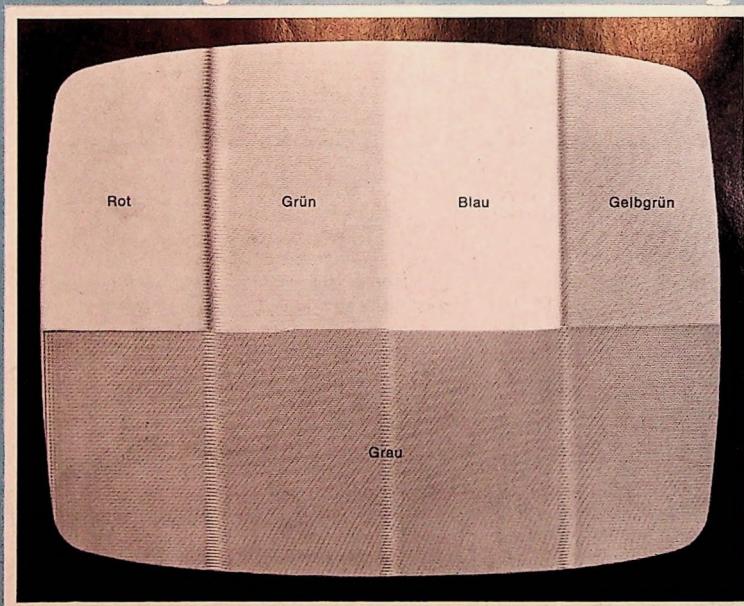


BERLIN

# FUNK- TECHNIK



1

1969

1. JANUARHEFT

auch 55-cm-Farbbildröhren  
in Permacolor-Technik



63011

## Warum Gold?

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

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

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

Bitte verlangen Sie Unterlagen unter Nr. 514/63011

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

Im weltweiten **ITT** Firmenverband

**SEL**

gelesen · gehört · gesehen .....	4
FT meldet .....	6
Über den Zwang, lernen zu müssen · Der Kampf um die Information .....	9
Halbleiter	
Schalterdiode BA 143 für die Bereichsumschaltung in Fernseh- und Rundfunkempfängern .....	11
Physik	
Die neue Welt der subatomaren Teilchen .....	15
Meßtechnik	
Farbservicegenerator mit elektronischem Kreis .....	17
Hi-Fi-Technik	
Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „stereo 5000 HiFi“ .....	20
Dreikanal-Verstärkerkombination mit elektronischer Frequenzweiche .....	23
Marlin Mende 70 Jahre .....	22
Zweite Antennenanlage für die Erdefunkstelle Raisting .....	24
Verfahrenstechnik	
Verfahren und Geräte zur Herstellung gedruckter und integrierter Schaltungen .....	25
Für den KW-Amateur	
Elektronische Schutzschaltungen für PA-Röhren .....	28
Schaltzeichen; Angleichung an DIN 40712 .....	29
Für Werkstatt und Labor .....	29
Für den jungen Techniker	
Der Oszillograf in der Service-Werkstatt .....	30

Unser Titelbild: Mit dem Farbservicegenerator „FSG 395“ von Nordmende auf dem Bildschirm eines einwandfrei abgeglichenen Farbempfängers erzeugtes Testbild mit Graufläche; Hintergrund: elektronisch erzeugtes Kreistestbild (s. a. S. 17–19)

Aufnahmen: Nordmende

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 2, 5, 7, 8, 31, 35 und 36 ohne redaktionellen Teil

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 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt; sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Baerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

# 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)

## Ab 1969 mit erweitertem Themenkreis

Mit Beginn des 23. Jahrgangs wird in der

### FERNSEH- UND KINO-TECHNIK

der in der KINO-TECHNIK bisher behandelte Themenkreis unter anderem um folgende Fachgebiete erweitert:

#### Farbmetrische Grundlagen

#### Fernseh-Studiotechnik

Kameras und Zubehör, Bild- und Trick-Mischpulte, Beleuchtungstechnik im Studio und bei Außenaufnahmen

#### Gesamte Video-Technik

#### Industrielles Fernsehen

Monatlich ein Heft

Probeheft und ausführliches Angebot auf Anforderung

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

### Neue Geräte

#### AEG - Telefunken

Als erstes neues Schwarz-Weiß-Fernsehgerät der Saison 1969 brachte AEG-Telefunken den „FE 269 T electronic“ heraus, der ebenso wie sein Vorgänger „FE 268 T electronic“ das Chassis „208“ enthält. Das Gerät ist mit der 61-cm-Bildröhre A 61-120 W bestückt, die sich durch ausgeprägte Ecken und besonders flachen Bildschirm auszeichnet. Neu im Farbempfängerprogramm ist der „PALcolor 628 T“ mit der 56-cm-Farb Bildröhre A 56-120 X. Diese Röhre hat ein Seitenverhältnis von 3:4 und enthält eine speziell für die 625-Zeilennorm konstruierte Lochmaske. Für tragbare Fernsehempfänger liefert AEG-Telefunken jetzt „porti 100“, ein Fußgestell mit Rollen, das leicht überall Platz findet.

Die neue Stereo-Steuerröhre „Rondo-Stereo“ enthält das Chassis der „Andante 101“ (UKML, 7/11 Kreise, Übertragungsbereich 35 ... 15 000 Hz, 2 × 6 W Musikleistung) und den Plattenwechsler „TW 509“. Die Abmessungen mit Fußgestell sind 65 cm × 59,5 cm × 40 cm.

#### Graetz

Graetz erweiterte das Programm durch zwei Taschenempfänger, die in neuartiger Verpackung geliefert werden. Während „Flirt 300“ nur zum Empfang des MW-Bereichs eingerichtet ist, empfängt „Susi 300“ auch den UKW-Bereich. Beide Geräte haben eine Ausgangsleistung von 100 mW. Zur Stromversorgung dient jeweils ein 9-V-Energieblock.

#### Philips

Mit der neuen „Fernseh-Philetta Luxus Alltransistor“ setzt Philips die Reihe der „Fernseh-Philetta“-Empfänger fort. Das Gerät hat eine schutzscheibenlose 31-cm-Bildröhre und ist mit 30 Transistoren und 21 Halbleiterdioden bestückt. Die Stromversorgung kann aus dem Netz oder einer 12-V-Autobatterie erfolgen.

2 × 10 W Musikleistung gibt das neue Stereo-Steuengerät „Tonmeister RH 781“ ab, das die Wellenbereiche UK2ML empfängt. Im UKW-Bereich lassen sich drei Sender mit Stationstasten wählen, denen jeweils eine getrennte Skala zugeordnet ist.

Drucktasten-Senderwahl hat auch der Autoempfänger „Spyder SL“, der für den Anschluß an 12-V-Anlagen ausgelegt ist. Die transformatorlose Gegenakt-Endstufe gibt 4 W Ausgangsleistung ab. Alle Bedienungselemente und Drucktasten sowie die Frontblende sind aus nachgiebiger Weichplastik gefertigt.

#### Zeilenschalterdiode PY 500 A für Farbfernsehempfänger

Als Weiterentwicklung der Zeilenschalterdiode PY 500 für Farbfernsehempfänger brachten AEG-Telefunken und Valvo jetzt die PY 500 A heraus. Die neue Röhre unterscheidet sich bei übereinstimmenden elektrischen Daten von ihrem Vorgänger hauptsächlich durch eine im Potential freischwebende Isolierwendel zwischen Heizfaden und Kathode an Stelle des beschalteten Stützgitters im Katodenröhrenchen sowie durch einfachere und bessere Ausführung der Anode und der Getteranordnung. Die äußeren Abmessungen der PY 500 wurden bei der PY 500 A mit Rücksicht auf die Röhrenhalterung und die vorgegebene Länge des Katodenanschlüsse kabels beibehalten.

Bei der PY 500 A entfällt die innere Beschaltung des Sockelstiftes 3 und damit der für die PY 500 erforderliche 330-Ohm-Widerstand zwischen Stützgitter und Heizfaden. Da der Stift 3 aber auch unbedenklich auf Heizfadenpotentiometer gelegt werden kann, läßt sich die PY 500 A als Ersatzbestückung für die PY 500 verwenden. Ein Ersatz der PY 500 A durch die PY 500 ist jedoch nicht möglich.

#### Vermehrter Einsatz von Überspannungsableitern

Neben den speziell für Unterhaltungsgeräte entwickelten Überspannungsableitern KA 6 und KA 7 von Siemens werden in Farbfernsehempfängern jetzt auch solche aus der kommerziellen Typenreihe, zum Beispiel der Typ KA 08 mit 800 V Ansprechspannung, zum Schutz der Bildröhre verwendet. Auch die Eingänge von Antennenverstärkern erhalten zunehmend Überspannungsableiter, die die gegen Spannungsspitzen empfindlichen Schaltung vor den induktiven Auswirkungen von Blitzentladungen sowie von Lastspitzen oder Kurzschlüssen in nah vorbeiführenden Hochspannungsleitungen schützen.

### Tragbares Farbbildröhrenprüfgerät

Mit dem tragbaren Farbbildröhrenprüfgerät „WT-115A“ von RCA läßt sich jedes Elektronenstrahlssystem einer Farbbildröhre auf Emission, Leckströme und Kurzschlüsse prüfen. Bei der Bildröhrenprüfung wird auch die Wärmeabhängigkeit der Röhre überprüft. Das Gerät enthält folgende Einstellungsmöglichkeiten: Kompensation von Netzzspannungsabweichungen, Wahlschalter für die einzelnen Elektronenstrahlsysteme und Einstellung der erforderlichen Vorspannung für jedes System. Die mitgelieferte Tragetasche hat ein Fach zur Unterbringung der Meßschnüre und Röhrenfassungen.

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

Mit dem batteriegespeisten Philips-„Multi-Signalgeber“ lassen sich Fehler in Verstärkern, Rundfunkgeräten, Schwarz-Weiß- und Farbfernsehgeräten schnell und einfach lokalisieren. Das handliche Gerät (20 cm × 3 cm × 3,5 cm) enthält einen umschaltbaren Sinusoszillator für die Frequenzen 4,43 und 5,5 MHz sowie einen Multivibrator zur Erzeugung einer 300-Hz-Rechteckspannung, mit der die HF-Signale moduliert werden. Das NF-Signal und die modulierten HF-Signale lassen sich getrennt entnehmen; ihre Ausgangsspannungen sind kontinuierlich einstellbar.

#### Preisgünstiger linearer monolithischer Ton-ZF-Verstärker

Die Ditratherm, Türk & Co. KG, Landshut, hat den monolithischen integrierten Ton-ZF-Verstärker μPC 16 in ihr Lieferprogramm aufgenommen, der aus drei HF-Differenzverstärkerstufen, einem Ratiotidetektor und einem NF-Verstärker in Darlington-Schaltung besteht. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Umgebungstemperatur- und Speisespannungsschwankungen gewidmet. Mit der Drei-HF-Differenzverstärkerstufen-Konzeption erreichte man gute Begrenzungseigenschaften und eine große Spannungsverstärkung > 65 dB. Die AM-Unterdrückung ist 50 dB und die NF-Ausgangsspannung 350 mV.

#### Gleichrichter mit selbstklemmenden Anschlußfahnen

Alle Selen- und Siliziumgleichrichtertypen von Siemens für Rundfunk- und Fernsehempfänger erhalten, wenn sie speziell für den Einsatz in gedruckten Schaltungen bestimmt sind, im Laufe der nächsten Monate selbstklemmende (snap in) Anschlußfahnen. Durch diese Maßnahme sitzen die Gleichrichter fest auf der Platine und rutschen während des automatischen Lötprozesses auch nicht mehr heraus.

#### Neue Tonband-Endloskassetten

Die neuen Tonband-Endloskassetten der Felpa GmbH, Nürnberg, sind mit einer reibungssamen Kugellagerung ausgestattet. Dadurch verringert sich die Reibung des Bandrollers gegenüber bisher üblichen Ausführungen um mehr als 90 %, und es ergeben sich erheblich höhere Lebensdauer, Eignung für Dauerbetrieb und verbesserte Gleichlauf. Außerdem tritt auch keine einzige Überdehnung des Bandes mehr auf. Während sich die Rundkassetten „EK 45“ (Bandlänge 45 m) und „EK 90“ (Bandlänge 90 m) auf jedem Heimtonbandgerät verwenden lassen, ist die Rechteckkassette „EK 180“ (Bandlänge 180 m) für Langspielanlagen und technische Überwachungsgeräte bestimmt. Den Verkauf der Kassetten „EK 45“ und „EK 90“ hat die BASF übernommen.

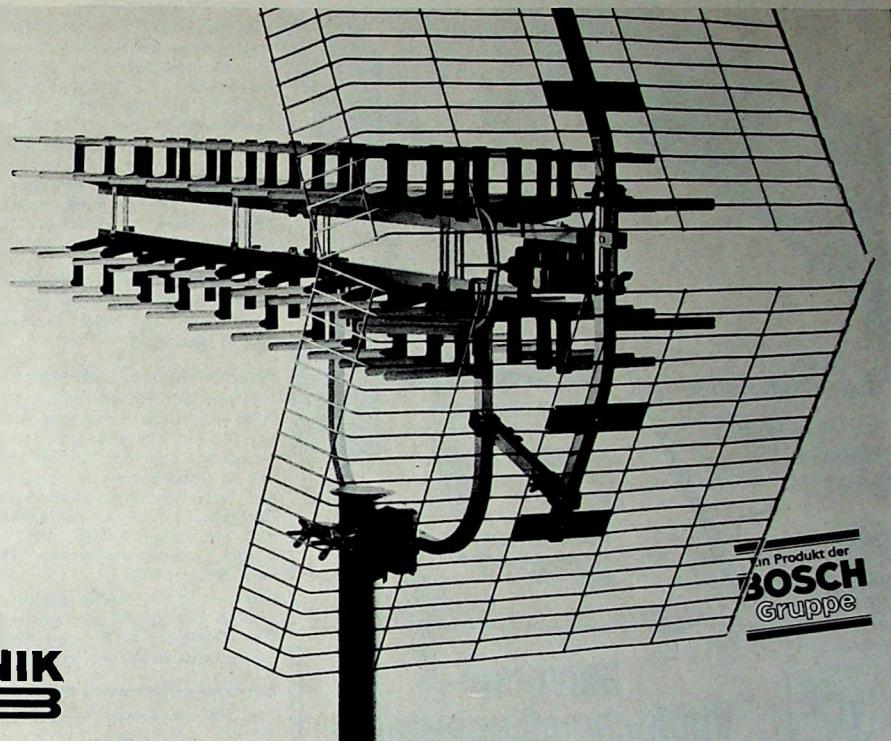
#### Computer überprüft Steuererklärungen

Die Steuererklärungen von allen 80 Millionen amerikanischen Steuerzählern werden jetzt von einem zentralen Computersystem der Steuerbehörde überprüft. Die gesetzlichen Bestimmungen der USA schreiben vor, daß alle Zahlungen – Löhne, Gehälter, Dividenden, Bankzinsen usw. –, die ein Steuerzähler erhält, an die Computerzentrale der Steuerbehörde gemeldet werden müssen.

#### Neuer Analogrechner „EAI 7800“

Die Electronic Associates Inc. hat einen neuen Analogrechner unter der Bezeichnung „EAI 7800“ auf den Markt gebracht. Diese Anlage hat eine Referenzspannung von 100 V und vervollständigt die Serie der Analog/Hybrid-Rechner von EAI. Die Anzahl der Rechenverstärker variiert beim „EAI 7800“ je nach Ausbaustufe von 30 bis 264 Stück je Konsole. Daher ist dieses System zwischen den mittleren Analogrechnern „EAI 680“ und den Großrechner „EAI 8800“ einzustufen.

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



**ELTRONIK  
ULTRA 8**

## • Farbechtes Fernsehbild

Keine Farbsäume durch Reflexionen dank praktisch nebenzipfelfreier Richtcharakteristik

## • Kein Schnee im Bild

Mit Spitzengewinn von 17 dB rauschfreier Empfang auch bei schwierigen Empfangsverhältnissen

## • Keine Geisterbilder

## • Keine Zündfunkentstörungen

Extrem gutes Vor-Rückverhältnis bis 30 dB und besonders kleine

Öffnungswinkel in beiden Ebenen ermöglichen sauberen Empfang auch unter ungünstigen Verhältnissen

## • Haltbare, wetterfeste Ausführung

Allseitig geschlossener Oberflächenschutz verhindert Korrosion, alterungsbeständige Kunststoffteile garantieren Stabilität

## • Werkzeugfreie Montage

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

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

... und nicht zuletzt:

## Eltronik Ultra-8-Antennen sind umsatzfreudlich

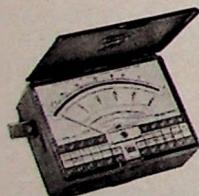
Nur 7 Typen in drei Leistungsklassen entsprechen allen Anforderungen der Praxis. Vier der sieben Typen sind Vormast-Antennen. Alle sieben Typen kommen dem Wunsch des Verbrauchers nach dem Besonderen entgegen.

**ELTRONIK**  
Fernsehantennen

Robert Bosch Elektronik  
und Photokino GmbH



## Universal- Vielfachmeßinstrument Modell 680 R



DM 124,— o. M.

- Hochwertiges 40  $\mu$ A-Drehspulinstrument (Skalenfeld 122 x 58 mm) mit Kernmagnet und SkalenSpiegel
- 80 Meßbereiche ( $V = V\sim / A = / A\sim / \Omega / \text{Frequenz} / \text{Output} / \text{dB} / \text{Kapazität}$ )
- Anzeigegenauigkeit  $\pm 1\%$  S.E. bei  $=$ ,  $\pm 2\%$  S.E. bei  $\sim$
- Innenwiderstand 20 000  $\Omega / V$  bei  $=$ , 4000  $\Omega / V$  bei  $\sim$
- Moderne Bauelemente, praxisgerechte Konstruktion (0,5% Metallfilm-Meßwiderstände, Drucktaste zur Verdopplung des Skalenendwertes, Überlastungsschutz bis zum 1000-fachen Wert des gewählten Bereichs, Widerstandsbereiche durch Drahtsicherung geschützt, Druckschaltungs-Verdrahtung, neuartiges Tragefui mit Bodenfach und Tragbügel als Schrägstellschlüsse)
- Ungewöhnlich reichhaltiges Sonderzubehör (Transistorvoltimeter und Transistorprüf-Adapter, Wechselstrom-Meßzange, HV-Tastkopf usw.)
- Datenblatt mit Kurz-Bedienungsanleitung wird auf Wunsch gern übersandt.

**Erwin Scheicher & Co., OHG**

8013 Grasdorf bei München  
Brünnsteinstr. 12, Tel. 0811/46 60 35

**meldet.. meldet.. meldet.. meldet..**

### Leipziger Frühjahrsmesse

Die Leipziger Frühjahrsmesse wird vom 2. bis 11. März 1969 veranstaltet. In 35 Branchen der Technischen Messe und 30 Branchen der Konsumgütermesse werden rund 10 000 Aussteller aus 65 Ländern auf einer Netto-Ausstellungsfläche von etwa 350 000 m<sup>2</sup> ihre Erzeugnisse anbieten.

### Neuer Firmenname

Vor fast 50 Jahren wurde die Firma Kathrein gegründet und stellte zunächst Spezialerzeugnisse auf dem Gebiet der Elektrizitätsversorgung her. Nach Einführung des Rundfunks verlagerte sich die Produktion auf Bauteile für Antennenanlagen. Die Einführung des UKW- und des Fernseh-Rundfunks beschleunigte das Wachstum der Firma. Dies fand seinen Ausdruck in der Firmenbezeichnung „Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate“. Inzwischen hat sich das Fabrikationsprogramm erneut ausgeweitet, und neue Werksanlagen wurden errichtet. Die veränderte Situation findet ihren Ausdruck in der neuen Firmenbezeichnung Kathrein-Werke Anton Kathrein, Rosenheim.

### SGS Deutschland Halbleiter-Bauelemente GmbH

Zum 1. Januar 1969 hat die SGS-Fairchild GmbH ihren Firmennamen in SGS Deutschland Halbleiter-Bauelemente GmbH geändert.

### Braun steigerte Umsatz und Auslandsanteil

In dem am 30. September 1968 abgelaufenen Geschäftsjahr stieg der Umsatz der Braun-Gruppe gegenüber dem Vorjahr von 276 auf 279 Mill. DM. Bei der Braun AG wurde eine Umsatzsteigerung von 210 auf 215 Mill. DM erreicht. Der Anteil des Auslandsumsatzes der Braun-Gruppe erhöhte sich von 53 auf 55 %. Der Exportanteil bei der Braun AG lag bei 42 % (Vorjahr 39 %). Die Sachinvestitionen in Deutschland beliefen sich auf knapp 6 Mill. DM. Die Zahl der Beschäftigten der Braun-Gruppe wuchs von 5743 auf 6137, die der Braun AG von 2955 auf 3062.

