

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

4 | 1969

2. FEBRUARHEFT



Silizium  
**PNP**  
Transistoren

in Großserienfertigung  
bei  
**INTERMETALL**

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

**100-mA-Reihe**

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

(31 Typen)

Sehr hohe Stromverstärkung bei niederen Strömen.

Linearer Stromverstärkungsverlauf. Kollektorsperrspannungen bis 80 V.

Extrem niedriges Rauschen:

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

Fein abgestuftes Typenspektrum mit 31 Katalogtypen.

Lieferbar in Metallgehäuse TO-18 und Kunststoffgehäuse TO-92.

**500-mA-Reihe**

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

BSX 40 und BSX 41 (18 Typen)

Kurze Schaltzeiten: 40 bis 60 ns

Hohe Grenzfrequenz: 250 MHz

Durch 3 Gehäuseformen optimale

Kostenanpassung für jede Anwendung.

Universeller Einsatz als Verstärker- und Schalltransistoren.

**1-A-Reihe**

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

Niedriger Wärmewiderstand durch

TO-5-Gehäuse mit Massivboden. Hohe Spannungsfestigkeit bis zu  $U_{CEO} = 80 V$ .

Niedrige Sättigungsspannung und

hohe Stromverstärkung bei 1 A.

Hohe Grenzfrequenz: 100 MHz.

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

**INTERMETALL**

Halbleiterwerk der Deutsche  
ITT Industries GmbH  
78 Freiburg i. Br., Postfach 840  
Telefon (0761) \*\* 5171  
Telex 07-72 716

**ITT**

gelesen · gehört · gesehen .....	116
FT meldet .....	118
Wege zum Amateurfunk .....	119
Aus dem Ausland	
Papier-Transistoren .....	120
Der Resonanz-Gate-Transistor .....	120
Farbfernsehen	
Aufwandsparende Chromateil-Schaltungsgruppe für Farb- empfänger .....	121
Neues Verfahren für die elektronische Bildaufzeichnung .....	123
Phono	
Plattenspieler mit photoelektronischem Tonabnehmer- system .....	125
Lautsprecher	
Die Konstruktion von Lautsprechern .....	127
Persönliches .....	129
Stereophonie	
UKW-Stereo-Tuner für höchste Ansprüche .....	130
Für den KW-Amateur	
Koaxial-Dämpfungsglieder · Berechnung, Konstruktion ..	133
Digitale Elektronik · Praktische Einführung für den jungen Techniker .....	135
Kraftfahrzeug-Elektronik	
Voll-elektronischer Richtungsblinker .....	138
Für Werkstatt und Labor	
PTC-Heizelement für Lötkalben .....	138
Spender für Flüssigkeiten .....	138
Für den jungen Techniker	
Der Oszillograf in der Service-Werkstatt .....	140

Unser Titelbild: Nach einem neuen Verfahren kann man jetzt Transistoren auch auf dünnen Folien wie zum Beispiel Papier in Aufdampftechnik herstellen (s. a. S. 120) Aufnahme: Westinghouse

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

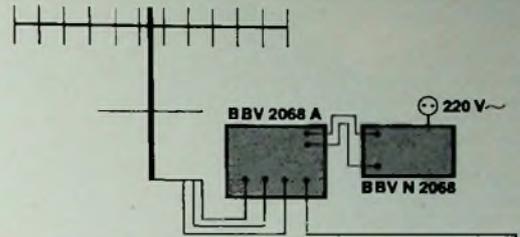
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrlkt. Chefredakteur: Wilhelm Rath; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chekkorrespondent: Werner W. Dielenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postcheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrolith usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

## Der neue Universal-Breitbandverstärker - also ein einziges Gerät - verstärkt jetzt sämtliche Frequenzbereiche von 47-860 MHz.

Das unterscheidet ihn von herkömmlichen Antennenverstärkern.

Und er erzielt dabei höchste db-Werte:

29 db im Frequenzbereich	I (VHF)
28 db im Frequenzbereich	II (UKW)
29 db im Frequenzbereich	III (VHF)
22 db im Frequenzbereich	IV/V (UHF)



Das Ergebnis: Diamantklare Fernsehbilder im 1., im 2. und im 3. Programm. Selbst noch im 10. Programm, wenn es mal eines geben sollte.

Und die Montage? Schnell und einfach. Nur noch das Koax und das Netzgerät anschließen, fertig. Ohne Meßgeräte. Ohne Einstellen einzelner Kanäle.

Und wie gesagt: Der neue Universal-Breitbandverstärker 2068 verstärkt nicht nur einen Kanal, sondern gleich sämtliche Frequenzbereiche von 47-860 MHz. Das ist der Unterschied.

Sollte auf dem Dachboden kein Netzanschluß vorhanden sein, erfolgt die Stromversorgung einfach über das Koaxialkabel.



Der Universal-Breitbandverstärker 2068 ist für jeden Antennentyp geeignet. Für alle Einzelantennen und für alle Gemeinschaftsanlagen bis zu 10 Teilnehmeranschlüssen.

# FTE maximal

Fernsehtechnik und Elektromechanik GmbH & Co KG  
7130 Mühlacker, Postf. 346

FTE maximal, 7130 Mühlacker, Postfach 346

○ Schicken Sie mir bitte kostenlos und unverbindlich Ihre aktuelle Prospektmappe »Der Fachhandel braucht problemlose Produkte...«

Name

Postleitzahl/Ort

Straße

4





## Neue Geräte

### Grundig

Grundig startete das Schwarz-Weiß-Fernsehempfängerprogramm 1969 mit sieben neuen Modellen, von denen die Tischgeräte „T 7008“, „T 7018“ und „Record 2400“ sowie die Standgeräte „T S 7502“ und „Magnus 2400“ mit der neuen 61-cm-Bildröhre bestückt sind, während die Tischempfänger „F 7005“ und „T 7015“ 59-cm-Bildröhren aufweisen. Alle Modelle haben das gleiche Chassis mit dem bewährten diodenabgestimmten Allbereichtuner, einem Selen-Hochspannungs-Stabgleichrichter und einer integrierten Schaltung im Ton-ZF-Teil, die jetzt auch den Tondemodulator einschließt. Die Programmwahl erfolgt beim „T 7005“ und „T 7008“ mit dem auf acht Programme erweiterten Einknopfwähler „Monomat“ und bei den übrigen Tischgeräten mit einem neuen sieben-teiligen Drucktastenaggregat. Die Standmodelle haben sieben Sendertasten in trapezförmiger Anordnung.

### Loewe Opta

Das neue Compact-Cassetten-Tonbandgerät „Optacord 440“ von Loewe Opta hat 800 mW Ausgangsleistung und überträgt den Frequenzbereich 80 ... 10 000 Hz. Die Bedienung erfolgt über vier Drucktasten und eine Löscht- und Sperrtaste. Neben dem Anschluß für das Mikrofon (mit Start-Stop-Fernbedienungs-schalter) sind Anschlußmöglichkeiten für Rundfunkgerät, Plattenspieler (über handelsüblichen Adapter), zweites Tonbandgerät, Außenlautsprecher und Ohrhörer vorhanden. Eine weitere Buchse erlaubt die Speisung aus einem Netzgerät oder einer Autobatterie.

### 20 Jahre UKW-Rundfunk in Deutschland

Am 28. Februar 1949 begann mit der Einschaltung des ersten UKW-Rundfunksenders eine neue Epoche des Hörfunks. Kurz nachdem die von Rohde & Schwarz für den Bayerischen Rundfunk entwickelte UKW-Anlage im Münchener Stadtteil Freimann in Betrieb genommen war, kam aus 9 km Entfernung die Meldung „Wir haben ausgezeichneten, störungsfreien Empfang!“ Das war die Premiere des UKW-Rundfunks.

Eine stürmische Entwicklung begann. Nicht nur der Hörfunk, sondern auch die Privatwirtschaft, öffentliche Dienste, Polizei und Feuerwehr profitierten von dieser Technik – für sie erschloß der UKW-Sprechfunk neue Möglichkeiten. Dem Bayerischen Rundfunk folgten bald andere Sendeanstalten. Heute gibt es in der Bundesrepublik Deutschland mehr als 250 UKW-Rundfunkstationen.

### Erweiterung des Stereo-Sendernetzes in Nordbayern

Seit dem 25. Januar 1969 übertragen drei weitere UKW-Sender des II Hörfunk-Sendernetzes auch stereophone Rundfunksendungen, und zwar die Sender Büttelberg/Frankenhöhe II (88,2 MHz), Coburg (Eckartsberg) II (88,3 MHz) und Kreuzberg Rhön II (83,1 MHz). Damit haben 78,7 % der Einwohner Bayerns über insgesamt neun UKW-Sender die Möglichkeit, Stereo-Sendungen zu empfangen.

### VDE-Symposium und -Fachtagung „Einsatz von EDV-Anlagen im technischen Bereich von Versorgungsanlagen“

Veranstaltet von der VDE-Fachtagung „Energieübertragung“ und „Energieverteilung“, finden vom 12.-14. 3. 1969 in der Technischen Hochschule Darmstadt das VDE-Symposium und die VDE-Fachtagung „Einsatz von EDV-Anlagen im technischen Bereich von Versorgungsbetrieben“ statt. Nähere Angaben: HEAG-Haus, Zi. N 114, 61 Darmstadt, Luisenstr. 12 (Anruf: 0 61 51 19 12 19).

### Tagung der Post-Ingenieure

Zum 10. Male veranstaltet der Verband Deutscher Post-Ingenieure e. V. (VDPI) zur kommenden Hannover-Messe seine Fachtagung. Das Generalthema der Jubiläumsveranstaltung lautet: „Datentechnik bei der Deutschen Bundespost.“ Den Festvortrag hält Dr. Werner Dollinger, der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen spricht zu dem Thema „Computer verändern die Deutsche Bundespost“.

Die Themen der Fachvorträge lauten: „Zielsetzungen der Datentechnik bei der Deutschen Bundespost, Post- und Datentechnik“; „Speicher- und Schaltkreistechnik von Datenverarbeitungsanlagen, Das Telefon als Datengerät“; „Der

optimale Ausbau des Fernsprechnetzes der Deutschen Bundespost mit Hilfe der EDV“.

Die Tagung wird am Sonntag, dem 27. 4. 1969, und Montag, dem 28. 4. 1969, durchgeführt. Nähere Unterlagen: Verband Deutscher Post-Ingenieure e. V. (VDPI), Bezirksgruppe Hannover, 3000 Hannover, Zepplinstraße 24 (OPD 22 A-3).

### Weitverkehr-Hohlleitersystem

Die Felten & Guilleaume Kabelwerke AG hat ein Weitverkehr-Hohlleitersystem entwickelt und in 3 km Länge als Versuchsstrecke an das Fernmeldetechnische Zentralamt der Deutschen Bundespost geliefert. Über dieses System lassen sich etwa 300 000 Gespräche gleichzeitig führen.

### Elektronisches Schnittverfahren für Videobänder

Ein elektronisches Schnittverfahren für das exakte Schneiden von Videobändern hat die Fernseh GmbH entwickelt. Die Schnitteinrichtung, die aus einem Schnittsteuergerät und einem Schnittausröser in Kassettenbauweise besteht, die nachträglich in die Video-Bandaufzeichnungsanlage der Fernseh GmbH eingebaut werden, ermöglicht sowohl die sequentielle Aufzeichnung von Szenen verschiedener Bänder auf einem Band (Assemble-Betrieb) als auch sehr präzise Einfügungen (Insert-Betrieb) ohne Änderung der bestehenden Programmzeiteinteilung. Der exakte Schnitteinsatz ist durch den Markierungston, der das automatische Schneiden steuert, gewährleistet. Um die Schnittfolge vorher zu überprüfen, können Video- und Tonschnitte ohne Löschen der vorhandenen Aufnahmen simuliert werden. Schwarz-Weiß- und Farbszenen lassen sich in beliebiger Folge aneinanderfügen.

### Transistoren und Dioden im Streichholzkopfformat

Für Anwendungen in Hörgeräten, elektronischen Uhren, Radiosonden, Dickfilmschaltungen usw. hat SGS drei Silizium-Planar-Dioden und sieben Silizium-Planar-Epitaxial-Transistoren in Epoxygehäusen in Streichholzkopfformat mit einem Gehäusevolumen von weniger als 0,06 cm<sup>3</sup> herausgebracht, die gegenüber mechanischen Einwirkungen sehr widerstandsfähig sind. Sie bestehen aus einem Kovarplättchen, das zusammen mit den Anschlüssen den tragenden Rahmen bildet, dem aufgetragenen Siliziumsystem, das mit den Anschlüssen durch Goldbondierung verbunden ist, und der Epoxymasse, in die das fertig montierte Bauelement getaucht ist. Mit den bandförmigen Anschlüssen lassen sich gute Lötverbindungen herstellen. Bei den Transistoren handelt es sich um je ein Komplementärpaar hochsperrender Schalttransistoren, HF-Verstärker- und rauscharmer Vorverstärkertypen sowie um einen sehr schnellen Schalttransistor.

### Neuartige Höhenklimakammer

In Zusammenarbeit zwischen Siemens und der Firma Bräbender, Duisburg, wurde für die Abteilung Erprobung des Siemens-Zentral-Laboratoriums eine Höhenklimakammer entwickelt, deren etwa 20 m<sup>3</sup> großer Nutzraum durch eine hydraulisch abfahrbare Seitenwand und durch eine Druckschleuse von der Außenwelt abgeschlossen ist. Durch die Schleuse kann man den Innenraum auch während eines Versuches mit extremen klimatischen Bedingungen betreten. Kälte kann darin bis zu einer Temperatur von -80 °C, Wärme bis zu 150 °C und Feuchtigkeit bis zu 100 % bei Temperaturen bis zu +60 °C erzeugt werden. Der niedrigste Druck liegt bei 10<sup>-2</sup> Torr, was einer Höhe von 70 km über der Erdoberfläche entspricht. Außerdem besteht die Möglichkeit, einen Schwingtisch in die Kammer einzufahren, um klimatische und mechanische Einflüsse in Testprogrammen zu koppeln.

### Ohne Kommentar...

#### Fernsehen in Farbe

sobald in jedem Gerät möglich. Ohne Montagevorkenntnisse, patentiert u. bis 11. emplot. Für alle Bildgrößen jeder III F. Colorfilter nur DM 29.50. Nachnahme u. Porto risikolos, Rückgaberecht innerhalb 8 Tagen. Wir suchen tüchtige Damen und Herren als Vertreter.

H. Bartsch

7317 Wemdingen/M., Postfach 80

(Anzeige aus der Stuttgarter Zeitung vom 22. 1. 1969, Seite 19)

# Das ist Blaupunkt.

“Das große Unternehmen  
der Unterhaltungs-Elektronik  
stellt sich vor.”



Blaupunkt ist eines der großen Mitglieder der Bosch Gruppe. Kreativ Dynamisch. Dieses Unternehmen trug bedeutende Fortschritte in unsere Welt. Das erste Kofferradio der Welt. Das erste Autoradio der Welt.

Das erste Stereo-Autoradio in Europa. Den ersten versenkbaren Fernseher. Das erste in Europa komplett hergestellte Taschenradio für AM und FM (Made in Germany).

Blaupunkt ist heute Schrittmacher des Fortschritts auf allen

Gebieten der Unterhaltungs-Elektronik. Über 12 000 Mitarbeiter befassen sich mit nichts anderem als Unterhaltungs-Elektronik. Mit den besten Köpfen in den Entwicklungsabteilungen. Mit ständig neuen Ideen für Umsatzträger.

Die ganze  
Unterhaltungs-  
Elektronik von



**BLAUPUNKT**

# FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

Offizielles Organ

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

jetzt mit  
erweitertem Themenkreis!

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

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

## FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

Beiträge aus nachstehenden Gebie-  
ten veröffentlicht:

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

Monatlich ein Heft

Probeheft und ausführliches Angebot auf Anforderung

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
1 BERLIN 52

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

### Loewe Opta bindet die Vertriebswege

Loewe Opta hat für ihre Erzeugnisse jetzt die Vertriebsbindung eingeführt. Sie werden also nur vom Fachgroß- und Facheinzelhandel vertrieben, um für den Endverbraucher fachliche Beratung, fachgerechte Aufstellung des Gerätes und einen gut funktionierenden Kundendienst zu gewährleisten. Außerdem soll damit erreicht werden, daß Loewe Opta-Erzeugnisse nicht zu Lockvogelangeboten benutzt werden, die dem Endverbraucher eine im einzelnen oder insgesamt nicht vorhandene Preiswürdigkeit vortäuschen.

### Adler und Triumph unter neuer Leitung

Mit Beendigung der außerordentlichen Hauptversammlung der Adlerwerke vorm. Heinrich Kleyer AG, Frankfurt/M., (9.1.1969) und der Triumph Werke Nürnberg AG, Nürnberg, (10.1.1969) haben die Aufsichtsratsmitglieder Dr. Eugen Widmaier (Vorsitzender), Generaldirektor Otto Siewek und Dipl.-Ing. Franz Mitterer ihre Mandate niedergelegt. Die bisherigen Vorstandsmitglieder Generaldirektor Karl Richter und Direktor Wilhelm Scheller sind aus den Vorständen der beiden Werke ausgeschieden. Sie sind weiter in leitenden Positionen für die Grundig-Gruppe tätig.

Die Grundig Büratechnik GmbH, Fürth, hat ihre Firmennamen in Triumph-Adler Vertriebs-GmbH, Fürth, geändert.

### Bosch mit 50 % an Hesser beteiligt

Die Robert Bosch GmbH hat zum Jahresbeginn 1969 durch Aktienzukauf weitere 25 % an der Fr Hesser Maschinenfabrik AG, Stuttgart-Bad Cannstatt, erworben. Damit ist Bosch jetzt mit 50 % an dem Unternehmen, das Verpackungsmaschinen herstellt, beteiligt. Bereits seit einigen Jahren ist Bosch mit zwei Tochtergesellschaften, der Hamac-Hansella GmbH, Viersen, und der Gebr. Höller GmbH, Bergisch Gladbach, auf diesem Gebiet tätig.

### 10 % mehr Beschäftigte

Bei der deutschen NCR - National Registrier Kassen GmbH hat sich 1968 die Zahl der Beschäftigten um etwa 10 % erhöht. Davon entfallen auf die Fabriken in Augsburg, Berlin und Gießen 451 und auf die Verwaltung einschließlich des Außendienstes 222 Personen. Der Grund für die Vergrößerung des Personalbestandes war die Erweiterung der elektronischen Fertigung. Außerdem erforderte die zunehmende Nachfrage nach System- und Software-Unterstützung eine personelle Ausweitung.

### Argentinischer Großauftrag über Fernmeldeeinrichtungen

Einrichtungen für das Fernsprech- und Fernschreibnetz Argentinens im Werte von 360 Mill. DM wird Siemens von 1970 bis 1974 liefern. Der Auftrag umfaßt die Lieferung von 340 000 Telefon-Anschlußeinheiten und Telefonen sowie von 4000 Telex-Anschlußeinheiten, die überwiegend aus der Siemens-Fertigung in Argentinien stammen werden. Außerdem wird Siemens die Ausbildung des Fernmeldepersonals übernehmen.

### ITT gründet Aerospace/Optical Division

Um Forschungsergebnisse und Fertigungsverfahren auf den Gebieten Weltraumtechnik und Elektro-Optik einem breiteren Anwenderkreis zugänglich machen zu können, bildete die International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) eine Aerospace/Optical Division mit Sitz in San Fernando, Kalifornien. Dieser neue Geschäftsbereich faßt Forschung, Entwicklung und Fertigung von acht Erzeugnisgebieten (darunter Satellitensysteme für Navigation und Nachrichtenübertragung, Einrichtungen für die Luftverkehrsüberwachung, Nachtsichtgeräte sowie elektro-optische Systeme für Raumfahrzeuge) zusammen. Leiter der Aerospace/Optical Division ist Frederick H. Guterman.

### EMI-Farbfernsehen für den amerikanischen Markt

Die Firmen Electric and Musical Industries Ltd. (EMI) und International Video Corporation (IVC) haben ein Marktabkommen getroffen, nach dem IVC Farbfernsehkameras und -übertragungsgeräte von EMI in den USA verkaufen wird. Die beiden Firmen werden eine 3-Röhren-Farbfernsehkamera für den Einsatz im Studio herausbringen, die von EMI für den amerikanischen Markt entwickelt wurde. Außerdem wird die 4-Röhren-EMI-Kamera „2001“ von IVC in den USA auf den Markt gebracht werden.



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

W. SPECKMANN, DJ5UD

## Wege zum Amateurfunk

Amateurfunk als modernes, zeitensprechendes Hobby kann heute bei uns von jedermann ausgeübt werden, wenn er die laut Gesetz geforderten Voraussetzungen erfüllt. Seine durchaus nicht nur auf die Jugend bezogenen menschlich-erzieherischen Werte liegen weit gespannt zwischen dem Reiz rational erfaßbaren technischen Funktionierens und der trotz allen Fortschritts gebliebenen Faszination des Wunderbaren, Geheimnisvollen, die er auf Alt und Jung ausübt. Menschen aller sozialen Schichten, Universitätsprofessoren und Arbeiter, Kaulleute und Lehrer, Plarrer und Schauspieler haben sich ihm verschrieben, darunter nicht wenige Frauen.

Spezielle Typen bildeten sich heraus. Da gibt es neben dem reinen Funksprecher den Highspeed-Telegalisten, beide spezialisiert wieder auf Nahverkehr oder weltweiten sogenannten DX-Verkehr. Für den UKW-Amateur beginnt sein Hobby erst ab 144 MHz so richtig interessant zu werden. Mit der Zunahme der Kraftfahrzeuge wuchs der mobile Amateurfunk; weit über 1000 derartiger beweglicher Stationen gibt es heute bei uns. Wettbewerbe innerhalb aller dieser Sparten, so zum Beispiel in der schönen Jahreszeit das Arbeiten mit netzunabhängigen Stationen beim Field-Day, halten das Interesse wach und fördern dauernde Weiterentwicklung. Funkfernsehen und Fernsehen erschlossen sich dem Amateur. Auf der Schwelle zur Weltraumfahrt gewinnt aber auch wieder der reine Beobachter, der Hör-Amateur, seine alte besondere Bedeutung zurück, wenn er qualitativ und quantitativ messend Raumsignale aufnimmt, registriert und den auswertenden wissenschaftlichen Zentralen zuleitet.

Die gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen zum Erwerb der A- oder C-Lizenz stellen notwendige, aber auch begrüßenswerte Filter dar, wobei die A-Lizenz später zur B-Lizenz erweitert werden kann. Will der Anfänger bereits auf den Kurzwellenbändern 80, 40, 20, 15 und 10 m arbeiten, dann kommt er um die Klippe nachzuweisender Morsekenntnisse nicht herum. Ohne Telegalrie, aber im übrigen nicht einfacher, kann er die seit kurzem auch bei uns geschaffene C-Lizenz erwerben, die ihn berechtigt, auf den höherfrequenten Bänder „in die Luft zu gehen“.

Auf welchem Wege gelangt der Funkamateurler nun durch das Eingangstor seiner Wünsche, der (hoffentlich bestandenen) Lizenzprüfung? — Am wichtigsten dürfte auch heute noch zweifellos sein aus eigenem Antrieb erwachsenes persönliches Bemühen sein. Dieser Weg ist dornenvoll und steinig; Strahlfeuer können sich hier nicht halten. Deshalb sind zunächst als Grundlage Charakterfestigkeit, ein bestimmter Intelligenzgrad und vor allem Zähigkeit und Geduld unerläßliche Voraussetzungen.

Hilfe dem Neuling — wir Amateure sagen Newcomer — bietet die Gemeinschaft der Amateurlerker selbst, die in der Bundesrepublik Deutschland im Deutschen Amateur Radio Club (DARC) zusammengeschlossen sind. Hier in seinem Ortsverband beantworten erfahrene Amateure seine speziellen Fragen; Vorträge,

Abendkurse, Anleitung beim Basteln helfen ihm weiter. Die überwiegende Zahl aller Neulizenzierten kommt über dieses „Meister — Lehrling“-Verhältnis an Mikrofon und Taste.

Neben dieser örtlichen Basisarbeit hilft der DARC durch Herausgabe seiner monatlich erscheinenden Clubzeitschrift, durch Arbeitsblätter an die Ortsverbände und durch Mitteilungen einzelner Distrikte mit einer Fülle von einfachen und anspruchsvollen Aufsätzen. Ein besonderes Vorstands-Referat wendet sich direkt an den Newcomer und bemüht sich um seine intensive Weiterbildung.

Es immer wieder neu aufgelegte und auf den modernsten Stand gebrachte Druckschrift „Starthilfe“ sagt bereits durch ihren Titel, was der DARC mit ihr beabsichtigt. Hier und nach ausführlicher in einigen preiswerten Lehrbüchern findet der Anfänger die für ihn besonders wichtigen grundlegenden gesetzlichen Bestimmungen, Anleitungen für Funkbetriebstechnik sowie systematisch einführende Abschnitte über physikalisch-technische Grundlagen.

Da die C-Amateure im allgemeinen ihre Lizenzklasse später erweitern wollen, hilft ihnen wiederum ihr Club durch regelmäßige Ausstrahlung von Morseübungen. Außerdem gibt er einen Schallplattenkursus heraus, dessen einzelne Lektionen methodisch geschickt aufgebaut sind und in einem Beiheft erläutert werden. Von Jahr zu Jahr zunehmende Bedeutung gewinnen vor allem geschlossene Fortbildungskurse. Am Anfang als Versuch in der Jugendherberge Don Bosco in Benediktbeuren (Oberbayern) gestartet, wurde 1968 dort bereits der 5. Jugendlehrgang erfolgreich beendet. Weitere Kurse auf Distriktebene kamen hinzu; es wurde sogar notwendig, eine Art einheitliche Ausbildung für die Lehrer, sogenannte Jugendleiterlehrgänge, zu veranstalten.

Zweifellos ist der Wirkungsgrad 14tägiger Lehrgänge wegen der nur hier möglichen zeitlich-stafflichen Konzentration am größten. Der bloße Anfänger wird am Ende einer solchen Veranstaltung mindestens die clubinterne DE-Prüfung (für Kurzwellenhörer) ablegen können. Schon „Vorbelastete“ erreichen die Lizenzreife. Eine Antwort auf die Frage „Einzel- oder Gruppenförderung“ zu geben, wäre ohne Beachtung wechselnder örtlicher Verhältnisse sinnwidrig. Der isoliert auf dem Lande wohnende und von seinem nächsten kleinen Ortsverband abgesetzte OM wird zweifellos auf einem Lehrgang am besten gefördert. Größere und dadurch besser arbeitstüchtige Ortsverbände in Großstädten mit eigenen Räumen und Clubstationen können ihren Mitgliedern selber in absehbarer Zeit zur Lizenz verhelfen.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß es auch bereits namhafte Fernlehrinstitute gibt, die als neue Sparte den Amateurfunk mit Zielsetzung Lizenzprüfung in ihr Programm aufgenommen haben. Auch sie helfen dem Anfänger weiter, wenn auch aus anderen Gründen als seine Kameraden.

