderne AM-FM-Reparaturpraxis. Berlin 1955, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik
- [2] • Renardy, A.: Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern; Bd. 20 der Radio-Praktiker-Bücherei. München 1968, Franzis
- [3] • Diefenbach, W. W.: Handbuch der Radio- und Fernseh-Reparaturtechnik; Bd. 3, „Fernseh-Service-Fehlerdiagnose“. Stuttgart 1966, Franckh
- [4] Grundig Signalverfolger SV 2. Grundig Techn. Inform. Bd. 18 (1971) Nr. 1, S. 844—845
- [5] Diefenbach, W. W.: Transistor-Signalverfolger. Funk-Techn. Bd. 13 (1958) Nr. 3, S. 109—110
- [6] Koch, E.: Signalverfolger mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. Funk-Techn. Bd. 26 (1971) Nr. 1, S. 28 bis 31
- [7] Schreiber, H.: Signalverfolger mit Magnetfeldsonde. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 22, S. 815
- [8] Hamann, Ch.: Signalverfolger-Tastkopf. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 17, S. 670
- [9] Wirth, R.: Einfacher Transistor-Multivibrator für die Fehlersuche. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 4, S. 118
- [10] Diefenbach, W. W.: Sinus-Rechteck-Generator. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 5, S. 167—168

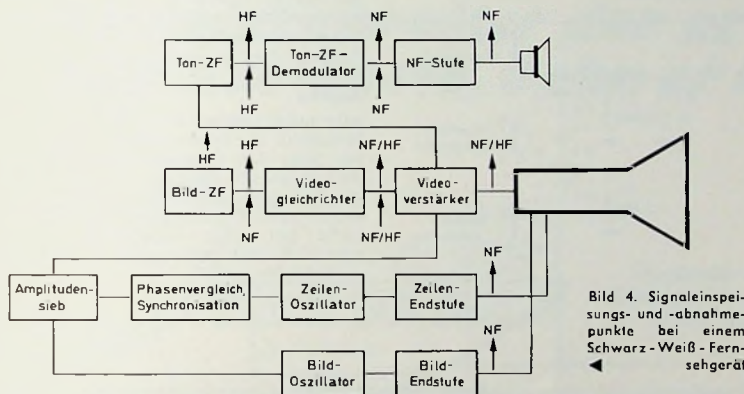


Bild 4. Signaleinspeisungs- und -abnahmepunkte bei einem Schwarz-Weiß-Fernsehgerät

im Bild 4 gibt für Prüfungen mit dem Signalverfolger die möglichen Meß- und Einspeisepunkte an. Um die Impulse der Vertikal- und Horizontalablenkung nachzuweisen, genügt es bereits, die Tastspitze des Meßkabels für den Signalverfolger in die Nähe der betreffenden Stufen zu bringen. Da die Frequenz der Horizontalablenkung an der oberen Grenze des Hörbereichs liegt, ist zum Nachweis der Ablenkspannung das Ausgangsleistungs-Anzeigeelement des Signalverfolgers zu verwenden.

Bild 5 zeigt die vereinfachte Blockschaltung eines Tonbandgerätes in der Wiedergabe-Betriebsart. Zur Prüfung wird ein Band abgespielt und die Tastspitze des NF-Meßkabels am Punkt 1 angelegt. Das NF-Signal wird dann weiter über die Meßpunkte 2, 3, 4 usw. bis zum Ausgang mit dem NF-Kabel verfolgt (passive Signalverfolgung). Es kann ebenfalls aber auch eine aktive Signalverfolgung mit Einspeisung von einem Prüfsignalgeber her durchgeführt werden.

Die Verstärkung der meisten Signalverfolger reicht aus, um die Ausgangsspannung von Tonabnehmern und Mikrofonen nachzuweisen. Hierbei wird das NF-Meßkabel des Signalverfolgers

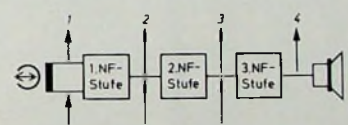


Bild 5. NF-Einspeisungs- und -Abnahmepunkte bei einem Tonbandgerät

stimmung durch Meßleitungskapazitäten und Dämpfungen der verwendeten Tastköpfe unzulässig; solche Verstärkungen würden die Meßergebnisse verfälschen. Die Beschaltung des Tastkopfes sollte deshalb so gewählt werden, daß durch den erforderlichen Eingriff in das Prüfobjekt möglichst wenige Veränderungen hervorgerufen werden.

Bei einem Diodentastkopf folgt einem Eingangskondensator ein Gleichrichter (zumeist eine Halbleiterdiode) zur Gleichrichtung von Hochfrequenz und dann ein Siebglied, bestehend aus Widerstand und Kondensator. Die gesamte Schaltung ist in einem geerdeten Metallgehäuse untergebracht und mittels einer abgeschirmten Leitung mit dem Anzeigegerät verbunden.