Der mit 25 000 DM ausgestattete Braun-Preis für technisches Design wurde 1968 zum erstenmal vergeben. Zwei junge Industrie-Designer – Florian Seiffert und Masanori Umeda – teilten sich in diesen internationalen Förderungspreis.

### Bosch erwirbt zweite Hälfte des Akkord-Kapitals

Die Robert Bosch GmbH erwirbt zum Jahresbeginn die 50 %ige Beteiligung von Hans Jäger an der Akkord-Radio GmbH, Herxheim, deren Stammkapital 5 Mill. DM beträgt. Damit ist das Unternehmen voll im Besitz von Bosch. Die Akkord-Radio GmbH beschäftigt etwa 1350 Mitarbeiter.

### Metz-Kundendienststelle in Saarbrücken

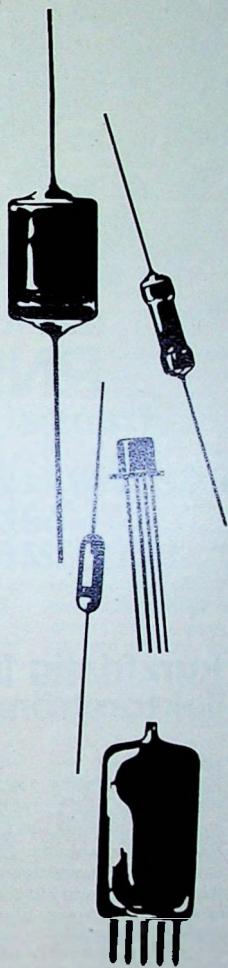
Im Raum Saarbrücken übernahm die Firma Heinz Pfau, 6600 Saarbrücken, Forbacherstraße 12/15, den Kundendienst an Metz-Fernseh- und -Rundfunkgeräten.

### Personalveränderungen und Neuorientierung der Geschäftsbereiche bei ITT Semiconductors

ITT Semiconductors, die Halbleiteraktivität der International Telephone and Telegraph Corporation, gab kürzlich eine Reihe von Ernennungen und betrieblichen Neugruppierungen bekannt. Einige europäische ITT-Halbleiterwerke aus dem EWG- und EFTA-Raum wurden zu selbständigen Geschäftsbereichen erklärt und die neuen Leiter dieser Gruppen bestimmt. Ferner wurde die neue Position eines Assistant Group General Manager Worldwide geschaffen, auf die Heinz Rössle berufen wurde.

Der bisherige Director of Marketing, Robert Stasek, ist zum General Manager für den EWG-Bereich ernannt worden. Director of Operations für die EFTA-Länder ist Gerry Thomas. Robert Di Massimo wurde die Position eines Director of Marketing für den EFTA-Bereich übertragen; die Ernennung eines General Manager für den EFTA-Bereich ist in Kürze vorgesehen. William Van den Heuvel hat den Posten eines General Manager of Operations für Portugal übernommen. Der bisherige Director of Operations in West Palm Beach, James Ambrose, wurde zum General Manager in Lawrence ernannt. Ferner wurde der bisherige technische Direktor für Halbleiterbauelemente in Europa, Herbert Renner, zum Technical Director Semiconductors Worldwide berufen.

# 19 69



Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**zeninger**  
SERVIX



**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.

Kollektorschwingspannungen bis 80 V.

Extrem niedriges Rauschen:

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

Fein abgestuftes Typenspektrum mit  
31 Katalogtypen.

Lieferbar in Metallgehäuse TO-18 und

Kunststoffgehäuse TO-92.

**500-mA-Reihe**

BSW 72 . . . BSW 75, 2 N 2904 . . . 2 N 2907,  
BSX 40 und BSX 41 (18 Typen)

Kurze Schaltzeiten: 40 bis 60 ns

Hohe Grenzfrequenz: 250 MHz

Durch 3 Gehäuseformen optimale

Kostenanpassung für jede Anwendung.

Universeller Einsatz als Verstärker- und  
Schalttransistoren.

**1-A-Reihe**

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

Niedriger Wärmewiderstand durch  
TO-5-Gehäuse mit Massivboden. Hohe  
Spannungsfestigkeit bis zu  $U_{CEO} = 80$  V.  
Niedrige Sättigungsspannung und  
hohe Stromverstärkung bei 1 A.  
Hohe Grenzfrequenz: 100 MHz.

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

**INTERMETALL**  
Halbleiterwerk der Deutsche  
ITT Industries GmbH  
78 Freiburg i. Br., Postfach 840  
Telefon (0761) 71 51 71  
Telex 07-72716

**ITT**

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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



## Über den Zwang, lernen zu müssen

Der Kampf um die Information

Das auf der Schule erworbene Wissen reicht heute nicht mehr für ein Menschenleben aus, selbst wenn es durch Berufspraxis und Lebenserfahrung erweitert wird. Unsere Zeit stellt andere, sehr viel höhere Anforderungen. Lernen ist nicht mehr eine Angelegenheit der Jugend. Ein ganzes Leben lang beständig Neues dazulernen zu müssen, ist heute unabdingbare Notwendigkeit, wenn auch mit gewissen graduellen Unterschieden.

Schon vor etwa fünfzehn Jahren hat man in den USA mit viel Aufwand, aber auch mit aller gebotenen wissenschaftlichen Akribie die Frage untersucht, wie hoch die „Verlustquote“ in verschiedenen Berufszweigen etwa Anfang der dreißiger Jahre gewesen sei und wie hoch sie heute ist. Unter Verlustquote soll dabei jener Prozentsatz des gesamten Fachwissens eines Menschen nach Abschluß seiner Ausbildung verstanden sein, der alljährlich durch neues Wissen — also durch Hinzulernen — ergänzt werden muß. Die Untersuchungen ergaben, daß ein guter Elektro- oder Nachrichteningenieur der frühen dreißiger Jahre jährlich etwa fünf bis sieben Prozent seines Wissens durch Neues ergänzen mußte. Der schnelle Fortschritt von Wissenschaft und Technik hat diesen Prozentsatz in unserer Zeit geradezu beängstigend ansteigen lassen. Es liegt auf der Hand, daß er für Gebiete wie Elektronik, Chemie und Medizin besonders hoch ist. Für das uns nahe liegende Gebiet der Elektronik liegt die Verlustquote eines Spitzenkönners heute bei etwa 20 Prozent. Das bedeutet, daß ein Elektronik-Spezialist alljährlich ein Fünftel seines gesamten Fachwissens neu dazulernen muß. Wer es nicht versteht, den Anschluß durch ständiges Dazulernen zu halten, ist nicht mehr konkurrenzfähig und wird sehr bald zum alten Eisen gehören.

Der Zwang, beständig lernen zu müssen, hat ebenso gesellschaftliche wie soziologische Konsequenzen. Eine der wichtigsten Aufgaben unserer Gesellschaft muß sein, dieses dauernde Lernen zu ermöglichen. Abendschulen sind zwar wichtige, aber letzten Endes doch nur bescheidene und begrenzte Möglichkeiten. Das Fernsehen kann mit einem systematisch aufgebauten Bildungsprogramm einen wichtigen Beitrag leisten. Für die technische Weiterbildung kommt insbesondere dem programmierten Unterricht große Bedeutung zu, denn er bietet ungewöhnlich günstige Voraussetzungen für breitgestreute Fortbildungsmöglichkeiten auf technischen Spezialgebieten. Die Investition in den Menschen muß für ein Unternehmen, das konkurrenzfähig bleiben will, eine der wichtigsten Gegenwartsaufgaben für die nächste Zukunft sein.

Der Lehrstoff auf unseren Schulen bedarf einer beträchtlichen Wandlung. Was dem heutigen Nachwuchs bei uns gegenüber dem Stand in anderen hochindustrialisierten Ländern fehlt, sind insbesondere weitergehende Kenntnisse der Mathematik, Physik, Chemie und auch der Biologie. Innerhalb von nur etwas mehr als einem Jahrzehnt haben sich beispielsweise die Anforderungen an das mathematische Wissen des Ingenieurs so erhöht, daß man vom Fachschulingenieur heute einen großen Teil des mathematischen Wissens verlangt, das vor noch etwa fünfzehn Jahren eindeutig dem Diplomingenieur vorbehalten war. So waren vor dem Zweiten Weltkrieg Vorlesungen über Laplace-Transformation noch ein Spezialkolloge für Mathematiker. Heute ist die Beherrschung dieses Teilgebietes der Mathematik für jeden Elektroingenieur selbst-

verständlich, weil unentbehrlich geworden. Aber auch völlig „unkonventionelle“ Gebiete der Mathematik wie die Mengenlehre und die Boolesche Algebra gehören heute schon (leider noch viel zu selten) zum Lehrstoff an Oberschulen mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweiges. Das ist zu begrüßen, denn was wäre für die Schulung des logischen Denkens wohl geeigneter als die logische Algebra.

Eine gründliche Überarbeitung der Richtlinien für den Unterricht an unseren Schulen ist dringend notwendig, wenn man die Stellung der Bundesrepublik gegenüber anderen Ländern kritisch betrachtet. Neue Richtlinien sind vordringlich für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Zweig erforderlich und sollten primär zum Ziel haben, den Übergang von der Oberschule auf die Hochschule zu erleichtern und die heute vorhandene Kluft zwischen Schul- und Hochschulmathematik zu überbrücken. Das ist besonders wichtig, weil moderne mathematische Betrachtungsweisen in fast alle Bereiche unseres Lebens eindringen. Mathematik ist heute nicht mehr nur eine Disziplin für Mathematiker, Naturwissenschaftler und Ingenieure, sondern sie ist für Führungsaufgaben in allen Bereichen von ebenso großer Bedeutung.

Betrachtet man die Situation in der Bundesrepublik gegenüber anderen Ländern, dann ergibt sich nicht nur ein unbefriedigendes Bild, sondern ein Bild, das zu ernster Sorge Anlaß gibt. Von allen Studierenden in der Welt, die Universitäten besuchen, sind ein Drittel Amerikaner. Bezogen auf die Gesamtzahl der Bevölkerung, ist die Zahl der Studierenden in den USA fast zweimal so hoch wie in irgendeinem anderen Land. Auf je 1000 Einwohnern kommen in den USA 29 immatrikulierte Studenten, in der UdSSR 18, in Holland und in Schweden 10. Wie man der kürzlich erschienenen Bildungsstatistik der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft für 1966 entnehmen kann, waren nur 16 Prozent der Bevölkerung dieser Gemeinschaft Schüler und Studenten gegenüber 24,3 Prozent in den USA und 23 Prozent in Japan. Innerhalb der sechs Staaten lag die Bundesrepublik, was den Prozentsatz der am Vollzeitunterricht teilnehmenden Bevölkerung in den verschiedenen Ausbildungsstufen betrifft, mit 13,9 Prozent an letzter Stelle. An der Spitze liegen die Niederlande (19,8%) und Frankreich (19,2%), gefolgt von Belgien (18%), Italien (15,4%) und Luxemburg (15%). Dem Zweiten Bildungsweg kommt deshalb bei uns besondere Bedeutung zu, wobei es gilt, besonders jene Zweige zu fördern, die für die Ausbildung von Führungskräften notwendig sind.

In den letzten Jahren ist viel über die technologische Lücke zwischen Deutschland und den USA gesprochen worden. Wir wissen aber, daß die Lücke im Management nicht weniger groß ist, und diese Lücke gilt es zu schließen.

Eine wichtige Teilaufgabe in diesem Rahmen ist die Ausbildung von Führungskräften. Einige große Unternehmen haben erfreulicherweise auch bei uns schon seit einigen Jahren diese Aufgabe klar erkannt und die notwendigen Maßnahmen zur Heranbildung und laufenden Weiterbildung von Führungskräften getroffen. Die Ausdehnung der Märkte und die schnell voranschreitende technische Entwicklung haben den Bedarf an Führungskräften rapide ansteigen lassen. In einem großen Betrieb der deutschen Elektro- und Nachrichtentechnik gehören zu den Führungskräften der ersten

Stufe etwa 10 Prozent der Mitarbeiter; etwa 5 Prozent der Mitarbeiter gehören zur Mittleren Führungsschicht und etwa 1 Prozent der Mitarbeiter zur Oberen und Obersten Führungsschicht. Mit dieser Gruppierung wird ein Mitarbeiterkreis erfaßt, der beim Meister und anderen mit Führungsaufgaben betraut, nicht übertariflich bezahlten Mitarbeitern beginnt und bei den Vorstandsmitgliedern und Generalbevollmächtigten endet.

Von Führungskräften fordert man heute ein hohes Maß an Fachwissen. Sie benötigen aber, um unternehmerisch denken und handeln zu können, einen Überblick über das Gesamtunternehmen. Deshalb müssen sie mit der Geschäftspolitik vertraut gemacht werden, die ihrerseits wiederum vom technischen und wirtschaftlichen Fortschritt, vom Kapitalmarkt und von der Entwicklung der sozialen Verhältnisse bestimmt wird. Um den Bedarf an Führungskräften decken zu können, ist es wichtig, bei den Mitarbeitern erste Anzeichen einer Führungsbegabung frühzeitig zu erkennen und zu fördern. Das kann durch Förderung am Arbeitsplatz ebenso geschehen wie durch Weiterbildung im Betrieb oder außerhalb. In Seminaren außerhalb des Hauses werden Führungskräfte der verschiedenen Stufen mit Fragen, die sich aus dem Wandel der Führungsaufgaben ergeben, vertraut gemacht und über Grundfragen der Geschäftspolitik unterrichtet. Die Aussprache mit Angehörigen der Firmenleitung spielt bei diesen Seminaren eine wichtige Rolle. Weiterbildende Veranstaltungen in diesem Rahmen sind beispielsweise Meisterwochen, Informationsgespräche für Führungskräfte, Vertriebsseminare, Gespräche unter Führungskräften sowie Seminare zur zentralen Information von Nachwuchskräften für die Obere Führungsschicht. In diesen Rahmenprogrammen behandelt man neben vielen anderen beispielsweise auch Fragen wie die Organisation als Mittel der Unternehmensführung, Probleme der Forschung, Entwicklung und Projektierung, Probleme der Produktion oder der Mensch im Unternehmen.

Voraussetzung für alle Entscheidungen ist das Vorhandensein hinreichender Informationen über alle Größen, die für das Unternehmen selbst sowie für seine Stellung auf dem Markt und sein Verhältnis zur Konkurrenz von Wichtigkeit sind. Das Sammeln von jederzeit verfügbaren Informationen ist deshalb eine der wichtigsten Grundlagen der Unternehmensführung geworden. Unentbehrliches Hilfsmittel ist dabei der Computer, denn nur er ist in der Lage, die Vielzahl der Informationen zu übersehen, zu ordnen und logisch miteinander zu verknüpfen, um daraus dann die für die Unternehmensführung notwendigen Informationen zusammenzustellen. Er stimmt alle Vorgänge von der Erfindung bis zur Serienfertigung und zum Vertrieb aufs feinste miteinander ab und hilft, Ergebnisse der Forschung und Entwicklung, Probleme der Produktion und die Perspektiven des Marketing miteinander zu verbinden. Der Umgang mit dem Computer ist für den modernen Betrieb selbstverständlich. Dabei genügt es nicht, daß der Programmierer gleichsam wie der Priester eines Mysterienkults mit dem Computer als dem Heiligtum des Unternehmens sprechen kann, sondern jeder Angestellte mit Führungsaufgaben muß in der Lage sein, direkt mit dem Computer zu verkehren. Nur dann kann er den Computer zu einem echten „Mitarbeiter“ machen, der ihm viele seiner routinemäßigen Arbeiten abnimmt und auf fast jede denkbare Frage eine Antwort parat hat.

Man hat in den USA gelegentlich das Management die schöpferischste aller Künste genannt. Zu seinen Aufgaben gehört es neben vielen anderen, die Ziele des Unternehmens und des Marktes kontinuierlich zu überprüfen, um daraus die Notwendigkeit der organisatorischen Umstellung festzustellen. Die sich daraus ergebenden neuen Planungsaufgaben sind wiederum Probleme, die wegen ihrer Komplexität nur mit Computerhilfe lösbar sind. Planung ist die gedankliche Vorwegnahme der Zukunft. Sie setzt also die Beurteilung der Zukunft voraus. Grundlagen hierfür sind die Analyse der Vergangenheit, die Kenntnis aller Aktionsmöglichkeiten sowie die Erwartungen für die Zukunft. Aufgaben dieser Art pflegt man heute vielfach so zu lösen, daß man das Unternehmen als kybernetisches System behandelt und mit dem Computer das Verhalten dieses Systems bei Veränderung einer oder mehrerer Größen untersucht. Eine solche Betrachtungsweise bietet wertvolle Hilfe und vermag, viele mit hohen Risiken behaftete Entscheidungen auf eine sachliche Grundlage zu stellen und im Hinblick auf eine bestimmte Zielsetzung zu optimieren. Die Simulation eines Unternehmens ist noch jungen Datums. Voraussetzung für die Anwendung der Simulation auf Probleme der Unternehmensführung ist unter anderem die Präzisierung der Aufgabenstellung, denn nur Bekanntes läßt sich simulieren. Als Ergebnis solcher Untersuchungen kann man daher grundsätzlich auch keine neuen Erkenntnisse erhalten, sondern man hat an Hand eines Modells der Wirklichkeit lediglich die Möglichkeit, Fälle „durchzuspielen“, um dabei das Verhalten des Systems „Unternehmen“ zu studieren.

In der Unternehmensforschung liegt das Schwergewicht bei der sogenannten „rechnerischen Simulation“ (simulation by computa-

tion). Grundsätzlich sind hierfür Analogrechner ebenso geeignet wie Digitalrechner. Analogrechner dienen vorzugsweise der Simulation zeitabhängiger, kontinuierlicher Vorgänge (zum Beispiel Regelvorgänge), wo es darauf ankommt, daß das Simulationsergebnis in jedem Augenblick auf die Eingangsgröße des Systems zurückwirkt und diese verändert. Da derartige in sich geschlossene, kontinuierlich veränderbare Regelkreise in der Unternehmensführung nur selten vorkommen, spielt der Analogrechner hier keine nennenswerte Rolle. Man zieht den Digitalrechner vor, der dem zu untersuchenden System (Unternehmen) besser entspricht (diskrete Veränderungen des Systems auf Grund logischer Entscheidungen). In anderem Zusammenhang war bereits auf die Notwendigkeit hingewiesen worden, einen möglichst großen Kreis auch von unteren Führungskräften in die Lage zu versetzen, direkt mit dem Computer zu „sprechen“. Dazu muß dieser Personenkreis eine der bekannten Programmiersprachen kennen, also zum Beispiel ALGOL, COBOL oder FORTRAN. Die Entwicklung der Anwendungen läßt eindeutig erkennen, daß der Kreis derjenigen, die den Computer direkt programmieren müssen, immer größer wird. Deshalb untersucht man schon heute die Frage, ob es nicht zweckmäßig sei, eine universale Denksprache zu entwickeln, die auch als internationale Programmiersprache geeignet ist — also eine wissenschaftliche „lingua universalis“. Eine solche Denksprache müßte sehr einfach sein und wäre dadurch naturgemäß in ihren Ausdrucksmöglichkeiten begrenzt. Gegenüber den bisherigen Sprachen sollte sie sich aber durch Klarheit, Eindeutigkeit und Fehlerfreiheit auszeichnen. Der Moskauer Kybernetiker W. A. Uspenski hat sich mit der Frage beschäftigt, wie Informationen zu verschlüsseln seien, damit Computer sie vergleichen oder ordnen können, ohne daß dabei etwas fehlt oder doppelt gesagt wird. Das Ergebnis seiner Überlegungen waren die 1957 veröffentlichten Grundlagen einer „MaschinenSprache für Informationsmaschinen“. In Deutschland werden Untersuchungen in dieser Richtung von R. Warkenfort fortgesetzt mit dem Ziel, eine Art Computer-Esperanto zu entwickeln, das die herkömmlichen Sprachen keineswegs verdrängen, sondern entlasten soll.