Wollte man für die Zukunft eine Prognose über die Weiterentwicklung des Amateurfunks geben, so kann man nicht umhin festzustellen, daß diesem, unserer modernen technisierten Welt adäquaten Freizeitsport noch viele Anhänger zuströmen werden. Allein bewegt von ideellen Motiven, trägt er letztlich indirekt auch zur ständigen Stärkung der wissenschaftlich-technischen Potenz bei.

Oberstudiendirektor W. Speckmann ist 2. Vorsitzender des Deutschen Amateur Radio Clubs (DARC).

## Papier-Transistoren

Westinghouse hat ein Verfahren entwickelt, mit dem man Transistoren auf Papierbasis herstellen kann. Sie lassen sich gewissermaßen ausschneiden, verwenden und werden dann weggeworfen. Die Transistoren werden in Dünnschichttechnik auf Klarsichtfolie (wie sie in der Küche verwendet wird), auf Papier oder auch auf Aluminiumfolie „aufgedruckt“ (s. auch Titelbild dieses Heftes). Bei dem neuen Verfahren bringt man die Transistoren mit Hilfe von Matrizen in Aufdampftechnik auf eines der genannten Substrate auf. Die Abmessungen entsprechen etwa dem Querbalken dieses gedruckten „t“, doch ist die Dicke viel geringer als diejenige der hier verwendeten Druckerschwärze. Deshalb können die Transistoren gebogen, verdreht und aufgewickelt werden, und man sieht die Möglichkeit, sie zusammen mit anderen Bauelementen in Dünnschichttechnik auf Datenkarten, in Bücher usw. zu „drucken“. Die Massenproduktion könnte in Form von Rollen oder Streifen, aus denen die Transistoren auszuschneiden sind, erfolgen. Dünnschichttransistoren auf Papier oder Plastikfolien können zu äußerst preisgünstigen Anwendungen in der Spielzeugindustrie, bei Hobby-Baukästen oder Lehrmitteln führen. Vorstellbar sind beispielsweise Lehrbücher mit „eingebauten“ funktionsfähigen Schal-

tungen, die in Dünnschichttechnik auf einer Buchseite untergebracht sind.

Das neue Verfahren - es befindet sich zweifellos erst im Anfangsstadium der Entwicklung - weicht von der herkömmlichen Dünnschichttechnik stark ab. Bisher waren als Substrate nur starre Plättchen mit feinstbearbeiteter (polierter) Oberfläche verwendbar, wie etwa Saphir, Quarz oder auch Glas. Auch hinsichtlich der Aufdampftechnik gibt es Unterschiede. Während man bis jetzt die verschiedenen aufzudampfenden Schichten in getrennten Arbeitsgängen mit mehrmaligem Auspumpen der Vakuumkammer aufbringen mußte, werden mehr als 600 Dünnschichttransistoren in einem Vakuum-Arbeitsgang auf einen etwa briefmarkengroßen Abschnitt des Papierstreifens „gedruckt“. Als Ausgangsmaterialien finden neben dem Substrat noch Gold, Tellur, Aluminium und Glas Verwendung. Die schrittweise Bewegung des Streifens ist ähnlich der eines 35-mm-Films in einer Filmkamera.

Die Transistoren wurden ohne irgendwelche Schutzkapselung mehr als 1000 Stunden ohne meßbare Datenverschlechterung betrieben. Auch die Ausbeute an einwandfreien Transistoren ist sehr gut. Man hofft, die Entwicklung so weit vorantreiben zu können, daß vollständige elektronische Schaltungen automatisch auf lange Bänder aufgebracht werden können, wobei Drucken beziehungsweise Aufdampfen, Prüfen und Kapseln zu einem kontinuierlichen Arbeitsgang zusammengefaßt sind. *M. Lorant*

Lastwiderstands auf Frequenz und Güte des Bauelements.

Der Frequenzbereich, in dem der RGT anwendbar ist, liegt zwischen etwa 500 Hz und 50 kHz. (Noch höhere Frequenzen lassen sich erreichen, wenn harmonische Schwingungen der Goldfeder ausgenutzt werden.) Die obere Bereichsgrenze wird bestimmt durch die geringsten Abmessungen des Resonators, die noch mit Hilfe eines Fotoprozesses genügend genau herstellbar sind. Das untere Bereichsende wird dagegen durch die zunehmende Stoßempfindlichkeit bestimmt, wobei der Resonator infolge von außen einwirkender Beschleunigungskräfte in seiner Eigenfrequenz angeregt wird.

### Abhängigkeit von Güte, Resonanzfrequenz und Verstärkung

Die Güte oder Bandbreite eines RGT hängt stark von der Dämpfung durch die umgebende Atmosphäre ab. Bei normalem Luftdruck liegen die typischen Gütewerte zwischen 30 und 150. Evakuiert man einen RGT bis auf einen Restdruck von 0,1 Torr oder weniger, dann steigt die Güte auf 1000 oder mehr an.

Obwohl die Resonanzfrequenz durch die Eigenschaften der Goldfeder weitgehend festgelegt ist, läßt sich eine gewisse Verschiebung durch Verändern der Polarisationsspannung erreichen. Bezeichnet man die ursprüngliche Resonanzfrequenz mit  $f_0$ , die veränderte Resonanzfrequenz mit  $f_r$ , die Polarisationsspannung mit  $U_p$  und die Polarisationsspannung, bei der eine Berührung der Goldfeder mit der Eingangselektrode erfolgt, mit  $U_{p1}$ , dann gilt die Beziehung

$$\frac{f_0 - f_r}{f_0} \approx k \cdot \left( \frac{U_p}{U_{p1}} \right)^2$$

Darin ist  $k$  eine Konstante mit einem Betrag von etwa 0,15. Bild 2 zeigt diesen Zusammenhang. In der Praxis ist nur der Bereich ausnutzbar, innerhalb dessen die Frequenzänderung etwa 15% beträgt.

## Der Resonanz-Gate-Transistor

Der Resonanz-Gate-Transistor (RGT) von Westinghouse ist ein neuartiges Abstimmelement, das durch die Anwendung der modernen Halbleitertechnologie auf das alte Problem der Frequenzselektivität entstanden ist. Der zur Zeit noch in der Entwicklung befindliche RGT wird in Kürze sicher viele neue Anwendungen von integrierten

Signal umformt (Bild 1). Der Eingangswandler arbeitet elektrostatisch. Weil die Kraft vom Quadrat der Eingangsspannung abhängt, muß die Eingangsspannung - um einen linearen Betrieb zu erreichen - einer höheren konstanten Vorspannung (Polarisationsspannung) überlagert werden. Als mechanischer Resonator dient eine kleine,

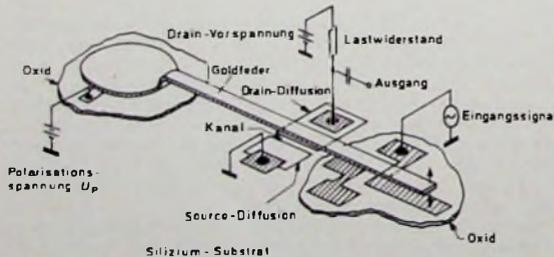


Bild 1. Aufbau des Resonanz-Gate-Transistors in schematischer Darstellung

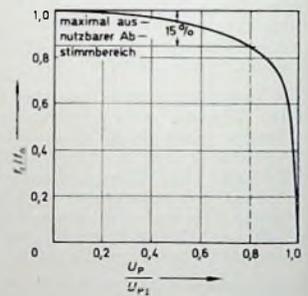


Bild 2. Relative Verstärkung  $f_r/f_0$  als Funktion der relativen Polarisationsspannung  $U_p/U_{p1}$

Schaltungen nach dem gegenwärtigen Stand der Technik ermöglichen, die bisher das Einbeziehen von externen Resonanzkreisen erforderten.

### Wirkungsweise des RGT

Die Wirkungsweise des Resonanz-Gate-Transistors ist gekennzeichnet durch einen Wandler im Eingang, der das elektrische Signal in eine Kraft umformt, durch einen mechanischen Resonator hoher Güte und durch einen Ausgangswandler, der die mechanische Schwingung wieder in ein elektrisches

einseitig eingespannte Goldfeder, deren Eigenschaften die Eigenresonanz und Güte des Bauelements bestimmen. Die Resonanzfrequenz ist in gewissen Grenzen durch Verändern der Polarisationsspannung einstellbar.

Der Eingangswandler des Transistors entspricht im Prinzip einem MOS-Feldeffekttransistor, bei dem die sonst feste Gate-Elektrode durch die über dem Kanal schwebende Goldfeder ersetzt ist. Diese Anordnung hat den Vorteil des sehr geringen Einflusses des

Bemerkte sei noch, daß der Temperaturkoeffizient der Resonanzfrequenz bis zu einer Polarisationsspannung, die etwa 30% von  $U_{p1}$  beträgt, ungefähr  $2 \cdot 10^{-4}/^\circ\text{C}$  ist. Bei höheren Polarisationsspannungen steigt der Temperaturkoeffizient recht steil an. Mit dem Bauelement kann zwar eine Verstärkung erreicht werden, doch muß dazu die Polarisationsspannung schon in der Größenordnung von  $U_{p1}$  liegen, so daß man im praktischen Betrieb eine Spannungsdämpfung von etwa 6...15 dB in Kauf nimmt. *Gu.*

# Aufwandsparende Chromateil-Schaltungsgruppe für Farbempfänger

Beim Farbfernsehempfänger wird die im übertragenen Signal enthaltene und am Ausgang des ZF-Verstärkers in die Hilfsträgerlage zurückversetzte Farbinformation dem Chroma- und Burstverstärker zugeführt. Der Chromaverstärker hat die Aufgabe, das Frequenzspektrum um den Farbträger von 4,43 MHz mit einer 3-dB-Bandbreite von mindestens 1,8 MHz (+0,6 MHz oberhalb und -1,2 MHz unterhalb des Farbträgers) zu übertragen. Hinter dem Verstärker wird das Chromasignal mit ausgetastetem Burst dem Laufzeitmodulator zugeführt.

Im Burstverstärker wird der Burst zum Synchronisieren des Farbträgersoszillators und des PAL-Umschalters verstärkt. Üblicherweise wird die Verstärkung der gemeinsamen Vorstufe von Farbfernsehempfängern für Chroma und Burst automatisch geregelt. Auf diese Weise werden Änderungen der Farbsättigung ausgeglichen, die beispielsweise bei Fehlabbildung des Tuners auftreten können.

Die im folgenden beschriebene Schaltung ist eine besonders aufwandsparende Kombination vieler Teilfunktionen. Sie enthält eine zum Ausgleich von Farbträgerschwankungen geregelte Chromavorstufe, eine Chroma-Endstufe, je eine Burstvorstufe und -Endstufe, die Burstauftastung (damit am Ausgang des Burstverstärkers nur noch der Burst vorhanden ist) und die Burstauftastung, damit am Laufzeitmodulator der Burst im Chromasignal nicht mehr erscheint) sowie eine automatische Farbabschaltung.

Hervorzuheben ist die Kombination der Burst- und Chroma-Endstufe als

Schmitt-Trigger; dadurch werden auf einfache Weise Austastung des Bursts aus dem Chromasignal und exakte und schnelle Farbabschaltung ermöglicht.

## Anforderungen an den Chroma- und Burstverstärker

Zur Korrektur der zu erwartenden Farbträgerschwankungen soll der Regelungsbereich etwa 20 dB betragen. Die Schaltung soll außerdem gegen Betriebsspannungs- und Temperaturänderungen sowie Transistorstreuungen unempfindlich sein.

Bei einem normgemäßen FBAS-Signal steht am Eingang des Chroma- und Burstverstärkers eine Chromaspannung von etwa  $3 V_{SS}$  zur Verfügung, die üblicherweise dem Emitter des Transistors der Videovorstufe entnommen wird. Damit auch im vollständig abgeregelten Zustand an der Eingangsimpedanz von 60 Ohm des Laufzeitmodulators eine Ausgangsspannung von mindestens  $2,5 V_{SS}$  vorhanden ist, muß die Spannungsverstärkung etwa gleich dem Regelungsbereich sein, also etwa 20 dB betragen.

Die Burstphase soll zum Ausgleich der Bauelementetoleranzen einstellbar sein (ungefähr  $\pm 40^\circ$ ). Die Burstausgangsspannung darf  $30 V_{SS}$  an einer Teilwicklung des Phasendiskriminators nicht unterschreiten, damit in den üblichen Empfängerschaltungen eine sichere Synchronisierung des Farbträgersoszillators und des PAL-Umschalters gewährleistet ist. Wenn eine sichere Synchronisierung nicht möglich ist, soll der automatische Farbabschalter den Chromakanal sperren. Der Farbabschaltpunkt soll zum Ausgleich von Empfängertoleranzen wählbar sein.

## Chromaverstärker mit Regelstufe

Die Eingangsstufe des Chroma- und Burstverstärkers (Bild 1) ist aus Übersteuerungsgründen mit einem als geordnetem Emitterfolger geschalteten Regeltransistor BF 167 bestückt. Das FBAS-Signal gelangt über den Emitterwiderstand R1 des ersten Videotransistors auf einen Resonanzkreis L1, C1, der auf die Farbträgerfrequenz von 4,43 MHz abgestimmt ist. Am Hochpunkt des Kreises erscheint nur noch das reine Farbsignal mit Burst, das über eine Serienschaltung aus C2 und R3 mit verhältnismäßig hohem Widerstand der Basis des Transistors BF 167 zugeführt wird. Diese Reihenschaltung bildet mit dem Eingangswiderstand des Regeltransistors einen Spannungsteiler. Wird die Basisvorspannung erhöht, dann steigt der Strom im Transistor an, und der Eingangswiderstand sinkt entsprechend. Damit ändert sich auch das Spannungsteilverhältnis, und das Ausgangssignal am Emitter des Regeltransistors wird kleiner.

Die Widerstände der Regelspannungszuführung an der Basis und der Emitterwiderstand sind niedrig, damit die Regelteilheit groß wird. Die Drosseln L2 und L3 verhindern das Bedämpfen des Farbsignals.

Am Ausgang der Regelstufen wird das Chromasignal über das kontrastreglergekoppelte Potentiometer R8 und den nach persönlichem Geschmack einstellbaren Sättigungsregler R10 der Basis des Chroma-Endstufentransistors zugeführt.

Die Chroma-Endstufe ist mit dem Transistor BF 232 bestückt, der über einen Transformator an die Laufzeit-

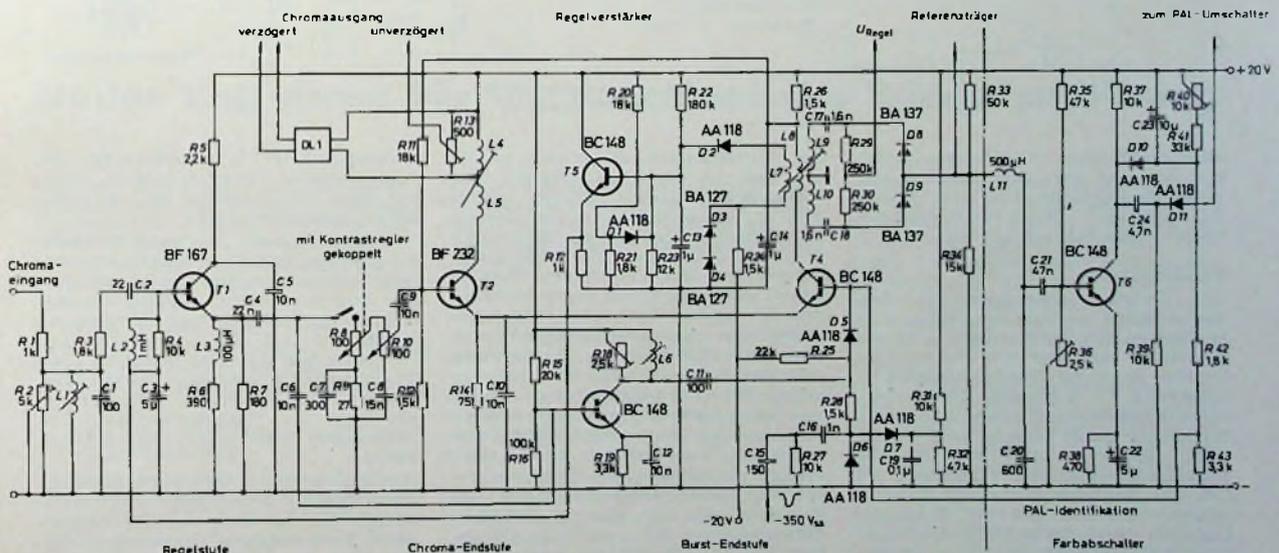


Bild 1. Schaltung des Chroma- und Burstverstärkers

verzögerungsleitung „DL1“ angepaßt ist. Mit dem 500-Ohm-Einstellregler am Eingang der Verzögerungsleitung kann die Amplitude des unverzögerten Signals auf die des verzögerten eingestellt werden.

In Verbindung mit dem Ausgangsübertrager hat die Verzögerungsleitung an ihrem Eingang eine Selektionskurve ähnlich der eines überkritisch gekoppelten Bandfilters. Die Einsattlung dieser Kurve wird durch den am Verstärkereingang liegenden Einzelkreis L1, C1 ausgeglichen. Der einstellbare Bedämpfungswiderstand R2 am Eingangskreis ermöglicht einen Ausgleich der Welligkeit bei verschiedenen Verzögerungsleitungen. Bild 2 zeigt das Über-

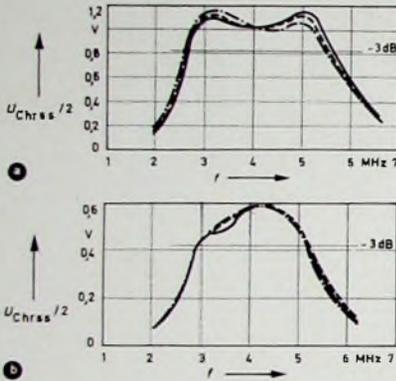


Bild 2 Durchlaßkurven der Schaltung nach Bild 1; a) bis zum Eingang der Verzögerungsleitung, b) bis zum Ausgang der Verzögerungsleitung (ausgezogen: Abregelung 0 dB; gestrichelt: Abregelung 10 dB; strichpunktiert: Abregelung 20 dB)

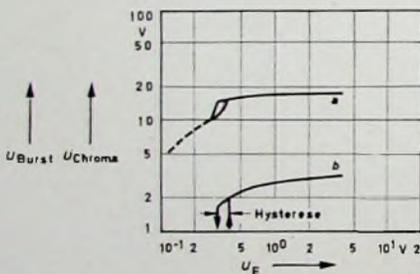


Bild 3 Burst- und Chroma-Ausgangsspannungen bei Änderung des FBAS-Signals am Eingang des Chroma- und Burstverstärkers; a)  $U_{Burst} = f(U_E)$  (gemessen am Kollektor des Transistors T4), b)  $U_{Chroma} = f(U_E)$

tragungsverhalten des Chromaverstärkers bis zum Ein- und Ausgang der Verzögerungsleitung. Die beim Regeln auftretenden Kurvenverformungen können vernachlässigt werden.

#### Burstverstärker

Der zunächst gemeinsam mit dem Chromasignal vorhandene Burst wird am Emitter des Regeltransistors T1 abgenommen und über den Kondensator C6 der Basis des Burstvorverstärkertransistors T3 zugeleitet. Der Kollektor-Außenwiderstand dieses Transistors besteht aus einem bedämpften Parallelkreis, dessen Kapazität sich aus der Ausgangskapazität des Transistors T3 und der Serienschaltung des Koppelkondensators C11 mit der Eingangskapazität des Burst-Endstufentransistors T4 zusammensetzt. Diese Kapazität ist aber nur während des Zeilen-

rücklaufs wirksam, und zwar dann, wenn die positive Spitze des differenzierten Horizontalrücklaufimpulses die Diode D5 durchschaltet.

Der Resonanzkreis am Kollektor des Transistors T3 dient als Phasendrehglied, mit dem die im Chromakanal gegenüber dem Burstverstärker sich ergebenden Phasenänderungen ausgeglichen werden und das richtige Verhältnis zwischen den Phasen des Bursts und der Chromainformation eingestellt wird.

Mit dem regelbaren Bedämpfungswiderstand R18 kann der Einsatzpunkt der automatischen Sättigungsregelung verändert werden: Wenn ein großer Widerstand eingestellt wird, bekommt die Burst-Endstufe ein größeres Signal, und der Regeltransistor wird über die Regelschaltung weiter abgeregelt. Die Amplitude des Chroma-Ausgangssignals wird entsprechend der Abregelung kleiner. Bei einem kleinen Wert des Widerstandes R18 gelangt dagegen ein kleines Burstsignal an die Burst-Endstufe, und die Chromaamplitude wird wegen der automatischen Sättigungsregelung größer.

Aus dem am Kollektor der Burstvorstufe stehenden Chromasignal wird durch Tastung über die Diode D5 nur der Burst auf die Basis des Burst-Endstufentransistors T4 übertragen. Die Diode wird in der übrigen Zeit über den Widerstand R25 in Sperrrichtung so vorgespannt, daß auch das größte vorkommende Chromasignal den Schwellwert des Transistors T4 nicht erreichen kann, so daß der Burst nur während der Auftastung am Kollektor dieses Transistors erscheint.

Zur Regelspannungserzeugung wird der an der Spule L7 stehende Burst mit der Diode D2 gleichgerichtet und geschieht einem Regelverstärkertransistor T5 zugeführt. Damit die Regelspannungserzeugung erst bei größeren Signalen einsetzt, ist die Diode D2 in Sperrrichtung vorgespannt. Die Vorspannung wird durch die in Flußrichtung gepolten Dioden D3 und D4 und durch die Basisvorspannung des Transistors T5 gebildet. Die Diode D1 verhindert ein Absinken der Basisspannung des Transistors T5 und damit auch des Transistors T1 bei größeren Sperrströmen der Diode D2, wie sie beispielsweise bei höheren Betriebstemperaturen vorkommen. Dadurch kann keine Abwärtsregelung eintreten. Bild 3 zeigt die Burst- und die Chroma-Ausgangsspannungen bei Änderung eines normgerechten FBAS-Signals am Eingang des Chroma- und Burstverstärkers. Die Regelschaltung hält beide Spannungen über einen genügend großen Eingangsspannungsbereich konstant. Beim Unterschreiten einer bestimmten Eingangsspannung schaltet der weiter unten beschriebene Farbabschalter den Chromaverstärker schlagartig ab.

#### Kombination von Chroma- und Burstverstärker

Die Endtransistoren T2 und T4 bilden nach der Art ihrer Zusammenschaltung einen Schmitt-Trigger (Bild 4). Zum Spannungsteiler R11, R12 ist ein großer Kondensator C14 parallel geschaltet. Die Funktionsweise während der Auftastung der Burst-Endstufe entspricht daher nicht der eines Schmitt-Triggers, weil in diesem Fall nur die Emitter-

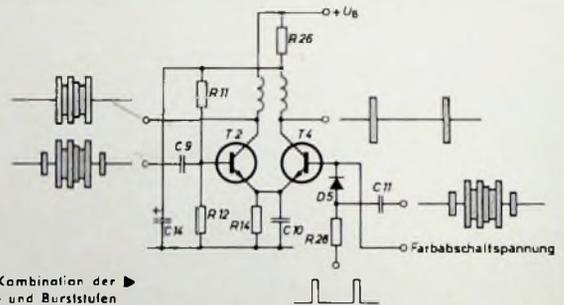


Bild 4 Kombination der Chroma- und Burststufen

Der Auftastimpuls soll zeitlich so liegen, daß sich der Burst stets auf dem Impulsdach befindet. Dieser Impuls wird aus einem negativen, vom Zeilentransformator bezogenen Horizontalrücklaufimpuls abgeleitet, indem dieser differenziert, der auftretende negative Anteil über eine Diode kurzgeschlossen und die positive Spitze begrenzt wird. Durch eine zusätzliche Differentiation über C16, R28 wird die Flankensteilheit des Impulses vergrößert. Die so aufbereitete Impulsspannung schiebt die Burst-Endstufe in ihren richtigen Arbeitspunkt. Der am Kollektor erscheinende Burst wird in der Phasenvergleichsschaltung zum Synchronisieren des Referenzträgerszillators, zum Erzeugen eines Impulses mit der halben Zeilenfrequenz für die PAL-Identifikation und zur Chroma-Regelspannungserzeugung herangezogen.

Die Verkopplung über R14 wirksam ist. Die volle Schmitt-Trigger-Funktion tritt nur beim Farbabschalter auf, der noch näher beschrieben wird.

Wenn an die Basis der Burst-Endstufe ein positiver Impuls geschaltet wird, ist diese während der Impulsdauer leitend. Der Impuls erscheint auch an der gemeinsamen Emitterleitung der Transistoren T2 und T4 und sperrt den Chromaverstärker. Am Kollektor des Transistors T4 wird der Impuls über den großen Kondensator C14 kurzgeschlossen. Die Kollektorstwicklung des Übertragers kann dabei vernachlässigt werden.

Der an der Basis der Burst-Endstufe gleichzeitig mit dem Impuls auftretende Burst wird nur von dieser verstärkt. Am Chroma-Ausgang, dessen Endstufe erst dann wieder leitend wird, wenn der Impuls an der Basis des Transistors

T4 wieder abgeklungen ist, erscheint nur noch die reine Farbinformation ohne Burst.

#### Automatischer Farbabschalter

Wenn der Burst zu klein ist oder ganz fehlt (Schwarz-Weiß-Empfang), so daß eine Synchronisierung des Bezugssträgeroszillators und des PAL-Umschalters in Frage gestellt ist, soll der Chromakanal gesperrt sein. Diese Aufgabe übernimmt der automatische Farbabschalter.

Beim Farbabschalter arbeiten die Transistoren T2 und T4, wie schon erwähnt, als Schmitt-Trigger. Wenn man an die Basis des Burst-Endtransistors T4 über einen Spannungsteiler (R40 bis R43) eine Gleichspannung legt, die so groß ist wie der Schwellwert des Transistors oder größer, wird dieser leitend, und am Außenwiderstand R26 entsteht ein Spannungsabfall. Im gleichen Verhältnis sinkt über den Spannungsteiler R11, R12 die Basisvorspannung des Chroma-Endtransistors T2, und dieser wird gesperrt. Der Sperrvorgang wird durch den gemeinsamen Emittierwiderstand R14 noch unterstützt. Am Ausgang des Chromaverstärkers erscheint dann also kein Farbsignal.