Ein Tastkopf, das wurde schon gesagt, soll nicht verstimmend wirken; dies wird durch eine kleine Eingangskapazität erreicht. Er soll aber auch die



# Hi-Fi-Lautsprecherboxen selbstgebaut

35 W Sinus, 20 Liter

Mit modernen Lautsprecherboxen und Hi-Fi-Stereo-Verstärkern gelingt heute eine Wiedergabequalität, die weitgehend dem Original entspricht. Hochwertige Lautsprecherkombinationen sind je nach Bestückung und Belastbarkeit ziemlich kostspielig. Deshalb bringt die Lautsprecherindustrie seit einiger Zeit Bausätze für Hi-Fi-Boxen heraus. Mit etwas handwerklichem Geschick bereitet der Zusammenbau keine Schwierigkeiten.

Gegenüber fertigen Erzeugnissen sind die Hi-Fi-Boxen für den Selbstbau preisgünstiger. Außerdem können die Boxen beim Selbstbau in Form und Farbe sowie Maserung des Holzes mehr den räumlichen Verhältnissen und individuellen Geschmacksrichtungen angepaßt werden. Als ein Beispiel soll der Selbstbau einer neuzeitlichen Hi-Fi-Box (Peerless „20-3“) beschrieben werden. Für eine komplette Hi-Fi-Stereo-Anlage (Bild 1) sind insgesamt zwei dieser Boxen notwendig.

## Lautsprechersysteme und Frequenzweiche

Der Bausatz ist für eine 20-Liter-Dreiwegbox mit einer Belastbarkeit von etwa 35 W (Sinus) ausgelegt. Das Tieftonsystem „L 825 WG“ mit 210 mm Korbdurchmesser und Gummisicke hat eine Nennbelastbarkeit von 50 W. Die Freiluft-Eigenresonanz liegt für diesen Typ bei 25 Hz. Mit der zum Bausatz gehörenden Weiche wird dieses System bis 1500 Hz betrieben. Darüber hinaus würde die Schalldruckkurve nicht mehr geradlinig verlaufen. Die Impedanz des Systems ist 4 Ohm. Sämtliche Lautsprecher haben spezielle Schwingspulen, die auf Aluminiumkörper gewickelt sind. Sie werden dadurch sehr widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Selbstaufheizung und halten kurze Überlastungen thermisch gut aus. Nach hinten ist der Luftspalt durch das Magnetsystem gegen Fremdkörper geschützt und nach vorn durch eine Staubschutzkalotte. Die untere Grenzfrequenz liegt im eingebauten Zustand bei ungefähr 40 Hz.

Das Mitteltontonsystem „G 50 MRC“ überträgt die Frequenzen von 1500 bis 6000 Hz. Die Eigenresonanz dieses 4-Ohm-Systems ist etwa 650 Hz. Es hat einen Korbdurchmesser von 127 mm und eine maximale Belastbarkeit von 10 W. Durch seine Bauart ist dieses System nach hinten akustisch abgeschirmt.

Der Frequenzbereich 6000...20 000 Hz wird vom Hochtontonsprecher „MT 225 HFC“ wiedergegeben. Dieser 5-W-Lautsprecher hat einen Korbdurchmesser von etwa 52 mm und ebenfalls eine Impedanz von 4 Ohm. Die Eigenresonanz dieses Systems liegt bei 1500 Hz. Auch bei diesem Chassis ist der Korb vollkommen gegen den

## Technische Daten (bezogen auf 20-l-Gehäuse)

Tieftöner: „L 825 WG“  
Mitteltöner: „G 50 MRC“  
Hochtöner: „MT 225 HFC“  
Frequenzweiche: 3-Weg  
Sinusleistung: 35 W  
Musikleistung: 50 W  
Frequenzbereich:  
40...20 000 Hz  
Übergangsfrequenzen:  
1500 und 6000 Hz  
Gewicht: 10 kg  
Abmessungen:  
500 mm x 255 mm  
x 240 mm

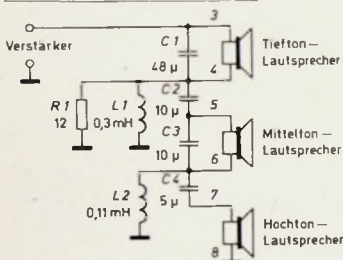


Bild 2 (oben).  
Schaltung der Frequenzweiche

Bild 3. Gehäusebauteile mit Abmessungen

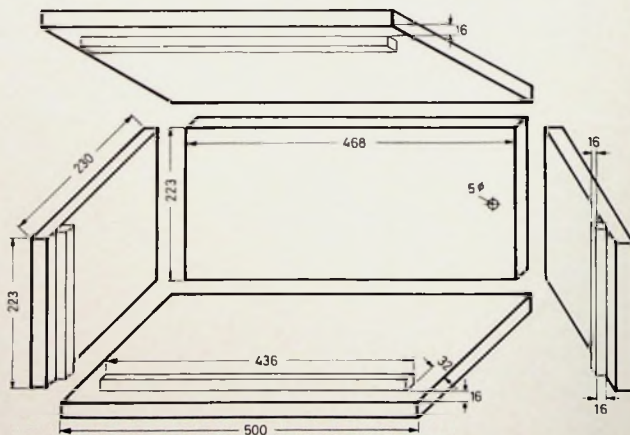


Bild 4.  
Abmessungen der Schallwand

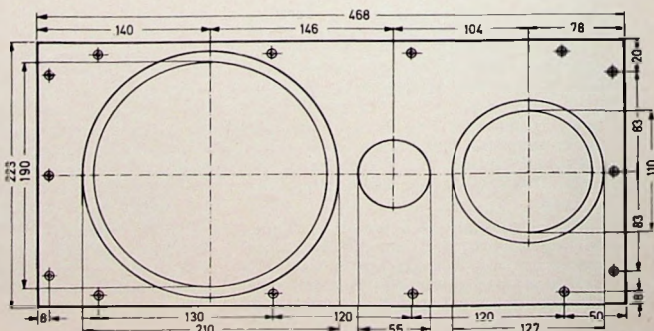


Bild 1. Ansicht der selbstgebauten Hi-Fi-Boxen mit einem Stereo-Verstärker

Schalldruck des Tieftonlautsprechers abgeschirmt.