Das Interesse von Wissenschaftlern, Technikern und Kaufleuten wird sich in der nächsten Zukunft darauf richten, immer mehr Informationen aus immer mehr Bereichen zu sammeln und zu verarbeiten, um daraus wieder auswertbare Informationen als Antwort auf gestellte Fragen oder als Eingangsgrößen für eine weitere Informationsverarbeitung zu gewinnen. Der Kreis der unmittelbar mit dem Computer arbeitenden Wissenschaftler, Techniker und Kaufleute wird immer größer werden. Die neuen, sich aus der Verarbeitung und Auswertung von Informationen ergebenden Anforderungen an den Menschen werden weiter ansteigen, und nur der wird sich in diesem Wettbewerb behaupten, der mit geschlüpfem Blick für die Zukunft frühzeitig genug all die Dinge tut, die zur Lösung der vielen täglichen neuen Fragen lebensnotwendig sind. Das innere und das äußere Bild der Unternehmen werden sich immer schneller ändern, und es wird immer dringender die Frage nach der Ausbildung von Führungskräften auftreten. Der Computer nur als Status-Symbol ist kein Ausweg. Informationen sammeln, das heißt orientiert sein, und Informationen auswerten, das heißt Entscheidungen treffen, werden zwei der wichtigsten Tätigkeiten sein. Etwas nicht wissen (nicht informiert sein), ist gefährlich; nach überholt Wissen Entscheidungen treffen, kann tödlich sein. Steinbuch hat das sehr klar und knapp formuliert: Informiert sein, bedeutet Überlegenheit im Entscheiden.

In einem vielbeachteten Vortrag im Oktober 1968 hat Professor Höhn an der Akademie für Führungskräfte der Wirtschaft gesagt, daß das Potential einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage erst dann voll zur Auswirkung kommen könne, wenn ihr im Unternehmen ein Führungsstil entspreche, der es gestattet, sich dieses modernen Führungsinstruments auch wirkungsvoll zu bedienen. Elektronische Datenverarbeitung verträgt keine Willkür im Führungsstil. Um den Computer wirtschaftlich zu nutzen, muß das Unternehmen in seiner Führung und Organisation so strukturiert sein, daß die Mitarbeiter auf Grund eigener Delegationsbereiche die Möglichkeit haben, die für ihre Entscheidungen wesentlichen Daten und Informationen zu erhalten und sich ihrer mit Erfolg zu bedienen. Gibt man den Mitarbeitern diese Möglichkeit nicht, bleibt der Computer kostspieliges Spielzeug und Renommierobjekt. Eine harte Formulierung, die aber kaum des Kommentars bedarf.

Die vorstehend gemachten Ausführungen sollen zeigen, welche zusätzlichen Aufgaben neben den rein fachlichen auf den Techniker und Ingenieur von morgen zukommen. Mögen die maßgebenden Stellen des Staates und der Wirtschaft die sich daraus ergebenden Notwendigkeiten erkennen und mögen sie sich des Computers als eines echten Hilfsmittels bedienen, um eine optimale Lösung dieser immer dringender werdenden Fragen zu finden. Das ist einer unserer größten Wünsche an das Jahr 1969 und an alle, die sich für dieses Problem verantwortlich fühlen oder verantwortlich fühlen sollten.

# Schalterdiode BA 143 für die Bereichsumschaltung in Fernseh- und Rundfunkempfängern

## 1. Einleitung

Die Entwicklung in der Nachrichtentechnik führt zu immer einfacheren Bedienungsanordnungen und zur Senkung der Herstellungskosten. Um diese Ziele zu erreichen, ging in der Fernsehindustrie die Entwicklung von getrennten Tunerinheiten für VHF und UHF mit getrennten Kanalschaltern und getrennter Feinabstimmung zu kombinierten VHF-UHF-Tunern. Ein großer Aufwand an Mechanik war für die Bereichsumschaltung VHF/UHF, die Bereichsumschaltung I/III und die Sendereinstellung durch Tastendruck notwendig. Eine Reduzierung der komplizierten Mechanik bedeutete 1966 die Entwicklung der Großhub-Kapazitätsdiode BA 141 und BA 142 durch Intermetall [1, 2, 3].

Trotzdem war noch immer eine mechanische Verbindung der Tuner mit Tasten an der Frontplatte des Fernsehempfängers zur Bereichsumschaltung notwendig. Man war gezwungen, die Tuner an relativ ungünstiger Stelle des Gehäuses zu plazieren, wollte man keine teuren Umschaltmagnete verwenden. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde die Schalterdiode BA 143 entwickelt. Die Bezeichnung Schalterdiode im Gegensatz zu Schaltdiode oder Schalttransistor soll aussagen, daß es sich hier nicht um ein Bauelement mit hoher Schaltgeschwindigkeit handelt, sondern um eines, das die Funktion eines mechanischen Hochfrequenzschalters (wie zum Beispiel die des Wellenschalters in Rundfunk- und Fernsehgeräten) übernehmen kann. Die Vorteile der Schalterdiode gegenüber mechanischen Schaltern sind durch hohe Betriebssicherheit und praktisch unbegrenzte Lebensdauer gegeben. Durch die kontaktlose Bereichsumschaltung mit Hilfe der Schalterdiode BA 143 ergeben sich neue Möglichkeiten für die Fernbedienung von Empfängern, weil die Schalterdiode genau wie die Kapazitätsdiode mit Gleichstrom gesteuert wird. Es ist keine mechanische Verbindung zwischen den Bedienungselementen an der Frontplatte und den Schwingkreisen mehr notwendig, und ein Fernsehtuner kann an der elektrisch und thermisch günstigsten Stelle im Empfänger angeordnet werden. Damit hat der Gerätehersteller mehr Freiheiten bei der Gehäusegestaltung. Da ein solcher Tuner keinen mechanischen Belastungen ausgesetzt ist, kann das Gehäuse aus galvanisiertem Kunststoff gespritzt werden. Zur Abschirmung kann das Gehäuse eine Zinn-Ober-

Ing. (grad.) Wilfried Pruin ist Entwicklungsingenieur im Applikationslabor und Dipl.-Phys. Dr. Anantha Swamy ist Laborleiter in der Entwicklungsabteilung der Firma Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg.

Tab. I. Kenn- und Grenzwerte der BA 143

Kenn- und Grenzwerte	BA 143 U	BA 143 V
differentieller Durchlaßwiderstand $r_s$		
bei $I_F = 50 \dots 1000 \text{ MHz}$	$< 0,5 \text{ Ohm}$	
$I_F = 40 \text{ mA}$		
$I_F = 10 \text{ mA}$		$< 1 \text{ Ohm}$
Kapazität bei $U_R = 15 \text{ V}$	$C$	$< 2 \text{ pF}$
Scrieninduktivität, gemessen am Gehäuse	$L_0$	$2,5 \text{ nH}$
Sperrstrom bei $U_R = 15 \text{ V}$	$I_R$	$< 100 \text{ nA}$
Durchbruchspannung	$U_Z$	$> 20 \text{ V}$
maximaler Flußstrom	$I_{F \text{ max}}$	$100 \text{ mA}$

fläche erhalten. Man kommt damit zu sehr kleinen und kompakten Konstruktionen, und es ergeben sich wirtschaftliche Lösungen für die Tunerherstellung.

## 2. Daten der BA 143

Die BA 143 hat im gesperrten Zustand eine kleine Sperrsichtkapazität und im eingeschalteten Zustand einen kleinen Bahnwiderstand. Ihr Aufbau ist induktivitätsarm. Die wichtigsten Daten sind in Tab. I zusammengefaßt. Die BA 143 V ist für die Anwendung im VHF-Bereich bestimmt, während im UHF-Bereich die BA 143 U die gesteigerten Forderungen infolge des extrem kleinen differentiellen Durchlaßwiderstands erfüllt. Bild 1 zeigt einen Größenvergleich.

## 3. Technologie der BA 143

Die von der Anwendung her vorgegebenen Eigenschaften, nämlich kleine Sperrsichtkapazität, kleiner differentieller Durchlaßwiderstand  $r_s$  in Flußrichtung und induktivitätsarmer Aufbau, erfordern entsprechende technologische Maßnahmen. Um bei einer vorgegebenen Sperrspannung eine möglichst kleine Sperrsichtkapazität zu erhalten, müßte man eine sehr kleine Diodenfläche und ein hochohmiges Ausgangsmaterial anstreben, was aber im Gegensatz zu der Forderung nach kleinem Bahnwiderstand steht. Die optimale Fläche der Sperrsicht ist daher ein Kompromiß zwischen gegensätzlichen Forderungen.

Um trotz hochohmigen Siliziums in der Umgebung der Sperrsicht den geforderten geringen Bahnwiderstand  $R_B$  zu erreichen, benutzt man bei der Herstellung der BA 143 das Epitaxieverfahren [4], gekennzeichnet durch eine dünne hochohmige Schicht auf niederohmigem Trägermaterial (Substrat). Der spezifische Widerstand der Epitaxialschicht

geht bei ausreichend großem Durchlaßstrom  $I_F$  nicht in den Bahnwiderstand ein, weil diese Schicht infolge Trägerüberschwemmung sehr niederohmig wird.

Etwas kritischer ist die Impedanz  $Z_j$  der Sperrsicht, die sich nach der Ersatzschaltung (Bild 2) aus der stromunabhängigen Sperrsichtkapazität  $C_S$  und der stromabhängigen Diffusionskapazität

$$C_D = \frac{\tau_p \cdot I_F}{U_T} \quad (1)$$

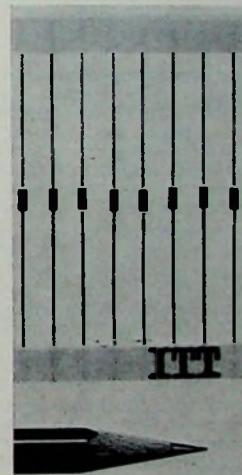


Bild 1. Gegurte Schalterdioden BA 143

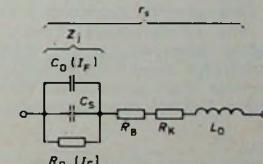


Bild 2. Ersatzschaltbild der Schalterdiode im Frequenzbereich von 1 MHz bis 1 GHz

sowie aus dem Diffusionswiderstand

$$R_D = U_T / I_F \quad (2)$$

zusammensetzt. Darin ist  $\tau_p$  die Lebensdauer der Minoritätsladungsträger und

$$U_T = \frac{k \cdot T}{q} = 26 \text{ mV} \quad (3)$$

die Temperaturspannung. Für den Realteil der Impedanz  $Z_j$  erhält man

$$\text{Re}(Z_j) = \frac{R_D}{1 + \omega^2 R_D^2 (C_S + C_D)^2} \quad (4)$$

Dieser Widerstand ist bei höheren Frequenzen stark stromabhängig, was aus

folgenden Näherungen ersichtlich wird:

$$\text{für } I_F \rightarrow 0 \quad \text{Re}(Z_J) \approx \frac{I_F}{\omega^2 C_S^2 U_T}, \quad (5)$$

$$\text{für } I_F \rightarrow \infty \quad \text{Re}(Z_J) \approx \frac{U_T}{\omega T_P I_F}. \quad (6)$$

Bild 3 zeigt die Abhängigkeit des differentiellen Durchlaßwiderstands  $r_s$  vom Durchlaßstrom  $I_F$ . Bei gegebenem

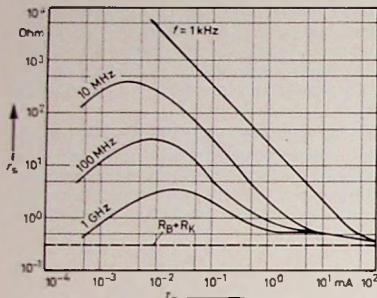


Bild 3. Serienwiderstand  $r_s$  als Funktion des Durchlaßstroms  $I_F$

Strom und gegebener Frequenz ist nach Gl. (6) die Trägerlebensdauer in der Epitaxialschicht die einzige Größe, die eine Verkleinerung des differentiellen Durchlaßwiderstandes ermöglicht. Deshalb muß durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß die Trägerlebensdauer groß ist.

Da die Schalterdiode für Frequenzen bis 1 GHz brauchbar sein soll, ist ein Aufbau mit kleiner Induktivität und kleiner Kapazität notwendig. Der Aufbau sollte keinen zusätzlichen Kontaktwiderstand  $R_K$  hervorrufen. Deshalb wurde für die BA 143 der Double-Plug-Aufbau (Hartglas-Druckkontakt) gewählt, der die bei anderen Gehäusen üblichen S- oder U-Bands vermeidet. Das System befindet sich im Preßkontakt zwischen den klobenförmigen Verdickungen der Anschlußdrähte, wobei der Kontaktdruck beim Erkalten der Glaseinschmelzung durch Schrumpfen des Glasgehäuses entsteht. Diese Bauform ergibt eine geringe Länge der Diode (Länge des Glasgehäuses 4 mm) und eine kleine Serieninduktivität. Weil die Anschlußdrähte direkt am Gehäuse gelötet werden dürfen, sind die Vorteile der kleinen Serieninduktivität voll ausnutzbar.

#### 4. Anwendung der Schalterdiode BA 143

##### 4.1. Schwingkreise mit Schalterdioden und Kapazitätsdioden

Bild 4 erläutert die Funktion der Schalterdiode an Hand eines Parallelresonanzkreises, dessen Resonanzfrequenz durch Kurzschluß eines Teiles der Kreisinduktivität umgeschaltet werden kann. Eine solche Umschaltung ist im VHF-Tuner zwischen den Bereichen I und III notwendig, weil die Frequenzbereiche I und III weit auseinanderliegen.

Der Kondensator  $C_K$  ist die Schwingkreiskapazität. Das Zeichen  $\approx$  am Kondensator  $C$  soll andeuten, daß die Kapazität dieses Kondensators sehr viel größer als die Kreiskapazität gewählt

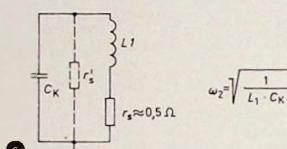
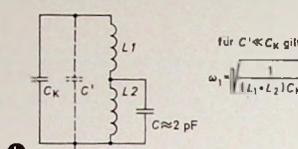
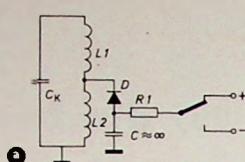


Bild 4. a) Schalterdiode als „Wellenschalter“ (Kurzschluß einer Teilinduktivität), b) Ersatzschaltung bei gesperrter Schalterdiode, c) Ersatzschaltung bei leitender Schalterdiode

werden muß. Sie schließt den Wechselstromkreis bei kurzgeschlossener Induktivität  $L_2$  und ermöglicht die Zuführung der Schalt- beziehungsweise Sperrspannung an einem wechselspannungsmäßig kalten Punkt. Der Widerstand  $R_1$  dient der Strombegrenzung in Flußrichtung.

Bei einer Sperrspannung von zum Beispiel  $U_R = 15$  V stellt die Schalterdiode einen 2-pF-Kondensator dar, wie im Bild 4b gezeichnet. Ihre Kapazität wirkt als parasitäre Kapazität  $C$  des Kreises, welche die wirksame Kapazitätsvariation des Schwingkreises bei kapazitiver Abstimmung verringert. Ihr Wert ist aber so klein, daß er meistens gegenüber den Verdrahtungs- und Wicklungskapazitäten vernachlässigt werden

Kreis dieselbe Wirkung aus wie der Serienwiderstand  $r_s$ , das heißt, die Güte  $Q$  des Kreises ist in beiden Fällen gleich. Das kann unter der Voraussetzung  $\omega L \gg r_s$  durch folgenden Ansatz ausgedrückt werden:

$$Q = \frac{\omega L_1}{r_s} = \frac{r_s'}{\omega L_1}, \quad (7)$$

$$r_s' = \frac{(\omega L_1)^2}{r_s}. \quad (8)$$

Die Auswertung dieser Gleichung zeigt, daß ein Serienwiderstand  $r_s \approx 0,5$  Ohm bezüglich Verstärkung und Selektivität in den meisten Anwendungsfällen zugelassen werden kann.

So wie durch Kurzschließen einer Teilinduktivität die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises umgeschaltet werden kann, ist das durch Parallelschalten einer zweiten Induktivität möglich. Den Einsatz der Schalterdiode für diesen Anwendungsfall zeigt Bild 6. Im

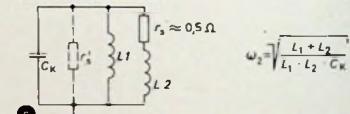
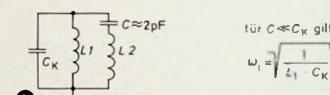
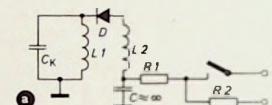


Bild 6. a) Schalterdiode als „Wellenschalter“ (Parallelschaltung einer Induktivität  $L_2$ ), b) Ersatzschaltung bei gesperrter Schalterdiode, c) Ersatzschaltung bei leitender Schalterdiode

Unterschied zu Bild 4 wird hier die Kreisinduktivität alternativ aus  $L_1$  oder aus der Parallelschaltung von  $L_1$  und  $L_2$  gebildet. Man kann gegenüber Bild 4 einen Schalterkontakt einsparen, wenn man die negative Spannung über einen großen Widerstand  $R_2$  fest an die Diode legt. Bild 6b zeigt die Ersatzschaltung für die gesperrte Schalterdiode (entsprechend der tiefen Resonanzfrequenz), Bild 6c die Ersatzschaltung für die leitende Schalterdiode (entsprechend der hohen Resonanzfrequenz).

In Rundfunk- und Fernsehempfängern kann meistens die zur Sperrung der Schalterdioden erforderliche negative Gegenspannung durch Gleichrichtung aus der Oszillator-Wechselspannung gewonnen werden, weil zur Sperrung der Dioden eine sehr kleine Leistung benötigt wird. Es ist zu beachten, daß im gesperrten Zustand die Reihenschaltung der Induktivität  $L_2$  mit der Kapazität  $C$  der Diode einen Saugkreis bildet. Da die Kapazität  $C$ , wie aus Bild 5 ersichtlich, sehr klein ist (etwa 2 pF), können Störungen durch diesen Effekt meistens vermieden werden. Wie hier an Einzelkreisen beschrieben, können in gleicher Weise mehrkreisige Bandfilter und breitbandige Filter mit Schalterdioden umgeschaltet werden.

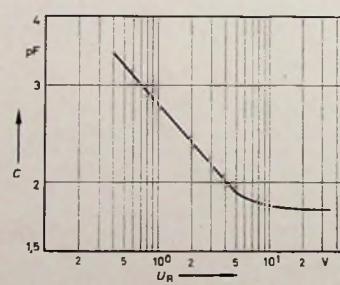


Bild 5. Kapazität  $C$  als Funktion der Sperrspannung  $U_R$

kann. Bild 5 zeigt die Kapazität der gesperrten BA 143 als Funktion der Sperrspannung.

Läßt man einen Durchlaßstrom von zum Beispiel 10 mA durch die Schalterdiode fließen, dann wirkt sie wie ein Widerstand von etwa 0,5 Ohm (siehe Bild 3). Die Wirkung dieses Widerstandes  $r_s$  auf den Schwingkreis zeigt Bild 4c. Die Umrechnung des Serienwiderstandes  $r_s$  in einen Parallel-Verlustwiderstand  $r_s'$  geschieht nach folgender Überlegung: Der Parallelwiderstand  $r_s'$  übt auf den

Im folgenden soll an einigen Beispielen aus der Praxis der Einsatz der Schalterdiode erklärt werden. Es lassen sich grundsätzlich alle mechanischen HF-Schaltkontakte in Rundfunk- und Fernsehgeräte-Eingangsstufen durch Schalterdioden ersetzen. Unter Umständen muß die Versorgungsleitung der Dioden durch LC- oder RC-Glieder für Hochfrequenz gesperrt werden, wenn es nicht möglich ist, die Schaltgleichspannung an einem hochfrequenzmäßig kalten Punkt zuzuführen.

#### 4.2. Die Schalterdiode im VHF-Tuner

Bild 7 zeigt das Prinzipschaltbild eines elektronisch abstimmbaren VHF-Fernsehstuners für die Empfangsbereiche I (48 ... 62 MHz) und III (175 ... 224 MHz), bei dem eine Umschaltung der Eingangsfilter, des Bandfilters und des Oszillatorkreises notwendig ist. Diese Schaltfunktionen werden von Schalterdioden BA 143 übernommen. In diesem Beispiel ist, wie in den meisten europäischen Ländern üblich, kein selektiver Vorkreis, sondern ein breitbandiges Eingangsfilter zwischen Antenne und Vorstufentransistor vorhanden. Wegen der notwendigen Leistungs- oder Rauschanpassung über den relativ großen Frequenzbereich wird das Eingangsbandfilter von den meisten Tunerherstellern umgeschaltet, wie hier über die Schalterdioden D 1 und D 2. Die Dioden D 3 ... D 6 besorgen den Bereichswechsel des Bandfilters, die Umschaltung der Ankopplung an den Mischtransistor und die Umschaltung der Oszillatorkreisfrequenz. Um Schaltstrom zu sparen – jede Diode benötigt 10 mA – sind hier alle Dioden, die jeweils gleichzeitig Durchlaßstrom erhalten sollen, in Reihe geschaltet. Der dafür notwendige Mehraufwand besteht in einigen HF-Drosseln, die aber für hohe Frequenzen einfach zu realisieren sind. Der erforderliche Gleichstrom für die Schalterdioden kann über eine einfache Gleichrichterschaltung zum Beispiel dem Heizkreis des Fernsehempfängers entnommen werden. Die zur Sperrung der Dioden verwendete negative Gegenspannung kann man durch Gleichrichtung der Oszillatorkreisspannung gewinnen. Der Oszillator wird so dimensioniert, daß ihm die dafür notwendige sehr kleine Leistung entzogen werden darf.