Wenn dem Burstverstärker ein genügend großer Burst angeboten wird, entsteht durch den von Zeile zu Zeile alternierenden Burst am Diodenmittelpunkt der Phasenvergleichsschaltung abwechselnd ein dem Bezugssträger überlagerter positiver und negativer Impuls. Diese Impulse werden über den Tiefpaß L11, C20 an die Basis des als C-Verstärker arbeitenden Transistors T6 gegeben. Der Transistor wird nur von den positiven Impulsen geöffnet, so daß am Kollektor negative Impulse von halber Zeilenfrequenz auftreten (PAL-Identifikationsimpulse). Diese Impulse werden zum Synchronisieren des PAL-Umschalters sowie zum Erzeugen einer negativen Schaltgleichspannung für die Farbschaltung her-

Tab. I. Daten des Chroma- und Burstverstärkers

	Chromaverstärker	Burstverstärker
Spannungsverstärkung	20 dB	50 dB
Ausgangsspannung	3 V <sub>eff</sub> (an L4)	±40 V <sub>eff</sub> (an L9 oder L10)
Einstellbereich der Burstphase		±40°
Regelumfang	-20 dB	+10 dB (bezogen auf Regelzustand bei Normsignal)
Hysteresee zwischen erforderlichen Eingangssignalen bei Farb-Ein- und -Abschaltung		<4 dB
Phasenabweichung bei $\Delta = 20 \dots 70^\circ\text{C}$ und Durchlaufen des gesamten Regelbereiches		≤0°

angezogen, die der des Spannungsteilers R40 ... R43 und damit der Schwellwertspannung des Transistors T4 überlagert wird. Bei ausreichender Größe des Burstsignals ist die negative Spannung an der Basis so groß, daß T4 während der Bildübertragungszeiten gesperrt und der Chromaverstärker arbeiten kann. Der Transistor ist dann nur noch während der Auftastimpulsdauer leitend.

Bild 4 veranschaulicht den Farbabschalt- und -Einschaltvorgang. Der Farbabschalter tritt erst bei kleinen Eingangssignalen in Tätigkeit. Deutlich ist auch zu sehen, daß nur der Chromaverstärker gesperrt wird, während der Burstverstärker weiterhin arbeitet. Damit wird erreicht, daß bei einem ausreichend großen Burst der Farbabschalter den Chromaverstärker wieder einschaltet.

Mit dem Regler R36 an der Basis des Impulsverstärkertransistors T6 können die am Eingang dieses Transistors wirksame Größe des Identifikationsimpulses und damit auch der Farbabschalt- und -Einschaltzeitpunkt für einen als vernünftig empfundenen Signalausgang definiert eingestellt werden.

Der Vorteil dieser Art der Farbschaltung ist das sehr schnelle Ein- und Abschalten des Farbsignals ohne schle-

chende Übergänge. Bemerkenswert ist weiterhin die ohne Zusatzaufwand gewonnene Austastung des Bursts aus dem Chromasignal. Dies ist für einige Empfängerkonzeptionen von besonderem Vorteil.

#### Vorzüge und Eigenschaften der Schaltung

Der beschriebene Chroma- und Burstverstärker, dessen Daten in Tab I zusammengestellt sind, vereint bei geringem Aufwand an Bauelementen viele Teilfunktionen. Als besondere Vorzüge sind das schnelle Ein- und Ausschalten des Farbabschalters und die vor allem beim RGB-Konzept interessierende Austastung des Bursts aus dem Chromasignal zu erwähnen.

Verstärkung, Ausgangsspannung und Regelbereich erfüllen die Anforderungen aller üblichen Farbfernsehempfängerkonzeptionen. Auch unter den ungünstigsten Bedingungen sind die Phasenabweichungen vernachlässigbar (beim Maximalwert  $\Delta\varphi = 9^\circ$  beträgt die Entsättigung beim PAL-Verfahren 1,2%; sichtbar ist erst eine Entsättigung von etwa 6%).

(Nach Kriedt, H.: Eine aufwandsparende Kombination von Schaltungsgruppen des Chromateils in Farbfernsehempfängern. Siemens-Bauteile-Informationen Rd. 6 (1968) Nr. 6, Seite 190-193)

## Neues Verfahren für die elektronische Bildaufzeichnung

Vor etwa Jahresfrist kamen die ersten Meldungen aus den USA über ein neues elektronisches Bildaufzeichnungsverfahren. Erfinder ist Dr. Peter Goldmark von den CBS Laboratories. Das Verfahren wurde bisher in zwei Versionen vorgestellt:

1. BEVR (Broadcast Electronic Video Recording) für professionelle Anwendungen, insbesondere im Fernsehstudio und für industrielle Fernsehwendungen.
2. EVR (Electronic Video Recording) für den Heimgebrauch.

Eine Flut von teilweise widerspruchsvollen Meldungen hat nicht gerade dazu beigetragen, konkrete Vorstellungen von den Eigenschaften und zukünftigen Möglichkeiten des Verfahrens aufkommen zu lassen. Auch heute noch lehnt CBS es ab, Einzelheiten über das Ver-

fahren bekanntzugeben. Soweit sich auf Grund der letzten Vorführungen in den USA und in Großbritannien erkennen läßt, arbeitet das System etwa wie folgt.

#### 1. Aufnahme

Die Bildinformation wird mit Hilfe eines Elektronenstrahls (Durchmesser 5 µm), der mit dem Bildsignal intensitätsmoduliert ist, auf einem Film im Vakuum aufgezeichnet. Der Spezialfilm ist so sensibilisiert, daß sich unter dem Einfluß der auftreffenden Elektronen eine entwickelbare Schwärzung ergibt. Man erreicht eine sehr hohe Informationsdichte. Gleichzeitig werden aber auch alle Nachteile der konventionellen Bildaufnahme ausgeschaltet, da ohne jedes optische System gearbeitet wird, das die Auflösung verringern könnte;

ebenfalls treten keine Streulichteffekte auf. Das Bild ist auch weitgehend frei von Körnigkeit, weil im Gegensatz zur fotografischen Aufnahme vom Bildschirm die Struktur des Leuchtschirms die Auflösung nicht verringern kann. Nach Firmenangaben soll das erreichbare Auflösungsvermögen höher sein als bei den besten Feinkorn-Emulsionen.

Das Verfahren der Bildaufzeichnung im Vakuum ist nicht neu. Es wurde schon vor Jahren für militärische Zwecke im „Linotron“-Drucker benutzt. Im zivilen Bereich wird es unseres Wissens aber zum ersten Male benutzt.

Der für EVR-Geräte benutzte Film (Bild 1) ist 8,75 mm breit; die BEVR-Geräte benutzen 16-mm-Film. Der Film ist nicht perforiert, und läuft mit 12,7 cm/s Geschwindigkeit. Für Schwarz-

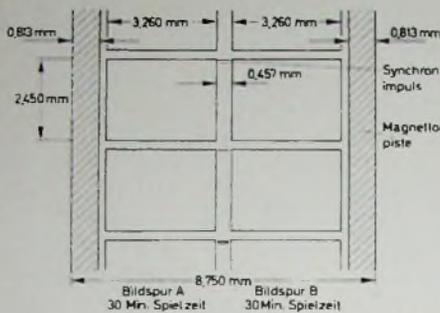


Bild 1 Abmessungen des Films für EVR-Geräte



Bild 2. EVR-Teleplayer mit eingelegerter Kassette und Bedienfeld

Weiß-Aufnahmen lassen sich auf einer Spule von 18 cm Durchmesser mit 225 m Film auf zwei Spuren rund 180 000 Einzelbilder für etwa eine Stunde Spieldauer aufzeichnen. Grundsätzlich ist auch die Aufzeichnung von Farbbildern möglich. In diesem Fall wird auf den beiden nebeneinanderliegenden Bildspuren auf der einen Spur das Helligkeitssignal (Y-Signal) und auf der anderen Spur das codierte Farbsignal aufgezeichnet. Eine „Farbspule“ hat dementsprechend nur die halbe Spieldauer Ausdrücklich erwähnt sei, daß für die Aufzeichnung von Schwarz-Weiß- und von Farbbildern der gleiche Film benutzt wird, weil der Film in beiden Fällen nur Träger der vom Elektronenstrahl aufgezeichneten Informationen ist. Beim Betrachten oder bei der Projektion eines EVR-Films kann man niemals ein farbiges Bild sehen.

Auf dem Film wird zwischen den beiden Spuren ein zusätzliches Signal für beide Spuren aufgezeichnet (wahrscheinlich eine Art von Synchronisierungssignal), mit dessen Hilfe man bei der Abtastung das übliche Fernsehsignal erzeugen kann. Die Tonaufzeichnung für die beiden Bildspuren erfolgt auf am Filmrand angebrachten Magnettonspuren (Bei Farbaufzeichnungen müßte also bei Ausnutzung beider Magnettonspuren grundsätzlich eine Stereo-Tonaufzeichnung möglich sein.) Über die Tonaufzeichnung sind Einzelheiten nicht bekannt. Es ist aber anzunehmen, daß sie in der üblichen Art erfolgt; an einer Stelle ist jedoch auch einmal von einer FM-Tonaufzeichnung die Rede gewesen.

Der für die Aufnahme benutzte Spezialfilm sowie der Kopierfilm sind von Dr. A. Ford bei Ilford Ltd entwickelt worden. Zum Kopieren des Films hat man dort ebenfalls Hochgeschwindigkeits-Kopiermaschinen konstruiert und gebaut.

## 2. Wiedergabe

Für die Wiedergabe des EVR-Films benötigt man eine Art Lichtpunktabtaster. Er setzt die abgetasteten Informationen in elektrische Signale um und liefert am Ausgang ein hochfrequentes Fernsehsignal, das jedem normalen Fernsehempfänger über die Antennenbuchse zugeführt werden kann. Das Abtastgerät ist transistorbestückt und enthält eine Langlebensdauer-Abtastrohre, deren Lebensdauer durch eine automatische Helligkeitskontrolle noch

erhöht wird. Da der Film kontinuierlich abläuft und praktisch durch Reibungskräfte kaum beansprucht wird, erreicht er eine hohe Lebensdauer. Nach mehreren hundert Durchläufen sollen sich nur geringfügige Qualitätsverschlechterungen ergeben haben.

Das Wiedergabegerät (Teleplayer) läßt sich ähnlich wie ein Plattenspieler beim Rundfunkgerät handhaben (Bild 2). Es nimmt den kopierten Film in einer staubdichten Kassette auf. Die Abmessungen (etwa 45 cm × 45 cm, Höhe 18 cm) entsprechen denen eines größeren Tonbandgerätes. Der Teleplayer arbeitet automatisch und ist außer für Wiedergabe auch für schnellen Vor- und Rücklauf sowie für Einzelbildbetrachtung eingerichtet. Einzelbildbetrachtung ist für beliebig lange Zeiten möglich, denn wegen der geringen Belastung des Films durch den abtastenden Lichtstrahl können keinerlei Filmschäden auftreten.

## 3. Produktion und Vertrieb

In der ersten Dezemberwoche 1968 fand in New York die erste Vorführung eines EVR-Wiedergabegerätes statt. CBS nannte bei dieser Gelegenheit einen amerikanischen Listenpreis von etwa 800 Dollar und stellte die ersten Seriengeräte für Mitte 1970 in Aussicht; mit Farbgeräten ist in den USA nicht vor Mitte 1971 zu rechnen. Am 11. Dezember 1968 hatte man in London zum ersten Male in Europa Gelegenheit, das neue Verfahren kennenzulernen. Hier nannte man (umgerechnet) Preise von etwa 2200 DM für den Teleplayer und 220 DM für eine Kassette mit 60 Minuten Spielzeit. In diesem Zusammenhang wurde auch gesagt, daß für die weltweite (außer USA und Kanada) kommerzielle Auswertung des Verfahrens *The EVR Partnership* zuständig sei. Diese Gesellschaft wurde 1967 von *Columbia Broadcasting System Inc. of America*, *Imperial Chemical Industries (ICI)* in Großbritannien und der schweizerischen Firma *CIBA AG* gegründet. An diesem Tage hörte man auch, daß zwischen *EVR Partnership* und der *Rank-Bush-Murphy-Division* der *Rank-Organisation* ein Abkommen getroffen sei, demzufolge *Rank-Bush-Murphy* die nicht exklusive Herstellung sowie den Vertrieb der Wiedergabegeräte für das Gebiet der *Partnership* übernommen hat. *EVR Partnership* wird in Basildon (Essex) eine Fabrik bauen, deren Aufgabe es sein soll, vorhandenes Programmmaterial (Filme oder

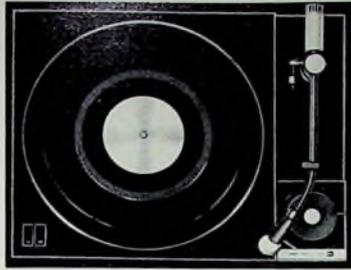
Magnetbandaufzeichnungen von Fernsehprogrammen) auf Film für die Kassetten umzuspielen.

Für die Herstellung und den Vertrieb von Abspielgeräten will *EVR Partnership* Lizenzen an leistungsfähige Firmen vergeben, während die Herstellung der Filme in Wiedergabekassetten zunächst ihr allein vorbehalten bleibt. Ein Abkommen mit der *Rank-Organisation* sieht vor, daß *Rank* auf nicht exklusiver Basis Teleplayer für den Bereich der *EVR Partnership* herstellt und vertreibt. Am Rande vermerkt sei noch, daß außer bei CBS parallel bei *Thorn Electrical Industries Ltd.* vier Prototypen eines Abspielgerätes entwickelt worden sind.

Das EVR-Aufnahmegerät ist für die Aufnahme von Fernsehsendungen im Heim wegen des notwendigen technischen Aufwands nicht geeignet. CBS errichtet aber in Stanford, Conn. (USA) eine Kopieranstalt, die von Schmalfilmen (8 mm, Super 8 und 16 mm) EVR-Kopien zieht, die sich über den Heim-Fernsempfänger auch farbige wiedergeben lassen. Welche Auswirkungen diese Möglichkeit auf das Gebiet der Schmalfilmprojektion haben kann, bleibt abzuwarten. Ohne Frage ist die Möglichkeit, eigene Filme auf diesem Umweg über den Fernsehempfänger betrachten zu können, von großem Interesse, denn sie macht all die Einschränkungen überflüssig, die bei der optischen Projektion so oft als störend empfunden werden: Verdunkelung des Raumes sowie Aufbau des Projektors und der Bildwand (der Fernsehempfänger hat üblicherweise seinen festen Platz im Zimmer und läßt sich ohne alle weiteren Vorkehrungen jederzeit einschalten).

## 4. Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftliche Betrachtungen über ein noch so junges und wegen des Fehlens hinreichender Informationen auch noch nicht genügend bekanntes Verfahren anzustellen, ist schwer. Aus amerikanischen Quellen konnte man hören, daß sich die Kosten für eine Stunde EVR-Aufnahme auf 3,60 Dollar (später 1,80 Dollar) belaufen sollen gegenüber 40 Dollar (später 15 bis 20 Dollar) für eine Stunde Aufnahme auf Magnetband. Wenn diese Zahlen größenordnungsmäßig stimmen und das EVR-Verfahren die heute genannten Qualitätsparameter auch im normalen Betrieb erfüllt, könnten EVR und BEVR für manche Anwendungsbereiche ernsthafte Konkurrenten der magnetischen Bildaufzeichnung werden. Die Magnetbandaufzeichnung hat nach wie vor diesen Verfahren gegenüber den für manche Anwendungsbereiche ausschlaggebenden Vorteil der unmittelbaren Wiedergabemöglichkeit nach der Aufnahme. Demgegenüber dürfte es mit EVR einfacher, schneller und damit billiger möglich sein, Massenkopien herzustellen. Damit scheinen sich für EVR vor allem aussichtsreiche Möglichkeiten für Anwendungen im audiovisuellen und programmierten Unterricht abzuzeichnen. Welche Bedeutung in diesem Zusammenhang einer Meldung vom November 1968 beizumessen ist, derzufolge die *CBS Laboratories* auch in Europa Fuß fassen wollen, bleibt abzuwarten. W. Roth



### Technische Daten

**Tonabnehmersystem**  
 Übertragungsbereich: 20...40 000 Hz  
 Übersprechdämpfung bei 1 kHz: 33 dB  
 Übertragungsfaktor: 14,5 mVs/cm  
 Übertragungsfaktor hinter dem Vorverstärker: 40 mVs/cm  
 effektive Masse: 0,3 mg  
 Nadelnachgiebigkeit:  $30 \times 10^{-6}$  cm/dyn  
 vertikal und horizontal  
 Mindestauflagekraft: etwa 0,5 p  
 Nadelspitzenhalbmesser:  
 20,3  $\mu$ m und 7,6  $\mu$ m

**Plattenspielerantrieb**  
 Drehzahlen:  $33\frac{1}{3}$ , 45 U/min  
 Motor: bürstenloser Gleichstrommotor  
 Plattenteller:  
 Zinkspritzguß, Gewicht 1,5 kg  
 Gleichlaufschwankungen nach DIN:  
 $\leq 0,08\%$   
 Rumpel-Geräuschspannungsabstand:  
 $> 55$  dB  
 Tonarm: Leichtmetallrohrtonarm  
 Abmessungen:  
 414 mm x 324 mm x 140 mm

Auf der HIFI 68 stellte Toshiba zum erstenmal in Europa den neuentwickelten Plattenspieler „SR-50“ aus, der sich sowohl durch sein neuartiges Tonabnehmersystem als auch durch die elektronische Antriebsregelung recht erheblich von anderen Konstruktionen unterscheidet.

Das photoelektronische Tonabnehmersystem, das auch separat unter der Bezeichnung „C-100 P“ geliefert wird, dürfte die interessanteste Neuheit dieses Plattenspielers darstellen und soll hier zuerst besprochen werden.

#### 1. Ahtastsystem

Das System ist in einer Kugel von 26 mm Durchmesser untergebracht und wird mit einer nach EIA genormten Kupplung an den Tonarm geschraubt (Bild 1). Die Größe der Kugel ist durch die notwendige Wärmeabfuhr der in ihr enthaltenen Glühlampe bestimmt. Neben der Lampe, deren Licht durch einen Spiegel konzentriert wird, enthält die Kugel den eigentlichen auswechselbaren Wandlermechanismus und zwei Phototransistoren.

Der Wandlermechanismus besteht aus einem feststehenden Schirm, der in den Bildern 2 und 3 erkennbar ist. Er trägt zwei unter  $45^\circ$  geneigte Spalte, die teilweise von dem mit dem Nadelträger

Dipl.-Ing. Peter Pohl, Ingenieurbüro, ist Mitarbeiter des Toshiba-Vertriebs, Düsseldorf

P. POHL



## Plattenspieler mit photoelektronischem Tonabnehmersystem

verbundenen Schalter verdeckt werden. Die zu den Schlitten des Schirmes parallelen Kanten des Schalters decken diese Öffnungen abhängig von der Stellung der Nadel mehr oder weniger stark ab. Durch die Spalte erfolgt, wie es im Bild 3 zu sehen ist, die Steuerung des Lichtstromes von der Lampe auf die beiden Phototransistoren. Da

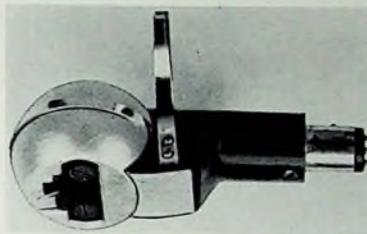


Bild 1. Tonabnehmersystem „C-100 P“

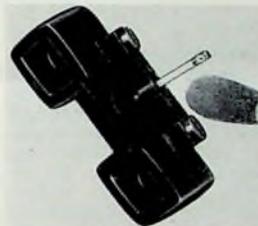


Bild 2. Wandlermechanismus mit Nadel, Nadelträger, Schirm und Schalter

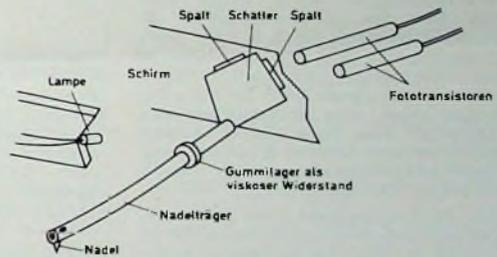


Bild 3. Prinzipdarstellung des photoelektronischen Wandlers

die Transistoren mit einer stark bündelnden Optik versehen sind, ist nur der durch den zugehörigen Schlitz fallende Lichtstrom zur Beeinflussung des jeweiligen Kollektor-Emitter-Stroms wirksam. Die Kanaltrennung erfolgt dadurch, daß die Öffnungen unter  $45^\circ$  geneigt sind. Eine Breitenänderung der Spalte erfolgt nur, wenn sich die Nadelbewegung in eine zum Schlitz senkrechte Komponente zerlegen läßt.

Die Stromversorgung der Kleinstglühlampe erfolgt über zwei Kontakte der Kupplung. Sowohl der Netzteil für die Gleichspannung der Glühlampe als auch ein spezieller Entzerrervorverstärker befinden sich unter dem Chassis des Plattenspielers. Eine gute Abdichtung des Systems gegen Fremdeinflüsse wurde dadurch erreicht, daß das im Bild 3 gezeigte Wandlermechanismus mit der Nadel fest verbunden ist und wie ein Deckel von unten her in die Kugel eingeschraubt wird. Mit der Nadel werden also zugleich auch Schirm und Schalter ausgetauscht.

Um die sich aus der neuartigen Konstruktion ergebenden Vorteile zu erkennen, betrachte man zunächst das Ersatzschaltbild eines Tonabnehmer-

systems. In diesem Schema werden mechanische Größen durch elektrische dargestellt, das heißt, die Schnelle der Schallplatte wird durch einen Strom aus einer Konstantstromquelle, die Massen werden durch Induktivitäten und die Federkräfte durch Kapazitäten dargestellt (Bild 4). Berücksichtigt man, daß  $F_N$  und  $M_N$  sehr klein gegen  $C$  bzw.  $M_T$  sind, so lassen sich folgende Überlegungen anstellen:

Für die tiefen Frequenzen ist nur der aus  $C$  und  $M_T$  gebildete Schwingkreis wirksam. Die Resonanzfrequenz dieses Kreises begrenzt den Übertragungsbereich nach unten. Der Resonanzpunkt selbst kann unter bestimmten Bedingungen zu einer unerwünschten Verstärkung des Plattenspielerrumpels führen. Daraus ergibt sich die Forderung, diese Frequenz möglichst tief zu legen, das heißt, die Nadelnachgiebigkeit muß hoch sein. Da die Compliance aber auch die zur Auslenkung notwen-

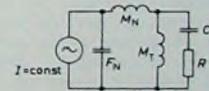


Bild 4. Ersatzschaltung des Tonabnehmersystems:  $M_N$  = effektive Masse aus Nadel, Nadelträger und damit verbundenen Wandler-elementen,  $M_T$  = Masse von Tonarm und Tonabnehmersystem,  $F_N$  = Federung von Nadel und Nadelträger, das RC-Glied steht für Compliance und Reibungswiderstand der Nadeleinspannung; es gilt  $F_N \ll C$  und  $M_N \ll M_T$

digen Kräfte bestimmt, ist es für eine Abtastung mit niedriger Auflagekraft unerlässlich, eine hohe Nadelnachgiebigkeit, also eine niedrige Impedanz des Kreises zu haben. Aus der Forderung nach niedriger Impedanz kann man dann schließen, daß für hohe Frequenzen (nämlich oberhalb des durch die Reihenresonanz aus  $C$  und  $M_N$  bestimmten Wertes) nur noch  $M_N$ , das heißt die effektive Masse des Systems, für das nötige Auflagegewicht maßgebend ist.

Der obere Übertragungsbereich wird durch die Eigenfrequenz des aus  $F_N$  und  $M_N$  gebildeten Parallelresonanz-

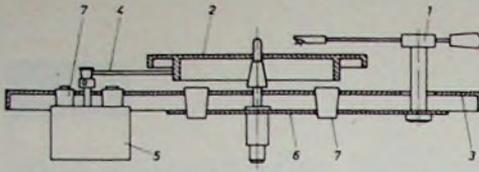


Bild 5. Querschnitt durch das Plattenspielerchassis: 1 Tonarm, 2 Plattenteller, 3 Chassis, 4 Riemen, 5 Motor, 6 Unterchassis, 7 Gummifedern

kreis bestimmt, woraus sich bei dem erwünschten möglichst großen Übertragungsbereich die schon erwähnte Forderung nach niedriger effektiver beweglicher Masse, aber auch nach möglichst hoher Steifigkeit der Nadel und des Nadelträgers ergibt.

Bei den als Generator arbeitenden dynamischen und magnetischen Tonabnehmersystemen wird der Übertragungsfaktor, weil er von der Relativgeschwindigkeit des mit der Nadel verbundenen Wandlerelements abhängt, von dem Strom durch C bestimmt. Die Forderung nach einem hohen Übertragungsfaktor ist aber auch mit der Notwendigkeit einer großen Masse  $M_N$  verbunden. Um eine möglichst geringe Masse zu realisieren, mußte man den Übertragungsfaktor dieser Systeme schließlich auf Werte unter 1 mVs/cm und damit bis zur Grenze der praktischen Möglichkeiten senken.

Hier liegt der Hauptvorteil des photoelektronischen Systems, das nicht mehr als Generator, sondern als Steuerorgan wirkt. Die effektive Masse wird bei diesem System nur von der nötigen Festigkeit des Nadelträgers und des Schirms bestimmt. Die große Stabilität des Nadelträgers und die kleine effektive Masse von 0,3 mg ergeben für das photoelektronische System eine obere Grenzfrequenz von 40 kHz. Dabei ist der Übertragungsfaktor mit 14,5 mVs/cm fast zwanzigmal höher als der guter magnetischer oder dynamischer Abtaster. Mit dem Vorverstärker beträgt der Übertragungsfaktor 40 mVs/cm, was einer Ausgangsspannung von 200 mV bei 5 cm/s Schnelle entspricht.

Der Übertragungsfaktor des photoelektronischen Systems ist im Bereich 20 Hz bis 10 kHz völlig linear und zeigt bis 20 kHz einen leichten Anstieg um 2 dB. Die Übersprechdämpfung zwischen den Stereo-Kanälen beträgt 33 dB bei 1000 Hz und ist im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz an keiner Stelle schlechter als 21 dB. Der Klirrgrad bei 1000 Hz ist 0,65 % und bleibt im gesamten Bereich unter 2 %.

Berücksichtigt man, daß in hochwertigen Hi-Fi-Anlagen die elektromechanischen Wandler den zehnfachen Klirrgrad der Verstärker zum Teil noch übertreffen, so scheint eine Verbesserung dieser Komponenten den größten Erfolg zu versprechen. Hörproben haben gezeigt, daß der relativ niedrige Intermodulationsgrad und die saubere Kanaltrennung des photoelektronischen Systems sich merkbar auf die Durchsichtigkeit insbesondere bei der Wiedergabe vor Orchestermusik auswirken.