Die speziell entwickelte Dreiweg-Frequenzweiche (Bild 2) mit doppeltem Serienfilter hat die Übergangsfrequenzen 1500 und 6000 Hz. Der Dämpfungsverlauf des Tiefpasses ist 6 bis 9 dB je Oktave, der des Bandpasses 12 sowie 6 bis 9 dB je Oktave und der des Hochpasses 12 dB je Oktave.

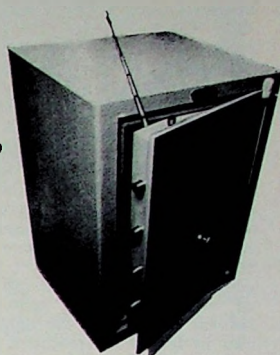
Das gesamte Netzwerk ist auf einer gedruckten Platte montiert. Die Anschlüsse der Lautsprecher und des Verstärkeranges sind durch fortlaufende Zahlen gekennzeichnet.

## Aufbau

Alle notwendigen Angaben über die Schaltung der Lautsprechersysteme sowie über den Zusammenbau der Box sind mehreren Skizzen der dem Bausatz beigegebenen Anleitung genau zu entnehmen. Die vorgefertigte Schallwand mit allen notwendigen Ausschnitten und Bohrungen sowie die



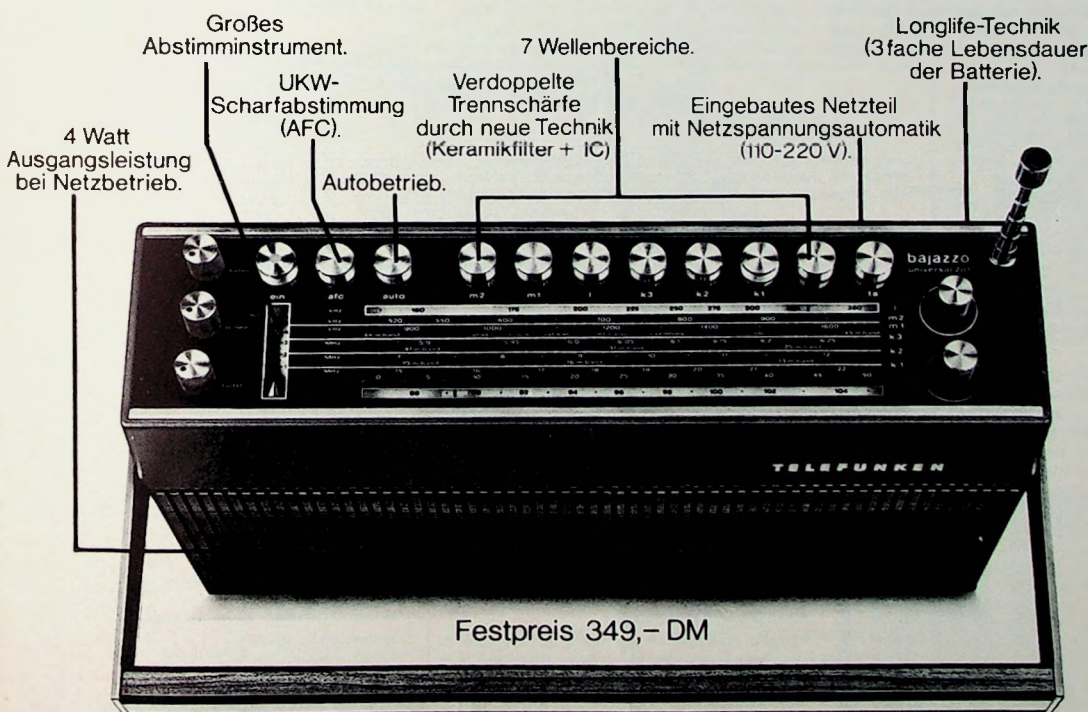
**Die Neuheit aus dem Safe!**



# **TELEFUNKEN**

## **'bajazzo universal 201'**

**Er ist Spitzenreiter der erfolgreichen bajazzo-Serie, denn er hat.....**



**TELEFUNKEN**

Fernseh-, Rundfunk-, Phono- und Tonbandgeräte  
aus dem Haus, in dem das erste Tonbandgerät und  
das beste Farbfernseh-System der Welt - PAL - entwickelt wurden.

**Alles spricht für TELEFUNKEN**





stoffbespannte Frontblende werden ebenfalls von der Firma Peerless geliefert.