#### 4.3. VHF-UHF-Allbereichstuner mit Schalterdioden

Eine technisch elegante und preiswerte Lösung bei Fernseheingangsstufen läßt sich durch einen vollelektronischen Tuner, das heißt einen elektronisch abstimmbaren VHF-UHF-Tuner mit mehreren gemeinsamen Elementen, verwirklichen. Ein solcher Allbereichstuner läßt sich mit nur drei Transistoren und einem kombinierten VHF-UHF-Bandfilter in  $\lambda/2$ - oder  $\lambda/4$ -Technik für UHF aufbauen. Bei UHF-Empfang sind die VHF-Kreise kurzgeschlossen. Tuner dieser Art in gedruckter Schaltungstechnik werden schon produziert, wobei besonders die gedruckte Schaltungstechnik und die kleine Anzahl der Baulemente die Herstellungskosten gesenkt haben.

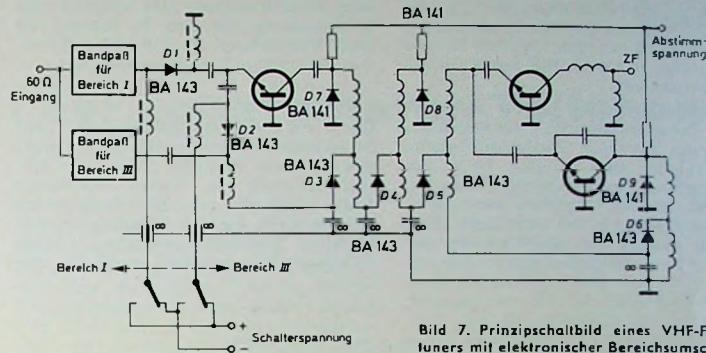


Bild 7. Prinzipschaltbild eines VHF-Fernsehstuners mit elektronischer Bereicheumschaltung

#### 4.4. Die Schalterdiode im Mehrnormen-Fernsehempfänger

Im Mehrnormenempfänger benötigt man zum Umschalten auf die verschiedenen Fernsehnormen eine Vielzahl von Schalterkontakte (Tuner, ZF-Vorstärker, Videoverstärker und Impulsteil). Hier lassen sich mit Vorteil Schalterdioden einsetzen. Dadurch wird der mechanische Aufbau des Gerätes von der räumlichen Anordnung des Bedienungsteils unabhängig, und es entfallen störanfällige, Hochfrequenz führende Leitungen.

#### 4.5. AM-Eingangsstufe mit Schalterdioden

Für die Anwendung der Schalterdiode BA 143 in Rundfunkgeräten soll eine Umschaltung des Mittelwellenbereiches in zwei Teilebereiche (510 ... 980 kHz, 950 ... 1610 kHz) beschrieben werden. Diese Umschaltung kann in einem Autoempfänger notwendig sein, wenn Eingangs- und Oszillatorkreis mit Kapazitätsdioden abgestimmt werden sollen. Dabei kann wegen zu großer Parallelkapazitäten, zum Beispiel der Antennenkabelkapazität, das Kapazitätsverhältnis der Kapazitätsdioden nicht ausreichen, um die Mittelwelle in einem Bereich durchzustimmen. Bild 8 zeigt die Prinzipschaltung des Vorkreises für einen Autoempfänger mit dem Ersatzschaltbild der Autoantenne. Der Eingangskreis wird mit der Kapazitätsdiode BA 163 abgestimmt und mit der Schalterdiode BA 143 V umgeschaltet. Im Bereich I ist die Schalterdiode gesperrt, und die Resonanzfrequenz ergibt sich aus

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{L_1(C_{P1} + C_L + C)}} \quad (9)$$

C ist die variable Kapazität der Kapazitätsdiode BA 163. Die Kapazität  $C_L$  ist im Bild 8 nicht eingezeichnet. Sie setzt sich zusammen aus Verdrahtungs- und Spulenkapazität. Die Kapazität  $C_{P1}$  ist die antennenbedingte Parallelkapazität des Kreises, gebildet aus Antennenkapazität  $C_S$ , Kabelkapazität  $C_A$  und Antennenträger  $C_1$ . Mit dem Antennenträger  $C_1$  wird die durch den Anschluß der Autoantenne verursachte unterschiedliche Antennenkapazität ausgeglichen.

Im Bereich II ist die Schalterdiode leitend, das heißt, die Induktivität  $L_2$  und die Kapazität  $C_2$  werden zum Kreis parallel geschaltet. Damit ergibt sich die Resonanzfrequenz zu

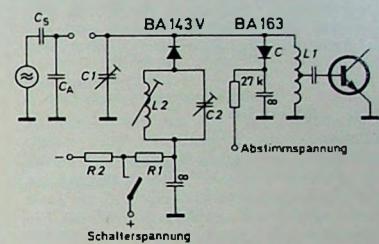


Bild 8. MW-Eingangskreis eines Autoempfängers

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{L_{\text{ges}}(2C_L + C_{P1} + C_S + C)}} \quad (10)$$

Die Gesamteinheit  $L_{\text{ges}}$  besteht aus der Parallelschaltung von  $L_1$  und  $L_2$ . Die Schaltung ist so ausgelegt, daß das Frequenzverhältnis  $f_{\text{max}}/f_{\text{min}}$  im Bereich II etwas kleiner ist als im Bereich I. Damit kann im Bereich II eine zusätzliche parasitäre Spulenkapazität

Tab. II. Daten der Vorkreiselemente nach Bild 8

Bereich I	
Empfangsfrequenz	510 ... 980 kHz
Induktivität $L_1$	290 $\mu\text{H}$
Diodenkapazität $C$	250 pF bei 0,5 V
antennenbedingte Parallelkapazität $C_{P1}$	15 pF bei 8 V
Bereich II	
Empfangsfrequenz /	950 ... 1610 kHz
Induktivität $L$	90 $\mu\text{H}$
Induktivität $L_2$	$\frac{L_1 \cdot L}{L_1 - L}$ 130 $\mu\text{H}$
Trimmer $C_2$	13 pF

Tab. III. Dimensionierung der Oszillatorschaltung nach Bild 9

Bereich I	
Oszillatorkreisfrequenz /	772 ... 1242 kHz
Induktivität $L_1$	165 $\mu\text{H}$
Diodenkapazität $C$	250 ... 15 pF
Verkürzungskondensator $C_{P1}$	678 pF
Trimmer $C_1$	72 pF
Bereich II	
Oszillatorkreisfrequenz /	1212 ... 1372 kHz
Induktivität $L$	55 $\mu\text{H}$
Induktivität $L_2$	$\frac{L_1 \cdot L}{L_1 - L}$ 82 $\mu\text{H}$
Verkürzungskondensator	
$C_P = C_{P1} + C_{P2}$	1216 pF
$C_{P2}$	538 pF
Trimmer $C_2$	35 pF

$C_1$  und eine Trimmkapazität  $C_2$ , die zum Abgleich im Bereich II notwendig ist, zugelassen werden. In Tab. II sind die wichtigsten Daten für den Vorkreis zusammengefaßt.

Die Prinzipschaltung des für die gleichen Frequenzbereiche notwendigen Oszillators für eine Zwischenfrequenz von 262 kHz, eine in den USA für Autoempfänger gebräuchliche Frequenz, zeigt Bild 9. Der Oszillator arbeitet in Meißner-Schaltung. Er wird nach dem gleichen Prinzip wie der Vorkreis auf die zwei Bereiche umgeschaltet. Tab. III

dem Mischtransistor eine ausreichende Mischleistung anbieten zu können, ist eine Verstärkerstufe mit  $T_2$  notwendig, die im Bild 9 eingezeichnet ist.

### 5. Schlußbetrachtung

Die Anwendungsmöglichkeiten der Schalterdioden sind vielfältig. Sie werden bei dem heutigen Trend zur Miniaturisierung in immer stärkerem Maße eingesetzt. In der Nachrichtentechnik wird die Verdrängung mechanischer Hochfrequenzschalter durch Halbleiter-Bauelemente genau wie die

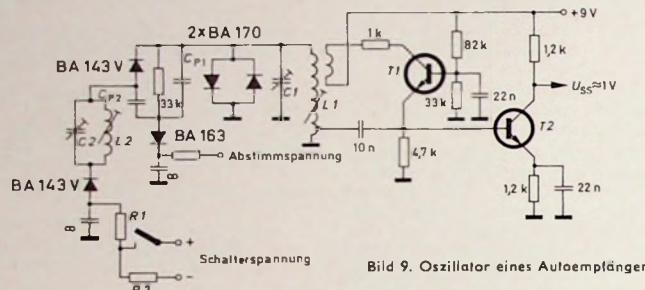


Bild 9. Oszillator eines Autoempfängers

enthält die Einzelheiten der Dimensionierung des Oszillators.

Eine Abweichung von der Vorkreisschaltung besteht darin, daß nicht nur die Induktivität  $L_2$  und der Trimmer  $C_2$  im Bereich II parallel geschaltet werden. Es wird auch die Kapazität des Verkürzungskondensators, der in Reihe mit der Kapazitätsdiode BA 163 liegt, geändert. Im Bereich II muß bei dieser Dimensionierung der Verkürzungskondensator größer sein als im Bereich I, was durch Parallelschaltung von  $C_{p2}$  zu  $C_p1$  erreicht wird. Diese Art der Umschaltung der Verkürzungskondensatoren ermöglicht es, mehrere Wellenbereiche wie Lang-, Mittel- und Kurzwelle in Rundfunkempfängern elektronisch umzuschalten.

Wie in [5] beschrieben, darf die Wechselspannung an der Kapazitätsdiode nicht beliebig groß sein. Darum wird durch die beiden antiparallel geschalteten Si-Dioden die Oszillatormplitude auf etwa  $U_{ss} = 0,8$  V begrenzt. Um trotz der geringen Oszillatormplitude

Verdrängung der Röhren durch Transistoren und der mechanischen Abstimmseinrichtungen durch Kapazitätsdioden weitergehen. \*

Die Bezeichnung der BA 143 V und der BA 143 U wurde nach Redaktionsschluß geändert in BA 243 und BA 244.

### Schrifttum

- [1] Mićić, L.: Die Tuner-Diode. radio mentor Bd. 32 (1966) Nr. 5, S. 404-405
- [2] Dietrich, O., u. Löwel, F.: Elektronisch abstimm- und umschaltbare Fernsehtuner mit den Dioden BA 141, BA 142 und BA 143. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 209-211
- [3] Keller, H.: Kapazitätsdioden für die UHF-Abstimmung in Fernsehempfängern. Radio-Fernseh-Phono-Praxis (1967) Nr. 3, S. 35
- [4] Dietrich, B., u. Lehmann, M.: Silizium-Eplaxie-Planar-Transistoren. Technologie und Eigenschaften. radio mentor Bd. 29 (1963) Nr. 10, S. 851-855
- [5] Prulin, W.: Kapazitätsdiodenabstimmung der Mittelwelle. Funkschau Bd. 40 (1968) Nr. 11, S. 337-339

## Praktische Einführung in die digitale Elektronik

Die Digitaltechnik ist ein Teilgebiet der Elektronik, das sich immer mehr Anwendungsfälle erobert. Zweifellos wird sich diese Ausweitung noch fortsetzen. Für den Außenstehenden wird die Digitaltechnik in erster Linie mit dem Begriff „Elektronenrechner“ in Verbindung gebracht. Die Grundschaltungen der Digitaltechnik sind jedoch in vielen Fällen auch für andere Aufgaben (so zum Beispiel in der Steuerungs-, Regel- und Meßtechnik) sehr gut und vorteilhaft zu verwenden. Die FUNK-TECHNIK wird in einem der nächsten Hefte mit einer Beitragsreihe beginnen, um den in der Digitaltechnik nicht versierten Leser in dieses Spezialgebiet einzuführen. Die Beitragsreihe bringt ganz bewußt keine ausgesprochenen Industrieschaltungen, sondern beschränkt sich auf leichtverständliche, allgemein anwendbare Grundschaltungen. Der Leser soll angeregt werden, auf Grund der besprochenen und in Experimenten aufgebauten Schaltungen eigene Anwendungsfälle für die Digitaltechnik zu erkennen und in der Praxis zu verwenden.

## Persönliches

### Wechsel in der Leitung der deutschen Philips-Unternehmen

Drs. L. J. Wijns, Vorsitzender der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Aldephi), Hamburg, trat am 1. Januar 1969 in den Vorstand der N. V. Philips Glacilampenfabriken ein. Zu seinem Nachfolger als Leiter der deutschen Philips-Unternehmen wurde L. J. Smit berufen, der vorher für die Philips-Organisation in Österreich verantwortlich war.

L. J. Smit, der am 29. 9. 1920 geboren wurde, trat bereits 1941 in den Philips-Konzern ein. Nach vierjähriger Tätigkeit in Brasilien kehrte er 1950 in die Zentrale zurück, wo er ab 1960 Chef der Haupt-Ländergruppe Europa war. Nach einem Aufenthalt in Algerien übernahm er 1964 die Leitung der Philips-Organisation in Österreich.

### Bundesverdienstkreuz für Dr. Hans Bühler

Dr. Hans Bühler, dem Vorsitzenden des Vorstands der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, wurde vom Bundespräsidenten das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen. Die Ordensauszeichnung wurde H. Bühler, der weit über die Elektroindustrie hinaus bekannt ist, am Mittwoch, dem 11. Dezember 1968, vom Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Alfons Goppel in der Staatskanzlei in München überreicht.

### G. Lucae 70 Jahre

Am 30. Dezember 1968 wurde Dr. Gustav Lucae, Geschäftsführer der Interessengemeinschaft für Rundfunkschulzrechte (IGR), 70 Jahre. Er studierte zunächst Deutsch, Geschichte und Kunstgeschichte und war dann von 1921 bis 1926 als Kaufmann und technischer Vertreter tätig. Von 1926 bis 1929 studierte er in Frankfurt Rechts- und Staatswissenschaften. Nach der Promotion trat G. Lucae 1929 in das Institut für Konjunkturforschung ein, an dem er bis 1945 tätig war. Ab 1933 war er Referent und seit 1937 Geschäftsführer der IGR. Nach dem Kriege war er zunächst führend am Wiederaufbau einer Industrie- und Gewerbe-statistik in der Bundesrepublik beteiligt, und seit 1952 ist er wieder ausschließlich Geschäftsführer des Verbandes.

### H. Burkart 65 Jahre

Dipl.-Ing. Hans Burkart, Vorstandsmitglied der Brown, Boveri & Cie. AG (BBC), Mannheim, vollendete am 5. Dezember 1968 sein 65. Lebensjahr. Nach dem Studium an der TH Darmstadt trat er 1926 bei der AEG in Berlin ein. Nach einem 1½-jährigen Aufenthalt in den USA und vorübergehender Tätigkeit in einer Automobilfabrik kam er wieder zur AEG, die ihn 1935 zum Betriebsdirektor ihrer Berliner Großmaschinenfabrik ernannte. Nach dem Kriege übernahm er die technische Leitung des Hauptwerkes für Großmaschinenbau der BBC. Im Jahre 1951 wurde er zum Gesamtdirektor ernannt. Seit dem 1. Januar 1956 ist er stellvertretendes und seit Mai 1958 ordentliches Mitglied des Vorstands.

### R. Auerbach 60 Jahre

Ing. Richard Auerbach vollendete am 1. Januar 1969 sein 60. Lebensjahr. Der gebürtige Hamburger und bekannte Amateurfunker kam 1951 zur Deutschen Philips GmbH und war zunächst in der Stuttgarter Niederlassung tätig. Kurze Zeit später wurde er in die Hauptverwaltung nach Hamburg berufen, um dort eine leitende technische Position in der Apparate-Gruppe zu übernehmen.

R. Auerbach ist seit vielen Jahren als Mitarbeiter in zahlreichen technischen Verbänden tätig, so unter anderem als Obmann verschiedener Arbeitskreise im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) und des Fachnormen-Ausschusses Elektrotechnik FNE 327 sowie als Vertreter der deutschen Elektroindustrie in einer Reihe von internationalen Gremien.

# Die neue Welt der subatomaren Teilchen

## 1. Die neueste Erkenntnis:

Es gibt nichts Stabiles in der Natur. Ursprünglich nahm man an, daß die gesamte Materie nur aus vier Elementarteilchen aufgebaut ist: Protonen, Neutronen, Elektronen und (den Außenseitern) Photonen. Angesichts der neuesten Forschungsergebnisse, die aus den Untersuchungen der Höhenstrahlung und den Arbeiten mit den modernen Teilchenbeschleunigungsmaschinen gewonnen wurden, mußte man diese Auffassung aufgeben. Auch die Annahme, daß die Kernbausteine unteilbare Partikelchen wären, erwies sich als irrig. Heute betrachtet man Protonen und Neutronen lediglich als „verschiedenen Energiezustände“ eines und desselben Urteilchens, des Nukleons. Ein Proton kann sich nämlich – unter bestimmten Voraussetzungen – in ein Neutron verwandeln, wobei außerdem neue kurzlebige Teilchen entstehen, wie Bild 1 erkennen läßt. Der Vorgang tritt beim radioaktiven Betazerfall auf. Umgekehrt gelang es, in den großen Beschleunigungsmaschinen durch Beschuß eines Atomkerns mit Neutronen einen Überschuß an Neutronen zu erreichen, so daß sich einige Neutronen nach Bild 2 in Protonen verwandeln, wobei ein Elektron geboren wird und auch ebenfalls neue kurzlebige Teilchen entstehen. Die Ursache dieser Unbeständigkeit und Wandelbarkeit der bislang für besonders stabil gehaltenen Kernbausteine scheint im dauernden Ladungsaustausch zwischen Neutronen und Protonen zu liegen. Dabei kommt jenem geheimnisvollen Teilchen eine wichtige Rolle zu, das erst vor kurzem entdeckt werden konnte, dem Meson.

## 2. Das $\pi$ -Meson

### (Pi-Meson oder Pion)

Der erste der bereits 1935 die Frage nach der Möglichkeit der Existenz eigenartiger Elementarteilchen aufgeworfen hat, war der japanische Physiker und Nobelpreisträger Hideki Yukawa (geb. 1907). Aus der Reichweite der Kernkräfte errechnete er die Eigenschaften jenes noch unbekannten Teilchens, das den dauernden Ladungsaustausch und damit die Verwandlung von Protonen und Neutronen bewirkt.

Mehrere Jahre später wurde das vorausberechnete Teilchen tatsächlich in der Höhenstrahlung gefunden. Es wurde Pi-Meson genannt. Nach dem heutigen Stand der Forschung besteht die gesamte durchdringende Komponente der Höhenstrahlung aus Mesonen. Ihrer Kurzlebigkeit wegen (Lebensdauer nur etwa  $10^{-8}$  s) können diese Teilchen aber nicht aus dem Weltall stammen, sondern sie entstehen, wie man inzwischen festgestellt hat, beim Zerfall von Primärprotonen. Auf dem Wege durch die Atmosphäre zerfallen die Mesonen zum größten Teil in andere Teilchen.

## 2.1. Was sind das für

Teilchen, diese Mesonen? Man weiß heute, daß die Mesonen etwa 270mal schwerer als die Elektronen sind, aber leichter als die Protonen. Entsprechend ihrer großen Masse und ihrer großen Geschwindigkeit haben sie eine außerordentlich hohe Durchdringungsfähigkeit, die sie befähigt, dicke Materieschichten mit Leichtigkeit zu durchqueren. Im Gegensatz zu den Elektronen werden die Mesonen in der Atmosphäre durch Bremsstrahlung nicht vernichtet. Mesonen sind „die

wieder in andere Teilchen zerfallen (Bild 3). Beim Zerfall von  $\pi^+$  und  $\pi^-$  entsteht außer Elektronen und Positronen (wie in den Bildern 1 und 2) auch noch ein größerer Anteil einer weiteren Mesonenart, die  $\mu$ -(Mü)-Mesonen ( $\mu^+$  und  $\mu^-$ ), die ebenfalls in der kosmischen Strahlung nachweisbar sind und auf recht vielseitige Weise sofort wieder zerfallen. Daneben wurden vor kurzem auch noch die sehr seltenen  $K^+$ ,  $K^-$  und  $K^0$ -Mesonen entdeckt.