## 2. Laufwerk

Der Antrieb erfolgt über einen Kunststoffriemen direkt vom Motor auf den Plattenteller (Bild 5). Man erkennt, daß der Motor und das Plattentellerlager mit dem Tonarm jeweils durch eine eigene Gummifederebene voneinander getrennt sind. Die Motordrehzahl ist, wie schon erwähnt, elektronisch geregelt. Es handelt sich um einen bür-

auch T5, und die Basisspannung von T3 wird gegenüber dem Emitter positiv. Die Stromversorgung der Oszillatoren A ... C und damit des Motors setzt aus. Der Motor läuft langsamer, bis die

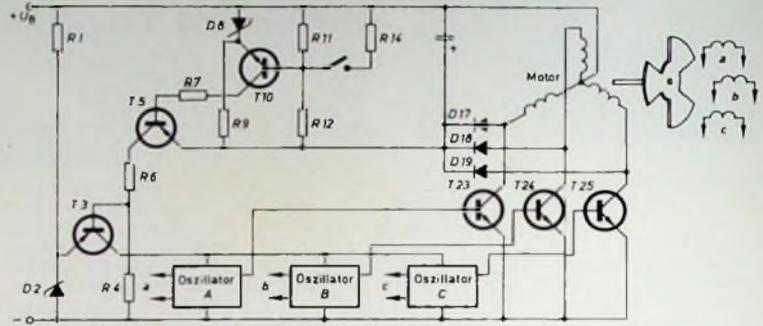
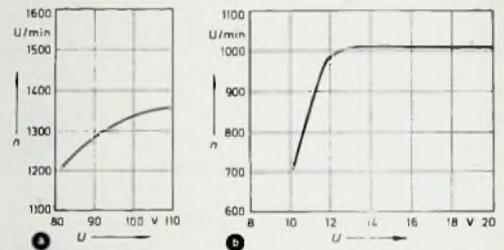


Bild 6. Prinzipschaltung der Motorelektronik

Bild 7. Abhängigkeit der Drehzahl  $n$  von der Versorgungsspannung  $U$ : a) für einen vierpoligen Induktionsmotor und b) für den Antriebsmotor des Plattenspielers „SR-50“



stenlosen Gleichstrommotor, dessen Konstruktion einem Dreiphasen-Synchronmotor entspricht, auf dessen Läuferachse zusätzlich ein dreiflügeliges propellerartiges Element aus ferromagnetischem Material montiert ist. Durch die Propellerflügel wird die Induktivität dreier ebenfalls im Motorgehäuse untergebrachter Lagedetektorspulen so beeinflusst, daß mindestens jeweils eine Spule eine höhere Induktivität als die anderen hat. Die Spulen gehören zu drei gleichartigen Oszillatoren, die abhängig von der Induktivität der Spule zu schwingen beginnen, wenn sich ein Propellerflügel über der Spule befindet, beziehungsweise ihre Schwingung unterbrechen, wenn kein ferromagnetisches Material mit dem Fluß der Spule verkettet ist. Das sehr plötzliche Ein- und Aussetzen der Oszillatorschwingung wird durch eine Rückkopplungsschaltung erreicht. Die Schwingung eines Oszillators bewirkt die Öffnung des zugehörigen Transistors, der den Ankerstromkreis des Motors schließt. Damit ist, da stets zumindest ein Oszillator schwingt, gewährleistet, daß der Motor selbst anlaufen kann (Bild 6).

Zur Drehzahlregelung wird die induzierte Gegenspannung in den Ankerwicklungen durch die Dioden D17 bis D19 über den Spannungsteiler R11, R12, R14 an die Basis des Transistors T10 gebracht. Mit Hilfe der Z-Diode D8 erzeugt man eine Referenzspannung an dem Emitter dieses Transistors. Von dieser Referenzspannung und dem Spannungsteiler (R14) dient zur Drehzahlumschaltung ist abhängig, bei welcher Drehzahl T10 geöffnet wird. Ist der Transistor geöffnet, dann öffnet

Gegenspannung auf den der eingestellten Drehzahl entsprechenden Wert absinkt. Die Vorteile dieses Antriebes gegenüber einem einfachen Gleichstrom- oder Induktionsmotor sind das Einsparen sich abnutzender Bürsten, die ohne mechanisch abnutzbare Teile erfolgende Drehzahlregelung, die Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen, die kleine Motormasse, das geringe magnetische Streufeld, das große Anlaufmoment und die geringe Erwärmung. Im Bild 7 ist die Drehzahlabhängigkeit von der Versorgungsspannung bei einem vierpoligen Induktionsmotor und dem Antriebsmotor des „SR-50“ gegenübergestellt.

### Wichtig für unsere Postabonnenten!

Falls Sie ein Heft unserer Zeitschrift einmal nicht erhalten sollten, wenden Sie sich bitte sofort an die Zeitungsstelle Ihres Zustellpostamtes. Sie wird nicht nur für Nachlieferung des ausgebliebenen Exemplares, sondern auch dafür sorgen, daß Ihnen jede Ausgabe künftig pünktlich und in einwandfreiem Zustand zugestellt wird. Unterrichten Sie bitte auch uns über eventuelle Mängel in der Zustellung, damit wir von hier aus ebenfalls das Nötige veranlassen können.

FUNK-TECHNIK  
Vertriebsabteilung

# Die Konstruktion von Lautsprechern

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd 24 (1969) Nr. 3, S. 86

## 3.2. Lautsprecher als Wandler

Die beschriebenen Bewegungszustände der Membranen sind als Folge der anregenden elektrischen Modulationsleistung in einem Analogieschaltbild darstellbar, in dem die elektrischen Operatoren an den Lautsprecherklemmen in Abhängigkeit von der Frequenz gedeutet werden können.

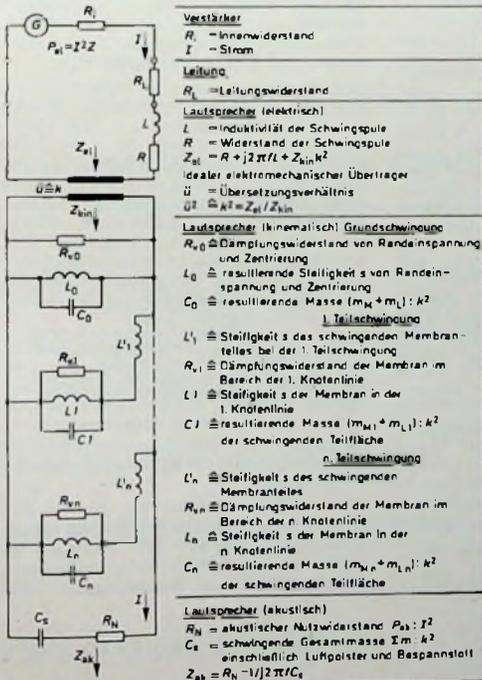
In Erweiterung des Ersatzschaltbildes nach Bild 2 ist zunächst festzustellen, daß eine Modulationsleistung, die an den Klemmen zugeführt wird, eine akustische Nutzleistung  $P_{ak}$  an der Membran bewirkt. Das Verhältnis beider Leistungen ist der Wirkungsgrad. Im folgenden wird der besseren Anschaulichkeit wegen die 2. Analogie, die auch in der Literatur [6, 7] häufig benutzt wird, herangezogen. Hier gelten folgende Ersatzgrößen:

Masse  $m \triangleq$  reziproke Kapazität  $C$ , Steifigkeit  $S \triangleq$  Induktivität  $L$ , reziproke Dämpfung  $r \triangleq$  Widerstand  $R$ , Kraft  $F \triangleq$  Strom  $I$ , Geschwindigkeit  $v \triangleq$  Spannung  $U$ .

Das Ersatzschaltbild nach Tab. II ist in einen elektrischen, kinematischen und akustischen Abschnitt gegliedert. Zur Deutung der Wandlereigenschaft ist ein idealer elektromechanischer Wandler mit dem Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = k$  eingeführt, dessen Quadrat dem Verhältnis der elektrischen zur kinematischen Impedanz  $Z_{el} : Z_{kin}$  gleich ist.  $k$  ist der elektromechanische Koppelkoeffizient, ein Maß für die Verknüpfung der beiden Energieformen, mit der Definition

$$k^2 = \frac{U_{kin}^2}{U_{el} \cdot U_{ma}} \quad (8)$$

Tab. II. Elektrisches Ersatzschaltbild



Darin ist  $U_{kin}$  die kinematische Energiedichte,  $U_{el}$  die elektrische Energiedichte und  $U_{ma}$  die magnetische Energiedichte.

Das Ersatzschaltbild gilt nur im Bereich der Resonanzlagen und deren Nachbarschaft und für die vereinfachende Annahme, daß die Grundschiwingung  $f_0 = 2\pi / \sqrt{L_0 \cdot C_0}$  mit der Güte  $Q_m = 2\pi f C_0 \cdot R_{v0}$  an einem konzentrierten Schwingkreis  $L_0, C_0$  mit dem Dämpfungswiderstand  $R_{v0}$  auftritt. Tatsächlich setzt sich der Schwingkreis jedoch aus einem Komplex zusammen, der die Massen von Membran  $m_M \triangleq C_0 m$ , Zentrierung  $m_z \triangleq C_0 z$ , Randeinspannung  $m_s \triangleq C_0 s$  und Luftpolster  $m_L \triangleq C_0 l$ , sowie deren analoge Steifigkeiten  $S_z \triangleq L_0 z$  und  $S_s \triangleq L_0 s$  enthält.

Das komplexe Ersatzschaltbild der Lautsprecher bei der tiefen Eigenfrequenz  $f_0$  ist im Schrifttum ausführlich beschrieben worden [7, 8]. Hier kann man auf seine weitere Diskussion verzichten, zumal für hochwertige Lautsprecher gefordert werden muß, daß die Einzelwerte der Steifigkeit von Randeinspannung und Zentrierung so klein sind, daß ihre Resonanzen unterhalb des Übertragungsbereiches liegen. Ist das nicht der Fall, dann treten Teilresonanzen im Nutzbereich  $f_N$  auf und vermindern die Wiedergabequalität.

Das Schaltbild in Tab. II deutet in erster Annäherung das Übertragungsmaß im Bereich der 1. Teilresonanz  $f_1$  und darüber. Der komplexe Scheinwiderstand beträgt hier

$$Z_{sto} = j \omega L_1 + \frac{j \omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 \cdot C_1} \quad (9)$$

Bei der Frequenz  $\omega_1 = 2\pi f_1 = 1/\sqrt{L_1 \cdot C_1}$  wird der Nenner des 2. Terms Null, es tritt Parallelresonanz auf, und die Ausgangsspannung am Nutzwiderstand  $R_N$  erreicht ein Maximum. Bei einer anderen Frequenz, nämlich

$$\omega'_1 = 2\pi f'_1 = 1/\sqrt{(L'_1 + L_1)(L'_1 + L_1 \cdot C_1)} \quad (10)$$

tritt hingegen Serienresonanz ein, wobei die Ausgangsspannung ein Minimum erreicht.

Auf diese Weise lassen sich die frequenzabhängigen Maxima und Minima des Schalldruckes von Lautsprechern anschaulich deuten und können auch quantitativ berechnet werden, sofern die benötigten Parameter verfügbar sind.

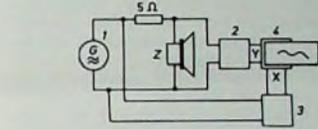


Bild 6. Meßplatz zur Registrierung der Teilresonanzen; 1 Schwebungssumme „GM 2308“ (Philips), 2 logarithmischer Konverter „60 C“ (Moseley), 3 Frequenzzeiger 10 Hz... 250 kHz „FZ 250 K“ (Kleini), 4 XY-Schreiber „PR 2720“ (Philips).

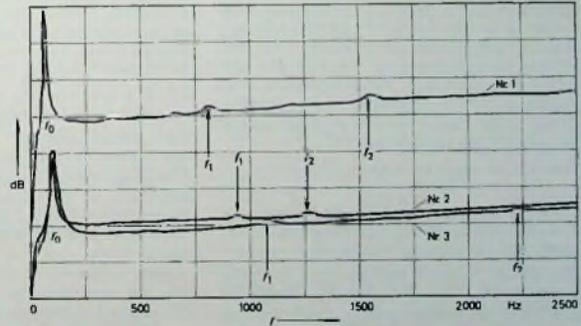


Bild 7 (oben). Teilresonanzkurven der Lautsprecher Nr. 1... Nr. 3

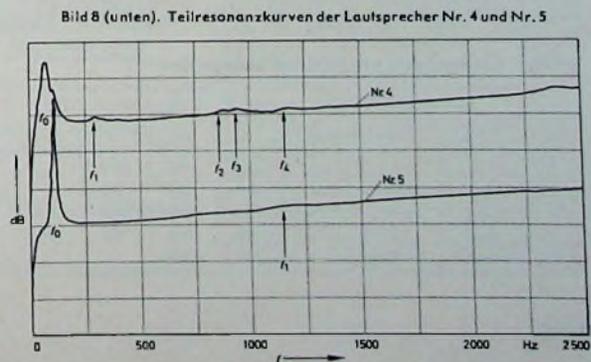


Bild 8 (unten). Teilresonanzkurven der Lautsprecher Nr. 4 und Nr. 5

### 3.3. Messung der Resonanzlagen

Die Impedanzmaxima und -minima stellen sich, wie erwähnt, als Spitzen und Einbrüche im Frequenzgang dar, und die Bereiche der Teilschwingungs-Resonanzen sind eindeutig am Anstieg des Klirrfaktors erkennbar.

Bei der Auswertung von Lautsprecher-Frequenzkurven ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Unregelmäßigkeiten nur zu einem Teil auf Resonanzen beruhen und zu einem anderen Teil durch ihre Applikation entstehen. Es ist nicht möglich, die Lautsprecher in unendlicher Schallwand zu messen, sondern nur in Näherungsgebilden. Dabei treten Gehäuseresonanzen, partielle Auslöschungen, Teilschwingungen in Luftpolstern und raumakustische Einflüsse in Erscheinung.

Um die systemeigenen Resonanzen von den Applikationsresonanzen zu trennen, ist die Messung der elektrischen Zweipolparameter an den Lautsprecherklemmen zu empfehlen. Hierzu dient die Meßanordnung nach Bild 5. Der Generator G ist ein Schwebungssummeer mit frequenzunabhängiger Ausgangsleistung. Der Vorwiderstand R bildet mit der Lautsprecherimpedanz Z einen frequenzabhängigen Spannungsteiler, dessen Teilverhältnis durch Z bestimmt ist. Beim Durchstimmen von G zeigen sich an dem Spannungsmesser V Maxima und Minima, die den zugehörigen Impedanzwerten proportional sind. Oberhalb der tiefen Eigenresonanz  $f_0$  folgt die Impedanz näherungsweise der Funktion

$$|Z| = f(2\pi fL). \quad (11)$$

Die Teilresonanzen nach Gl. (9) und Gl. (10) sind als Einbrüche dieser Funktion kenntlich.

Eine in der Praxis bewährte Anordnung ist im Bild 6 skizziert.

An Stelle des Voltmeters V wurde ein Zweikoordinatenschreiber benutzt, dessen x-Achse durch die Frequenz und dessen y-Achse durch die relative Spannung in dB gesteuert werden. Der logarithmische Konverter ist nur für die Registrierung der Grundresonanz  $f_0$  ungedämpfter Systeme erforderlich, deren Güte dann einfach zu bestimmen ist gemäß der Beziehung

$$Q_0 = \frac{f_0}{\Delta f_{3dB}}. \quad (12)$$

Für die höheren Teilschwingungen genügt ein linearer Gleichrichter.

Die Bilder 7 und 8 zeigen zwei typische Diagramme, die mit diesem Meßplatz geschrieben wurden. Man kann daraus die in Tab. III zusammengestellten Resonanzlagen entnehmen.

Hierbei bedeutet  $f_0$  die tiefe Eigenresonanz, und die Frequenzen  $f_1, \dots, f_4$  sind

eine numerische Reihenfolge von Teilresonanzen. Der Ovallautsprecher Nr. 1 zeigt zwischen  $f_0$  und  $f_1$  weitere drei Resonanzen, die aus Koppelschwingungen entstehen. Er ist nur bedingt für bescheidene Ansprüche als Tieftöner brauchbar. Nr. 2 und 3 sind etwas günstiger, aber ihr Nutzbereich ist recht schmal. Nr. 4 stammt aus einer Übertragungsanlage und eignet sich nur für Durchsagen. Er hat den typischen „Lautsprecherklang“ und kann in dieser Form nicht für hochwertige Übertragung dienen. Seine Teilresonanz  $f_1$  entsteht durch die harte Membraneinspannung. Hier liegt eine Fehlkonstruktion vor, denn die Nawi-Membran ist genügend weich zentriert, und die Schwingspule hat große Tauchtiefe.

Nr. 5 ist ein Beispiel für einen guten Lautsprecher. Wenn man den Nutzbereich auf etwa 200–1100 Hz beschränkt, dient er als teilschwingungsfreies Mitteltonsystem. Sogar bis zu 2500 Hz ist nur für sehr kritische Beobachter eine geringe Verklirrung wahrnehmbar. Die Membran dieses Lautsprechers hat eine grobe Oberflächenstruktur mit hoher innerer Dämpfung. Bei diesem Verfahren sind die Resonanzen an den Lautsprecherklemmen nur dann nachweisbar, wenn die Kopplung der schwingenden Teilbereiche mit der antreibenden Schwingspule hinreichend fest ist, das heißt, die „Induktivitäten“  $L_1 \dots L_n$  nach Tab. II müssen so klein sein, daß eine genügend feste Kopplung der mechanischen Schwingkreise besteht. Dieser Bereich wird auch durch die neuerlich wiederentdeckte dynamische Gegenkopplung (motional feedback, [7]) erfaßt. Bei diesem Verfahren dient eine zweite Schwingspule, die ebenfalls mit der Membran verbunden ist, zur Gewinnung einer Gegenkopplungsspannung. Wegen der Trennung der elektrischen von der kinematischen Energieform im Rückführungsweg lassen sich die mechanischen Resonanzen wirkungsvoll dämpfen, sofern die anteiligen mechanischen Schwingkreise hinreichend gekoppelt sind.

### 3.4. Konstruktive Maßnahmen

Der Konstrukteur von hochwertigen Breitbandlautsprechern sollte allen Überlegungen voranstellen, daß Lautsprecher in physikalischer Sicht keine Musikinstrumente sind, sondern reine Wandler, die im Idealfall ohne Eigenresonanzen im Übertragungsbereich wirksam werden. Sie sind um so besser, je weniger sie eigene Anteile zur Wiedergabe beisteuern.

Im Gegensatz dazu zeichnen sich Musikinstrumente durch individuelle Klangeigenschaften aus, die mittels mechanischer oder pneumatischer Resonato-

ren, deren An- und Abklingverhalten sowie durch ihr typisches Obertonspektrum geprägt werden. Ausnahmen von dieser Regel gelten für Speziallautsprecher, die nur ein Musikinstrument wiedergeben sollen, wie beispielsweise Orgel, Kontrabaß, Gitarre oder Geige. Eine weitere Ausnahme zeichnet sich in der Bestrebung ab, die Unterhaltungsmusik auf elektronischem Wege so aufzubereiten, daß die Einschwingzeiten und die tiefe Eigenresonanz kleiner Lautsprecher im musikalischen Effekt enthalten sind und daher nicht als akustische Störgröße auftreten. Das wird im weiteren Verlauf möglicherweise dazu führen, daß typisierte Lautsprecher mit ihrem individuellen Obertonspektrum weniger als Breitbandwandler, sondern als aktive Musikinstrumente in Erscheinung treten.

Diese Betrachtungen seien aber auf Breitbandwandler beschränkt, und es ist nun festzustellen, welche Maßnahmen für ihre Konstruktion in Betracht kommen.

Um Konusmembranen zu schaffen, die über mehrere Oktaven resonanzfrei schwingen, stehen grundsätzlich zwei Wege offen, nämlich zum einen die Wahl günstiger Materialeigenschaften bei gegebener Form, zum anderen die zweckmäßige Ausgestaltung bei gegebenem Material.

#### 3.4.1. Materialeigenschaften

Nach Gl. (6) und Gl. (7) sind Membranen mit hohem Scher- und Elastizitätsmodul am günstigsten, weil dabei die erste Teilschwingungsresonanz entsprechend hoch liegt. Hierfür eignen sich Werkstoffe mit großem Quotienten aus Schallgeschwindigkeit  $c$  und Dichte  $\rho$ . Besonders hoch ist der Quotient bei gesintertem Aluminiumoxid  $Al_2O_3$  (Sinterkorund) mit  $c/\rho = 9600/3,6 = 2660$ . Zur Zeit sind der Anwendung noch dadurch Grenzen gesetzt, daß die Konen aus Sinterkorund nicht dünn genug herstellbar sind.

Ein brauchbarer Werkstoff ist ferner reines Aluminium mit  $c/\rho = 6400/2,7 = 2370$ , das auch genügend dünn verarbeitet werden kann. Bei kleinen Membranen von dynamischen Mikrofonen, bei denen ähnliche Verhältnisse gelten, hat es sich gut bewährt.

Den Entsprechungen im Abschnitt 3.2. und Tab. II entnimmt man das Analogon große Steifigkeit  $S \triangleq L$  und kleine Masse  $m \triangleq 1/C$ . Auch ist eine hohe Dämpfung  $1/\tau \triangleq R$  anzustreben, um die Resonanzen zu dämpfen. Nach diesem Gesichtspunkt stellen auch die üblichen Membranen aus geschöpftem Papier brauchbare Kompromißlösungen dar, nur schließen die Forderungen nach hoher Steifigkeit und großer Dämpfung einander aus. Geschäumter Kunststoff eignet sich ungleich besser.

Nach dem heutigen Stand der Technik stellen Mehrstoffmembranen die vorteilhafteste Lösung dar. Sie können aus einem dünnen Aluminiumkonus bestehen, dessen Teilschwingungsresonanz entsprechend hoch ist. Zur weiteren Dämpfung wird beiderseits Schaumstoff aufgebracht.

Mit solchen Membranen lassen sich Konuslautsprecher herstellen, die einerseits einen genügenden Durchmesser besitzen, um Bässe ohne übertriebene Schwingamplitude abstrahlen zu kön-

Tab. III. Resonanzlagen verschiedener Lautsprecher

Nr.	Lautsprecher		Resonanzen in Hz					Nutzbereich $f_N$ in Hz
	Form	Abmessungen	$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	
1	oval	28 cm × 17 cm	85	780	1520			(85–750)
2	oval	23 cm × 14 cm	100	940	1260			100–900
3	oval	14 cm × 9,5 cm	100	1080	2220			100–1000
4	rund	21 cm $\varnothing$	90	300	875	940	1150	unbrauchbar
5	rund	17,5 cm $\varnothing$	104	1150				100–1150

nen. Andererseits hat ihre 1. Teilschwingungsresonanz einen genügenden Abstand von der tiefen Eigenfrequenz, so daß sich ein großer Nutzbereich  $f_x$  ergibt.

### 3.4.2. Ausgestaltung der Membranen

Hier müssen wir von der Feststellung ausgehen, daß die Knotenlinie der 1. Teilschwingungsresonanz mit steigender Frequenz vom Außenrand der Membran konzentrisch nach innen wandert. Steigt die Frequenz weiter und ist der Durchmesser hinreichend groß, dann bilden sich eine zweite und dritte Knotenlinie, die die Membran in mehrere konzentrische Teilschwingungszonen teilen. Es empfiehlt sich daher, die Steifigkeit der Membran so zu bemessen, daß sie am äußeren Umfang möglichst klein ist und nach innen kontinuierlich zunimmt.

Noch günstiger ist die Aufteilung durch mehrere konzentrische Sicken, die jeweils für einen bestimmten Nutzbereich als Außeneinspannung fungieren und im Idealfall die äußere Ringzone bei einer hohen Frequenz entkoppeln und in Ruhe belassen. Mit abnehmender Frequenz schalten sich dann weitere Membranzonen zu (je nach Anzahl der Sicken), bis der Konus schließlich bei einer tiefen Frequenz als Ganzes schwingt. Die Membran hat gleichsam einen frequenzabhängigen Durchmesser.

Diese Zustände sind an Hand von Tab II leicht übersehbar, wenn man annimmt, daß jeder Ringzone der Membran ein kinematischer Schwingkreis  $L_n, C_n$  zukommt, der über die Steifigkeit  $L_n$  seiner Membransicke mit der Nachbarzone elastisch gekoppelt ist.

Hier lassen sich auch die Grenzen des Verfahrens abschätzen, denn wegen der endlichen Steifigkeit der Membransicken ist nur eine begrenzte Kopplung der konzentrischen Zonen möglich, sonst würde die Membran auch bei tiefen Frequenzen nicht kolbenförmig schwingen. Der Idealfall, bei dem bestimmte Zonen nur bei bestimmten Frequenzen schwingen, läßt sich nicht realisieren. Es kann sogar über die Steifigkeit  $L_n$  der Sicken eine Phasendrehung eintreten, bei der die äußere Zone gegenphasig schwingt.

Die konstruktiv sauberste Lösung besteht wohl darin, mehrere Membransysteme zu verwenden, deren jedes für einen gewissen Nutzbereich optimal bemessen ist. Wie im Abschnitt 2.2. erläutert, kann man beim Tieftonsystem seine Eigenresonanz im Nutzbereich belassen und es bis zur 1. Teilschwingungsresonanz betreiben. Die Mittel- und Hochtonsysteme bemißt man nach Gl. (3), wobei innerhalb des Nutzbereiches keine Teilschwingung auftreten darf.

Die ersten brauchbaren Konstruktionen dieser Art stammen wohl von Eckmiller (2 Membranen, [9]) und Jensen (3 Membranen, [10]). Der Eckmiller-Lautsprecher arbeitete allerdings noch nicht teilschwingungsfrei, wie auch aus seiner Schalldruckkurve abgelesen werden kann. Der Aufbau derartiger Kombinationssysteme ist zwar konstruktiv sehr befriedigend, aber praktisch zu aufwendig. Mit mehreren getrennten Systemen läßt sich diese Aufgabe gleichwertig, aber einfacher lösen.