Für den Bau der Lautsprecherboxen eignen sich 16-mm-Spanplatten, die ein Schreiner liefern kann. Außerdem benötigt man je eine 1,5 m lange Kiefernholzleiste 8 mm × 8 mm und 16 mm × 16 mm.

Zunächst werden die Leisten auf entsprechende Länge zugeschnitten (Bild 3). Ist das ganze Rohmaterial zusammengestellt, dann legt man die unbestückte Schallwand (Bild 4) auf eine ebene Fläche und stellt die Seitenteile, entsprechend der späteren Gehäuseform, auf. Wenn die Schallwand genau in den Gehäuserahmen paßt, zeichnet man die Lage der Leisten auf den Seitenteilen genau an. Ebenso verfährt man mit den Leisten zum Befestigen der Rückwand. Anschließend wird der Gehäuserahmen wieder zerlegt.

Die Befestigungsleisten für Rück- und Schallwand werden an den gekennzeichneten Stellen der Seitenteile verleimt und mit kurzen Stiften festgeheftet. Zusätzlich können die Seitenteile aufeinandergelegt und mit vier Schraubzwingen zusammengepreßt werden. Wenn der Leim trocken ist, ordnet man um Rück- und Schallwand die Seitenteile an und verleimt beziehungsweise verschraubt sie miteinander. Der rechte Winkel ist schon durch die Preßpassung der Front- und Rückwand gegeben.

Die 8-mm-Leisten werden nun um den Vorderrahmen der Box geklebt und ebenfalls mit dünnen Stiften gehalten

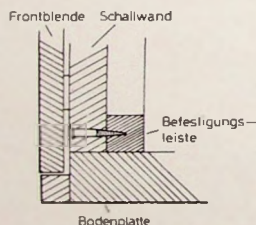


Bild 5. Detailskizze der Schallwandbefestigung mit Frontblende

(Bild 5). Schließlich gibt man allen Flächen mit feinem Sandpapier den letzten Schliff. Die weitere Behandlung des Gehäuses hängt vom persönlichen Geschmack ab. Es kann furniert, beklebt oder lackiert werden.

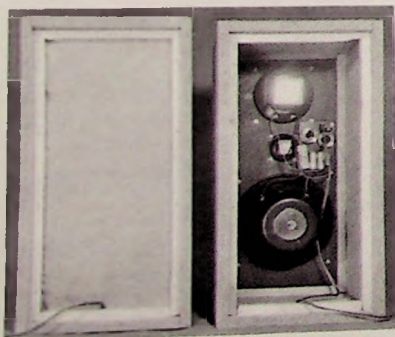


Bild 6. Die linke Box ist mit Steinwolle gefüllt; in der rechten Box erkennt man die Lautsprecherchassis (v. o. n. u.: Mitteltone, Hochtone, Tieftone)

Nach diesen Holzarbeiten befestigt und verdrahtet man Lautsprechersysteme und Frequenzweichen. Um die Rückwand luftdicht einsetzen zu können, wird auf der Befestigungsleiste noch ein selbstklebender Schaumstoffstreifen (etwa 2 mm dick) angebracht. Dann preßt man die fertig verdrahtete Schallwand in den Rahmen und verschraubt sie im vorgegebenen Abstand. Nach dem Aufsetzen der Frontblende – sie ist mit „Velcro“-Heftmaterial ausgestattet – wird die Box umgedreht und mit schallabsorbierendem Material (zum Beispiel Steinwolle) gefüllt (Bild 6). Der Tieftonlautsprecher soll mit einem Tuch abgedeckt sein. Das Anschlußkabel wird durch das entsprechende Loch in der Rückwand geführt und mit einem Normstecker versehen. Zum Anschluß einer Stereo-Anlage (Bild 1) müssen beide Boxen gleichpha-

len fallen. Vor allem bei Selbstbauverstärkern kann durch klangliche Anpassung des Verstärkers an die Boxen ein gutes und ausgewogenes Klangbild erreicht werden. Allerdings ist infolge des verhältnismäßig kleinen Volumens und der damit zusammenhängenden starken Dämpfung eine etwas höhere Minimalleistung als bei größeren Boxen notwendig. Verstärker von 15 bis 20 W Sinus-Ausgangsleistung eignen sich daher für diese Boxen besonders. Die Schalldruckkurve A (Bild 8) wurde in Achsrichtung gemessen. Sie zeigt eine deutliche Anhebung im Mitteltönenbereich (Präsenzwirkung). Das ist auf

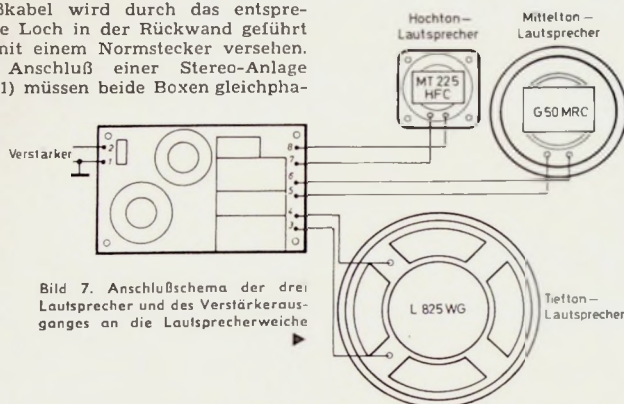


Bild 7. Anschlussschema der drei Lautsprecher und des Verstärkeranschlusses an die Lautsprecherweiche