## 3. Die schweren Hyperonen

Bisher hatte man die Nukleonen, Protonen und Neutronen als schwerste Elementarteilchen angesehen. Auch diese Ansicht mußte revidiert werden, als man in den Beschleunigungsmaschinen bei hochenergetischen Prozessen neue Elementarteilchen fand, die schwerer als die Nukleonen waren. Man bezeichnete sie als Hyperonen. Von ihnen sind inzwischen drei Gruppen festgestellt worden. Auch sie sind äußerst unstabil und zerfallen mit  $10^{-16}$  bis  $10^{-18}$  s Halbwertszeit noch rascher als die Mesonen. Ihre Verwandlungskünste sind sehr vielseitig. So können sie sich beispielsweise in Protonen, Neutronen, Mesonen und Elektronen verwandeln. Ihr Wesen und ihre sonstigen Eigenschaften liegen noch im Dunkeln. Hier bieten sich dem Forscher noch viele Möglichkeiten.

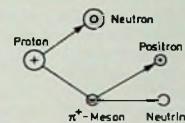


Bild 1. Radioaktiver Betazerfall des Kernbausteins Proton in ein Neutron, wobei ein  $\pi^-$ -Meson entsteht, das seinerseits sofort wieder in neue Teilchen (Positron, Neutrino) zerfällt

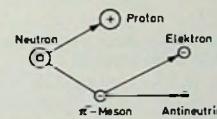
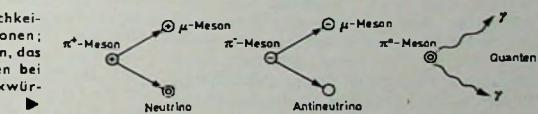


Bild 2. Radioaktiver Zerfall eines Neutrons in ein Proton unter Abgabe eines  $\pi^-$ -Mesons, das ebenfalls sofort wieder zerfällt

Bild 3. Weitere Zerfallsmöglichkeiten der verschiedenen Pi-Mesonen; außer beim neutralen Pi-Meson, das sich in Licht auflöst, entstehen in allen Zerfallsreihen die merkwürdigen Neutrinos



## 4. Das Neutrino

Beim radioaktiven Betazerfall entstehen nach den Bildern 1, 2 und 3 Pi-Mesonen, und diese zerfallen wieder in Mü-Mesonen oder in Elektronen (Positronen) sowie in ein weiteres eigenartiges Teilchen. Wolfgang Pauli (österreichischer Physiker) nannte dieses Teilchen Neutrino. Es entsteht auch, wenn man einem Atomkern mit Neutronen beschließt. Das ergibt einen Überschuß von Neutronen im Kern, so daß sich einige Neutronen in Protonen verwandeln, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Dabei werden nach Bild 2 schnelle Elektronen abgegeben.

Bei der Nachrechnung der bei diesem Prozeß sich ergebenden Energieverhältnisse stieß man aber auf ein merkwürdiges Manko, auf eine Energielücke, die man zunächst nicht erklären konnte. Erst die 1930 von Pauli aufgestellte geniale Hypothese, daß hier eine noch unbekannte Teilchenart im Spiele sein müsse, ließ die mit Recht mißtrauischen Physiker aufhorchen, denn die dieser

Hypothese zugrunde liegenden Ideen waren in der Tat recht eigenwillig. Aber die Begründung Paulis war einleuchtend: Der beim Betazerfall entstehende radioaktive Kern des Atoms schleudert nicht nur ein schnelles Elektron aus, sondern gleichzeitig noch ein unbekanntes Teilchen. Dieses muß alles enthalten, was beim Abschleuderprozeß abhanden gekommen war: die Energie und den Spin. Die Masse dieses Teilchens müßte sehr klein sein, vielleicht sogar Null, so daß es sich wie die Photonen mit Lichtgeschwindigkeit bewegen kann. Ähnlich den Photonen darf es auch keine Ladung haben, denn es konnte auf keine Weise (auch nicht in der Nebelkammer) nachgewiesen werden. Seine Neigung zu irgendwelchen Wechselwirkungen mit der Materie muß ebenfalls praktisch Null sein. Es dauerte lange, bis endlich der experimentelle Nachweis gelang. Den Ausschlag gab das 1960 von den Amerikanern C. Cowan und F. Reines durchgeführte Experiment. Sie sagten sich: „Ein Nachweis ist nur so auszuführen, daß man das Resultat eines Prozesses beobachtet, der eindeutig durch ein Neutrino verursacht worden ist. Beim normalen Betazerfall gelingt dieser Nachweis nicht, weil das Neutrino die Folge des Zerfalls ist. Also, überlegten die Forscher, muß man den Prozeß umkehren, das heißt, einen „inversen Betazerfall“ konstruieren. Man muß Protonen mit den noch unbekannten Neutrinos beschließen, wie sie beispielsweise beim Betazerfall entstehen. Sind solche angenommenen Neutrinos tatsächlich vorhanden, dann muß sich das Proton in ein Neutron verwandeln. Dabei wird ein Positron ausgesendet, das aber – sobald es auf ein freies Elektron trifft – verschwindet und sich in Licht (2 Gammaquanten) auflöst.“) Diese kurzen Lichtblitze können registriert werden. Sie bilden den Beweis, daß hier Neutrinos im Spiele waren. Der vom Neutrino erzeugte Rückstoß, den es beim Abschleudern auf den Kern ausübt, bildete eine weitere Stütze für seine Existenz. Die Rechnung zeigt, daß dieses eigenartige Teilchen die gesuchte fehlende Energiedifferenz beim Umwandlungsprozeß Neutron – Proton trägt. Eine weitere interessante Erscheinung tritt noch auf: Ist das vom Neutron abgeschleuderte Elektron sehr schnell, dann ist das Neutrino langsam; ist das Elektron langsam, dann ist das Neutrino schnell. Kurzum: Die Summe der Rückstoße Elektron – Neutron ist immer die gleiche. Weitere Experimente mit den neuen Teilchenbeschleunigern, so dem Protonensynchrotron des CERN in Genf, bestätigten die zum Teil von Pauli vorausgesagten Eigenschaften des Neutrinos: keine Ruhemasse; es bewegt sich mit Lichtgeschwindigkeit oder es existiert nicht; es hat wie das Elektron einen Spin, aber keine Ladung; es zeigt keinerlei Annäherungsbedürfnis an andere Teilchen. Daher, und wegen seiner Kleinheit und Masselosigkeit, ist es imstande, durch meterdicke Bleiplatten „spazieren zu gehen“, ohne von den dichtgepackten Bleiatomen abgebremst zu werden. Neutrinos können den Kosmos durchrasen und einen Stern mühelos durchqueren, ohne an Atome anzu-

1) Es handelt sich hier um die sogenannte „Vernichtungsstrahlung“

stoßen. Millionen Neutrinos durchdringen auch ständig unseren Körper, doch wir merken nichts davon. Man ist geneigt anzunehmen, daß Neutrinos in weitaus größerer Zahl als alle anderen Elementarteilchen im Kosmos vorhanden sind. Neue Theorien sind fällig, um all diese geheimnisvollen Vorgänge erklären zu können, Theorien, die vielleicht bisherige Anschauungen über den Kosmos erschüttern können. Inzwischen hat man weitere Neutrinoarten entdeckt; die Überraschungen nehmen kein Ende. Zum Neutrino hat man das Spiegelbild, das Antineutrino, gefunden, das sich nur durch entgegengesetzten Spin vom Neutrino unterscheidet. Die Sache wurde aber noch komplizierter, als man feststellen mußte, daß es eigentlich vier Neutrinoarten geben müsse: zwei Arten der Neutrinos und zwei Arten der Antineutrinos (je nachdem, welchen Ursprungs sie sind). Um diesen Nachweis zu erbringen, mußten im Protonensynchrotron des CERN Maximalenergien von 30 Milliarden Elektronenvolt aufgewendet werden. Diese Experimente rechnen zu den bisher aufwendigsten und umfangreichsten der Teilchenphysik. Man ist heute zur Erkenntnis gelangt, daß das Neutrino eines der mysteriösesten und vielleicht bedeutsamsten Teilchen darstellt, die es im Kosmos gibt. Vielleicht ergibt sich einmal neben der Radioastronomie eine „Neutrino-Astronomie“, vielleicht ein neuer Informationsträger in der Astrophysik?

### 5. Betrachtungen über das Wesen der Elementarteilchen

Der Blick in die subatomare Welt, der in den letzten Jahren mit Hilfe der großen Teilchenbeschleunigungsmaschinen möglich wurde, förderte eine Vielzahl neuer Elementarteilchen zutage. Bis Ende 1967 sind gegen 90 neue subatomare Teilchen gefunden worden. Es steht zu erwarten, daß sich diese Zahl noch vergrößern wird. Allen diesen Teilchen ist eines gemeinsam: Sie haben eine ungemein kurze Lebensdauer mit Halbwertzeiten zwischen  $10^{-2}$  bis  $10^{-19}$  s. Ihr Dasein ist ein fortwährender Wandel. Sie können sich selbstständig oder im Zusammenwirken mit anderen Teilchen plötzlich in ein neues Teilchen umwandeln. Somit trifft die

ursprüngliche Bezeichnung „Elementarteilchen“ nicht mehr ganz zu, wenn darunter die Unterteilbarkeit verstanden wird. Nach heutigen Forschungsergebnissen darf man ein Elementarteilchen lediglich als einen „Energiezustand“ ansehen. Alles in allem sind die Erzeugung, die Umwandlungs- und Zerfallsprozesse dieser Teilchen und ihre Struktur selbst so komplex und so eigenartig, daß sie noch nicht eindeutig analysiert werden konnten. Je weiter die Wissenschaft ins Gebiet der subatomaren Partikelchen vordringt, um so weiter scheint sie davon entfernt zu sein, unteilbare letzte Einheiten zu finden.

Gibt es überhaupt Teilchen, die sich nicht mehr wandeln? Gibt es einen Baustein, aus dem sich alle anderen aufbauen? Sind die Teilchen Masse oder Welle oder Energie? Das sind Fragen über Fragen, deren Lösung noch nicht restlos gelückt ist und noch viel Forschungsarbeit erfordern wird.

Man muß heute einsehen, daß die bisherige Annahme von der stabilen Materie, die auf Protonen, Neutronen und Elektronen aufbaut, falsch war. Man muß erkennen, daß diese Teilchen nicht jenen entscheidenden Anteil am Aufbau der Welt haben, der ihnen zugemessen wurde. Sie verkörpern nur einen kleinen Teil der existierenden Elementarteilchen.

Bezeichnend bei all diesen Neuentdeckungen ist die kurze Gastrolle, die subatomare Teilchen in unserer Welt geben. Sie können praktisch aus dem Nichts entstehen und innerhalb von Bruchteilen einer Mikrosekunde wieder verschwinden. In der Sprache der Quantenphysik ausgedrückt existieren sie praktisch nur in „quantenmechanischen Schwankungen“. Klar muß man sich allerdings darüber sein, daß im Atomgeschehen ganz andere Zeitbegriffe als im menschlichen Leben herrschen. Eine Lebensdauer von  $10^{-19}$  s ist wohl für unsere Begriffe unfaßbar kurz, für das Elementarteilchen dagegen eine sehr lange Zeit, in der beispielsweise das auf einer höheren Energiebahn gehobene Elektron vielleicht Millionen Umläufe macht, ehe es unter Abgabe eines Photons zurückspringt. Alles ist eben relativ; das gilt auch für die Zeit.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUND SCHAU

brachte im Dezemberheft 1968 unter anderem folgende Beiträge:

Übertragung von Zählimpulsen mit hoher Störsicherheit

Fortschritte in der Nachsichttechnik

Theorie des Gunn-Effekts

Halbleiterbauelemente und Operationsverstärker

Micromatrix 4500 – die erste integrierte Großschaltung in der Bipolar-Technik

Erfassung und Übertragung von Meßwerten

Prozeßrechenanlagen

Neue Wege der elektrischen Präzisionsmeßtechnik

Produktinformationen · Aus Industrie

und Wirtschaft · Tagungen · Persönliches · Neue Bücher · Kurznachrichten ·

Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften

Format DINA 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 · Berlin-Borsigwalde

Postanschrift: 1 BERLIN 52

# Farbservicegenerator mit elektronischem Kreis

Überwiegend für die Belange des Außenservice wurde von Nordmende der handliche und leistungsfähige Farbservicegenerator „FSG 395“ (Bild 1) entwickelt und erstmals auf der Hannover-Messe 1968 der Öffentlichkeit vorgestellt. Ausschlaggebend für die Konzipierung des neuen Farbgenerators waren die für den rationellen beweglichen Service wichtigen wirtschaftlichen Überlegungen, die sich in der vielseitigen Anwendbarkeit, der einfachen Bedienung und auch im Preis widerspiegeln.

## 1. Wirkungsweise

Bild 2 zeigt die Blockschaltung des Farbservicegenerators. Als Taktgeber für die Impulsschaltung dient ein LC-Muttergenerator, der mit einer Frequenz von 250 kHz schwingt. Das Ausgangssignal des 250-kHz-Oszillators speist die Impulsformerstufe, die nach dem Schalten die Impulse abgibt. Im Gitter-

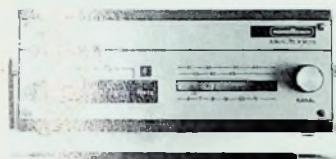


Bild 1. Farbservicegenerator „FSG 395“ von Nordmende

Technische Daten	
Video-Teil	
Gittermuster:	10 waagerechte, 11 senkrechte Linien
Kreistesbild	
(2 konzentrische Kreisringe):	Abweichung von der Kreisform: <2% Stabilitätsfehler der Kreisgröße: <5%
Farbbalkentestbild:	
obere Bildhälfte:	$\pm V, \mp V, +U, -U$
Amplitude der Balken:	100% Schwarz-Weiß
untere Bildhälfte:	$\pm U, \mp U, -V, +V$
Amplitude der Balken:	50% Schwarz-Weiß
Toleranz der Phasenwinkel:	$\pm 4^\circ$
Farbfläche „Rot“: Vektorlage 104°	
Grautreppe:	12 gleiche Stufen von Schwarz nach Weiß
Farbträgerfrequenz:	4 433 618 Hz $\pm 10^{-5}$
Zeilenfrequenz:	15 625 Hz $\pm 3 \cdot 10^{-3}$
Bildfrequenz:	50 Hz
Zeilensprung:	nein
Burstphase:	$180^\circ \pm 45^\circ$
Burstamplitude: einstellbar, 100%...0%	
Burstbreite:	3,6 $\mu$ s
Zeilenimpulsbreite:	4,2 $\mu$ s
Zeilenaustastung:	16 $\mu$ s
Bildaustastung:	etwa 18 Zeilen
HF-Teil	
HF-Ausgangsspannung:	
VHF, Bereich III, Kanal 6...11:	etwa 10 mV
UHF, Bereich IV, Kanal 28...43:	8 mV
UHF, Bereich V, Kanal 50...68:	3 mV
(jeweils an 240 Ohm)	
Frequenzdrift:	$1 \cdot 10^{-3}$
Ausgänge	
Videoausgang:	1 V <sub>ss</sub> (F) BAS, $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
HF-Ausgang:	240 Ohm, symmetrisch
Sonstiges	
Netzanschluß:	220 V (110 V) $\pm 10\%$ , 50 Hz
Leistungsaufnahme:	6 W
Temperaturbereich:	Einhaltung der technischen Daten im Bereich 0...40 °C Funktionsfähigkeit bis +55 °C
Abmessungen:	195 mm $\times$ 80 mm $\times$ 160 mm
Gewicht:	2,2 kg

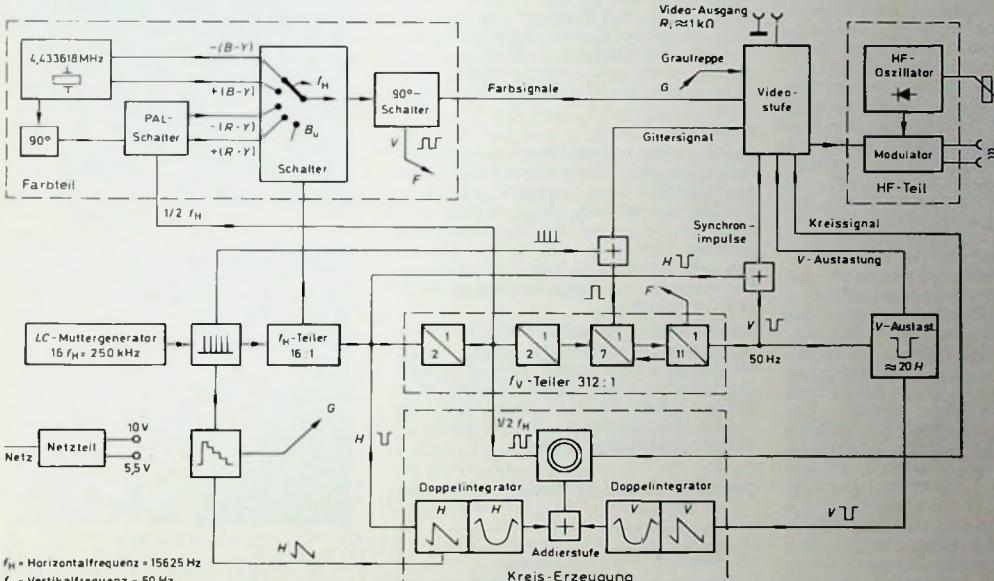


Bild 2. Blockschaltung des „FSG 395“

testsignal und Punktraster werden diese Nadelimpulse zur Erzeugung der vertikalen Linien beziehungsweise der Punkte verwendet. Außerdem sorgt Christian Hempel ist Mitarbeiter der Norddeutschen Mende Rundfunk KG, Bremen.

chronisieren die Nadelimpulse den  $f_{II}$ -Teiler und dienen als Schaltimpulse für den Treppenspannungsgenerator. Dem  $f_{II}$ -Teiler fallen mehrere Aufgaben zu: Er teilt die Mutterfrequenz im Verhältnis 16:1 von 250 kHz auf die Zeilenfrequenz herunter. Gleichzeitig

erzeugt er die Impulse für die elektronische Umschaltung der Farbbalken und liefert den Zeilensynchronimpuls sowie das Zeilenaustastsignal. Die Zeilenfrequenz wird im  $f_V$ -Teiler in vier Stufen bis zur Bildwechselfrequenz von 50 Hz geteilt. Das Teilungsverhältnis

des  $f_V$ -Teiles beträgt genau 312:1, so daß auch der „FSG 395“ nach der vielfach bewährten Methode ohne Zeilensprung arbeitet. Die zeilen- und bildfrequente Synchron- und Austastsignale werden der Videostufe zugeführt und dem Videosignal zugesetzt.

Im Farbteil erzeugt ein Quarzgenerator das Farbrägersignal. Über ein 90°-Phasenschiebriegel und den PAL-Schalter werden in ähnlicher Weise wie in Farbfernseh-Empfängerschaltungen vier phasenverschobene Trägersignale erzeugt, die in der Vektordarstellung auf den Modulationsachsen U und V beziehungsweise  $-U$  und  $-V$  liegen. Der elektronische Schalter nimmt die Umschaltung der Trägersignale vor, und es entsteht das Farbbalkensignal in der Reihenfolge  $+V, -V, +U, -U$ . Der angeschlossene 90°-Schalter ist nur in der unteren Bildhälfte wirksam. Er vermindert die Amplitude der Farbrägersignale auf 50% und verschiebt die Phase der Signale um genau 90°. Die Gewinnung des Burstsignals wurde zur besseren Übersicht im Blockschaltbild weggelassen. Der Burst wird durch Addition gleicher Anteile des  $+V$ - und des  $-U$ -Signals gewonnen und über eine gesonderte Schaltstufe hinter dem Zeilenimpuls eingetastet. Die Phasenlage der Burstschwünge wird durch den 90°-Schalter nicht beeinflußt. In gleicher Art wie beim Burst wird das Trägersignal für die rote Farbfläche aus entsprechenden Anteilen des  $+V$ - und  $-U$ -Signals zusammengesetzt.