Nach dem Stand der Technik kommt man mit drei Systemgruppen für hochwertige Lautsprecher aus, nämlich mit einem Tieftonsystem, einer Mittel- und einer Hochtongruppe. Die Anzahl der Systeme innerhalb einer Gruppe richtet sich nach der benötigten Sprechleistung und nach dem Raumwinkel der akustischen Strahlung. Bei geringeren Ansprüchen reichen auch zwei Gruppen aus, wenn man die untere Grenzfrequenz auf etwa 100 Hz beschränkt und dabei kleinere Membrandurchmesser wählen kann, die dann gleichzeitig als teilschwingungsfreie Mitteltontsysteme dienen. (Fortsetzung folgt)

### Weiteres Schrifttum

- [6] K ü p f m ü l l e r, K.: Elektrische Ersatzbilder Fernmeldelechn. Zeitschr. Bd 8 (1951)
- [7] G r i e s e, H. J.: Übertragungseigenschaften moderner Lautsprecher. Funk-Techn. Bd 20 (1965) Nr. 20, S. 820-822
- [8] Handbuch für Hochfrequenz- u. Elektro-Techniker. Bd II, S. 535 ff. Berlin 1953, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik
- [9] s. [8] Bd. I, S. 440
- [10] s. [8] Bd. II, S. 547

## Persönliches

### O. Bergen 65 Jahre

Am 21. Januar 1949 beging Dipl.-Ing. Otto Bergen, Geschäftsführer der Interessengemeinschaft für Rundfunkschutzrechte e.V. (IGR) seinen 65. Geburtstag. Nach dem Studium an der TH Hannover trat er 1928 in die AEG Leipzig ein, wendete sich aber ein Jahr später in der Patentabteilung der Sachsenwerk-, Licht- und Kraft-AG dem gewerblichen Rechtsschutz zu. Nach einer allgemeinen juristischen Ausbildung in den Jahren 1932 und 1933 und einer patentrechtlichen Ausbildung im ehemaligen Reichspatentamt übernahm er 1933 die Leitung der Patentabteilung der Blaupunkt-Werke, und 1935 wurde er Leiter der Patent- und Vertragsabteilung von DeTeWe. Anfang 1946 trat Bergen bei der C. Lorenz AG ein, und 1947 wurde ihm die Leitung der Patent- und Lizenzvertragsabteilung von Loewe Opta angetragen. Im Jahre 1951 übernahm er gemeinsam mit Dr. Lucac die Geschäftsführung der IGR.

### Professor P. K. Hermann 65 Jahre

In Berlin vollendete am 25. Januar 1949 Professor Dr.-Ing. Peter Konrad Hermann, wissenschaftlicher Leiter des Forschungsinstituts von AEG-Telefunken, sein 65. Lebensjahr. Dem Unternehmen gehört er fast 40 Jahre an. Im Jahre 1951 habilitierte er sich an der TU Berlin und liest seit dieser Zeit über „Theorie und Praxis der Meßwert-Umformer“ sowie über „Magnetische Werkstoffe der Elektrotechnik“. 1961 wurde Hermann zum außerplanmäßigen Professor an der TU Berlin ernannt.

### H. Maier 65 Jahre

Herrmann Maier, Vertriebsdirektor für Röhren und Halbleiter im Geschäftsbereich Bauelemente von AEG-Telefunken, vollendete am 8. Februar das 65. Lebensjahr. Er gehört dem Unternehmen mehr als 45 Jahre an. Seit langem leitet er auch ehrenamtlich die Fachgruppe „Aktive Bauelemente“ im Fachverband 23 des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie e.V. (ZVEI). Nach einer kaufmännischen Ausbildung und ersten beruflichen Tätigkeiten trat Hermann Maier am 1. November 1923 in die damalige Telefunken Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie mbH in Berlin ein und war als Leiter der Röhrendisposition verantwortlich für die Verbindungen zwischen den verschiedenen Fertigungsstellen der Zulieferfirmen und den Vertriebsabteilungen der Firma. Nach 1945 übernahm er den Neuaufbau des Röhrenvertriebs im In- und Ausland. Im Jahre 1954 erhielt er Prokura und wurde zum Vertriebsdirektor ernannt.

### A. F. Waltjes kaufmännischer Direktor

Mit Wirkung vom 1. Januar 1949 ernannte die Unternehmensleitung der Firma Eugen Beyer, Elektrotechnische Fabrik, Heilbronn, Anton F. Waltjes zum kaufmännischen Direktor. A. F. Waltjes leistete in nun bald 25 Jahren wesentliche Pionierarbeit auf dem Absatzmarkt für Mikrolone, Kopfhörer, drahtlose Mikrolonanlagen und entsprechendes Zubehör. Er ist heute nicht nur in der ältesten Fabrik dieser Branche tätig, sondern auch der Branche ältester Kaufmann.

### Persönliche Veränderungen bei Grundig

Dr. h.c. Adolf Samstag hat seinen Sitz als stellvertretender Aufsichtsratsvorsitzender der Grundig Werke GmbH mit Ablauf des Jahres 1968 zur Verfügung gestellt. An seine Stelle tritt Generaldirektor Otto Siewek, der in wenigen Wochen sein 65. Lebensjahr vollendet. Siewek gehört dem Unternehmen bereits länger als 20 Jahre an und wird der Geschäftsleitung auch in Zukunft beratend und für Sonderaufgaben zur Verfügung stehen. Dr. Franz Hermann Vogt hat am 1. Januar 1969 die Leitung der Grundig-Niederlassung Frankfurt a.M. übernommen. Er ist Nachfolger des im Sommer 1968 aus Altersgründen ausgeschiedenen Dir. Nikolaus Rießner.

### Ernennungen bei SEL

Zu Direktoren ernannte der Vorstand von SEL mit Wirkung vom 1. Januar 1969 die Leiter der Erzeugnisgebiete Passive Bauelemente, Dr. Joachim von Bonin, Fernschreiber und Daten-Peripheriegeräte, Dipl.-Ing. Hans Joachim von Ludwig, sowie Röhren, Dipl.-Volkswirt Helmut Metzger. Den Titel Abteilungsleiter erhielten weitere elf, den Titel Werkdirektor drei leitende Mitarbeiter. Außerdem wurde sieben Herren Prokura erteilt.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Februarheft 1969 unter anderem folgende Beiträge:

Dimensionierung von Notch-Filtern  
Entwurf von UHF-Transistor-Oszillatoren mit großem Durchstimmbereich  
Dreiphasen-Wechselrichter mit geschalteten Transistoren  
Schaltung mit logarithmischer Übertragungscharakteristik über fünf Dekaden

Gerät zur Aufzeichnung der Zündkennlinie von Thyristoren  
Dimensionierung von Impulsübertragern  
Elektronik in aller Welt  
Aus Industrie und Wirtschaft  
Tagungen  
Persönliches  
Neue Bücher  
Kurznachrichten  
Neue Erzeugnisse  
Industriedruckschriften

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich, Einzelheft 4,20 DM  
Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · 1 BERLIN 52



Demodulation gelangen diese Mischprodukte in den Decoder und führen dort, sofern sie nicht erst hier entstehen, zu Signalverfälschungen und falscher Decodierung. Abhilfe bringt die Zwischenschaltung eines steifflankigen Tiefpaßfilters, das oberhalb 53 kHz mit hoher Dämpfung für eine radikale Unterdrückung aller Fremdsignale sorgt, bevor diese den Decoder erreichen. Was in den Nutzbereich fällt, kann allerdings nicht mehr eliminiert werden.

Das Filter (Bild 7) besteht aus einem M-Vollglied, einem Grundglied und einem Phasenkompensationsglied (Allpaß). Die Anordnung geht auf einen Vorschlag des SWF zurück. Die Spulen (Tab. I) sind auf Siemens-Schalenkerne gewickelt. Die Anordnung ist, wie angegeben, möglichst niederohmig (1 kOhm) auszuführen, um der starken Brummanfälligkeit zu begegnen. Im Mustergerät wurden sämtliche Teile auf eine gedruckte Normrasterplatte aufgelötet (Bild 8) und weit entfernt vom Netztransformator (die günstigste Stelle ist durch Versuch zu ermitteln) montiert. Die Spulen erhalten durch zwischengelegte Papierscheiben einen

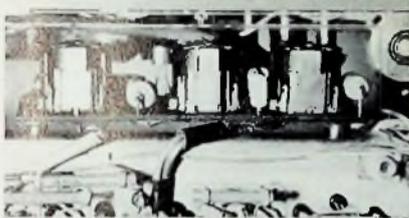


Bild 8. Stereo-Seitenbandfilter

Tab. I. Wickeldata der Spulen des Stereo-Seitenbandfilters

L 23:	245 Wdg. 0,2 mm CuL
L 24:	195 Wdg. 0,2 mm CuL
L 25:	175 Wdg. 0,2 mm CuL   bifilar
L 26:	175 Wdg. 0,2 mm CuL   gewickelt
Kern: Schalenkerne „B65561-A0040-A001“ mit Spulenkörper „B65562-A0000-M001“ und Bügelhalterung „B65565-A0003-X000“	

Luftspalt, um Hystereseverzerrungen zu vermeiden. Die Induktivitätswerte sollten vor dem Einbau sorgfältig ausgemessen werden; eventuell ist die in Tab. I angegebene Windungszahl vorsorglich höher zu wählen. Der Signalpegel sollte nicht zu hoch sein. Infolge der senderseitigen Preemphasis treten im Bereich über 10 kHz sehr hohe Spannungsspitzen auf, die zu Übersteuerungen führen können. Der vorgeschaltete Impedanzwandler R68 muß einen möglichst kleinen Innenwiderstand haben und leistungsangepaßt sein.

Am Ausgang des Filters erfolgt eine Nachverstärkung durch T5, der den Signalpegel auf den gewünschten Endwert von etwa 1 V<sub>eff</sub> bringt. R64, C62 ist ein Frequenzgangkorrekturglied. P8 erlaubt eine nachträgliche Pegelanpassung.

### 17. Stereo-Decoder

Über C61 wird das Signal an den Stereo-Decoder (Bild 9) weitergegeben. Dieser ist als fertiger Baustein (Loewe Opta „52 941“ mit Nachrüstkassette „52 970“) in das Chassis eingebaut. Er ist in Miniaturtechnik ausgeführt und beansprucht daher etwa den Platz, den ein Kombifilter herkömmlicher Größe benötigt. Zur Anpassung an die Funktionsbedingungen des Gerätes wurden einige Schaltungsänderungen vorgenommen, die im Bild 8 mit \* gekennzeichnet sind.

Der Sperrkreis L27, C98 am Decoder-Eingang ist zur Sperrung des amerikanischen SCA-Signals auf 67 kHz abgestimmt. Gleichzeitig bewirkt er eine Anhebung des Differenzsignals im Bereich um 50 kHz. Derselben Aufgabe dient die Kombination P10, C95 im Emittierkreis von T6. Ein Mono-Signal wird unmittelbar über den Kollektor von T6 zur Sekundärseite des Übertragers L29, L30 und über die Dioden D13 bis D16 zum Ausgang durchgeschaltet. Für diesen Fall sind die Dioden über R109, R110 niederohmig vorgespannt.

Beim Empfang eines Stereo-Signals erfolgt im Emittierzweig von T6 durch L31, C101 eine selektive Abtrennung der Pilotfrequenz (19 kHz). Es folgt ein 45°-Phasenschieber (C96, R99, R100, dynamischer Eingangswiderstand von

T7), der die geforderte Übereinstimmung der Nulldurchgänge von Pilotfrequenz und 38-kHz-Träger am Ausgang des Decoders bewirkt. Im Kollektorkreis von T7 entsteht durch Verdoppelung mittels D9, D10 der 38-kHz-Träger, der nach Verstärkung in T8 zum 38-kHz-Resonanzübertrager L29, L30 gelangt. An den Primärkreis des Resonanzübertragers schließt sich ein Gegentaktgleichrichter (D11, D12, C71, R111) an, der folgende Aufgaben hat:

1. Entsprechend der Zeitkonstante von C71, R111, arbeitet er als dynamischer Amplitudenbegrenzer des 38-kHz-Trägers zur Störunterdrückung.
2. Er liefert die Steuerspannung für das Pilotton-Anzeigesystem R610.
3. Er erzeugt die Richtspannung zur Betätigung der automatischen elektronischen Umschaltung auf Stereo-Betrieb.

Die Umschaltspannung muß zunächst eine Gegenspannung (Schwellwert) überwinden, die mit den Verdopplerdioden D9, D10 gewonnen wird und deren Größe mit P11 eingestellt werden kann (Einsatzpunkt der Stereo-Umschaltung). Durch entsprechende Bemessung der Spannungsteiler und Zeitkonstanten der Integrationsglieder erreicht man, daß das Einschaltpotential (Mono auf Stereo) über dem Abreißpotential (Stereo auf Mono) liegt. Der einmal eingeschaltete Stereo-Betrieb bleibt daher erhalten, auch wenn Intensitätsschwankungen infolge Feldstärkeänderungen auftreten sollten. Außerdem verhindert diese Schaltung die zufällige Resonanzanschaukelung der Trägerregenerationsanordnung durch das Rauschen zwischen den einzelnen Sendern beim Abstimmvorgang.

Die Decodierung erfolgt nach dem Zeitmultiplexverfahren (Schaltverfahren), wobei nur die Spannungsspitzen durchgeschaltet werden. S6\* ermöglicht durch Kurzschluß der Pilotfrequenz eine Unterbrechung der Stereo-Decodierung. Dabei wird gleichzeitig die Leuchtschirmspannung der Pilottonanzeigeröhre R610 abgeschaltet.

Von den Deemphasiegliedern liegen die Längswiderstände im Decoder. Die Querkapazitäten (C80 und C81 in der Kassette sowie C82 und C83) müssen hinzugeschaltet werden.

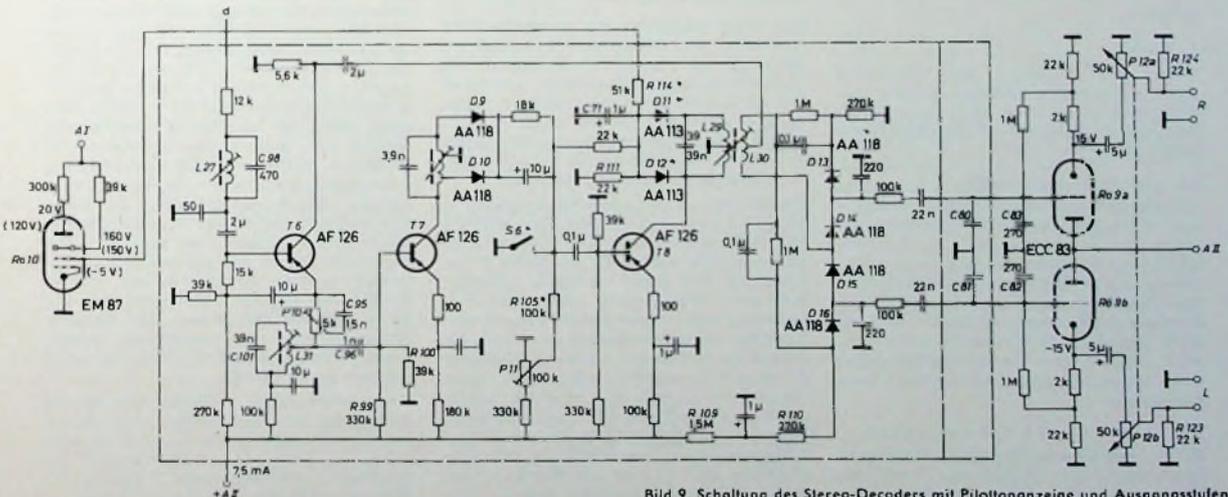
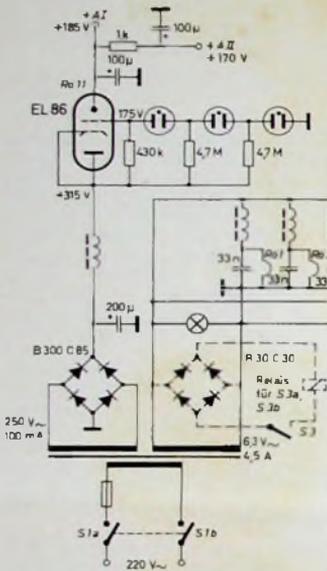


Bild 9. Schaltung des Stereo-Decoders mit Pilottonanzeige und Ausgangsstufen

Den Ausgang bilden die beiden Kondenverstärker R<sub>09a</sub> und R<sub>09b</sub>. Der Ausgangspegelregler P 12a, P 12b ist ein lineares Tandempotentiometer mit Netzschalter. Der erwünschte gekrümmte Regelkennlinienverlauf wird durch Zuschaltung der Parallelwiderstände R 123, R 124 erreicht (quasilogarithmische Charakteristik).

### 1.8. Netzteil

Um ein zuverlässiges Arbeiten der präzise aufeinander abgestimmten Automatikfunktionen, eine gute AM-Begrenzung sowie hohe Frequenzkonstanz des



Oszillators zu gewährleisten, erfolgt die Stromversorgung aus einem geregelten Netzteil (Bild 10). Als Regelröhre findet eine EL 86 (R<sub>011</sub>) in Triodenschaltung Verwendung. Die Referenzspannung wird aus drei Miniaturglühmöhren ( $U_{Zünd} = 80\text{ V}$ ,  $U_{Brenn} = 60\text{ V}$ ) gewonnen, die unmittelbar in die Schaltung eingelötet sind. Die Regelgenauigkeit beträgt etwa  $\pm 3\%$ . Die Versorgungsspannung des HF-Tuners ist zusätzlich durch eine Z-Diode (D 3 im Bild 2) stabilisiert.

### 2. Abgleich

Wenn kein Wobbler zur Verfügung steht, genügen ein Röhrenvoltmeter mit HF-Tastkopf und ein Meß- oder Prüfender, der allerdings quartzgesteuert sein sollte.

#### 2.1. ZF-Verstärker

Generator über 50 pF an den Emitter von T 2 legen (10,7 MHz), und Röhrenvoltmeter an die Katode von R<sub>05</sub> anschließen. Feldstärkeanzeige und Röhrenvoltmeter auf Maximum trimmen. Die Feldstärkeaussteuerung soll dabei höchstens 20...30% betragen. Es soll noch genügend Rauschanteil vorhanden sein (optisch mit einem Oszillografen oder akustisch mit einem Lautsprecher kontrollieren).

#### 2.2. Ratiotektorabgleich

Es ist zweckmäßig, hierbei einen 10,7-MHz-Quarz zu verwenden und die Bandmitte durch Pfeilkontrolle zu er-

mitteln. Der Abgleich erfolgt dann in der üblichen Weise mit L 16, L 17, L 18, P 4 beziehungsweise mit L 20, L 21, L 22 und P 5 (Feldstärke auf 20% aussteuern). Beim Ton-Ratiotektor ist auf optimale Linearität und Symmetrie zu achten; der exakte Nulldurchgang darf vernachlässigt werden. Beim Meß-Ratiotektor ist dem Nulldurchgang der absolute Vorrang einzuräumen.

### 2.3 HF-Tuner

Der HF-Tuner wird vom Herstellerwerk bereits abgeglichen geliefert, so daß nur kleine Korrekturen (Antennen-eingang, Oszillator) notwendig sind (Meßpunkte: 90 MHz, 106 MHz). Die AGC ist dabei auf Handbetrieb umzuschalten.

### 2.4 AGC-Einstellung

Röhrenvoltmeter zwischen R 5, Dr 1 und D 1, R 11, Dr 2 legen. Feldstärke auf 100% (Ortssender) einstellen. P 2 so

einregulieren, daß  $U_{BE1} = 0 \dots -0,02\text{ V}$  ist (Regelspannungsbereich  $0 \dots -0,3\text{ V}$ ).

### 2.5 AFC-Einstellung

Röhrenvoltmeter zwischen R 3, P 15 und Masse legen. P 15 so einregulieren, daß am Ende des Nachziehbereiches etwa  $\pm 400\text{ mV}$  Spannung auftreten.

### 2.6 Stummabstimmung

P 9 wird so eingeregelt, daß R<sub>08</sub> ab 30% Feldstärke öffnet.

### 3. Empfangsleistung

Das Mustergerät wird in Stuttgart an einem gewöhnlichen Faltdipol mit Vorzugsrichtung in schwieriger Empfangslage (Talkessel mit starken Ortssendern) betrieben. Dabei sind folgende Stationen einwandfrei zu empfangen: In Mono: SDR I, SDR II, SDR III (100%

## Schallfeldverstärkung

Ein neues Verfahren für akustische Verstärkung, die sogenannte Schallfeldverstärkung, die von N. V. Franssen im Philips-Forschungslaboratorium entwickelt wurde, ermöglicht eine erhebliche Pegelerhöhung von Sprache und Musik in Auditorien. Die Übertragungsqualität dieses Systems ist viel günstiger als bei den bisher verwendeten Verstärkungsmethoden.

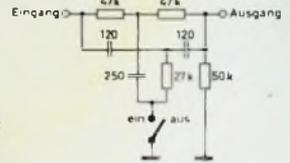
Bei üblichen akustischen Anlagen sowohl in Sälen als auch in Freilufttheatern dort die Verstärkung eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, weil sonst akustische Rückkopplung den Schall zu stark „färben“ (selektive Bevorzugung bestimmter Frequenzen) oder sogar Selbsterregung verursachen würde. Besonders wenn man die Mikrofone nicht in unmittelbarer Nähe der Schallquellen aufstellen will, bewirkt diese Beschränkung, daß der erreichte Schallpegel an vielen Stellen im Raum niedrig ist. Früher vorgeschlagene Maßnahmen zur Umgehung dieser Einschränkung sollten die Wirkung der akustischen Rückkopplung herabsetzen, etwa dadurch, daß die Fre-

quenz des Signals verschoben oder mit rotierenden Mikralonen gearbeitet wurde. Besonders bei Musik entstehen dadurch jedoch störende Nebeneffekte. Das Verfahren der Schallfeldverstärkung beruht auf der Erkenntnis, daß man nicht mit einem gemeinsamen Übertragungskanal auskommen kann, wenn der Schallpegel heraufgesetzt werden soll. Außer vielen (verstreut aufgestellten) Mikralonen und Lautsprechern braucht man auch viele voneinander unabhängige Übertragungskanäle. Da keine Korrelation zwischen den Rückkopplungen dieser Kanäle besteht, kann jeder einzelne Kanal (der jeweils den gesamten Frequenzbereich erlassen kann) etwa die gleiche Schallstärke erzeugen wie früher der einzelne zentrale Verstärker. Der Gesamtschallpegel kann also beträchtlich heraufgesetzt werden, ohne daß „Färbung“ oder Selbsterregung auftritt.

Besonders in Fällen, in denen man bei der Aufstellung der Schallquellen nicht an die nächste Umgebung eines oder einiger Mikralone gebunden sein will, erweist die Schallfeldverstärkung ihren Nutzen (zum Beispiel in Theater- oder Konzertsälen).

Bild 10. Schaltung des geregelten Netzteils

Bild 11. Schaltung eines Kanals des NF-Rauschfilters



räten leicht zu unangenehmen Verzerrungen der Zischlaute („Spuckeffekt“); derartige Erscheinungen sind nicht festzustellen.

\*

Die Beschreibung des UKW-Stereo-Tuners ist als Anregung für den versierten Amateur und den interessierten Techniker gedacht. Die im Schaltbild und den Tabellen angegebenen Daten und Hinweise reichen prinzipiell zum Nachbau aus, ohne daß eine detaillierte Bauanleitung notwendig wäre. Trotz des ungewöhnlichen Aufwandes bleiben die Gesamtkosten unter denen eines vergleichbaren Industriergerätes. Der Verfasser vertritt außerdem den Standpunkt, daß ein selbstgebautes, funktionstüchtiges Gerät in jedem Fall doppelte Freude bereitet.

# Koaxial-Dämpfungsglieder · Berechnung, Konstruktion

## 1. Allgemeines

Dieser Beitrag wendet sich an Kurzwellenamateure, die sich besonders mit der Technik für das 2-m-Band und das 70-cm-Band beschäftigen, aber auch an Leser, die sich für die Meßtechnik im VHF- und UHF-Bereich interessieren. Im folgenden findet man eine kurze, „rezeptartige“ Darstellung der Berechnung koaxialer Dämpfungsglieder, der sich Hinweise für den praktischen Aufbau anschließen.

Zur Ermittlung hoher Dämpfungs- und Verstärkungsziffern an aktiven und passiven Vierpolen (Verstärker, Filter usw.) ist hier als Beispiel ein 40-dB Dämpfungsglied in  $\pi$ -Schaltung beschrieben, das in Verbindung mit einer regelbaren Eichleitung (zum Beispiel HF-Spannungsteiler „RT-1“ von

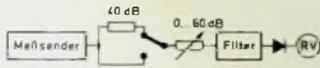


Bild 1. Meßaufbau zur punktuellen Ermittlung von Filterkurven bis zu 100 dB Dämpfung

Wandel u. Göttermann) einen Meßbereich von 100 dB erlaubt und bis 500 MHz verwendbar ist (Bild 1).

Außerdem kann das Dämpfungsglied in Koaxialleitungen eingeschleift werden und bietet so, entsprechend der gewählten Dämpfung, die Möglichkeit einer definierten Spannungsteilung bei optimalen Anpassungsverhältnissen.