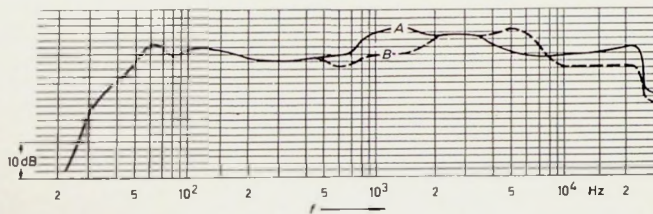


Bild 8. Schalldruckkurven des Lautsprecherbausatzes „20-3“ von Peerless in einem 20-Liter-Gehäuse

sig gepolt sein. Beim Verdrahten der Weichenplatte entstehen keine Schwierigkeiten, wenn man nach der Verdrahtungsskizze (Bild 7) arbeitet. Die Lautsprechersysteme sind im Bild 7 von hinten gesehen. Beim Anschluß des Verstärkerkabels muß man unbedingt beachten, daß der flache Stift des Normsteckers mit Punkt 1 der Weichen-Platine Verbindung hat. Der runde Stift ist demnach mit Punkt 2 zu verbinden. Diese Angaben gelten für beide Boxen einer Stereo-Lautsprecheranlage.

#### Praktische Erfahrungen

Wegen der relativ geringen Abmessungen sind die Boxen fast immer in Wandregalen oder Schrankwänden unterzubringen. Sie können horizontal oder vertikal aufgestellt werden. Bei vertikalem Betrieb ist lediglich darauf zu achten, daß die Baßlautsprecher beider Boxen jeweils unten zu stehen kommen.

Die Klangwiedergabe wurde mit einigen Hi-Fi-Stereo-Verstärkern industrieller Fertigung und unterschiedlicher Leistung geprüft. Sie befriedigte in al-

#### Einzelteilliste für eine Box

1 Lautsprecherbausatz „20-3“	(Peerless)
1 Schallwand	(Peerless)
1 Frontblende	(Peerless)
1 Beutel Steinwolle „52-26-193“	(Rim)
2 Seitenteile, 500 mm × 230 mm × 16 mm	
2 Seitenteile, 223 mm × 230 mm × 16 mm	
1 Rückwand, 468 mm × 223 mm × 16 mm	
1 Befestigungsleiste, 16 mm × 16 mm, 1,5 m, Kiefer	
1 Befestigungsleiste, 8 mm × 8 mm, 1,5 m, Kiefer	

den separaten Mitteltone-Lautsprecher zurückzuführen. Die Kurve B gilt für einen Winkel von 30° in horizontaler Richtung von der Mittelachse. Man erkennt die Einbrüche im 1-kHz-Bereich. Im Bereich um 6 kHz ist dagegen eine Anhebung der Mittellage festzustellen. Dieser 30°-Winkel entspricht der normalen Hörrichtung bei Stereo.

W. W. Diefenbach



## Warum Plattenteller aus Zink-Druckguß?

Das schwerste Teil im Plattenspieler oder -wechsler ist oft der Plattenteller; er wird im allgemeinen aus Zinkdruckguß hergestellt. Drei Gründe sprechen für Plattenteller aus Zink: Gewicht für guten Gleichlauf; unmagnetisch und klirrfrei; wirtschaftlich herzustellen.

Fast alle Plattenspieler und ganz besonders hochwertige Geräte für Wiedergabe nach der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 brauchen schwere Plattenteller; das ist mit Zinklegierungen gewährleistet. Es gibt Teller von weniger als 1 kg Gewicht und schwerere bis zu 4,5 kg. Das hohe Gewicht bewirkt entsprechend guten Gleichlauf, also völlig gleichmäßigen Rundlauf (für gute Musikwiedergabe ohne Verzerrungen der tiefen und hohen Töne notwendig). Trotz der großen Masse erreicht der Plattenteller seine volle Geschwindigkeit so schnell, daß unmittelbar nach dem Start der Tonarm aufgesetzt werden kann (wichtig auch für den Handbetrieb, denn nicht immer ist die Automatik erwünscht).

Zink ist nicht magnetisch. Für hohe Wiedergabequalität sind Magnet-Tonabnehmer notwendig, die durch magnetisches Material beeinflusst werden würden. Zink läßt auch den hochwertigsten Tonabnehmer störungsfrei abtasten.

Der dritte Grund für den Einsatz von Zinklegierung ist – wie erwähnt – die einfache und wirtschaftliche Plattenteller-Herstellung. Auf speziellen Gießmaschinen wird der Plattenteller unmittelbar aus der dünnflüssigen Zinkschmelze gegossen (Druckgießen). Der Teller ist maßhaltig und korrosionsfest. Der Rand wird abgedreht und ein Klarlack eingebracht; das wirkt dekorativ.