Für den elektronischen Kreis benötigt man eine zeilenfrequente und eine bildfrequente Parabelspannung. Die Parabelspannungen werden durch zweifache Integration der entsprechenden Austastsignale gewonnen. Der horizontale Austastimpuls speist einen Miller-Integrator, der am Ausgang eine lineare Sägezahnspannung erzeugt. Die folgende Integratorstufe formt den Sägezahn in eine Parabelspannung um, deren Umkehrpunkt in der Zeilenmitte liegt. Der vertikale Austastimpuls wird in gleicher Weise verarbeitet. Die beiden Parabelspannungen überlagert man additiv in einem bestimmten Verhältnis; die Summenspannung liegt am Eingang eines Differenzverstärkers, der beim Erreichen eines Schwellwertes positive Impulse am Ausgang abgibt. Werden diese Impulse in das Videosignal eingefügt, dann erzeugen sie auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers einen Kreisring. Durch Verändern des Schwellwertes in der Impulstiformerstufe im Takte der halben Zeilenfrequenz entstehen zwei konzentrische Kreisringe von unterschiedlichem Durchmesser. Aus dieser Tatsache erklärt sich auch die deutlich sichtbare Zeilenstruktur der beiden Kreisringe auf dem Bildschirm, die aber bei der Beurteilung der Bildgeometrie von Empfängern ohne Bedeutung ist.

Die Treppenspannung für das Signal „Grautreppe“ wird durch Addition der vom ersten Horizontalfrequenz-Integrator gelieferten Sägezahnspannung mit einer gegenläufigen Sägezahnspannung höherer Frequenz gewonnen, die man mit Hilfe der 250-kHz-Nadelimpulse erzeugt.

Der im Blockschaltbild nicht gezeigte Betriebsartenschalter führt die einzelnen Signale zur Videostufe, wo sie mit den Austast- und Synchronimpulsen kombi-

niert werden. Die vollständigen Videosignale gelangen dann zum HF-Teil und bewirken die Modulation des HF-Trägers.

### 1.1. HF - Baustein

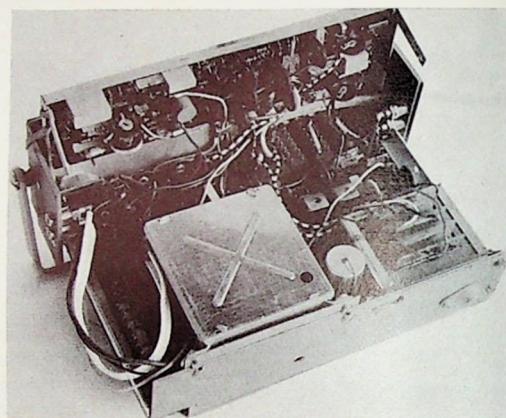
Ohne Bereichsumschaltung können die Testsignale des Farbservicegenerators in drei verschiedenen Frequenzbereichen empfangen werden. Der HF-Teil enthält einen diodenabgestimmten Oszillator für den VHF-Bereich III (Kanal 6 bis 11), der über eine Trennstufe den Transistormodulator speist. Trennstufe und Modulator sind schaltungstechnisch so ausgelegt, daß die Grundwelle und die Harmonischen im UHF-Bereich gut moduliert werden. Mit einem Emp-

Das handliche Gerät ist recht vielseitig; mit den vier Betriebswahltasten können insgesamt sieben verschiedene Testbilder eingeschaltet werden, wie Tab. I zeigt.

### 3. Gittermuster und elektronisches Kreistestbild

Das Gittermuster des Farbservicegenerators ist annähernd quadratisch (Bild 4). Es kann daher sowohl für die Konvergenzeinstellung als auch zum Abgleich der Bildgeometrie verwendet werden. Viel besser läßt sich die Bildgeometrie aber an Hand des Kreistestbildes beurteilen. Wie vorteilhaft diese Methode ist, kann man daraus ersehen, daß auch der Laie Bildverzerrun-

Bild 3. Innenaußeraufbau des Farbservicegenerators



fänger kann daher die Testsignale sowohl auf der Grundwelle als auch an zwei Stellen im UHF-Bereich empfangen. Der HF-Ausgang des Generators ist symmetrisch ausgebildet, so daß die Verbindung zum Empfänger direkt über eine symmetrische 240-Ohm-Verbindungsleitung erfolgen kann.

### 2. Aufbau

Der Farbservicegenerator ist mit 42 Siliziumtransistoren und zwei integrierten Schaltkreisen bestückt und übersichtlich aufgebaut. Nach Lösen von zwei Schrauben an der Unterseite des Gerätes läßt sich das ganze Chassis aus dem Gehäuse ziehen. Die einzelnen Baugruppen sind gut zugänglich, wie es Bild 3 zeigt.

Der HF-Baustein befindet sich in einem separaten Blechgehäuse links neben dem Netztransistor. Der Hauptteil der Schaltung ist auf der großen Platine im Chassisrahmen angeordnet, die zweite (ausklappbare) Platte trägt die Kreiserzeugungsschaltung.

Tab. I. Funktionen des Farbservicegenerators „FSG 395“

gedrückte Taste	Funktion
I	Gittermuster
II	Kreistestbild mit Punkten
III	kombiniertes Farbbalkentestbild
IV	rote Farbfläche
I + II	senkrechte Linien
III + IV	Grautreppe
keine	waagerechte Linien

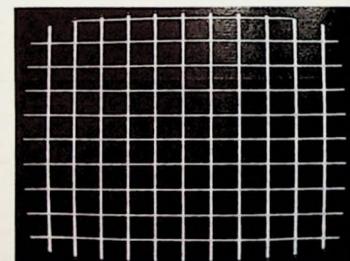


Bild 4. Gittermuster

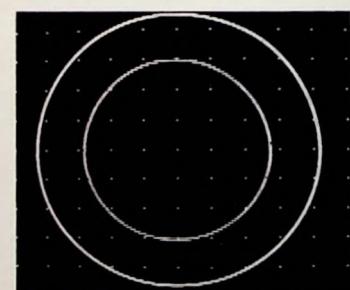


Bild 5. Kreistestbild

gen an seinem Fernsehempfänger spätestens an der Verformung der kreisrunden Uhr vor den Nachrichtensendungen genau erkennen.

Das Kreistestbild besteht aus zwei konzentrischen Kreisringen (Bild 5), nach denen Größe, Seitenverhältnis und Linearität des Schirmbildes optimal eingestellt werden können. Das zusätzlich eingeblendete Punktraster dient

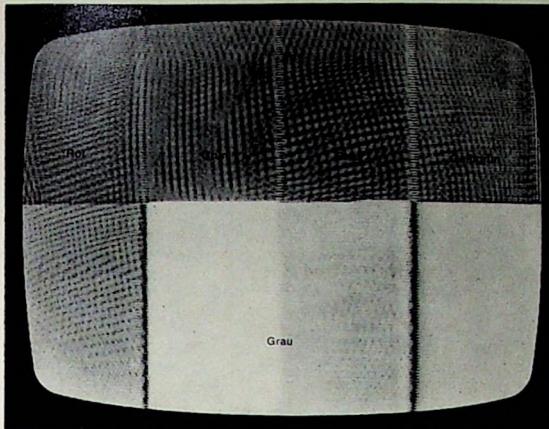


Bild 6. Farbbalkentestbild auf dem Bildschirm eines einwandfrei abgeglichenen Farbempfängers

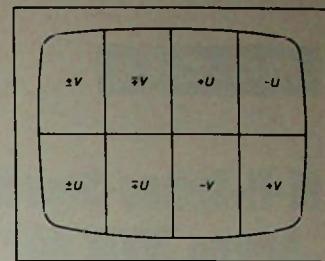


Bild 7. U- und V-Signale im Farbbalkentestbild

Bild 8. Farbsignale im Farbempfänger

gleichzeitig zur Kontrolle der Strahlshärfe über den gesamten Bildschirm. Die Punkte entstehen an den Kreuzungen der Gitterlinien. Die Kreiszeuerschaltung arbeitet sehr genau und stabil, so daß Abweichungen von der idealen Kreisform praktisch kaum meßbar sind und die Kreisgröße sich auch unter Temperatureinwirkung nur geringfügig verändert.

#### 4. Farbbalkentestbild

Das kombinierte Farbbalkentestbild des Farbservicegenerators hat Ähnlichkeit mit den Farbfeldern in den Testbildern der Rundfunkanstalten. Auf dem Bildschirm eines gut abgeglichenen Farbempfängers erscheint das im Bild 6 dargestellte Farbmuster mit einer einheitlich grauen unteren Bildhälfte. Die zugehörigen Farbrägersignale sind aus Bild 7 ersichtlich.

An Hand des  $\pm U$ -Signals soll erklärt werden, wie die Graufläche an dieser Stelle des Bildschirms entsteht. Der Laufzeitdemodulator unterscheidet nur, ob ein Signal zeilenweise um  $180^\circ$  geschaltet wird oder in einer Phasenlage verharrt. Das  $\pm V$ -Signal gelangt daher genauso an den Eingang des  $(R - Y)$ -Synchondemodulators wie das  $\pm U$ -Signal der unteren Bildhälfte. Das  $\pm V$ -Signal wird auf der Kuppe der Sinusspannung abgetastet; der  $(R - Y)$ -Synchondemodulator gibt eine Gleichspannung ab, die die Rotkanone aufsteuert. Damit entsteht in der oberen Bildhälfte der erste Farbbalken (Rot). Das  $\pm U$ -Signal darunter liegt ebenfalls mit voller Spannung am  $(R - Y)$ -Eingang des Synchondemodulators, wird aber (wegen der um  $90^\circ$  verschiedenen Phasenlage) im Nulldurchgang der Sinusspannung abgetastet. Daher entsteht keine gleichgerichtete Spannung und damit eine graue Fläche auf dem Bildschirm. Es leuchtet ein, daß schon kleine Phasenabweichungen eine Verfärbung der Grauflächen hervorrufen. Aus diesem Grunde wurden die Amplituden der Farbrägerschwingungen für die untere Bildhälfte auf die Hälfte verringert.

#### 5. Fehlererkennung am Bildschirm

##### 5.1. Laufzeitdemodulator

Amplitudenfehler im Laufzeitdemodulator äußern sich durch „venetian blinds“ (Hervortreten der Zeilenstruktur) in den Graufeldern. Phasenfehler des Laufzeitdemodulators sind an „ve-

netian blinds“ in der oberen Bildhälfte erkennbar. Bei etwas Übung kann man den Abgleich des Laufzeitdemodulators nach Phase und Amplitude mit Hilfe des Bildschirms vornehmen. Genauer ist jedoch der Abgleich mittels eines Oszilloskops, indem man zum Beispiel nach Bild 8 a am  $(R - Y)$ -Ausgang des Laufzeitdemodulators die Trägerspannung des dritten und vierten Balkens auf Null abgleicht.

#### 5.2. Synchondemodulatoren

Fehler in der Allgemeinphase verursachen ein Buntwerden der ganzen unteren Bildhälfte. Einen Quadraturfehler ( $90^\circ$ -Bedingung) erkennt man daran, daß beim Verstellen des Allgemeinphasenreglers das rechte und linke Testfeldpaar in der unteren Bildhälfte nicht gleichzeitig grau werden.

Da bei dieser Abgleichmethode Phasenfehler von nur wenigen Winkelgraden zu deutlicher Verfärbung führen, PAL-Empfänger jedoch bei Phasenfehlern der Synchondemodulatoren bis zu  $\pm 10^\circ$  noch keine merkliche Farbverfälschung zeigen, mußte das Verfahren für den praktischen Gebrauch unempfindlicher gemacht werden. Dies wurde erreicht, indem die Farbrägeramplituden für die untere Bildhälfte auf 50% verringert wurden. Eine leichte Verfärbung tritt jetzt bei Phasenfehlern von etwa  $5^\circ$  auf.

#### 6. Fehlererkennung mit dem Oszilloskop

##### 6.1. Synchondemodulator-Balance und Grünmatrix

Die Demodulator-Balance kann nach Bild 8 f oszillografisch, beim Farbdifferenzprinzip zum Beispiel an der Steuerelektrode für das  $(G - Y)$ -Signal, überprüft werden. Grünmatrix und Demodulator-Balance sind in Ordnung, wenn  $(R - Y)$ -Spannung und  $(B - Y)$ -Spannung ein Verhältnis von 3:2 (genau 1,54) bilden.

##### 6.2. Matrixstufen und Bildröhrenansteuerung

Da der Helligkeitswert für alle Farbbalken gleich ist (etwa 20% Weißwert), ergeben sich bei RGB- und Farbdifferenzansteuerung völlig gleichartige Signale an den Steuerelektroden der Bildröhre. Die Signale nach den Bildern 8 f, 8 g und 8 h gelten für Katodensteuerung; bei Wehneltsteuerung ändert sich lediglich ihre Polarität.

Zur Prüfung der Matrixstufen genügt es, die verschiedenen Rechteckspannungen auf ihre Amplitudenverhältnisse hin auszumessen. Die in den Bildern 8 f, 8 g und 8 h angegebenen Zahlenverhältnisse sind leicht zu erhalten und weichen von den mathematisch genauen Verhältnissen nur geringfügig ab ( $< 2\%$ ).

#### 6.3. Oszillografische Fehlersuche im Farbteil

Die im Bild 8 gezeigten Signale gelten für einen gut abgeglichenen Farbempfänger. Eine Unsymmetrie der Rechtecksignale, bezogen auf die Mittellinie, zeigt bei der oszillografischen Kontrolle eine Begrenzung in den vorausgehenden Stufen an. An einer Aufspaltung der Mittellinie bei den Signalen nach den Bildern 8 d bis 8 h in zwei Linien ist ein Fehler des Demodulationsteiles sofort erkennbar. Der oszillografische Abgleich der Synchondemodulation besteht daher einfach darin, die Mittellinien zur Deckung zu bringen.

#### Rotfläche und Grautreppe

Mit dem Testsignal „Farbfläche Rot“ kann man die Farbreinheit kontrollieren, ohne die Rückwand des Farbempfängers entfernen zu müssen. Mit der 12stufigen Grautreppe können der Videokanal und der Grauabgleich geprüft werden.

## Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „stereo 5000 HiFi“

### 1. Konstruktionsrichtlinien

Mit 1967 stellte Schaub-Lorenz das Gerät „Stereo 4000“ vor. Es hatte eine für den Konsumsektor ungewöhnliche flache Form. Die Entscheidung, ein Gerät in dieser Form zu bauen, erwies sich als richtig. Das Echo auf dem Markt war überaus erfreulich, und so braucht es eigentlich nicht zu verwundern, daß sehr schnell der Wunsch auftauchte, dieses Gerät auch in einer Hi-Fi-Version herauszubringen. Das gelang mit „stereo 5000 HiFi“ (Bild 1).



Bild 1. Ansicht des nur 8 cm hohen Steuergeräts „stereo 5000 HiFi“

Nachstehend ist der Werdegang des „stereo 5000 HiFi“ kurz geschildert. Zu Beginn lag, wie erwähnt, das Gerät „Stereo 4000“ vor. Aus ihm sollte ohne großen Aufwand und damit zu einem möglichst günstigen Verkaufspreis ein Hi-Fi-Gerät entstehen, das den Forderungen der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 entspricht. Eine kurze Überprüfung ergab folgendes Bild: Sowohl im HF-Teil als auch im NF-Teil waren Maßnahmen nötig, weil vom „Stereo 4000“ die Forderungen nach DIN 45 500 nicht eingehalten wurden.

So mußte besonders der NF-Teil neu überarbeitet werden, da die Verwendung von Germaniumtransistoren in der Endstufe die verlangte Höhenwiedergabe nicht gewährleistete. Ein weiterer Punkt: Zum Anschluß eines magnetischen Tonabnehmers an das Steuergerät „Stereo 4000“ mußte man einen zusätzlichen Entzerrerverstärker kaufen und in das Gerät einsetzen lassen. Diese Maßnahme ist für ein Normalgerät wohl durchaus zu verantworten, wenn ein Wechsel vom Kristalltonabnehmer auf ein Magnet-System erfolgt. Für ein Hi-Fi-Gerät jedoch sollte von vornherein ein direkter Anschluß sowohl von Kristalltonabnehmern als auch von magnetischen Systemen möglich sein. Sehr schnell entsloß man sich deshalb dazu, den Niederfrequenzteil komplett neu aufzubauen, und zwar bei garantierter Erfüllung der Anforderungen nach DIN 45 500 in der Serienfertigung.

<sup>1</sup> E. Kör: „Stereo 4000“. Ein voll transistorisiertes Steuergerät in Flachbauweise. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 17, S. 649 bis 650, 652

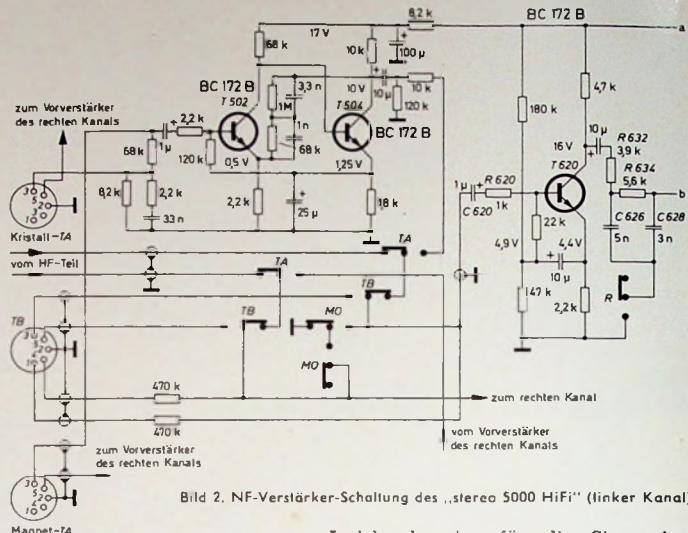


Bild 2. NF-Verstärker-Schaltung des „stereo 5000 HiFi“ (linker Kanal)

Ladekondensator für die Stereo-Anzeigelampe vergrößert, um die Fremdspannung bei Stereo-Empfang zu verringern. Zusätzlich legte man auch besondere Sorgfalt darauf, daß bei gedrückter Automatiktaste das Gerät genauestens abgestimmt ist, weil schon durch geringe Fehlabstimmung die Geräteeigenschaften wesentlich verschlechtert werden. Grundsätzlich blieben aber Schaltung und Aufbau des HF-Teils so, wie sie bereits im Heft 17/1967 ausführlich beschrieben worden sind.

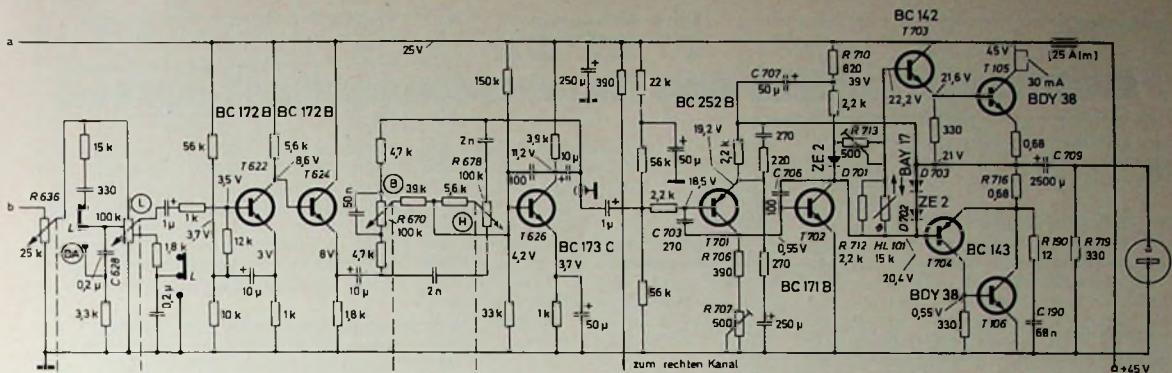
### 3. NF-Teil

Zur Gewährleistung sämtlicher in DIN 45 500 geforderten Werte bezüglich Frequenzgang, Klirrfaktor und Leistungsbandbreite – bei gleichzeitiger Erhöhung der Ausgangsleistung – wurde der Niederfrequenz-Verstärker im „stereo 5000 HiFi“ ausschließlich mit hochwertigen Silizium-Planartransistoren bestückt.

Das Prinzip des nach Bild 2 (linker Kanal) geschalteten NF-Verstärkers ist nicht neu. Das in Seriengegenakt arbeitende Silizium-NPN-Planartransistorpaar T 105, T 106 bringt die geforderte Sinus-Dauerleistung von 20 W je Kanal. Der Lastwiderstand wird über den Koppelkondensator C 709 (2500  $\mu$ F) angeschlossen. R 719 (330 Ohm) parallel zu der Ausgangsbuchse lädt den Auskopplkondensator C 709 auch ohne angeschlossenen Lautprecher auf die zwischen den Transistoren der Endstufe liegende Gleichspannung auf. Dadurch wird bei nachträglichem Einsticken der Lautsprecher oder im Extremfall beim Kurzschließen der Ausgangsbuchse ein plötzliches Auftreten des Ladestroms dieses 2500- $\mu$ F-Kondensators vermieden. Die Ansteuerung der Endstufe erfolgt durch das komplementäre Transistorpaar T 703, T 704.