## 2. Ableitung der Berechnungsformeln

### 2.1. Anpassungs- und Dämpfungbedingungen

Bild 2 zeigt die Schaltung des Dämpfungsglieds mit den äußeren Abschlußimpedanzen  $Z$  am Eingang und am Ausgang. Mit  $Z_L$  beziehungsweise  $Z_K$  für die Impedanz im Leerlauf beziehungsweise im Kurzschlußfall erhält man

$$Z^2 = Z_L \cdot Z_K = \frac{R_1 \cdot (R_1 + R_2)}{2 R_1 + R_2} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1^2 R_2}{2 R_1 + R_2}$$

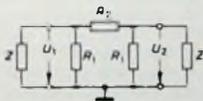


Bild 2. Symmetrisches Dämpfungsglied in  $\pi$ -Schaltung

Tab. I. Längs- und Querwiderstände für Dämpfungsglieder in  $\pi$ -Schaltung

n dB	$V = \frac{U_1}{U_2}$	Z = 50 Ohm		Z = 60 Ohm		Z = 75 Ohm	
		$R_1$ Ohm	$R_2$ Ohm	$R_1$ Ohm	$R_2$ Ohm	$R_1$ Ohm	$R_2$ Ohm
3	1,41	204	17,7	353	21,3	441	28,0
0	2	150	37,5	180	45	225	50,2
10	3,10	90,5	71,2	110	85,5	145	107
20	10	61,2	247	73,3	207	91,7	371
40	100	51	2500	61,2	3000	76,5	3760
60	1000	50	26 k	60	30 k	75	37,5 k
80	10 <sup>4</sup>	50	250 k	60	300 k	75	375 k
100	10 <sup>5</sup>	50	2,5 M	60	3 M	75	3,75 M

Die Anpassungsbedingung für das symmetrische  $\pi$ -Glied lautet also nach  $Z$  aufgelöst

$$Z = R_1 \sqrt{\frac{R_2}{2 R_1 + R_2}} \quad (1)$$

Für das Spannungsverhältnis  $V$  gilt die Beziehung

$$V = \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2 + \frac{Z R_1}{Z + R_1}}{\frac{Z R_1}{Z + R_1}} = \frac{R_2 (Z + R_1) + Z R_1}{Z R_1} \quad (2)$$

wobei  $U_1$  die Eingangsspannung und  $U_2$  die Ausgangsspannung am Dämpfungsglied ist. Nach einer einfachen Umformung erhält man daraus die Dämpfungsbedingung

$$V = \frac{R_1 R_2 + Z (R_1 + R_2)}{Z R_1} \quad (2)$$

### 2.2. Bestimmung der Querwiderstände $R_1$

Nach entsprechenden Umformungen von Gl (1) erhält man

$$R_2 R_1^2 - 2 R_1 Z^2 - R_2 Z^2 = 0 \quad (3)$$

Die Auflösung von Gl. (2) nach  $R_2$  ergibt

$$R_2 = \frac{Z R_1 (V - 1)}{Z + R_1} \quad (4)$$

Gl. (4) in Gl. (3) eingesetzt, liefert eine quadratische Gleichung der Form

$$R_1^2 - R_1 \cdot \frac{2 Z}{V - 1} - \frac{Z^2 (V + 1)}{V - 1} = 0 \quad (5)$$

Als Lösung der quadratischen Gleichung erhält man schließlich einen Ausdruck für  $R_1$ . Er lautet

$$R_1 = Z \frac{V + 1}{V - 1} \quad (6)$$

### 2.3. Bestimmung des Längswiderstandes $R_2$

Aus Gl. (1) folgt für  $R_2$

$$R_2 = \frac{2 Z^2 R_1}{R_1^2 - Z^2} \quad (7)$$

Für den Widerstand  $R_1$  erhält man mit Hilfe von Gl. (2)

$$R_1 = \frac{Z R_2}{Z (V - 1) - R_2} \quad (8)$$

Setzt man Gl. (8) in Gl. (7) ein, dann ergibt sich

$$R_2 = \frac{2 Z^2 \cdot \frac{Z R_2}{Z (V - 1) - R_2}}{[Z (V - 1) - R_2]^2 - Z^2} \quad (9)$$

Nach weiteren Umformungen erhält man für  $R_2$  schließlich den Ausdruck

$$R_2 = Z \frac{V^2 - 1}{2 V} \quad (10)$$

Wie man erkennt, enthalten die Gleichungen für  $R_1$  und  $R_2$  nur noch die vorgegebenen Größen  $Z$  und  $V$ .

In den Formeln bedeutet  $V$  das Spannungsverhältnis  $U_1/U_2$ . Soll in den Formeln anstatt  $V$  die Dämpfung  $a$  in dB eingesetzt werden, dann erhält man mit

$$V = e^{0,115 a} \quad (11)$$

die Ausdrücke

$$R_1 = Z \frac{e^{0,115 a} + 1}{e^{0,115 a} - 1} \quad (12)$$

und

$$R_2 = Z \frac{e^{0,23 a} - 1}{2 e^{0,115 a}} \quad (13)$$

## 3. Numerische Berechnung

Gegeben seien  $a = 40$  dB ( $V = 100$ ) und  $Z = 60$  Ohm. Zur Berechnung der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  werden Gl. (6) und Gl. (10) benutzt. Man erhält

$$R_1 = Z \frac{V + 1}{V - 1} = 60 \frac{100 + 1}{100 - 1} = 61,21$$

$$R_1 \approx 61,2 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = Z \frac{V^2 - 1}{2 V} = 60 \frac{100^2 - 1}{200} = 2999,7$$

$$R_2 \approx 3000 \text{ Ohm}$$

Um die Berechnung für einige in der Praxis immer wieder auftretende Fälle überflüssig zu machen, sind in Tab. I für drei verschiedene Wellenwiderstände und acht verschiedene Dämpfungen die bereits errechneten Zahlenwerte für  $R_1$  und  $R_2$  zusammengestellt.

## 4. Maximale Eingangsspannung

Die maximale Belastbarkeit des Dämpfungsgliedes wird in erster Linie von der zulässigen Verlustleistung  $P_1$  der Querwiderstände  $R_1$  bestimmt. Es ist

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \quad (14)$$

Die Auflösung von Gl. (14) nach  $U_1$  ergibt

$$U_1 = \sqrt{P_1 \cdot R_1} \quad (15)$$



Bild 3. 40-dB-Dämpfungsglied in Koaxialbauweise

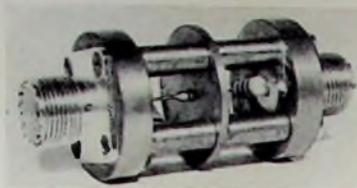


Bild 4. Innenaufbau des Dämpfungsgliedes nach Bild 3

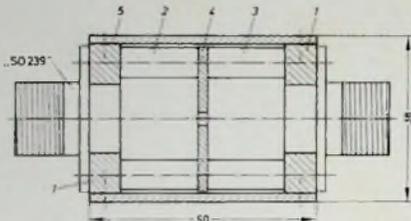
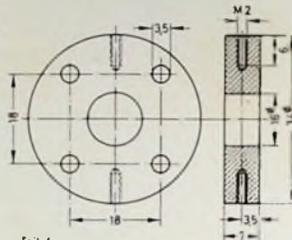


Bild 5. Längsschnitt durch das Dämpfungsglied



Teil 1 Werkstoff: Ms

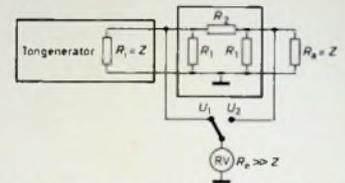
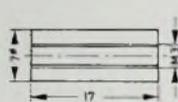
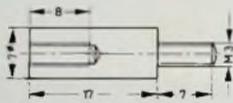


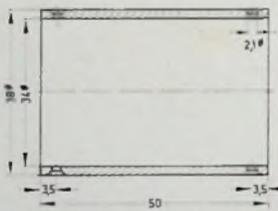
Bild 9. Meßaufbau zur Kontrolle der Dämpfung



Teil 2 Werkstoff: Ms



Teil 3 Werkstoff: Ms



Teil 5 Werkstoff: Ms



Teil 4 Werkstoff: Ms

Bild 6. Scheiben (Teile 1 und 4 nach Bild 5)

Bild 7. Abstandsbolzen (Teile 2 und 3 nach Bild 5)

Bild 8. Hülse (Teil 5 nach Bild 5)

generator ( $R_1 = 60 \text{ Ohm}$ ) und ein genau geeichtes NF-Millivoltmeter benötigt.

Bei richtiger Wahl der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  muß dann bei einer Spannung von 1 V am Eingang des Dämpfungsgliedes die Ausgangsspannung über dem Abschlußwiderstand  $R_2 = Z$  gerade 10 mV betragen. Ist dies der Fall, dann hat das Dämpfungsglied die geforderte 40-dB-Dämpfung.

Zur Durchführung von Reflexionsmessungen eignet sich ebenfalls das „Polyskop II“. Wie man dem Kurvenverlauf  $p = f(f)$  im Bild 10 entnehmen kann, treten unterhalb von 100 MHz fast keine Reflexionen auf. Bei  $f_{\text{max}} = 500 \text{ MHz}$  betragen die Reflexionen etwa 10%, was einem Welligkeitsfaktor von  $s = 1,2$  entspricht.

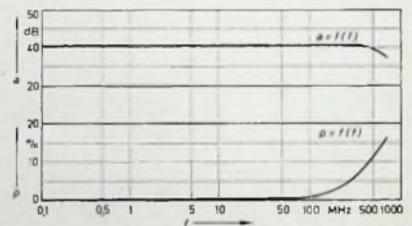


Bild 10. Dämpfungsverlauf a und Reflexionsverlauf p als Funktion der Frequenz f

Für  $R_1$  wurden handelsübliche 0,5-W-Widerstände gewählt. Damit erhält man für die maximale Eingangsspannung

$$U_{1 \text{ max}} = \sqrt{P_1 \cdot R_1} = \sqrt{0,5 \cdot 61,2} \\ = \sqrt{30,6} = 5,5 \\ U_{1 \text{ max}} = 5,5 \text{ V}$$

Für die maximal erforderliche Belastbarkeit  $P_2$  von  $R_2$  ergibt sich dann

$$P_2 = \frac{(U_1 - U_1/V)^2}{R_2} = \frac{(5,5 - 5,5/100)^2}{3000} \\ = \frac{30}{3000} = 0,01 \\ P_2 = 0,01 \text{ W}$$

Wie sich aus den Berechnungen ergibt, darf das Dämpfungsglied für die gewählten Wi-

derstände mit einer maximalen Eingangsspannung von 5,5 V betrieben werden.

### 5. Konstruktion

Das Dämpfungsglied ist in koaxialer Bauweise ausgeführt. Dadurch wird gewährleistet, daß der Raum, in dem sich das  $\pi$ -Glied befindet, weitgehend der Nennimpedanz angepaßt ist.

Zum Erreichen der notwendigen Koppeldämpfung zwischen Eingang und Ausgang wird konzentrisch um den Längswiderstand  $R_2$  ein 2 mm dickes Abschirmblech angeordnet. Genaue Konstruktionseinzelheiten des Dämpfungsgliedes können den Bildern 3 bis 8 entnommen werden.

Für das hier beschriebene Dämpfungsglied wurden handelsübliche Kohleschichtwiderstände verwendet. Besser geeignet sind jedoch ungewandelte Kohlenmassewiderstände. Diese haben gegenüber Schichtwiderständen den Vorteil kleinerer Induktivitäten und Kapazitäten.

### 7. Schlussbemerkungen

Das Dämpfungsglied nach Bild 2 ist ein  $\pi$ -Glied. Der Aufbau eines entsprechenden T-Gliedes ist unzureichend, weil die erforderlichen Widerstände sehr klein ausfallen und die betreffenden Werte schwer erhältlich sind. Das beschriebene Dämpfungsglied kann bis zu 500 MHz ohne nennenswerte Abweichung von der Nennämpfung verwendet werden. Oberhalb von 500 MHz nehmen die Reflexionen weiter zu, und die Dämpfung sinkt ab.

Dies ist darauf zurückzuführen, daß sich die schädlichen Induktivitäten und Kapazitäten der verwendeten Schichtwiderstände im hohen Frequenzbereich auf Anpassung und Teilungsverhältnis ungünstig auswirken.

Bei Verwendung von Kohlenmassewiderständen und passenden Koaxialarmaturen für den UHF-Bereich sind jedoch noch günstigere Meßergebnisse zu erwarten.

# Digitale Elektronik



## Praktische Einführung für den jungen Techniker

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd 24 (1969) Nr. 3, S. 104

**5.2. Erzeugung von Signalen**  
Die verschiedenen Bausteine müssen sich wahlweise mit den Signalen „O“ oder „L“ ansteuern lassen. Im einfachsten Fall erfolgt das über Schalterkontakte. Auf einem Signalgeber-Baustein werden drei Tastenschalter angeordnet, mit denen man drei verschiedene Schaltpunkte ansteuern kann. Außerdem enthält dieser Baustein ein Potentiometer, mit dem auch Zwischenwerte einzustellen sind. Diese Möglichkeit wird in einem späteren Versuch benötigt. Die Schaltung des Signalgeber-Bausteins ist im Bild 7 angegeben; den Aufbau zeigen die Bilder 8 a, b und c. Man kann hier eine gewöhnliche Hartpapierplatte mit den Abmessungen 90 × 82,5 mm an Stelle einer „Veroboard“-Platte verwenden, da sich die großen Bauelemente ohnehin nicht direkt in die Leiterbahnen einlöten lassen.

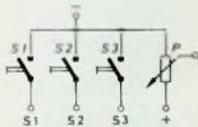
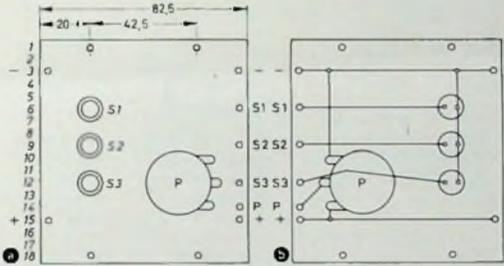


Bild 7. Schaltung des Signalgeber-Bausteins;  $R = 500 \text{ Ohm}$ ,  $0,3 \text{ W}$ , linear

Bild 8. Aufbau des Signalgeber-Bausteins; a) Ansicht von oben, b) Ansicht von unten, c) fertiger Baustein



tes Schaltbild einer Grundsaltung. Das Funktionssymbol zeigt lediglich, welche Funktion eine bestimmte Schaltung erfüllt. Es geht jedoch nicht daraus hervor, mit welchen Einzelteilen diese Funktion erreicht wird. Umfangreiche Digitalschaltungen werden aber erheblich einfacher und übersichtlicher, wenn man an Stelle des kompletten Schaltbildes nur die Funktionssymbole angibt. Das Funktionssymbol für den Impedanzwandler ist im Bild 9b angeführt. Man erkennt, daß nur der Eingang E und der Ausgang A der Schaltung dargestellt werden. Der Anschluß der Betriebsspannung wird bei den Funktionssymbolen nicht berücksichtigt. Der Impedanzwandler-Baustein der Experimentierreihe enthält drei Impedanzwandler, um auch alle drei Glühlampen des Anzeigebausteines gleichzeitig ansteuern zu können. Das Schalt-

bild zeigt Bild 10; den mechanischen Aufbau des Bausteins geben die Bilder 11a, b und c wieder.

### 6. Logische Verknüpfungen

#### 6.1. Allgemeines

Grundlage der digitalen Elektronik sind die sogenannten logischen Verknüpfungen. Das sind Schaltungen mit Ein- und Ausgängen, bei denen ein bestimmtes Eingangssignal oder eine Kombination von Eingangssignalen ein ganz bestimmtes Ausgangssignal zur Folge hat. Die wichtigsten Schaltungen sind dabei die UND-, die ODER- und die NICHT-Schaltung.



### 5.3. Impedanzwandler

Die Ausgänge der einzelnen Schaltungen der digitalen Elektronik sind meist relativ hochohmig. Es ist daher nicht zulässig, niederohmige Verbraucher, zum Beispiel eine Glühlampe, unmittelbar an den Ausgang solcher Schaltungen anzuschließen. Man muß vielmehr den niederohmigen Belastungswiderstand an die Schaltungsausgänge anpassen. Dafür eignet sich ein Transistor in Kollektorschaltung, der als Impedanzwandler wirkt. Seine Spannungsverstärkung ist nahezu 1, die Polarität des Ausgangssignals entspricht der des Eingangssignals. Der Eingangswiderstand einer solchen Schaltung (Bild 9a) ist um den Verstärkungsfaktor des Transistors  $T$  größer als sein Belastungswiderstand (Ausgangswiderstand)  $R$ . Benutzt man als Ausgangswiderstand eine Glühlampe, dann wird der Eingangswiderstand genügend hochohmig, um das Ausgangssignal und die Funktion von Schaltungen der digitalen Elektronik nicht zu verfälschen.

An dieser Stelle sei gleich noch ein neuer Begriff der digitalen Elektronik eingeführt: das Funktionssymbol. Dabei handelt es sich um ein vereinfach-

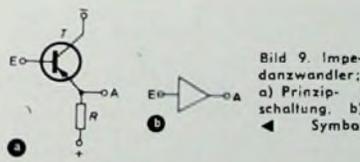


Bild 9. Impedanzwandler; a) Prinzipschaltung, b) Symbol

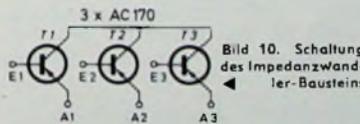
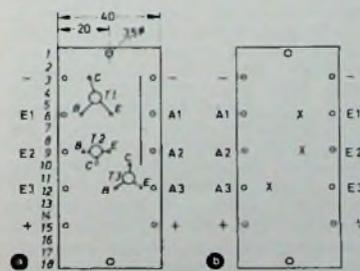


Bild 10. Schaltung des Impedanzwandler-Bausteins



### 6.2. Logische Schaltung UND

#### 6.2.1. Schaltung

Eine ganz einfache UND-Schaltung ist im Bild 12 dargestellt. Die Betriebsspannung  $U$  wird über zwei in Reihe liegende Kontakte  $S_1$  und  $S_2$  einem Anzeigeelement  $Gl$  (Glühlampe) zugeführt. Sind beide Schalter geöffnet, dann kann die Glühlampe selbstver-

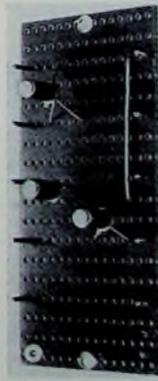


Bild 11. Aufbau des Impedanzwandler-Bausteins; a) Bauteileseite, b) Leiterbahnseite, c) fertiger Baustein

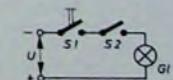


Bild 12. Prinzip einer UND-Schaltung mit den Kontakten  $S_1$  und  $S_2$

ständig nicht aufleuchten, da der Stromkreis an zwei Stellen unterbrochen ist. Auch wenn ein Schalter allein geschlossen wird, erhält die Glühlampe noch keine Spannung. Erst wenn die Kontakte S1 und S2 betätigt werden, wird der Stromkreis geschlossen, und die Glühlampe leuchtet auf. Die beiden Schalter stellen hier zwei Eingänge E1 und E2 einer UND-Schaltung dar, während die Glühlampe den Ausgang A bildet. Wird einer der Schalter betätigt, dann bedeutet das: An diesem Eingang herrscht das Signal „L“. Führen beide Eingänge das Signal „L“, dann leuchtet die Glühlampe am Ausgang auf und zeigt an, daß auch hier das Signal „L“ vorliegt. Nicht geschlossene Schalter beziehungsweise nicht leuchtende Glühlampen sind mit dem Signal „O“ gleichzusetzen. Ähnliche Verhältnisse würde man erreichen, wenn statt zwei Kontakten noch mehr in Reihe geschaltet würden. Es müssen dann alle vorhandenen Kontakte gleichzeitig geschlossen werden (Signal „L“ führen), wenn auch die Glühlampe das Signal „L“ anzeigen soll. Bei einer UND-Schaltung müssen also alle Eingänge E1 und E2 und E3 usw. das Signal „L“ führen, wenn auch am Ausgang das Signal „L“ auftreten soll. Ist an einem einzigen (oder natürlich auch an mehreren) Eingängen das Signal „O“ vorhanden, dann bleibt der Ausgang auch im Zustand „O“.

Die beschriebene einfache Anordnung einer UND-Schaltung mit Kontakten findet man auch heute noch in vielen Steueranlagen oder sogar Rechenmaschinen, bei denen es nicht so sehr auf hohe Arbeitsgeschwindigkeit oder geringen Raumbedarf, sondern vor allem auf große Störsicherheit ankommt. Relais- oder Schalterkontakte haben auch ein weitaus besseres Auf-Zu-Verhältnis als Schaltungen mit Halbleitern. Schaltungen mit Relaiskontakten sind daher durchaus nicht als unmodern zu bezeichnen.

Die UND-Funktion läßt sich jedoch auch durch eine rein elektronische

Schaltung realisieren. Die Schaltung nach Bild 13 wird nun auf einer „Veroboard“-Platte gemäß stand R4 einerseits und die Widerstände R1 bis R3 sowie die in Durchlaßrichtung ebenfalls sehr niederohmigen Dioden D1 bis D3 andererseits. Die Spannung am Punkt A – das ist der Ausgang der Schaltung – ist daher nur sehr gering gegenüber Masse. Am Ausgang herrscht das Signal „O“.

Führt man jetzt einem der Eingänge der Schaltung das Signal „L“ zu, indem man beispielsweise den Eingang E1 mit dem Minuspol der Betriebsspannung verbindet, dann erhält die Diode D1 an ihrer Anode ein negatives Potential. Sie leitet dann nicht mehr, sondern arbeitet im Sperrbereich. Über die Strecke D1, R1 fließt kein Strom mehr. Der Stromfluß über D2, R2 und D3, R3 bleibt jedoch weiterhin bestehen, das heißt, das Spannungsteilverhältnis am Ausgang A verschiebt sich nur unbedeutend. Das Ausgangssignal bleibt „O“.

Die gleichen Verhältnisse ergeben sich, wenn man einem anderen oder auch zwei Eingängen gleichzeitig das Signal „L“ zuführt, also beispielsweise die Eingänge E1 und E2 mit dem Minuspol der Betriebsspannung verbindet. Dann hört zwar der Stromfluß über die Strecken D1, R1 und D2, R2 auf, die Strecke D3, R3 bleibt jedoch weiter leitend, so daß am Ausgang immer noch das Signal „O“ auftritt. Erst wenn allen drei Eingängen der Schaltung das Signal „L“ zugeführt wird, arbeiten sämtliche Dioden in Sperrichtung. Der Widerstand zwischen dem Ausgang A und Masse wird dann sehr groß; er

den Bildern 14a, b und c aufgebaut. Nach Fertigstellung läßt sich nun der erste Versuch zur digitalen Elektronik durchführen.

#### Versuch 1

Auf dem Montagerahmen werden von links nach rechts der Signalgeber-Baustein, der UND-Baustein, der Impedanzwandler-Baustein und der Anzeige-Baustein nebeneinander angeordnet. Bild 15a zeigt die Gesamtschaltung des Versuchs; im Bild 15b ist die Verdrahtung der Bausteine untereinander zu erkennen. Die drei Eingänge E1, E2 und E3 des UND-Bausteins lassen sich über je eine Taste des Signalgebers mit dem Minuspol der Betriebsspannung verbinden. Der Ausgang A des UND-Bausteins ist mit dem Eingang eines Impedanzwandlers verbunden. Am Ausgang desselben Impedanzwandlers ist schließlich eine Glühlampe des Anzeige-Bausteins angeschlossen, mit der das Ausgangssignal der Schaltung angezeigt wird. Plus- und Minuspol der Betriebsspannung sind bei allen Bausteinen durch verbunden. Schließt man an den fertigen Versuchsaufbau die Betriebsspannung an, dann leuchtet die Glühlampe G1 am

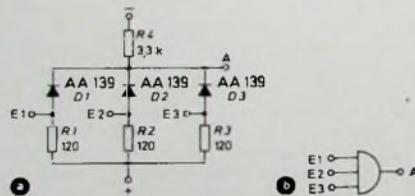


Bild 13. UND-Schaltung aus Halbleitern mit drei Eingängen; a) konventionelle Darstellung, b) Symbol

Bild 14. Aufbau des UND-Bausteins; a) Bauteileseite, b) Leiterbahnseite, c) fertiger Baustein

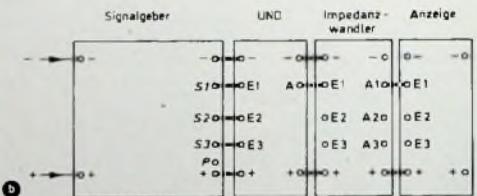
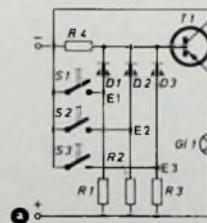
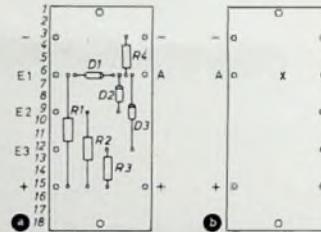


Bild 15. Versuch 1; a) Schaltbild, b) Aufbau auf dem Rahmen

Schaltung mit Halbleitern realisieren. Bild 13 zeigt eine solche Anordnung, bei der drei Eingänge vorhanden sind. Die Schaltung arbeitet folgendermaßen: Zunächst soll angenommen werden, daß an allen drei Eingängen das Signal „O“ anliegt. Dann fließt Strom vom Minuspol der Betriebsspannung über den relativ hochohmigen Widerstand R4 und die drei parallel geschalteten Kombinationen aus je einer Diode und einem niederohmigen Widerstand D1, R1 bis D3, R3. Die Dioden sind in Durchlaßrichtung geschaltet. Am Punkt A erhält man somit eine Spannungsteilung durch den hochohmigen Wider-

wird aus den Sperrwiderständen der Dioden gebildet. Am Ausgang A erscheint somit das Signal „L“. Wesentlich für eine einwandfreie Funktion der UND-Schaltung ist allerdings, daß der Ausgang durch das Anzeigeelement nicht oder nur unbedeutend belastet wird. Der Relastungswiderstand muß groß gegenüber dem Widerstand R4 der UND-Schaltung sein, da sonst wieder eine Spannungsteilung auftritt. Soll ein niederohmiges Anzeigeelement betrieben werden, muß man einen Impedanzwandler zwischenschalten.

Die Schaltung nach Bild 13 wird nun auf einer „Veroboard“-Platte gemäß

Ausgang der UND-Schaltung noch nicht auf, wie es nach der vorangegangenen Beschreibung auch nicht anders zu erwarten ist. Auch die Betätigung von einer oder zwei Tasten führt zu keinem Aufleuchten der Glühlampe. Der Ausgang A verharrt im Betriebszustand „O“. Nur wenn man alle drei Tasten gleichzeitig drückt, das heißt, wenn allen drei Eingängen E1 und E2 und E3 des UND-Bausteins das Signal „L“ zugeführt wird, leuchtet die Glühlampe auf und zeigt damit am Ausgang A des UND-Bausteins das Signal „L“ an. Der Versuch beweist also, daß die obigen Überlegungen richtig sind.

### 6.2.2. Entkopplung der Eingänge beim UND-Baustein

Bei dem einfachen Aufbau einer UND-Schaltung nach Bild 12 sind die Kontakte direkt miteinander verbunden. Die Eingänge sind somit gegeneinander entkoppelt. Betätigt man einen der beiden Schalter S1 und S2, dann ist jeweils ein Anschluß des nicht betätigten Schalters auch mit dem Eingangssignal „L“ verbunden. Es sei nun die Schaltung mit Halbleitern nach Bild 13 noch einmal näher betrachtet.