– oh –

## Neues Zubehör zu Revox-Tonbandgeräten

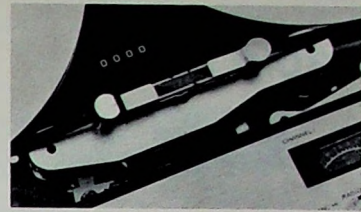
Das Revox-Zubehörprogramm wurde um folgende Artikel erweitert:

► Handfernbedienung mit Repetier-taste, Kabellänge wahlweise 5 m oder 10 m

(Mit der Handfernbedienung können die Funktionen Wiedergabe, Stop und Kurzurücklauf geschaltet werden; vorteilhaft bei Textübertragungen vom Tonband in die Schreibmaschine, bei Sprachübungen und Fremdsprachenunterricht; passend zu allen Versionen des Tonbandgerätes „A 77“.)

► Tonband-Schneide- und Klebeschiene aus Metall

(Bandklebeschiene aus Metall mit Halteklemmen für die Bandenden und einem



Tonband-Schneide- und Klebeschiene aus Metall für das Revox-Gerät „A 77“

schrägen und senkrechten Schneidschlitz; an die „A 77“ an Stelle der Kopfabdeckung ansteckbar, so daß eine feststehende Schneide- und Klebeschiene entsteht.)

► Staubschutzhülle zum „A 77“ im Holzgehäuse

(Hülle aus grauem Kunststoff zum Überstreifen über das Tonbandgerät; Seitentaschen zur Aufnahme von Mikrofon und Zubehör aufgeschweißt. Der Tragegriff ragt aus der Hülle heraus, so daß man das Gerät auch in der Hülle transportieren kann.)

► AEG-Adapter zum „A 77“

(Dieser Adapter umfaßt AEG-Kernarretierung, Bandteller 26,5 cm und Wickelteller für den professionellen Einsatz mit freitragenden Bandspulen auf AEG-Kernen; verriegelbar. Diese Adapter erfordern besondere Wickelteller des „A 77“, die jedoch im Preis und Lieferumfang des Adapters enthalten sind.)

## Elektronik-Bastelbuch gratis!

für Radio- und Elektronikbastler und alle, die es werden wollen. Bastelvor-schläge, praktische Tips, Bezugsquel-lennachweis. Kostenlos erhältlich bei **TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33, BE 6**

## Jetzt auch für Sie!

### i-K-Plate

das fotopositiv vorbeschichtete Basismaterial für gedruckte Schaltungen. Epoxy-Glashartgewebe, Epoxy-HP, Phenol-HP; kupferkaschiert. Standards ab Lager, andere Dimensionen innerhalb weniger Tage. Anfragen, die schon vom Preis her lohnen, unter Kennzeichen A 3 an

I-K-Vertrieb, 6209 Wambach, Telefon: 06129 / 3 61

## EINMALIG

**Handsprechfunkgeräte**  
7 Transistoren mit Ruftön, kompl. mit Batt., große Leistung (Paar DM 79,-).  
9 Transistoren mit Ruftön, kompl. mit Batt., große Leistung (Paar DM 98,-).  
Lieferung gegen Nachn. oder Vorkasse.

Emil Hübner, Import-Export  
405 Mönchengladbach-Hardt  
Postfach 3, Telefon (0 21 61) 5 99 03



## Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeversand. Radiogroßhandlung W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865, Tel. 7 45 07 – Liste kostenlos

## Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 117	DM —,55	
AC 187/188 K	DM 3,45	
AC 192	DM 1,20	
AD 133 III	DM 8,95	
AD 146	DM 3,95	
AF 239	DM 3,80	
BA 170	DM 3,60	
BAY 17	DM —,75	
BC 107	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 108	DM 1,10	10/DM 1,—
BC 109	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 170	DM 1,05	10/DM —,95
BF 224	DM 1,75	10/DM 1,65
BRY 39	DM 5,20	10/DM 4,80
ZG 27 ... ZG 33	je DM 2,20	
1 N 4148	DM —,85	10/DM —,75
2 N 708	DM 2,10	10/DM 1,95
2 N 2219 A	DM 3,50	10/DM 3,30
2 N 3055	DM 7,25	10/DM 6,85

Alle Preise Incl. MWSt. Kostent. Bauteile-Liste anfordern. NN-Versand

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

Wir sind ein

## Berliner Fachliteraturverlag

der seit fast 25 Jahren technische und technisch-wissenschaftliche Fachzeitschriften mit internationaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin mit seinem technisch-wissenschaftlichen und kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen sind auch unsere Zeitschriften.

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam suchen wir einen Hochschul- oder Fachschulingenieur als

## Technischen Redakteur

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch erbeten unter F. A. 8542

Ich möchte Ihre überzähligen

## RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen  
Bitte schreiben Sie an

Hans Kaminsky  
8 München-Soiin - Spindlerstr. 17

## KARLGUTH

1 BERLIN 36

Dresdener Str. 121/122

## STANDARD-LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm

Lötösen 3 K 2

Lochmitte: Lochmitte 8 mm

Meterware: -selbst trennbar!



## Erfolg mit

**AEG**



### Wollen Sie Ihre Karriere mit der Karriere unserer Bildplatte koppeln?

Wir stecken mitten in der Produktentwicklung und sind dabei, alle Geräte zu entwickeln, die unserer neuen Erfindung den breiten Markt erschließt.