T 703 und der zugehörige Endtransistor T 105 arbeiten in Kollektorschaltung und bilden einen Darlington-Verstärker. T 704 steuert den zweiten Endstufentransistor T 106. Beide arbeiten in Emitterorschaltung.

Im Kollektorkreis des Treibertransistors T 702 liegt die Diode D 701. Der an ihr entstehende Spannungsabfall ist von der Betriebsspannung unabhängig und wird durch die Widerstandskombination R 713, R 712, HL 101 (NTC-Wi-



derstand) zur Einstellung und Stabilisierung des Endstufenruhestroms ausgenutzt. Die temperaturabhängige Durchlaßspannung der Diode D 701 sowie die Widerstands - Heißleiter - Kombination gewährleisten eine Temperaturkompensation des - im Hinblick auf kleine Übergangsverzerrungen - auf 30 mA eingestellten Ruhestroms der Endstufe. Um die Endstufe voll durchsteuern zu können, wird die Versorgungsspannung der Treiberstufe T 702 durch die RC-Kombination C 707 (50 μF), R 710 (820 Ohm) mit der Ausgangsspannung mitgeführt.

T 701 ist als Vorstufe gleichstromgekoppelt vor die Treiberstufe T 702 geschaltet. Die relativ kleinen Widerstände R 706 (390 Ohm), R 707 (500 Ohm) im Kollektorkreis und der relativ große Kollektorstrom ermöglichen eine niederohmige Ansteuerung des Treibertransistors. Mit dem als Einstellregler ausgebildeten Widerstand R 707 wird bei voll ausgesteuerter Endstufe die Spannungssymmetrie der Ausgangsspannung eingestellt.

Die in der Vor- und der Treiberstufe vom Kollektor zur Basis liegenden Kapazitäten C 703, C 706 sowie das direkt am Endstufentransistor T 106 angeschaltete Boucherot-Glied C 190, R 190 unterdrücken Schwingneigungen des Verstärkers. Eine Sicherung in jedem Kanal schützt die Endtransistoren.

Beim Anschluß eines Lastwiderstandes von  $\leq 4$  Ohm würde der Endstufenstrom unzulässig hoch ansteigen. Die Diodenkombination D 702 und D 703 bildet deshalb in Verbindung mit dem vom Endstufenstrom durchflossenen Widerstand R 716 (0,68 Ohm) eine Begrenzungsschaltung. Der Endstufenstrom wird damit auf einen vorausbestimmten Wert begrenzt. Eine Erwärmung der Endtransistoren bei Dauerbetrieb in einer solchen nicht normalen Betriebsweise läßt sich allerdings nicht vermeiden.

Die Endtransistoren sind auf der als Kühlfläche ausgebildeten Rückseite des Gerätes montiert und gegen unsachgemäßes Berühren mit einer Isolierhaube geschützt (Bild 3). Phasenumkehrstufe, Treiberstufe und Vorstufe mit ihren Schaltelementen sind je Kanal auf einer Leiterplatte untergebracht und lassen sich im Servicefall einzeln ausbauen.

Auf einer weiteren Platte sind die für die Bedienung erforderlichen Regler und Tasten untergebracht. Zwischen den

Transistoren T 626 und T 624 liegen, in diesem Falle im Gegenkopplungszweig, die als Fächerregler arbeitenden Tiefenregler D 670 und Höhenregler R 678. T 622 und T 624 bilden einen zweistufigen gleichstromgekoppelten Verstärker, dessen Eingang in Bootstrapschaltung den hochohmigen Abschlußwiderstand für den an zwei Abgriffen gehörig beschalteten Lautstärkeregler R 642 darstellt.

Durch die Lineartaste L kann die frequenzabhängige Beschaltung des Potentiometers unwirksam gemacht werden, so daß der Verstärker bei Mittenstellung der Klangregler und ungedrückter Rauschtaste frequenzlinear arbeitet.

Zwischen dem Lautstärkeregler R 642 und der Eingangsstufe T 620 sind der Balanceregler R 636 und das Rauschfilter eingeschaltet. Mit dem Balance- regler lassen sich beide Kanäle wech-

quenzganges, entsprechend dem Geschmack des Hörers, dem Einfluß des Abhörraums und den angeschlossenen Lautsprecherboxen, lassen sich durch Einstellen der Tiefen- und Höhenregler vornehmen. Der geforderte Eingangs- widerstand von 470 kOhm wird durch die Eingangsstufe T 620 in Bootstrapschaltung realisiert. Durch Drücken der Mono-Taste MO kann am Eingang eine zwangsweise Parallelschaltung der Kanäle vorgenommen werden.

Regler, Transistoren und Schaltelemente sind für beide Kanäle auf einer gemeinsamen Druckplatte untergebracht. Zur Erhöhung der Übersprechdämpfung sind zwischen den empfindlichen Stellen der Schaltung Masseleitungen eingedruckt. Um auch bei tiefen Frequenzen einen relativ großen Übersprechabstand zu erreichen, wurden die Siebketten der Versorgungsspannungen

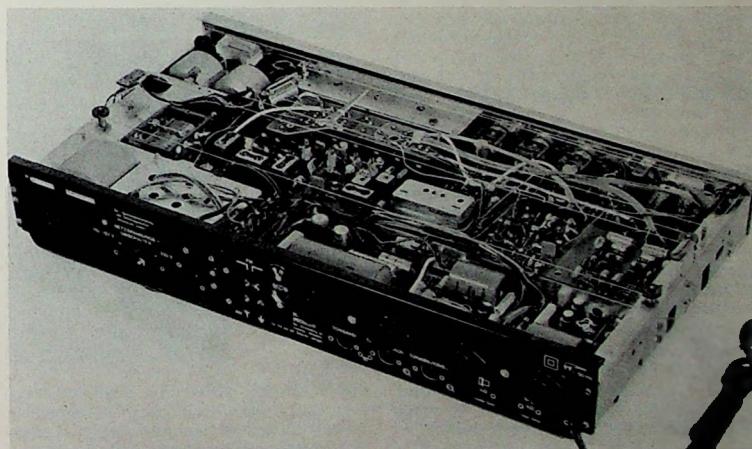


Bild 3. Blick auf das Chassis von der Rückseite; im Vordergrund rechts erkennt man die auf der rückwärtigen Leiste angebrachten vier Endstufen-Transistoren für beide Kanäle

selweise auf Null regeln. Bei älteren Schallplatten oder bei stark gestörtem und verrauschemtem Rundfunkfernempfang kann es erforderlich sein, den Frequenzgang zu beschneiden und die höheren Frequenzen abzusenken. Die RC-Kombination R 632, C 626, R 634, C 628 des Rauschfilters ermöglicht ein Absenken der Frequenzen oberhalb 4 kHz mit einem Abfall von 9 dB je Oktave. Bei einer Hi-Fi-Übertragung ist es nicht angebracht, die Rauschtaste R zu drücken. Veränderungen des Fre-

der Vorstufen für beide Kanäle getrennt ausgeführt.

Gegenüber dem Gerät „Stereo 4000“ ist der serienmäßig eingesetzte Entzerrervorverstärker für magnetische Tonabnehmer je Kanal zweistufig ausgeführt und fest eingebaut. Zwei gleichstromgekoppelte Transistoren T 502, T 504 und die für die Entzerrung der Schneidkennlinie der Schallplatte erforderlichen RC-Kombinationen, die Entkopplungswiderstände am Ausgang der Verstärker, die bei Mono-Betrieb ein gegen-

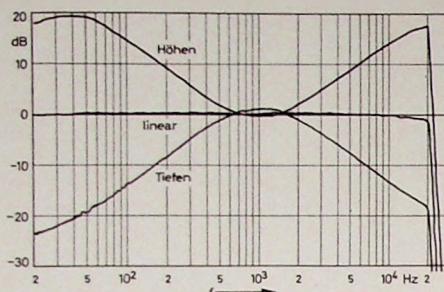


Bild 4. Wirkungsweise der Tiefen- und Höhenregler sowie der Linearlast

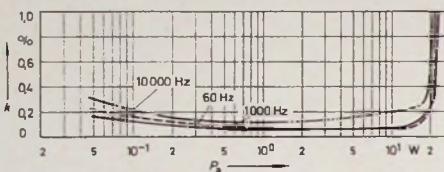


Bild 5. Wirkungsweise des Rauschfilters

seitiges Belasten der Verstärker vermeiden, sowie RC-Kombinationen zur Ankopplung von Kristalltonabnehmern und zur Frequenzgangkorrektur sind auf einer gemeinsamen Platte untergebracht. Ein zusätzlicher Ladewiderstand am Auskoppel-Elektrolytkondensator vermeidet störende Knackgeräusche beim Umschalten von Rundfunk- auf Schallplattenbetrieb.

Der Hi-Fi-Freund wird seine kostbaren Stereo-Schallplatten zwar auf einem guten Laufwerk mit magnetischem Tonabnehmersystem abspielen. Aber auch der Besitzer eines Abspielgerätes mit

Kristalltonabnehmer kann die guten Eigenschaften sowie die Endleistung von  $2 \times 20$  W des „stereo 5000 HiFi“ ausnutzen und übliche Kristalltonabnehmer mit etwa 1 V Ausgangsspannung bei Vollaussteuerung der Schallplatte anschließen.

#### 4. Meßwerte und Schlußbetrachtung

Aus Bild 4 geht die Wirkungsweise der Tiefen- und Höhenregler sowie der Linearlast hervor. Bild 5 zeigt das Absenken hoher Frequenzen bei gedrückter Rauschtaste.

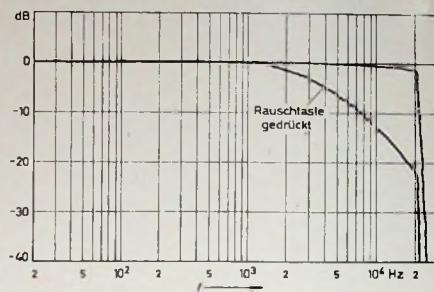


Bild 6. Klirrfaktor  $k$  in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung  $P_A$  (zweikanalige Aussteuerung)

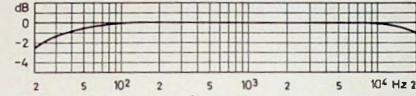


Bild 7. Leistungsbandbreite bei  $k = 1\%$  und zweikanaliger Aussteuerung; 0 dB entspricht  $2 \times 22$  W bei 4,5 Ohm Abschlußwiderstand

Wie aus Bild 6 ersichtlich, erreicht der Klirrfaktor  $k$  des „stereo 5000 HiFi“ selbst bei Nennleistung nur etwa 0,3 ... 0,4 %. Im Bild 7 ist schließlich die Leistungsbandbreite bei  $k = 1\%$  und zweikanaliger Aussteuerung wiedergegeben.

Zusammenfassend kann man sagen, daß mit dem Hi-Fi-Steuergerät „stereo 5000 HiFi“ ein preisgünstiges Gerät vorgestellt wurde, das alle charakteristischen Hi-Fi-Merkmale nach DIN 45 500 zufriedenstellend erfüllt und nicht zuletzt durch seine ungewöhnliche und elegante Formgestaltung besticht.

## Martin Mende 70 Jahre

Am 30. Dezember 1968 vollendete Martin Mende, Chef und persönlich haftender Gesellschafter der Norddeutschen Mende Rundfunk KG, Bremen, sein 70. Lebensjahr. Er ist mit der deutschen Rundfunkwirtschaft seit 45 Jahren verbunden und gehört zu den Pionieren der Rundfunkindustrie.

M. Mende trat 1923 als Verkaufsleiter in die Firma Radio H. Mende & Co. in Dresden ein. Später war er deren Mitgesellschafter und Geschäftsführer, und bis Ende des Krieges lag die Leitung des Unternehmens in seinen Händen.

Im Jahr 1947 gründete er die Norddeutsche Mende Rundfunk KG in Bremen. Dort begann er mit 18 Mitarbeitern, und trotz vieler Anfangsschwierigkeiten gelang es bereits 1948, die ersten Rundfunkgeräte auf den Markt zu bringen. Die Entwicklung von Fernsehgeräten wurde 1950 und deren Produktion 1953 aufgenommen. Bis heute fertigte Nordmende fast 2,5 Millionen Fernsehgeräte, die im In- und Ausland ihre Abnehmer fanden. Im Jahre 1954 wurde das Fertigungsprogramm um elektronische Meß- und Prüfgeräte ergänzt, die der Handel für den Service von Rundfunk- und Fernsehgeräten benötigt. Später baute man diesen Zweig



auf Industrie-Elektronik aus. 1958 folgten die ersten deutschen serienmäßig hergestellten volltransistorisierten Koffergeräte und das erste deutsche Heimtonbandgerät mit drei Motoren. Für die Entwicklung von Farbfernsehgeräten waren 1964 alle Vorbereitungen getroffen; im März 1967 konnte die Produktion aufgenommen werden.

Martin Mendes unermüdliche Schaffenskraft, sein wirtschaftlicher Weitblick, sein fortschrittliches Denken sowie gründliche Kenntnisse des Marktes und seiner Belange führten zu einem schnellen Aufstieg des Unternehmens. Heute zählt Nordmende mit 3500 Beschäftigten zu den bedeutendsten Herstellern der Heimelektronik. Mehr als ein Viertel des Umsatzes entfällt auf den Export in über 100 Länder.

Trotz der vielfältigen Aufgaben als Chef seines Unternehmens, bekleidete Martin Mende noch viele Ehrenämter. Von 1936 bis 1967 war er mit kurzen Unterbrechungen Präsident der Interessengemeinschaft für Rundfunkschutzrechte e. V. (IGR), die ihn 1968 nach mehr als 30jähriger Tätigkeit zum Ehrenpräsidenten ernannte. Wenn es der IGR in den Jahrzehnten der Präsidentschaft von M. Mende gelungen ist, durch Klärung der Patentlage und durch Aushandeln zahlreicher Lizenzverträge eine Grundlage zu schaffen, auf der die einschlägige Industrie unbefleckt durch Patentschwierigkeiten Geräte von hoher Qualität preisgünstig herstellen konnte und kann, so ist das in erster Linie dem unermüdlichen Einsatz von M. Mende, seinem persönlichen Eingreifen bei schwierigen Lizenzverhandlungen, seinem Verhandlungsgeschick, seinem hohen Ansehen und dem großen Vertrauen, das er im In- und Ausland besitzt, zu verdanken.

M. Mende ist auch langjähriges Mitglied des Beirats im Fachverband Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, 2. Vorsitzender des Arbeitgeberverbandes der Metallindustrie im Lande Bremen sowie Mitglied des Plenums der Handelskammer Bremen. Im Jahre 1959 wurde ihm das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik verliehen, und 1963 erhielt er für seine Verdienste während 40jähriger Tätigkeit in der Rundfunkindustrie die Goldene Ehrennadel.

## Dreikanal-Verstärkerkombination mit elektronischer Frequenzweiche

Zum Erreichen bestmöglicher Lautsprecherwiedergabe benutzt man im allgemeinen dreikanalige Lautsprecherkombinationen mit Tiefton-, Mittelton- und Hochtonlautsprecher. Dabei führt man den einzelnen Lautsprechern nur denjenigen Frequenzbereich zu, für den seine Übertragungseigenschaften optimal sind.

Zur Aufteilung der einzelnen Frequenzbereiche werden *LC*-Weichen benutzt. Diese sollen 12 dB Dämpfung/Oktave haben und müssen sehr genau ausgelegt werden, um Frequenzeinbrüche und -überhöhung, die sich in einem Anstieg des Klirrfaktors bei selektiven

und 16 000 Hz niemals so gerade, daß die Wiedergabe ohne Klangverfälschung erfolgt. Man müßte dann fordern, daß die Abweichungen im gesamten Frequenzbereich  $\pm 2$  dB nicht übersteigen, was aber technisch kaum realisiert werden kann. Ein Schalldruckverhalten mit Abweichungen  $\pm 4$  dB im gesamten Übertragungsbereich ist schon ein ganz hervorragender Wert, doch ermöglicht er noch keine Wiedergabe mit Studioqualität.

Eine Möglichkeit, Weichen zu bauen, die von den zuvor erwähnten Mängeln frei sind, besteht darin, daß reine *RC*-Glieder verwendet werden, die man

6. Herabsetzung etwaiger Intermodulationsverzerrungen in den Ausgangsstufen des Verstärkers läßt sich durchführen.

Die Firma Sony (vertreten durch die Elac) hat eine entsprechende mit Transistoren bestückte Dreikanal-Verstärkerkombination mit elektronischer Frequenzweiche entwickelt, die für nach Perfektion strebende Hi-Fi-Amateure von großem Interesse ist. Bild 1 zeigt ein Blockschaltbild dieser Verstärkerkombination. Sie besteht aus einem integrierten Stereo-Verstärker „TA-1120“, dem Frequenteiler-Vorverstärker „TA-4300“ Bild 2) und zwei Endstufen „TA-3120“.

Bild 3 veranschaulicht das Blockschaltbild für den Frequenteiler-Vorverstärker „TA-4300“. Die Übergangsfrequenzen können auf 150, 250, 400 und 600 Hz für den Übergang vom Tiefton- auf den Mitteltonlautsprecher und auf 3, 4, 5 oder 6,5 kHz für den Übergang vom Mittel- auf den Hochtonlautsprecher eingestellt werden. Die Frequenzweiche ist so ausgelegt, daß der Übergang zwischen Tiefton- und Mitteltonlautsprecher mit einer Dämpfung von 18 dB/Oktave erfolgt und der Übergang zwischen Mittelton- und Hochtonlautsprecher mit 12 dB/Oktave (Bild 4). Der 18 dB/Oktave-Übergang zwischen Baß- und Mitteltonlautsprecher ist insofern günstig, als einerseits der Wiedergabebereich des Mitteltonsystems dadurch nach tiefen Frequenzen so schnell gedämpft wird, daß man außerhalb des Gebietes der Eigenresonanz des Mitteltonlautsprechers bleibt, falls die Übernahmefrequenz richtig eingestellt ist (gewöhnlich 250 oder 400 Hz). Andererseits wird der Abstrahlbereich des Tieftonsystems nach mittleren Frequenzen hin so sehr eingeengt, daß man mit Sicherheit nicht in den Frequenzbereich gelangt, in dem die Membran des Baßlautsprechers in Partialschwingungen schwingt. Durch diese Maßnahme wird die Qualität der Lautsprecherwiedergabe maßgebend begünstigt.

Zum Entzerren des Frequenzganges von Tieftonlautsprechern kann die Eingangsleistung am Frequenteiler-Vorverstärker durch Einstellen der *RC*-Glieder im „Booster-Kreis“ bei Frequenzen um 70, 100, 200 und 250 Hz um 0, 2, 4, 6 und 8 dB stufenweise erhöht werden. Durch diese Maßnahme läßt sich der Abfall des Schalldrucks von Tieftonlautsprechern nach tiefen Frequenzen equalisieren und der Frequenz-

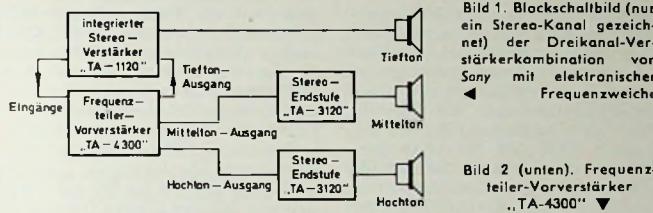


Bild 2 (unten). Frequenteiler-Vorverstärker „TA-4300“ ▼



Frequenzbereichen äußern, auszuschließen. Zu diesen Dimensionierungsschwierigkeiten tritt der Nachteil, daß die Weiche nur für eine bestimmte Lautsprecherkombination, für die sie bemessen wurde, richtig arbeitet, das heißt, es ist praktisch nicht möglich, die Trennfrequenzen zu ändern. An die Induktivitäten und Kondensatoren von *LC*-Weichen werden in bezug auf Toleranz-, Verlust- und Verzerrungsfreiheit hohe Forderungen gestellt, wenn sie tatsächlich im ganzen Übertragungsbereich der Lautsprecher einen gleichmäßigen und glatten Schalldruckverlauf herbeiführen sollen. Aber auch bei sorgfältiger Auslegung haben *LC*-Weichen Ein- und Ausschwingvorgänge, so daß es prinzipiell nicht möglich ist, eine absolut naturnahe Lautsprecherwiedergabe zu erreichen. Insbesondere werden impulsförmige Signale (Musik und Sprache bestehen zum großen Teil aus Impulsen) nicht einwandfrei reproduziert.