An allen drei Eingängen liegt das Signal „O“, solange keine Verbindung mit dem Minuspol der Spannungsquelle erfolgt. Führt man aber einem der Eingänge das Signal „L“ zu (beispielsweise dem Eingang E1), dann gelangt dieses Signal auch an den „Verknüpfungspunkt“ A. Es kann jedoch nicht an die Eingänge E2 und E3 zurückgeführt werden, da für die entsprechende Polarität die Dioden D2 und D3 in Sperrichtung angeordnet sind. Die Eingänge E2 und E3 werden also nicht beeinflusst, wenn man den Eingang E1 mit dem Signal „L“ ansteuert. Sinngemäß gilt das auch für die anderen Eingänge. Diese Tatsache ist für die praktische Anwendung der UND-

Liste der insgesamt für die Experimentierreihe benötigten Einzelteile (elektrische Bauteile)

3 Stück „Veroboard“-Platten „M 8“	(Vero-Electronics)
100 Stück Lötstifte „2140/3073“	(Vero-Electronics)
3 Stück Kleindrucktasten mit 1 Arbeitskontakt	(Jautz)
1 Stück Schichtpotentiometer, 500 Ohm, 0,3 W	
1 Stück Drehknopf für Potentiometer	
3 Stück Lampenfassungen E 10 mit Mittelbolzen	
3 Stück Glühlampen E 10, 6 V, 30 ... 50 mA	
1 Stück Transformator, primär 220 V, sekundär 12 V, 0,5 A	
1 Stück Rückgleichrichter B 30 C 600	
1 Stück Elektrolytkondensator, 1000 µF, 25 V	
1 Stück Z-Diode BZY 85/C 8 V 2	(Telefunken)
1 Stück Transistor AD 139 oder ähnlich	(Telefunken)
12 Stück Transistoren AC 170 oder ähnlich (B größer als 80)	(Telefunken)
15 Stück Germaniumdioden AA 139 oder ähnlich	(Telefunken)
4 Stück Widerstände, 47 Ohm, 0,5 W	
3 Stück Widerstände, 120 Ohm, 0,5 W	
1 Stück Widerstand, 270 Ohm, 0,5 W	
11 Stück Widerstände, 680 Ohm, 0,5 W	
3 Stück Widerstände, 3,3 kOhm, 0,5 W	
10 Stück Widerstände, 3,9 kOhm, 0,5 W	
13 Stück Widerstände, 10 kOhm, 0,5 W	
6 Stück Papler- oder Kunststoffollen-Kondensatoren, 0,22 µF	

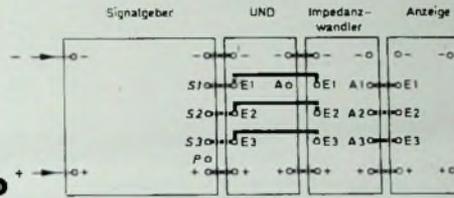
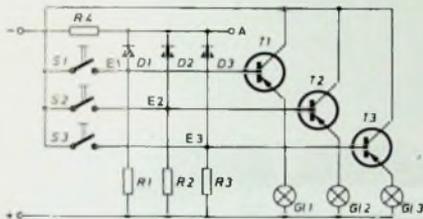


Bild 16. Versuch 2; a) Schaltbild, b) Aufbau auf dem Rahmen

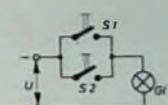


Bild 17. Prinzip einer ODER-Schaltung mit Kontakten

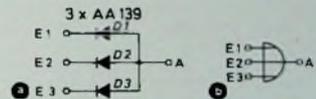


Bild 18. ODER-Schaltung aus Halbleitern mit drei Eingängen: a) konventionelle Darstellung, b) Symbol

Schaltung in der digitalen Elektronik sehr wichtig, da die UND-Schaltungs-Eingänge vielfach von weiteren Halbleiterschaltungen angesteuert werden, die unter Umständen bei einer Rückwirkung des angesteuerten auf einen anderen Eingang nicht mehr ordnungsgemäß arbeiten würden. Die gegenseitige Entkopplung der Eingänge soll in einem Versuch betrachtet werden.

#### Versuch ②

Die Anordnung der Bausteine auf dem Montagerahmen ist geblieben, nur die Verdrahtung ändert sich. Das Verhalten des Ausgangs der UND-Schaltung hat der Versuch 1 schon gezeigt; wir müssen daher an dieser Stelle kein Anzeigeelement mehr vorsehen. Statt dessen sollen nun die drei Anzeigelampen, denen je ein Impedanzwandler vorgeschaltet wird, zur Kontrolle der Eingänge des UND-Bausteins verwendet werden. Bild 16 gibt die Gesamtschaltung und den Verdrahtungsplan an. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung wird zunächst keine der Glühlampen aufleuchten, da an allen Eingängen des UND-Bausteins das Signal „O“ anliegt. Drückt man eine der Tasten des Signalgeber-Bausteins, dann wird dem entsprechenden Eingang das Signal „L“ zugeführt. Die zugehörige Glühlampe leuchtet auf. Die beiden übrigen Lampen bleiben jedoch dunkel. Damit wird durch den Versuch 2 wieder die Richtigkeit der oben aufgestellten Behauptung nachgewiesen: Nur die Glühlampen leuchten je-

weils auf, die einen mit dem Signal „L“ angesteuerten Eingang überprüfen. Eine Rückwirkung auf die anderen Eingänge findet nicht statt.

### 6.3. Logische Schaltung ODER

#### 6.3.1. Schaltung

Bild 17 zeigt das Prinzip einer ODER-Schaltung. Hier wird die Betriebsspannung U über zwei parallel liegende Kontakte S1 und S2 einer Glühlampe zugeführt. Solange beide Kontakte geöffnet sind, kann die Glühlampe selbstverständlich nicht aufleuchten. Wird jedoch der Schalter S1 oder der Schalter S2 oder werden beide Schalter gleichzeitig geschlossen, dann schließt sich der Stromkreis, und die Lampe leuchtet auf.

Auch hier bilden die Schalter wieder zwei Eingänge E1, E2 und die Glühlampe den Ausgang A. Betätigt man einen Schalter, dann wird dem betreffenden Eingang das Signal „L“ zugeführt. Im Gegensatz zur UND-Schaltung genügt es bei der ODER-Schaltung jedoch, wenn nur in einem Eingang das Signal „L“ zugeführt wird, um am Ausgang A ebenfalls das Signal „L“ zu erreichen. Das gilt auch, wenn beliebig viele Schalter parallel angeordnet sind, das heißt, wenn beliebig viele Eingänge vorhanden sind. Bei der ODER-Schaltung muß man also den Eingang E1 oder E2 oder E3 usw. mit dem Signal „L“ ansteuern, wenn am Ausgang A das Signal „L“

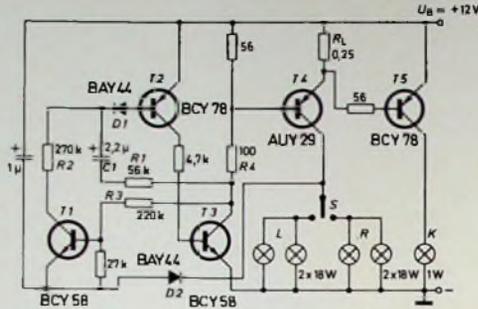
auftreten soll. Es ist auch zulässig, mehrere oder alle Eingänge einer ODER-Schaltung gleichzeitig mit dem Signal „L“ anzusteuern.

Auch die ODER-Funktion läßt sich durch eine Halbleiterschaltung realisieren. Der Aufbau (Bild 18) ist wesentlich einfacher als die UND-Schaltung. Die drei Eingänge sind lediglich über drei in Durchlaßrichtung geschaltete Dioden D1, D2, D3 mit dem Ausgang A verbunden. Erhält einer der Eingänge das Signal „L“, dann muß zwangsläufig, da die Dioden in Durchlaßrichtung arbeiten, auch der Ausgang das Signal „L“ annehmen. Da kein hochohmiger Vorwiderstand (wie R4 bei der UND-Schaltung) im Stromkreis liegt, kann man den Ausgang der ODER-Schaltung auch relativ niederohmig belasten, solange der Maximalstrom der Dioden nicht überschritten wird. Es ist also zum Beispiel zulässig, in unserer Versuchsreihe mit der ODER-Schaltung eine Glühlampe direkt anzusteuern. Ein Impedanzwandler ist hier nicht nötig.

(Fortsetzung folgt)

## Vollelektronischer Richtungsblinker

Bild 1. Schaltung des vollelektronischen Richtungsblinkers



Außer den bislang ausschließlich verwendeten störanfälligen elektro-mechanischen Blinkgebern werden jetzt für Kraftfahrzeuge bereits halbelektronische Geber hergestellt. Neue elektronische Bauelemente ermöglichen aber auch hier ausgezeichnete vollelektronische Lösungen. Sie bieten dem Kraftfahrer zusätzliche Sicherheit, weil hier der Blinker ohne störende Einschaltverzögerung sofort mit der vollen Frequenz arbeitet, die auch trotz der übrigen harten Betriebsbedingungen weitgehend konstant bleibt. Beim Ausfall einer einzigen Blinkerlampe wird das Kontrollämpchen abgeschaltet, ohne daß die Funktion des Blinkgebers beeinträchtigt wird.

### Aufbau und Wirkungsweise

Der Richtungsblinker wird von der Taktgeberschaltung aus T1, T2 und T3 (Bild 1) angesteuert. Im Prinzip handelt es sich um einen astabilen Multivibrator mit den komplementären Transistoren T2 und T3. Zu Beginn der Aufladung des für die Schaltzeiten maßgebenden Kondensators sind T2 und T3 voll durchgesteuert, weil der Ladestrom von C1 den Transistor T2 offenhält, der seinerseits T3 durchschaltet. Der Transistor T1 ist wegen des niedrigen Kollektorpotentials von T3 gesperrt.

Gegen Ende der Aufladung von C1 über R1 reicht der Ladestrom nicht mehr zum Durchsteuern von T2 und T3 aus, so daß diese Transistoren (infolge der Rückkopplung schlagartig) sperren. Wegen des jetzt hohen Potentials am Kollektor von T3 öffnet T1. Der Kondensator C1 kann sich nun über R2 gegen die Betriebsspannung  $U_B$  entladen. Zu einer schädlichen Aufladung von C1 mit umgekehrter Polarität kann es aber nicht kommen, da schon nach Überschreiten der Schwellenspannungen von D1 und T2 die Transistoren T2 und T3 wieder öffnen. Danach beginnt der beschriebene Vorgang von neuem.

Über R4 wird der Schalttransistor T4 aufgesteuert. Fällt im Hauptstromkreis auch nur eine der gleichzeitig angeschalteten Blinkerlampen aus, so sinkt die Spannung am Widerstand  $R_L$  so weit ab, daß der Transistor T5 gesperrt wird und die im Wageninneren angebrachte Kontrollampe K nicht mehr mitblinkt. Soll wie bei elektromechanischen Blinkgebern ein hörbares Knackgeräusch zusätzlich zur Kontrollampe die Tätigkeit des Richtungsblinkers anzeigen, so ist an Stelle des Widerstandes  $R_L$  ein geeignetes niederohmiges Relais einzubauen, das die Kontrollampe betätigt.

Da mit dem Richtungsanzeigeschalter S kein weiterer Schalter gekoppelt werden darf, der den Taktgeber ein- und ausschaltet, erfolgt die Spannungsversorgung des Transistors T1 über die Diode D2, die sperrt, sobald der Schalter S geöffnet wird. Die Stromaufnahme der vollständigen Richtungsanzeigeanlage ist bei geschlossenem Schalter S während des Blinkimpulses 3 A. Bei Umgebungstemperaturen von  $-20$  bis  $+70$  °C bleibt die Anlage voll funktionstüchtig.

(Nach Siemens-Unterlagen)

ein Maß begrenzt, das gerade ausreicht, um die Wärmeverluste des Kolbens zu kompensieren. Wird dem Kolben beim Löten Wärme entzogen, so genügt bereits eine geringe Temperaturverminderung, um eine etwa flache Stromzunahme zu bewirken, so daß die Betriebstemperatur des Kolbens ungeachtet seiner thermischen Belastung praktisch konstant bleibt. Der PTC-Thermistor verhält sich also wie ein Heizelement, das seine Temperatur selbsttätig stabilisiert.

Labormodelle von LötKolben mit PTC-Heizelementen wurden sowohl für kleinere Leistungen (etwa 6 W) als auch für größere (bis etwa 100 W) hergestellt und erprobt. In sämtlichen Fällen betrug die Anheizzeit weniger als 10 s, während die automatische Leistungsregelung auf unterschiedliche Wärmeabfuhr schnell und genau reagierte.

(Nach Philips-Unterlagen)

## Spender für Flüssigkeiten

Bei Arbeitsgängen, für die wiederholt und zur sofortigen Anwendung kleine Mengen von Flüssigkeiten benötigt werden, ist ein kombinierter Behälter und Spender für Flüssigkeiten praktisch und zeitsparend.

Die „Lerley“-Spender (Vertrieb: Picard & Frère Ltd., La Chau-de-Fonds/Schweiz) sind handlich geformte Wärmestoff-Flaschen mit einer Hebevorrichtung



„Lerley“-Flüssigkeitsspender mit Hebevorrichtung und Entnahmeschälchen

an Stelle des Deckels. Durch Drücken des Hebbers steigt über ein Rückschlagventil eine kleine Menge der Flüssigkeit in ein Schälchen im Flaschenhals auf. Sie kann dann sofort verwendet werden. Ein eventueller Rest läßt sich wegschütten oder herauswischen. Da das Schälchen jedoch einen Deckel mit Scharnier hat, kann man die Flüssigkeit auch kurzzeitig geschützt darin aufbewahren.

Die Spender sind in erster Linie für Lötflüssigkeiten gedacht, können aber auch für Reinigungsflüssigkeiten, Polituren, leichte Schmieröle, Tuscharten usw. verwendet werden. Der Hebe-mechanismus schützt den Inhalt der Flasche vor Verschmutzung. Durch die Benutzung des Spenders werden Verschütten, Tropfen sowie übermäßiger Verbrauch vermieden, und die Brandgefahr wird verringert. Drei Größen sind lieferbar (0,12 l, 0,17 l, 0,23 l).

## Für Werkstatt und Labor

### PTC-Heizelement für LötKolben

Ein neues Verfahren für die LötKolbenheizung wurde vom Philips-Zentral-laboratorium Aachen vorgeschlagen und mit Erfolg erprobt. Benutzt wird ein PTC-Widerstand, der hier als selbstregelndes Heizelement wirkt, wodurch im Vergleich zu den bisherigen Konstruktionen eine erheblich stabilere Betriebstemperatur des Kolbens erreicht wird.

Ein in dieser Weise geheizter LötKolben ist ein interessantes Beispiel für die praktischen Anwendungsmöglichkeiten von Materialien mit positivem Temperaturkoeffizienten. Stoffe wie Barium- und Bleititanat zeigen bei bestimmten Temperaturen einen Phasen-

übergang, wobei der elektrische Widerstand innerhalb eines kleinen Temperaturbereichs sehr stark anwächst (beispielsweise um einen Faktor von mehr als 100). Dieser Effekt kann ausgenutzt werden, um die Betriebstemperatur des LötKolbens auf einfache Weise zu stabilisieren.

Legt man an eine Barium-Bleititanatscheibe eine Spannung von einigen Volt an, dann fließt zunächst ein starker Strom durch diesen kalten Thermistor, weil sein Widerstand zwischen Zimmertemperatur und  $340$  °C klein ist. Oberhalb dieser Temperatur nimmt der Widerstand jedoch sprunghaft zu. Dadurch wird die Energieaufnahme auf

# Ihr neuer Star- Verkäufer heißt Roy Black



Das Kofferprogramm von Loewe Opta wirkungsvoll präsentiert.

Ein attraktives Prachtstück fürs Schaufenster – und später Ihr Spielwürfel für Garten, Hausbar und Ferien.

Schlagerstar Roy Black, Liebling von Millionen junger Leute, hilft Ihnen, das Loewe Opta-Kofferprogramm zu verkaufen. Sein neuestes Farbplakat können Sie in Ihrem Geschäft kostenlos verteilen. Damit verbindet sich ein großes Preisspiel. Unsere Werbung sagt allen jungen Leuten,

daß sie an diesem Spiel teilnehmen können, wenn sie sich bei Ihnen das Roy Black-Plakat abholen. Ein weiterer Spitzenverkäufer für das Loewe-Kofferprogramm ist unser Spielwürfel für Ihr Schaufenster. Er zieht alle Blicke auf sich und auf das Kofferprogramm von Loewe Opta.

Und später macht er sich gut als Ihr privater Spielwürfel - für Garten, Terrasse, Hausbar und Ferien. Die Spielsteine werden mitgeliefert. Bestellen Sie den Glückswürfel mit vier Loewe Opta-Koffergeräten. Rufen Sie Ihren zuständigen Lieferanten an. Oder schreiben Sie direkt an Loewe Opta.

## LOEWE OPTA

Loewe Opta GmbH · Abteilung Verkauf · 8640 Kronach/Bayern



## Der Oszillograf in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 3, S. 110

### 2.1.5. Oszillogramme im Tonteil

Für die oszillografische Untersuchung des Tonteils eines Fernsehempfängers gilt sinngemäß alles, was bereits im Abschnitt 1. besprochen wurde. Der NF-Teil kann mit Rechteckspannungen untersucht werden, beim Ton-ZF-Teil muß man darauf achten, daß die Inter-carrier-Zwischenfrequenz von 5,5 MHz auftritt. Dementsprechend ist der Frequenzbereich am Meß- oder Wobbelsender zu wählen. Der Abgleich des Ton-ZF-Teils erfolgt nach den gleichen Richtlinien, wie sie schon im Abschnitt 1.3. beschrieben wurden.

Ein Sonderfall ist das Identifizieren des Inter-carrierbrumms, der bei falsch eingestelltem Bild-ZF-Verstärker oder falschem Arbeitspunkt der Video-Endröhre auftreten kann. Wer das Inter-carrierbrummen dem Gehör nach nicht von einem normalen Netzbrummen unterscheiden kann, sollte sich einmal ein entsprechendes Oszillogramm am Lautsprecher des Tonteils betrachten. Man wird dann sehen, daß die entstehende Kurve impulsförmigen Charakter hat, im Gegensatz zu einem annähernd sinusförmigen Verlauf, wie er bei Brummspannungen auftritt. Im übrigen sei auf den Abschnitt 1 verwiesen.

### 2.1.6. Registrierung und Diagnose von Störkomponenten

Im wesentlichen unterscheidet man beim Fernsehempfang zwischen zwei Arten von Störungen, nämlich solchen von impulsförmigem und solchen von kontinuierlichem Charakter. Impulsförmige Störungen äußern sich auf dem Bildschirm durch helle oder dunkle Lichtblitze, die unregelmäßig über das Raster verteilt sind. Kontinuierliche Störungen, die durch Träger konstanter Amplitude hervorgerufen werden, erzeugen bestimmte Muster oder Moirés auf dem Schirm.

Dem Servicetechniker genügen zur Diagnose häufig schon die Bilder auf dem Schirm des Fernsehempfängers. Trotzdem kann mitunter eine oszillografische Darstellung dieser Störungen interessant sein. Man oszillografiert dann stets die Spannung zwischen Kathode und Wehneltzylinder der Bildröhre, denn dort sind nicht nur die Bild-, sondern auch die Störsignale wirksam. Da impulsförmige Störungen meistens nichtperiodischen Charakter haben, ist eine Synchronisierung nicht möglich; treten sie jedoch häufig genug auf, so kann man wenigstens ihre Form erkennen und daraus auf den Sitz der Störung schließen. So lassen sich zum Beispiel Störimpulse von elektrischen Spielzeugen gut von Störimpulsen unterscheiden, die etwa durch Einschaltfunken von Küchengeräten usw. verursacht werden. Auch hier gibt der Oszillograf bessere Informationen als ein anderes Hilfsmittel.

Störungen durch Störträger, zum Beispiel durch Diathermiegeräte, benachbarte störende Rundfunkempfänger usw., erkennt man an den sinusförmigen Oszillogrammen, die in irgendeiner Form dem Bildinhalt überlagert sind, der während der Vertikal- oder Horizontalperiode auf dem Oszillografenschirm erscheint. Diese Trägerfrequenzen laufen natürlich weder mit der Vertikal- noch mit der Horizontalperiode synchron, so daß eine Abzählung der Schwingungen während einer Periode meistens nicht möglich ist. Man kann sich jedoch dadurch helfen, daß man die Synchronisierung des Oszillografen aufhebt und versucht, auf die Frequenz des Störers zu synchronisieren. Dann läßt sich annähernd die Frequenz ermitteln, wodurch Rückschlüsse auf den Störer selbst möglich werden. Allerdings wird man dieses Verfahren nur in Ausnahmefällen anwenden.

### 2.2. Anwendungen im Impuls- und Ablenkteil

Wie schon eingangs erwähnt, ist die Arbeitsweise des Impuls- und Ablenkteils nur mit Hilfe eines Elektronenstrahl-Oszillografen zu beurteilen. Sowohl in den Vertikal- als auch in den Horizontalstufen treten Impulse und Sägezahnspannungen sowie kombinierte Impulsformen aller nur denkbaren Arten auf, die außerdem noch von Empfängertyp zu

Empfängertyp variieren können. Aus diesem Grunde bilden die Hersteller im Schaltbild ihrer Empfänger stets an markanten Punkten einige typische Oszillogramme ab, um dem Werkstatt-Techniker die Beurteilung zu erleichtern. Er ist ja keineswegs imstande, aus dem Schaltbild allein auf die betreffende Impulsform zu schließen, von einfachen, grundsätzlichen Fällen abgesehen. Nimmt man daher oszillografische Untersuchungen am Ablenk- und Impulsteil vor, so sollte das Serviceschaltbild immer bereitliegen, damit man die aufgenommenen Oszillogramme mit denen des Schaltbildes vergleichen kann. Häufig sind in den Oszillogrammen auch die Spitzenwerte in  $V_{SS}$  angegeben. Ein genaues Arbeiten erfordert daher einen in Y-Richtung geeichten Oszillografen, während die X-Richtung nicht unbedingt geeicht sein muß. Sie ist nämlich durch die feste Vertikal- beziehungsweise Horizontalfrequenz gegeben. Sehr praktisch ist die in einigen Oszillografen vorhandene Möglichkeit, die Zeitachse schnell von der Vertikal- auf die Horizontalfrequenz umzuschalten. Dadurch kann man Zeit sparen.

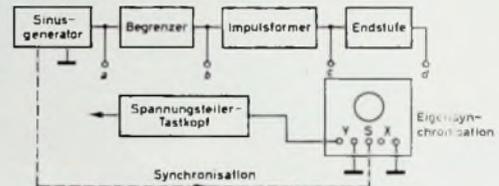


Bild 56. Grundsätzliche Anschlußpunkte im Horizontalablenkteil

Bild 56 zeigt die Schaltungsstufen zur Erzeugung der Horizontal-Ablenkspannung. Wir nehmen an, im Horizontalteil sei ein Sinusgenerator für die Horizontalfrequenz vorhanden, der durch eine Reaktanzröhre von der Phasenvergleichsstufe gesteuert wird. Dann erhalten wir am Anschluß a auf dem Leuchtschirm eine Sinuskurve, die bereits leicht verzerrt sein kann. Meistens wird diese Sinusspannung begrenzt, so daß am Anschlußpunkt b bereits eine stark verzerrte Kurvenform erscheint, die nun in einem Impulsformer so geformt wird, daß sie sich zur Steuerung der Endstufe eignet. Diese Spannung messen wir dann am Punkt c. Am Ausgang der Endstufe schließlich können die verschiedensten Kurvenformen, angefangen von Sägezähnen bis zu kurzen und spitzen Impulsen, auftreten (Anschlußpunkt d). Bei der Abnahme der betreffenden Spannungen verwendet man zweckmäßigerweise einen Spannungsteiler-Tastkopf, der besonders bei Untersuchungen an der Endstufe hohen Anforderungen hinsichtlich Hochspannungssicherheit genügen muß.

Will man schnell verschiedene Meßpunkte abtasten, so ist es zweckmäßig, den Oszillografen fremd zu synchronisieren, beispielsweise indem man einen Teil der Spannung des Sinusgenerators der Synchronisierklemme des Oszillografen zuführt. Es ist aber auch eine Eigensynchronisierung möglich, wenn man sich entweder nur auf den Vertikal- oder den Horizontalteil beschränkt. Wie man sieht, ist der Oszillografenanschluß an sich einfach und unkritisch. Um so komplizierter gestaltet sich häufig die richtige Interpretation der erhaltenen Impulsbilder.

### 2.2.1. Oszillogramme im Videoteil

Oszillogramme des Videoteils erhält man, wenn man den Y-Eingang des Oszillografen an den Eingang oder den Ausgang der Video-Endstufe legt. Im ersten Fall entspricht das Impulsoszillogramm der vom Videodemodulator gelieferten Spannung, im zweiten Fall erscheinen die Impulse in der umgekehrten Phasenlage und mit entsprechend vergrößerter Amplitude. An diesen Anschlüssen erscheint das vollständige BAS-Signal, also der Bildinhalt mit allen Synchronisier-

und Austastimpulsen. Schaltet man die Zeitablenkung des Oszillografen auf Vertikalfrequenz, so erhält man den Bildinhalt eines Teilbildes, schaltet man ihn auf Horizontalfrequenz, so wird der Inhalt einer einzigen Zeile sichtbar. Es gibt Spezial-Oszillografen, mit denen man bestimmte Zeilen „wählen“ kann und mit denen sich vor allem die Vertikal-Austastimpulse dehnen lassen. Für Servicezwecke kommt das meistens nicht in Betracht, da man die richtige Form



Bild 57. Wirkung einer Klemmdiode. Die Rechteckspannung liegt streng oberhalb der Nulllinie

der Impulse ohnehin erkennt und da es meistens nur auf die Spannungswerte und das richtige Verhältnis der Impulsgruppen ankommt (Bild 57).

### 2.2.2. Oszillogramme zur Beurteilung des Zeilensprunges

Als erstes Beispiel sei das Oszillografieren der Spannung an der Integrationskette erwähnt, die zwischen dem Ausgang

des Amplitudensiebes und einem Vertikal-Sperrschwinger liegt. Im Bild 58 ist die entsprechende Schaltung in groben Zügen und unter Weglassung verschiedener Einzelheiten dargestellt. Liegt beispielsweise eine mangelhafte Synchronisierung vor, so wird man prüfen, ob die Integrationskette, die aus den RC-Gliedern besteht, in Ordnung ist. Dazu legt man den Oszillografen nacheinander an die Anschlüsse a, b, c und d. Während man an a noch die Horizontalimpulse aus dem Amplitudensieb nachweisen kann, müssen sie bei b fast ganz verschwunden sein; noch mehr gilt das für c und d. Ist der Oszillograf auf die Vertikalfrequenz synchronisiert, so erhält man hier ein ansteigendes treppenförmiges Oszillogramm, das den vertikalen Austastimpuls darstellt. Hier empfiehlt sich sehr eine Zeitdehnung, um den Verlauf im einzelnen betrachten zu können. Hat man einen Zweistrahl-Oszillografen, so wird man beispielsweise gleichzeitig am Punkt d und am Punkt e oszillografieren, um festzustellen, ob der eigentliche Synchronisierimpuls exakt die Vertikalablenkung auslöst, ob also der Vertikal-Oszillator im richtigen Zeitaugenblick synchronisiert wird. Ähnliche Beobachtungen kann man an den Anschlüssen f und g machen. Unterbrechungen von Integrationskondensatoren erkennt man sofort daran, daß noch Horizontalkomponenten beispielsweise an d erscheinen und daß der Verlauf der Spannung keineswegs so ist, wie es das Serviceschaltbild vorschreibt (Bilder 59 bis 66).