Arbeiten Sie als Ingenieur mit uns an unserer weltweiten Erfindung „Bildplatte“. Sie kommen beruflich voll auf Ihre Kosten, wenn Sie sich dazu entschließen:

Als

#### Diplom-Ingenieur oder Elektro-Ingenieur (grad.)

der Fachrichtung **Nachrichtentechnik** mit Know-how in der Fernsehtechnik werden Sie weiter an der Grundlagenentwicklung arbeiten und vor allem die Wiedergabequalität verbessern helfen.

Als

#### Elektro-Ingenieur

der **Nachrichten- oder Steuerungs- und Regelungstechnik** mit Erfahrung in der Qualitätskontrolle für Video-Geräte werden Sie die Prototypen erproben und fertigungsreif machen oder Steuerungsprobleme für Magazingeräte lösen.

Als

#### Konstruktions-Ingenieur

der bereits erfolgreich auf dem Gebiet der **Feinwerktechnik** gearbeitet hat, haben Sie beim Konstruieren von Detailproblemen an Magazingeräten, ferner von Kleinstteilen und Versuchsanordnungen für Fertigungsreifetests in der Produktentwicklung Druckabtaster eine wichtige Funktion.

Als

#### Fertigungs-Ingenieur

werden Sie entweder den wirtschaftlichen Fertigungsablauf des Druckabtasters erarbeiten oder die Arbeitsvorbereitung der kompletten Bildplattengeräte und Magazingeräte durchführen.

Wenn eine dieser Aufgaben Sie reizt, dann schicken Sie uns bitte Ihre Kurzbewerbung unter dem Stichwort Bildplatte.

### AEG-TELEFUNKEN

Phono- und Magnetbandgeräte  
Personalabteilung  
1 Berlin 65  
Schwedenstraße 9

**SONY**  
**SONY**  
**SONY**  
**SONY**

SONY ist als Pionier und Forscher bekannt, auf eigenen Wegen in unerforschten Gebieten, mit einem guteingespielten Team.

Dieses Team wächst ständig mit unseren Aufgaben und Erfolgen. Hier zählt das Können eines jeden einzelnen. SONY schätzt Routine und Individualität der Mitarbeiter und gibt jedem auf seine Art die Möglichkeit der Weiterentwicklung. Die besten Resultate erzielt SONY nach dem Grundsatz:

„Die richtigen Mitarbeiter am richtigen Platz!“ Das ist die Stärke von SONY und Ihre Chance.

Wir suchen zum 1. Juli 1971 oder früher

### AUSSENDIENSTMITARBEITER

Wir verfügen über ein umfangreiches Sortiment in der Unterhaltungselektronik, und Sie sollten deshalb möglichst schon einige kaufmännische und technische Erfahrungen auf diesem Gebiet mitbringen. Dynamische, junge Herren, die nicht nur einen „Job“ suchen, sondern Initiative entfalten und sich durch aktive Mitarbeit eine überdurchschnittlich interessante Berufsposition aufbauen wollen, haben hier eine echte Chance.

Unsere Herren unterstützen wir mit modernen Mitteln in der Verkaufsförderung und durch eine großangelegte, vielseitige Werbung zur intensiven Betreuung des Fachhandels.

Wenn Sie sich mit SONY entwickeln wollen, dann zögern Sie nicht, sich zu bewerben.

Weltunternehmen für  
Radio, Phono, Fernsehen, Hi-Fi,  
Video, Tischrechner

**SONY** GmbH

5 Köln 41, Aachener Straße 311, Telefon 44 40 91

*Deutsche  
Grammophon  
Gesellschaft*

Unsere Aufnahmeabteilung bietet jüngeren

## Tontechniker

interessantes und vielseitiges Arbeitsgebiet im Rahmen unserer Aufnahme-tätigkeit im In- und Ausland für unser klassisches Repertoire! Kontakte mit ersten Künstlern, modernste Technik und interessante Reisen geben dieser Tätigkeit einen hohen Rang. Gute allgemeine Arbeitsbedingungen sind selbstverständlich.

Gewünscht werden Kenntnisse von Studioaufnahmegeräten und – wenn möglich – Notenkenntnisse. Einarbeitungsmöglichkeit wird gegeben. Englische Sprachkenntnisse sind bei der internationalen Verflechtung unserer Firma von Nutzen.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung an unsere Personalabteilung, 3 Hannover, Podbielskistraße 164.

**DEUTSCHE GRAMMOPHON GESELLSCHAFT MBH**





# Fernmeldemeister Fernmeldehandwerker

bei SSB — eine für Sie interessante Sache,

**weil wir** als namhaftes und leistungsfähiges Unternehmen des öffentlichen Nahverkehrs mit unseren rd. 2700 Mitarbeitern, unserem ausgedehnten Verkehrsnetz für 900 Straßenbahnfahrzeuge und Busse und unseren über das ganze Stadtgebiet verteilten Werkstätten und Betriebsstellen über umfangreiche Fernmeldeanlagen (Industriefernsehen, Funk, Lautsprecher, Telefon und Uhren) verfügen, die Sie betreuen sollen;

**weil wir** Ihre Leistungen gerecht honorieren wollen,

**weil wir** Ihnen günstige Entwicklungsmöglichkeiten bieten,

**weil uns** die Sicherheit unserer Mitarbeiter besonders am Herzen liegt, sei es bei Krankheit, im Alter oder beim vorzeitigen Eintritt der Berufs- oder Erwerbsunfähigkeit,

**weil Sie** darüber hinaus weitere beachtliche Sozialleistungen erwarten, wie verbilligter Mittagstisch, Wohnungsfürsorge und Freifahrt auf unseren Verkehrsmitteln — auch für Ihre Angehörigen,

**weil Sie** — und dies ist heute so wichtig wie morgen — ein **zukunftssicherer Arbeitsplatz in einem zukunftsorientierten Unternehmen** erwartet.