## Erfolg mit

**AEG**



### Elektronische Meßgeräte

Wir suchen für Entwurf und Entwicklung von automatisierten digitalen Meßplätzen für Geräte der Nachrichten- und Impulstechnik

### Ingenieur (grad.) Fachrichtung Hochfrequenztechnik

Wir bieten Umgang mit modernstem Meßgerät.  
Wir erwarten gediegenes Fachwissen, speziell Digitaltechnik, Initiative zur Anpassung an den Fortschritt der Technik.

Wenn Sie diese Ausschreibung interessiert, dann reichen Sie bitte Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen unserer Personal-Abteilung ein.

## AEG-TELEFUNKEN

Fachbereich Anlagen Hochfrequenz  
7900 Ulm/Donau  
Elisabethenstraße 3

Z.1006

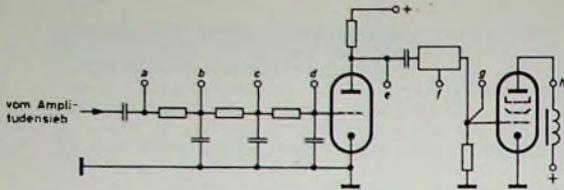


Bild 58. Anschlußpunkte zur Untersuchung der Integrationskette

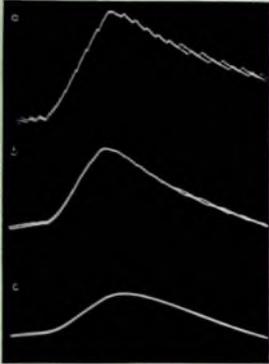


Bild 59. Zeitgedehnte Oszillogramme an den Integrationsgliedern in einem Fernsehempfänger. Oberes Bild: Spannungsverlauf hinter dem ersten, mittleres Bild: Spannungsverlauf hinter dem zweiten, unteres Bild: Spannungsverlauf hinter dem dritten Integrationsglied

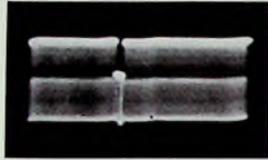


Bild 60. Normales ungedehntes Oszillogramm hinter einem Videoverstärker (vertikal)

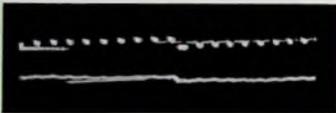


Bild 61. Vertikalsignal bei stärkerer Zeitdehnung

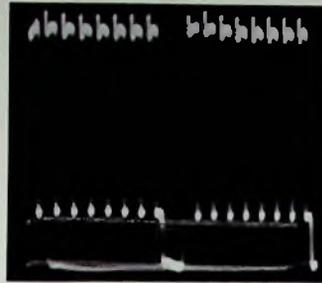


Bild 62. Horizontalsignal bei Steuerung durch einen Bildmustergenerator

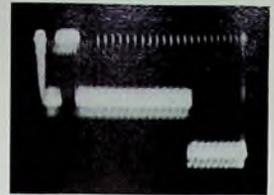


Bild 64. Schwach gedehntes Vertikal-Austastsignal

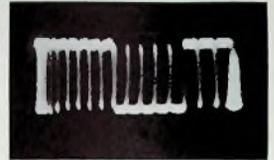


Bild 65. Vertikalsignal bei stärkerer Zeitdehnung

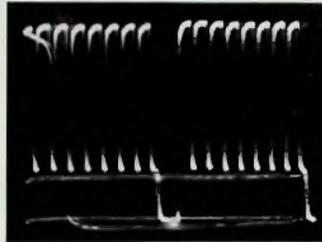


Bild 63. Horizontalsignal wie im Bild 62, jedoch an anderer Stelle abgegriffen



Bild 66. Wie Bild 65, jedoch Zeitdehnung noch stärker

### 2.2.3. Oszillogramme bei Vertikal-Vorstufen

In den meisten Fällen arbeiten die Vertikal-Vorstufen mit einem Sperrschwinger zur Erzeugung der Ablenkfrequenz. Eine derartige Schaltung ist stark vereinfacht im Bild 67 wiedergegeben. Angenommen ist ein Transistor-Sperrschwinger mit dem Rückkopplungstransformator  $Tr1$  und dem Transistor  $T1$ , dessen Basis über  $R1$ ,  $R2$  die richtige Vorspannung zugeführt wird. Dabei dient  $R1$ ,  $C1$  zugleich als RC-Glied, das die Sperrschwingerfrequenz weitgehend bestimmt. Ange deutet sind die Punkte  $a$ ,  $b$  und  $c$ , an denen man typische Oszillogramme abnehmen kann. An  $a$  erhält man Impulse, die (bei PNP-Transistoren) eine kleine, ins Negative gehende Spitze sowie eine starke positive Spitze ent-

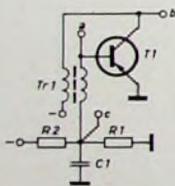


Bild 67. Typische Meßpunkte bei Vertikal-Sperrschwingern

halten. Während der negativen Spitze ist der Sperrschwinger entriegelt, während der positiven Spitze erfolgt der Rücklauf. Am Punkt  $b$  ergeben sich ähnliche Impulsformen, nur in umgekehrter Form. An  $c$  entsteht fast ein Sägezahn, weil der Kondensator  $C1$  während der Dauer der Leitzeit von  $T1$  schlagartig entladen und während der Sperrzeit langsam nach Maßgabe der Zeitkonstante aufgeladen wird. Diese grundsätzlichen Spannungsformen sollte man sich gut ein-

prägen, da sie in dieser oder etwas abgewandelter Form bei allen Sperrschwingerschaltungen immer wiederkehren.

Gelegentlich findet man im Vertikalteil auch stark unsymmetrische Multivibratoren der einen oder anderen Art. Zum Rücklauf gehört dann ein kurzer Impuls, der typisch für derartige Anordnungen ist. Die Anschlüsse zum Oszillografen sind unkritisch. Man benötigt keineswegs einen Spannungsteiler-Tastkopf, sondern kann auch unmittelbar mit einer einfachen Leitung die Verbindung zwischen den Meßpunkten und dem Oszillografen-Y-Anschluß herstellen. Wichtig ist, daß die im Serviceschaltbild angegebenen Spannungen wenigstens annähernd erreicht werden. Will man den Rücklaufimpuls genauer beobachten, so empfiehlt sich eine Zeitdehnung.

### 2.2.4. Oszillogramme bei Vertikal-Endstufen

Meistens bilden bei modernen Fernsehempfängern die Vertikal-Vor- und -Endstufen eine Einheit (Doppelröhre). Trotzdem sollte man die Endstufe gesondert betrachten. Ein typisches Bild, nämlich einen Sägezahn mit stark parabolischer Komponente, erhält man stets am Gitter der Vertikal-Endröhre, also am Punkt  $a$  im Bild 68. Die hier auftretende Impulsform muß man sehr genau mit der im Serviceschalt-

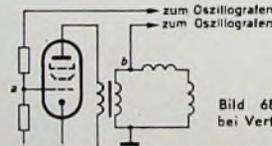


Bild 68. Meßpunkte bei Vertikal-Endstufen

# ZUVERLÄSSIG



denn erfahrene Praktiker arbeiten für Sie

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit



bild angegebenen vergleichen, weil besonders vom Verlauf des parabolischen Anteils die Geometrie in vertikaler Richtung abhängt. Der Parabelanteil in der Steuerspannung ist nämlich maßgebend für die Linearität der Vertikalablenkung.

Den Verlauf des Vertikalablenkstroms in den Ablenkspulen gewinnt man durch Anschluß des Oszillografen am Punkt b im Bild 68. Im allgemeinen überwiegt die ohmsche Komponente der Spulen, so daß die an b auftretende Spannung dem Strom nahezu proportional ist. Allerdings gibt es jetzt auch Vertikalspulen, bei denen die ohmsche Komponente in den Hintergrund tritt. Das Oszillogramm hat dann eine andere Form, die meistens im Serviceschaltbild genau verzeichnet ist. Allerdings kontrolliert man die Vertikal-Linearität noch besser auf dem Bildschirm selbst mittels eines Bildmustergenerators. Man regelt die Vertikalstufe dann auf gleichmäßigen Abstand der horizontalen Linien ein. Trotzdem kann auch das Oszillogramm zusätzliche Informationen liefern.

#### 2.2.5. Oszillogramme bei Horizontal-Vorstufen

Die Horizontalschwingung wird in den Vorstufen auf zweierlei Arten erzeugt. Entweder verwendet man Multivibratoren,

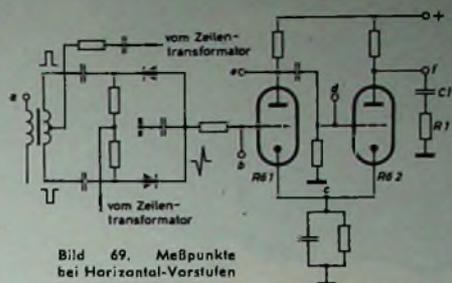


Bild 69. Meßpunkte bei Horizontal-Vorstufen

wobei der katodengekoppelte Multivibrator überwiegt, oder aber man verwendet Sinusgeneratoren, die über Reaktanzröhren synchronisiert werden. Als Beispiel für unsere Betrachtungen wählen wir nach Bild 69 einen katodengekoppelten Multivibrator in Verbindung mit der Standardschaltung einer Phasenvergleichstufe. An einer derartigen Schaltung ergeben sich besonders typische Oszillogramme.

(Fortsetzung folgt)

# Erfolg mit

# AEG



## Video- und Impulstechnik

Eine Chance für

### Jung-Ingenieure (grad.) Ingenieure (grad.) mit Erfahrung

Wir bieten Gelegenheit zur Einarbeitung in die Gebiete der **Radartechnik** und **Flugnavigation** in einem unserer Prüffelder.

**Aufgabenkreis:** Steuerung des Prüfpersonals und Abgleich, Durchmessung, Inbetriebsetzung und Abnahme gefertigter Radaranlagen für die verschiedensten Dienste der Flugsicherung.

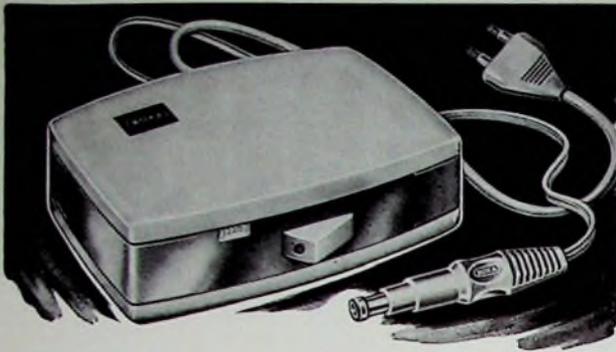
Außer gediegenem Fachwissen erwarten wir Bereitschaft zur Teamarbeit und Aufgeschlossenheit für technische Neuerungen.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen an unsere Personalabteilung.

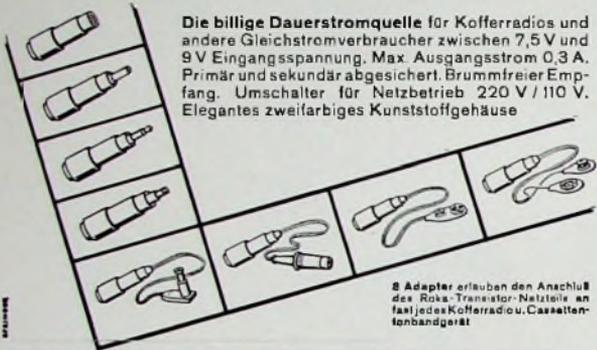
## AEG-TELEFUNKEN

Fachbereich Anlagen Hochfrequenz  
7900 Ulm/Donau  
Elisabethenstraße 3

Z 1.005



## ROKA TRANSISTOR- NETZTEIL



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

8 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteils an fast jedes Kofferradio, Cassettentonbandgerät

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

## Unentbehrlich für Hi-Fi- und Bandgeräte

Zeitähler Horacont® schont Ihre wertvollen Platten und Bänder; er sichert zeitgenauen Wechsel von Ablastsystemen und Tonköpfen Type 550 zum nächstglichen Einbau. 25 x 50 mm. DM 32,-

Kontrolluhrenfabrik  
J. Bauser 7241 Empfingen · Horberg 34

*Bauser*



## Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen

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

Fordern Sie Spezial-Katalog II/907

**NÖTHEL AG** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Markt 1 · Postfach 601  
Telefon 62008, Fernschreiber Nr. 096-893



Suchen:

Für vielseitige Aufgabe des Fernseh- bzw. Rundfunksektors

## KONSTRUKTEURE

Bewerber müssen Erfahrung in der Konstruktion von Kunststoffteilen (Koffer- und RF-Gehäuse) besitzen.

## TECHNISCHE ZEICHNER(INNEN)

für Schaltbilder und gedruckte Schaltungen.

## SACHBEARBEITER

für die Normenstelle

Diese Tätigkeit erstreckt sich auf elektrische Bauteile (Rundfunk-, Fernseh-, HF-Meßgeräte und HF-Generatoren).

Für unsere Hauptabteilung  
Forschung und Entwicklung  
der Sparte Sprengmittel  
suchen wir zum  
baldmöglichen Eintritt

# Techniker

mit Kenntnissen auf dem Gebiet der Elektronik.

Unsere neuen Mitarbeiter sollten über eine Ausbildung als Rundfunktechniker oder Rundfunkmechaniker verfügen.

Neben leistungsgerechter Vergütung und den in einem Großunternehmen üblichen Sozialleistungen bieten wir zusätzliche Altersversorgung durch Pensionskasse.

Bitte richten Sie Ihre vollständige Bewerbung unter Angabe Ihres Gehaltswunsches und des frühestmöglichen Eintrittstermines an

# Dynamit Nobel

HUNDERT JAHRE

SPRENGMITTEL

CHEMIKALIEN

KUNSTSTOFFE

DYNAMIT NOBEL

Aktiengesellschaft  
Hauptabteilung Personalwesen  
521 TROISDORF / Bezirk Köln

NORDMENDE Farb- und Schwarzweiß-Fernsehgeräte sind weltbekannt durch ihre Zuverlässigkeit und fortschrittliche Technik. Für unsere Fernsehentwicklung suchen wir

einen hochqualifizierten

# Dipl.-Ingenieur oder Ingenieur (grad.)

als Abteilungsleiter.

Die Aufgabengebiete sind Konzeption und elektrische Entwicklung aller Impulsteile eines Fernsehgerätes – Zeilen-Ablenkteil, Ablenksatz, Konvergenzteil, Bildkippteil, Amplitudensieb bis zum Ton- und Netzteil - bis zur Serienreife, einschließl. Lösung aller mechanischen und konstruktiven Probleme, die für eine wirtschaftliche Mengenfertigung wichtig sind.

Kenntnisse in der Verarbeitung von Gießharzen und spezielle Fachkenntnisse in der Fernseh- und Halbleiter-Technik sind erforderlich.

Ihre Bewerbung richten Sie bitte mit den üblichen Unterlagen an unsere Personalabteilung, oder rufen Sie den Leiter unserer Entwicklung, Herrn Hentschel, einfach einmal an.

**Norddeutsche Mende Rundfunk KG**  
**28 Bremen 2, Funkschneise 5-7**  
**Telefon: 4 58 51**

**NORDMENDE**



*Qualität ist unser bestes Erzeugnis*

Unter diesem Motto arbeiten langjährige Mitarbeiter in modernen Werken für Europa und Übersee.

Zur Erweiterung unseres Mitarbeiterstabes in der Arbeitsvorbereitung suchen wir mehrere qualifizierte

## **SACHBEARBEITER**

für **Geräteplanung (Rundfunk und Fernsehen)**

Die künftigen Mitarbeiter sollen in der Lage sein, nach Konstruktionsunterlagen Fertigungsstücklisten fabrikationsreif zu erstellen.

## **SACHBEARBEITER**

für die Abteilung **Vorkalkulation**

Diese Tätigkeit setzt rasche Auffassungsgabe und sicheres Rechnen voraus.

## **SACHBEARBEITER**

für die **Terminplanung und Auftragsbearbeitung** der Auswärtsfertigung bei Tochterunternehmen im Ausland.

Grundkenntnisse in Fertigungsplanung und Auftragsabwicklung sollten vorhanden sein.

## **REFA-MANN**

möglichst mit Grundschein I und II

zum Einsatz für interessante Aufgaben der Rationalisierung und Arbeitsplatzgestaltung durch Arbeits- und Zeitstudien.

In der Konstruktion:

## **KONSTRUKTEURE**

für **Rundfunk und Fernsehen**,

möglichst mit Kenntnissen in der Anwendung von Kunststoffteilen.

## **SACHBEARBEITER**

mit elektrotechnischen Kenntnissen in elektronischen Bauteilen

für die rationelle und normengerechte Erlassung von Einzelteilen.

Bewerber, die an gewissenhaftes und zuverlässiges Arbeiten gewöhnt sind, bitten wir um ihre Unterlagen unter Angabe der Gehaltswünsche und des frühesten Eintrittstermins.

**KÖRTING RADIO WERKE GMBH**

**8211 / Grassau / Chiemgau, Telefon: 080641-2051**

# Lehrlings- ausbildung Umschulung

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

Wenn Sie über ein fundiertes Fachwissen als Rundfunk- und Fernsichttechniker, als Mechaniker oder Werkzeugmacher verfügen, pädagogisch begabt sind und Freude daran haben, jungen Menschen das Wissen zu vermitteln, das sie für ihren späteren Beruf benötigen, finden Sie in unserer Ausbildungsabteilung interessante Aufgaben.

Bitte, bewerben Sie sich.

Für die erste Kontaktaufnahme genügt eine handschriftliche Darstellung Ihres bisherigen beruflichen Werdeganges.

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



## BLAUPUNKT

Mitglied der Bosch Gruppe

### Preiswerte Halbleiter



AA 116	DM - ,50
AA 117	DM - ,55
AC 122 gn	DM 1,25
AC 161 V	DM 1,60
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,25
AF 118	DM 3,35

BC 107 A:B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108 A:B:C	DM 1,10 10/DM 1,—
BC 108 B:C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM - ,95
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,—
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,40
2N 706	DM 1,65 10/DM 1,65
2N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2N 2218 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2N 3702	DM 1,60 10/DM 1,60

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

**M. LITZ** elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Postfach 65

### Technik-Katalog neu!



Funkgeräte für Amateure  
Bastler und Gewerbe,  
technische Neuheiten,  
Bausätze für Funk und  
Elektronik, Bauteile,  
Röhren, Transistoren,  
Fernsteueranlagen,  
Hi-Fi-Stereo, Verstärker,  
Fach- und Bastelbücher,  
Werkzeuge u.a.m.

160 Seiten, viele Bilder,  
Schutzgebühr 2,50 DM in Briefmarken.

Technik-Versand KG  
28 Bremen 17 Abteilung C 13

Für interessante und vielseitige Aufgaben in unserem ELEKTRO-  
AKUSTISCHEN FORSCHUNGLABOR suchen wir:

### 1 Elektro-Techniker

oder

### Elektro-Meister

mit guten theoretischen und praktischen Kenntnissen in Elektronik,  
Meß- und Nachrichtentechnik.

Vergütung nach BAT VI b

Schriftliche Bewerbung mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften  
bitte richten an:



KLINIKUM STEGLITZ  
der FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

- Akust. Forschungslabor der HNO-Klinik -

1 Berlin 45, Hindenburgdamm 30

Wir suchen einige

## Rundfunk- und Fernsehmechaniker

(Techniker) mit umfangreichen Kenntnissen auf dem  
Rundfunk- und Fernsehgebiet zur Einarbeitung an Flug-  
funk- und Navigationsgeräten.

Geboten werden besonders gutes und aufgeschlossenes  
Betriebsklima sowie leistungsgerechte Bezahlung.

Wir erwarten Ihre Vorstellung.

Becker Flugfunkwerk GmbH, 757 Baden-Baden  
Flugplatz, Telefon 61008/9

### RIM+ GÖRLER

HF/NF-Baugruppen

nach dem letzten Stand der Technik  
für Werkstätten - Labors - Ama-  
teure

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

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

Schutzgebühr DM 3,60; Nachh. Inland  
DM 6,20

**(RADIO-RIM)** Abt. F. 2

8 München 15 • Postfach 275  
Tel. 55 72 21 • FS 05-28 166 rarim-d

### Kaufgesuche

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

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

Hans Kaminzky  
8 München-Solln  
Spindlerstraße 17



## Unsere Erfolge – Ihre Zukunft

Der erfolgreiche Start unseres **Heos-Satelliten** ist ein Verdienst der vorzüglichen Team-Arbeit unserer Mitarbeiter.

Zukunftweisend sind auch unsere Arbeiten im Bereich der **Elektronik**.

Ihre Mitarbeit kann zu internationalem Ruf beitragen. Langfristige Programme bieten für

### Ingenieure Techniker Arbeitsvorbereiter Musterverdrahter

interessante Aufgaben. Umfangreiche Projekte warten auf Ihre Mitarbeit, auch als Projektleiter.

Erfahrungen wären für uns von besonderem Wert, zumindest aber setzen wir Interesse für die nachstehenden Arbeitsgebiete voraus.

Bei Ingenieuren und Technikern für  
**HF-Technik, Antennenentwicklung, Systemabgleich und Systemkontrolle.**

Bei Arbeitsvorbereitern  
**REFA-Erfahrung.**

Bei Musterverdrahtern für  
**Miniaturlautebau-Verdrahtung.**

Wir erwarten von unseren neuen Mitarbeitern gute theoretische Kenntnisse und die Bereitschaft, in einem Team hochqualifizierter Fachleute mitzuarbeiten.

Englische oder französische Sprachkenntnisse sind erwünscht.

Ihre Bewerbung mit handschriftlichem Anschreiben, tabellarischem Lebenslauf, Zeugniskopien und Lichtbild senden Sie bitte unter Angabe des möglichen Eintrittstermins und Ihrer Gehaltswünsche an unsere Personalabteilung.

### JUNKERS FLUGZEUG- UND MOTORENWERKE GMBH

8 München 25, Tölzerstraße 40

ein Unternehmen der

**MESSERSCHMITT-BÖLKOW-GRUPPE**



## EDV-Technik

### Warum strebsame Nachrichtentechniker Radartechniker Fernsehtechniker Elektromechaniker

ihre Zukunft in der EDV sehen

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

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

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

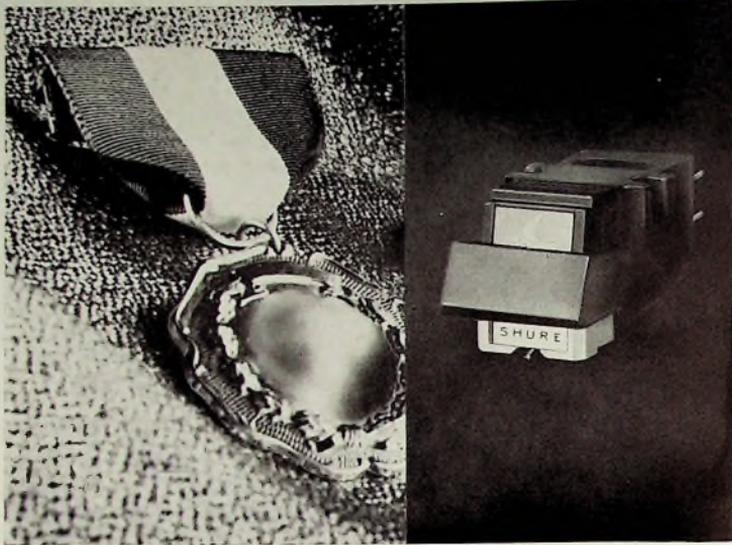
Techniker aus den obengenannten Berufsgruppen, die selbständig arbeiten wollen, werden in unseren Schulungszentren ihr Wissen erweitern und in die neuen Aufgaben hineinwachsen. Durch weitere Kurse halten wir die Kenntnisse unserer EDV-Techniker auf dem neuesten Stand der technischen Entwicklung.

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

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

## UNIVAC

Elektronische Datenverarbeitung



## „Eine Silbermedaille für Shure M 75-E“

von Jan Kool, „LUISTER“,  
Firato Ausgabe September 1967

Dieser holländische Fachjournalist und Kritiker steht nicht allein mit seiner hervorragenden Beurteilung der Shure „High Trackability“ Tonabnehmer-Serie M 75:

In aller Welt sind sich Experten über die bewundernswerten Leistungsdaten einig, die bei geringen, plattenschonenden Auflagekräften besonders wichtig sind.

Musikliebhaber aus der ganzen Welt bestätigen die Urteile der Experten über die M 75-Serie:

Aus der Bundesrepublik: „Die beste Wiedergabe, die ich je gehört habe“. „Es ist ein großes Vergnügen, mit Ihrer M 75-E Musik zu hören.“ „Erstaunlich!“

Aus Japan: „Klarheit und Brillanz der Tonwiedergabe mit der M 75-E sind phantastisch. Einfach überragend.“

Aus Okinawa: „Ein hervorragendes Produkt.“

Aus Singapur: „Exzellente Wiedergabe . . . Streicher- und Bläserklang sind sehr rein und feingliedrig. Opernstimmen werden ohne Anstrengung reproduziert. Präsenz und Realis-

mus sind zeitweilig überwältigend. Unqualifizierte Übertreibung fehlt in Ihren Anzeigentexten . . . der Tonabnehmer kann, was Sie behaupten!“

Fragen Sie in Ihrem Fachgeschäft nach Shure Tonabnehmern der Serie M 75. Machen Sie eine Hörprobe! Sie werden von der makellosen Wiedergabe beeindruckt sein. Achten Sie besonders auf die schwer wiederzugebenden Instrumente: Orchesterglocken, Glockenspiel, Becken, Cembalo, elektronische Orgeln, Gitarren, aber auch auf die menschliche Stimme.

Wählen Sie den Tonabnehmer der M 75-Serie der für Ihre HiFi Anlage richtig ist: die Bereiche für Auflagekraft liegen zwischen 3/4 bis 1,5 p und 1,5 bis 3 p. Zur Auswahl stehen sphärische oder bi-radial-elliptische Abtaststifte aus Diamant.

Shure Vertretungen: Deutschland: Braun AG, 6 Frankfurt/M., Rüsselsheimer Straße; Schweiz: Tellion AG, Zürich, Albisrieder Straße 232; Österreich: H. Lurf, Wien I, Reichsratsstraße 17; Orchester Sektor: E. Dematté & Co., Innsbruck, Bozner Platz 1; Niederlande: Tempofoon, Tilburg

**SHURE**

E.-Thalmann-Str. 56

10200

124