Bitte orientieren Sie sich, indem Sie uns anrufen, persönlich vorsprechen oder sich gleich um eine der freien Stellen bewerben.

## Stuttgarter Straßenbahnen AG.

Hauptabteilung Personal- und Sozialwesen

7 Stuttgart 1, Postfach 499

Telefon (Durchwahl)

für Fernmeldemeister 66 61 - 3 63 oder 2 83

für Fernmeldehandwerker 66 61 - 3 70

Ein Sekt  
der  
begeistert



**SCHLOSS WACHENHEIM**  
*Sekt*



96329

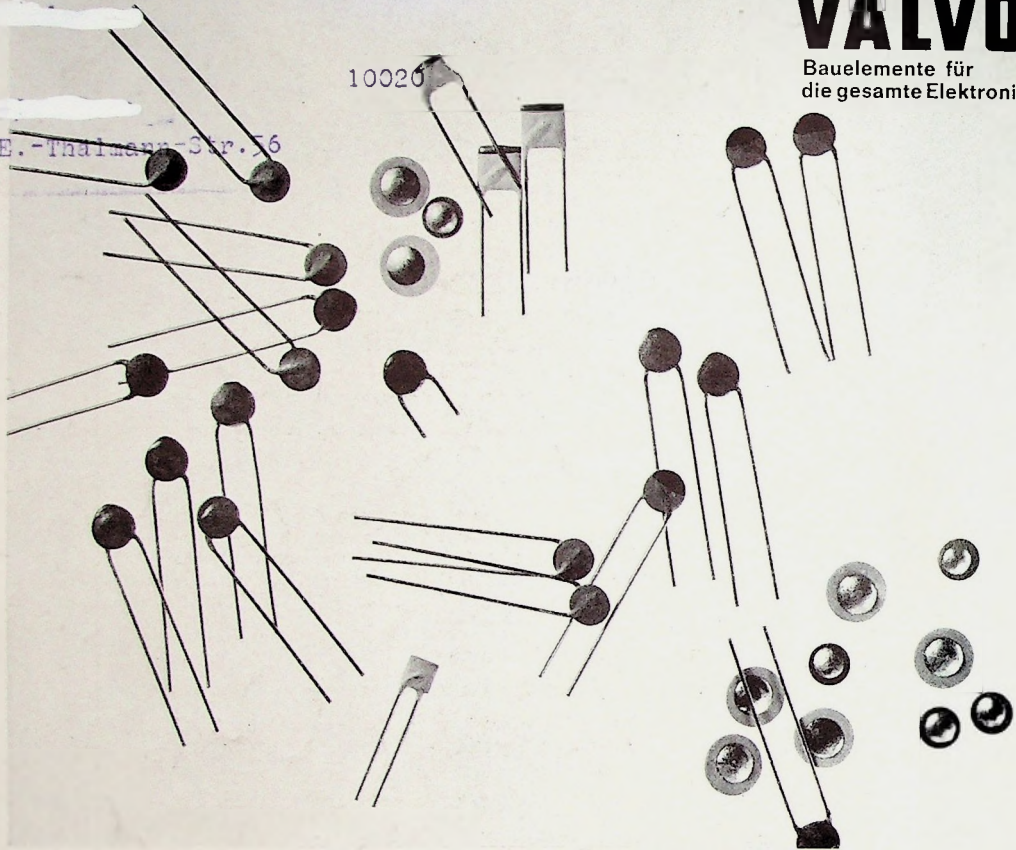
771

# VALVO

Bauelemente für  
die gesamte Elektronik

E.-Thalmer-Str. 56

10020



A 0569/849 a

## Keramik-Scheibenkondensatoren

### Erweitertes TK<sub>C</sub>- und C-Spektrum bei Miniatur- Scheibenkondensatoren Ep 40 V -

(Neue Reihen sind hervorgehoben)

Typ IB: P 100, NP 0, **N 075**, N 150, N 220,  
**N 470**, N 750, N 1500,  
1 pF bis 390 pF

Typ II: 180 pF bis 22000 pF

Rastermaß: 2,5 mm (normal) oder 5 mm  
Drahtanschlüsse auf Wunsch gekürzt

### Erweitertes C-Spektrum bei Scheibenkondensatoren Sp 5 und Sp 8 400 V -

Typ IB: 0,5 pF bis 100 pF

Typ II: 27 pF bis 3900 pF (für 250 V- bis  
6800 pF)

Rastermaß: 5 mm

Drahtanschlüsse auf Wunsch gekürzt

### Scheibenkondensatoren ohne Drahtanschlüsse Se 5 und Se 8 400 V -

Typ IB: P 100, NP 0, N 075, N 150, N 220,  
N 470, N 750, N 1500,  
0,5 bis 68 pF

Typ II: 27 pF bis 2200 pF



VALVO GmbH Hamburg