Man ist daher in letzter Zeit auch wieder dazu übergegangen, den gesamten Frequenzbereich mit Hilfe eines einzigen Lautsprechers, der also sowohl tiefe als auch hohe Töne abstrahlt, wiederzugeben. Leider ist der Schalldruckverlauf eines einzelnen Lautsprechers im Hörbereich zwischen etwa 40 Hz

aber nicht an den Ausgang des Verstärkers legt, sondern an dessen hochohmigen Eingang. Vorteile, die solche Frequenzweichen bieten, sind folgende:

1. Sehr genaue Trennfrequenzen werden erhalten.
2. Die Übernahmefrequenzen können ohne Rücksicht auf die Größe der Lautsprecherimpedanz gewählt werden.
3. Ein- und Ausschwingvorgänge treten im Gegensatz zu *LC*-Kreisen nicht auf, und damit entfallen Klangverfälschungen.
4. Der Dämpfungsfaktor des Systems Verstärker-Lautsprecher wird durch *RC*-Filter nicht beeinflußt.
5. Einstellung des Schalldrucks innerhalb jedes Frequenzbereiches ist möglich.

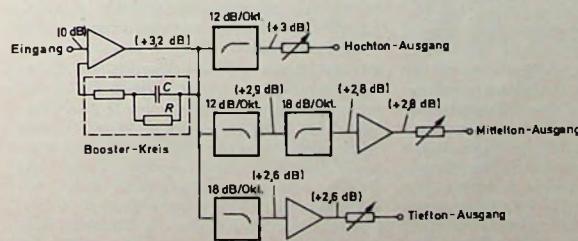
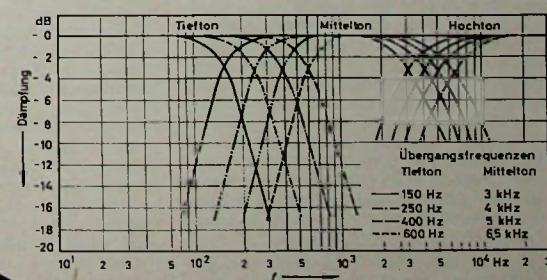


Bild 3. Blockschaltbild und Funktionselemente des „TA-4300“

Bild 4. Dämpfung der Frequenzweiche im Gebiet der Übernahmefrequenzen ▶



gang der gesamten Anlage (Verstärker + Lautsprecher) linearisieren.

Alle Verstärker der im Bild 1 skizzierten Kombination sind für Stereo-Betrieb ausgelegt. Der Frequenzteiler-Vorverstärker gestaltet eine getrennte Einstellung der Lautstärke für jeden Lautsprecher sowohl des linken als auch des rechten Kanals. Dadurch ist gewährleistet, daß auch bei Verwendung sehr unterschiedlicher Lautsprechersysteme deren Schalldrücke einander angeglichen werden können; das ist bei Anwendung konventioneller LC-Weichen nur zu Ungunsten anderer Übertragungsdaten möglich.

Die Entwicklungingenieure von Sony haben an fast alles gedacht, was der Hi-Fi-Amateur fordert. So weist der integrierte Stereo-Verstärker „TA-1120“ auf seiner Rückseite zwei Verbindungsstecker auf, über die Vorverstärker und Endstufen miteinander verbunden sind. Sie werden entfernt, wenn der Stereo-Verstärker in der aus Bild 1 ersichtlichen Weise mit dem Frequenzteiler-Vorverstärker „TA-4300“ und den beiden Endstufen „TA-3120“ zusammenge schaltet werden soll. Derjenige, der nicht in der Lage ist, diese vollständige Verstärkerkombination auf einmal anzuschaffen, kann dies schrittweise tun. Der Verstärker „TA-1120“ stellt nämlich für sich allein einen vollständigen Stereo-Verstärker der höchsten Qualitätsstufe dar, der – allein natürlich unter Benutzung gewöhnlicher Fre-

quenzweichen – zum Betrieb einer hochwertigen Lautsprecheranlage herangezogen werden kann.

Der Verstärker „TA-1120“ liefert ebenso wie die separate Endstufe „TA-3120“ eine Ausgangsleistung von 50 W bei einem Intermodulations-Klirrfaktor von weniger als 0,2 %. Bei 20 Watt Ausgangsleistung ist der Klirrfaktor bei allen Frequenzen weniger als 0,02 %, also praktisch nicht mehr messbar.

Derjenige, der von vornherein eine Verstärkerkombination mit der elektronischen Frequenzweiche „TA-4300“ anschaffen will, kann an Stelle des integrierten Verstärkers „TA-1120“ einen separaten Vorverstärker und eine zusätzliche Endstufe „TA-3120“ benutzen. Diese Verstärker-Bauelemente können dann örtlich voneinander getrennt an geeigneten Plätzen und nicht sichtbar installiert werden.

Der Verfasser hat die Dreikanal-Verstärkerkombination von Sony mit elektronischer Frequenzweiche an verschiedenen Lautsprecherboxen erprobt. In fast allen Fällen erwies sich die elektronische Frequenzweiche als Gewinn, da wegen der bequemen Einstellung und exakten Wahl der Übernahmefrequenzen und Angleichung der Schalldruckpegel an die einzelnen Lautsprechersysteme in fast allen Fällen eine hörbare Verbesserung des stereophonen Höreindrucks und der Wiedergabequalität resultierte.

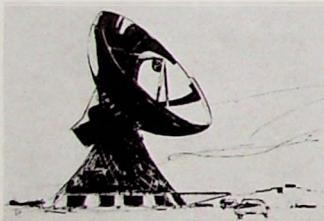
wachsenden Verkehrs werden die drei Erdunkstellen jedoch in Zukunft unabhängig voneinander arbeiten, wobei der Betrieb in jeder Station ständig aufrechterhalten werden muß. Das hat neben der größeren Leistungsfähigkeit den Vorteil, daß die kostspieligen Leistungen des Dreiecksnetzes Raisting – Goonhill – Pleumeur-Bodou dann für den innereuropäischen Verkehr frei werden.

Um gleichzeitig mit dem Verkehr über den Atlantik Verbindungen in Richtung Asien – Ferner Osten aufzunehmen zu können, braucht die Erdunkstelle Raisting eine zweite Antenne mit Sende- und Empfangsanlage. Das Fernmelde technische Zentralamt hat deshalb im September 1966 die Siemens AG mit der Planung der zweiten Anlage beauftragt. 1967 legte man das technische Konzept endgültig fest. Siemens ist Haupt-Auftragnehmer; außerdem sind die Firmen Krupp-Stahlbau (Antennenkonstruktion) und AEG-Telefunken (Empfangsgeräte) beteiligt. Mit der Befestigung des Untergrunds wurde noch Ende 1967 begonnen. Im Juli 1969 soll Raisting II betriebsfertig sein. Die Kosten für das Erweiterungsobjekt belaufen sich auf 23,5 Millionen DM.

Die neue Antennenanlage sieht äußerlich völlig anders aus als die bisherige, weil ihr die luftgestützte Radom-Kuppel fehlt. Durch den Wegfall dieser Kunststoff-Schutzhülle, die bei feuchtem Wetter eine kleine Hürde auf dem Weg der elektromagnetischen Wellen bildet, will man noch bessere Empfangsbedingungen für die Signale des Satelliten schaffen, die etwa mit dem millionsten Teil eines millionstel Watt ( $10^{-12}$  W) eintreffen. Die 640 m<sup>2</sup> messende Antennenfläche ist durch die offene Konstruktion allen Witterungsverhältnissen ungeschützt ausgesetzt. Die Fundamente und der Antrieb der nach allen Richtungen beweglichen Antenne müssen deshalb robuster gebaut werden als bei Raisting I. Rauhreif- oder Eisbelag kann nicht entstehen, weil der Spiegel bei Bedarf mit Infrarotstrahlern erwärmt wird, die 400 kW Leistung aufnehmen. Die Antenne hat einen Durchmesser von 28,5 m. Der kegelförmige Betonsockel beherbergt Betriebs- und Maschinenräume. Als Empfangsgerät dient wie bei Raisting I ein parametrischer Verstärker, der mit flüssigem Helium auf  $-269^{\circ}\text{C}$  gehalten wird, einer Temperatur, die nur  $4^{\circ}\text{C}$  über dem absoluten Nullpunkt liegt.

Die Erdunkstelle Raisting dient dem kommerziellen interkontinentalen Fernmeldeverkehr, und zwar zunächst vor allem über die Intelsat-Satelliten, später vielleicht auch über eigene europäische Raumflugkörper. Mit der Erforschung des Weltraums für wissenschaftliche Zwecke hat die Bundespost-Station nichts zu tun.

Die Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DVL) baut im Auftrag des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung ganz in der Nähe von Raisting bei Weilheim eine besondere Satelliten-Bodenstation für Überwachung und Steuerung von Forschungs- und Versuchssatelliten. Diese Station wird auch den deutschen Forschungssatelliten „Azur“, der 1969 gestartet werden soll, auf seiner Umlaufbahn leiten. (Nach Angaben des FTZ)



## Zweite Antennenanlage für die Erdunkstelle Raisting

Der zunehmende Bedarf an interkontinentalen Nachrichten-Verkehrswegen hat in den letzten Jahren zur Planung eines weltumspannenden Fernmelde systems mit Satelliten geführt<sup>1)</sup>, die auf äquatorialen Umlaufbahnen die Erde in etwa 36 000 km Höhe umkreisen – und zwar mit der gleichen Geschwindigkeit, mit welcher der Globus um die eigene Achse rotiert. Dadurch scheint der künstliche Erdtrabant über einem Punkt des Äquators stillzustehen. Vom Satelliten aus sind dann ständig zwei oder mehr Kontinente in gerader Linie für die Funkwellen erreichbar. Das erste System, das mit vier derartigen Satelliten Nachrichtenverbindungen um die ganze Welt möglich macht, ist das

<sup>1)</sup> Kühn, J.: Weltumspannender Fernmeldeverkehr über Satelliten. *Funk-Technik* Bd. 23 (1968) Nr. 14, S. 524–526

# Verfahren und Geräte zur Herstellung gedruckter und integrierter Schaltungen

Innerhalb weniger Jahre hat sich die gedruckte Schaltung in der Elektronik durchgesetzt, und es gibt heute praktisch kein elektronisches Gerät mehr, in dem man sie nicht findet. Auch die integrierte Schaltung, und zwar sowohl die digitale als auch die lineare integrierte Schaltung, ist längst aus dem Versuchsstadium heraus und zu einem (vielfach allerdings noch recht teuren) Massenprodukt geworden, das in vielen kommerziellen Geräten, vor allem in der Datentechnik, eingesetzt wird. Aber auch in die Unterhaltungselektronik ist die lineare integrierte Schaltung bereits eingedrungen (zum Beispiel als Ton-ZF-Verstärker im Fernsehempfänger), und es dürfte nicht mehr allzu lange dauern, bis sie auch hier weitgehend verwendet wird. Dabei steht weniger der Raumgewinn im Vordergrund – beim Fernsehempfänger beispielsweise bestimmt immer noch die Bildröhre die Gehäusegröße –, sondern vielmehr die Vereinfachung bei der Fertigung, die Erleichterung des Service und die außerordentlich hohe Zuverlässigkeit dieser Bauelemente. Die electronica 68 bot dem Besucher Gelegenheit, nicht nur fertige gedruckte und integrierte Schaltungen zu sehen, wie sie auf mancher anderen Ausstellung ebenfalls gezeigt werden, sondern auch Verfahren und Geräte zu ihrer Herstellung kennenzulernen. Im folgenden Bericht werden einige dieser Verfahren und Geräte beschrieben, die auf der electronica ausgestellt waren.

## 1. Herstellung gedruckter Schaltungen

### 1.1. Herstellungsverfahren

Die Herstellung gedruckter Schaltungen kann, ausgehend vom verwendeten Basismaterial, nach zwei prinzipiell verschiedenen Verfahren erfolgen. Beim ersten arbeitet man mit kupferkaschiertem Basismaterial, von dem überflüssiges Kupfer durch Ätzen entfernt wird (Subtraktiv-Verfahren), beim zweiten dagegen mit unkaschiertem Material, auf dem die metallischen Leiterzüge aufgebaut werden (Aufbau- oder Additiv-Verfahren). Beim subtraktiv-Verfahren wird das Leiterbild mittels Sieb- oder Fotodrucks auf die Kupferseite der Platine übertragen. Sowohl die Druckfarbe (beim Siebdruck) als auch die belichtete und entwickelte lichtempfindliche Schicht (beim Fotodruck) sind gegen Ätzmittel unempfindlich, so daß beim anschließenden Ätzen die Leiterzüge stehenbleiben, während alles übrige Kupfer fortgeätzt wird. Nachdem die Druckfarbe beziehungsweise Fotoschicht von der Leiterbahn entfernt worden ist, steht die Platine zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Werden die Schaltungen komplizierter, dann genügen oft einseitige gedruckte Schaltungen nicht mehr. Man geht dann zu zweiseitigen gedruckten Schaltungen (oder sogar zu Mehrlagenschaltungen)

über, bei denen beide Seiten der Platine Leitungszüge tragen. Hier tritt aber das Problem auf, daß Leitungen, die auf der Ober- und Unterseite liegen, miteinander verbunden werden müssen. Dazu bohrt man an den Stellen der Platine, an denen die beiden Kupferschichten leitend verbunden sein sollen, Löcher, die mit Zinnchlorid-Palladiumchlorid-Lösungskatalysiert und stromlos verkupfert werden. (Dabei entstandene dünne Kupferauskleidung der Löcher dient jedoch nur als Leitung für die anschließende Starkverkupferung.) Dann bedruckt man die Platine beidseitig mit einer Negativmaske, wobei nur die Stellen des Kupfers freibleiben, die zum Leiterbild gehören, und verstärkt das Leiterbild und die Lochwandungen auf galvanischem Wege. In einem weiteren galvanischen Bad erhalten sie einen Überzug aus ätzfestem Metall, zum Beispiel Zinn-Blei oder Silber. Nachdem der Negativdruck abgewaschen ist, liegt das unerwünschte Kupfer frei und kann wie üblich durch Ätzen entfernt werden. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich auch Edelmetall-Kontaktflächen und durchgehende Überzüge herstellen.

Durchkontaktierte Leiterplatten kann man auch nach dem Aufbauverfahren herstellen, das am Beispiel des von Schering auf der electronica vorgestellten „Novoprint“-Verfahrens beschrieben sei. Die unkaschierten, aber bereits mit allen Bohrungen, die durchkontaktiert werden sollen, versehenen Platten werden mit dem Haftvermittler „Novoprint“ durch Tauchen beschichtet, der dann  $2\frac{1}{2}$  Stunden lang bei  $140^{\circ}\text{C}$  eingebrannt wird. Nach dem Beizen und Aktivieren wird die Schicht im „Novigant“-Bad chemisch verkupfert und in einem saueren Mattkupferbad auf  $1 \dots 2 \mu\text{m}$  Dicke galvanisch verstärkt. Anschließend bedruckt man die Platte mit einer Negativmaske und verstärkt die Leiterzüge galvanisch im Glanzkupferbad „Cupracid 66“ je nach Erfordernis auf  $20 \dots 30 \mu\text{m}$  Kupferschichtdicke. Dabei dient die  $2 \mu\text{m}$  dicke Kupferschicht unter der Druckfarbe als Stromzuführung. Nach dem Aushärten bei  $90^{\circ}\text{C}$  überzieht man die Leiterzüge wie bei der bereits beschriebenen Durchkontaktierung galvanisch mit ätzfestem Metall, wäscht die Druckfarbe ab und ätzt den nichtbenötigten  $2 \mu\text{m}$  dicken Kupferüberzug fort.

Da der Ätzvorgang bei diesem Verfahren weniger als 1 min dauert, können die Leiterbahnen nicht von der Seite her angeätzt werden (Unterätzung). Außerdem spart man erhebliche Mengen Kupfer (bei  $10\,000 \text{ m}^2$  Plattenmaterial zum Beispiel  $6 \text{ t}$  Kupfer) und Ätzchemikalien ein. Für die Haftfestigkeit der Kupferschicht auf dem Basismaterial werden bei Verwendung des Haftvermittlers „Novoprint“  $5 \dots 7 \text{ kp je Zoll Streifenbreite}$  angegeben.

### 1.2. Basismaterialien

Als Basismaterial für gedruckte Schaltungen wird Schichtpreßstoff verwendet, der aus Bahn eines geeigneten Trägermaterials besteht, die mit Kunstharzen zu Platten von  $0,5$  bis etwa  $3 \text{ mm}$  Dicke verpreßt werden. Für das Trägermaterial benutzt man bei den Standardqualitäten spezielle Papiersorten. Wird höhere mechanische Festigkeit verlangt, dann dient Glasgewebe als Trägermaterial. Als Harze verwendet man Phenolharze (für die jedoch nur Papier als Trägermaterial eingesetzt wird) und Epoxydharze. Letztere gewinnen immer mehr an Bedeutung, da sie neben günstigen Verarbeitungseigenschaften bessere mechanische und elektrische Eigenschaften ergeben. Dieses Basismaterial kommt daher vor allem in der kommerziellen Elektrotechnik zum Einsatz.

Für die Metallkaschierung werden Elektrolytkupferfolien sehr hoher Reinheit verwendet, um gute Leitfähigkeit und Lötabilität sicherzustellen. Die Dicke der Kupferschicht beträgt im allgemeinen  $35 \mu\text{m}$ ; es sind aber auch Schichtdicken von  $17,5$ ,  $70$  und  $105 \mu\text{m}$  üblich. Mit  $35 \mu\text{m}$  Schichtdicke und Leiterbahnbreiten von  $1$  bis  $2 \text{ mm}$  können Ströme von einigen Amperen übertragen werden, was in den meisten Fällen genügt.

Basismaterialien sind in DIN 40 802 normiert. Außer nach dieser Norm werden sie von den meisten Herstellern auch nach ausländischen Vorschriften wie NEMA, MIL, ASTM und IEC geliefert. Auf der electronica zeigten unter anderem folgende Firmen Basismaterialien: The Budd Company, Conitflex AG, Dielektra („Super-Pertinax“, „Diverrit E“), Dynamit Nobel („Trolitax“), Ferrozell, Isola („Supra-Cartata-Cu“, „Duraver-E-Cu“) und Vickers Limited Ioco („Formapex“).

### 1.3. Druckvorlagen

Für jede gedruckte Schaltung ist eine Druckvorlage erforderlich, die mit größter Genauigkeit hergestellt werden muß. Beim Entwurf der Leiterbildskizze arbeitet man mit dem genormten Raster ( $2,5$  oder  $2,54 \text{ mm}$ ), auf dem alle Bestückungslöcher für die Anschlußdrähte der Bauelemente unterzubringen sind. Die eigentliche Leiterführung ist nicht an das Raster gebunden, sondern soll auf kürzestem Wege ohne spitze Winkel und scharfe Ecken radial auf die Lötaugen (Kupferferring um ein Bestückungslöch, Durchmesser  $2,5 \dots 3,5 \text{ mm}$ ) zu führen. Sollen bestimmte Flächen, zum Beispiel Kontaktfinger, nach dem Ätzen auf galvanischem Wege noch einen Metallüberzug erhalten, so sind sie bis zum Plattenrand zu verlängern und miteinander zu verbinden, um die Stromzuführung beim Galvanisieren zu ermöglichen.

Um ausreichende Genauigkeit der Leiterbildzeichnung zu erreichen, führt

man sie meistens vergrößert aus, wobei aber nur besonders maßbeständiges Zeichenmaterial verwendet werden darf. Die eigentliche Zeichnung wird im allgemeinen als Tuschezeichnung angefertigt. Sehr schnell und einfach ist das Klebeverfahren. Hierbei wird das Leiterbild aus selbstklebenden Streifen und Formteilen, wie sie beispielsweise von Gebrüder Mayer, Konstanz, geliefert werden, zusammengesetzt. Für doppelseitige und Mehrlagenschaltungen, bei denen die Lochpositionen sehr genau übereinstimmen müssen, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zunächst nur das Lochbild herzustellen. Davon fertigt man zum Beispiel auf Umkehrfilm Duplikate an, die dann nach dem Klebeverfahren komplettiert werden.

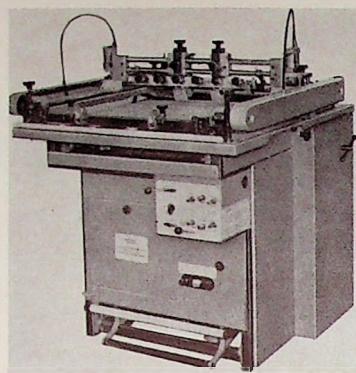
Von den auf diese Weise erhaltenen vergrößerten Originalzeichnungen werden auf fotografischem Wege die Kopiervorlagen in Originalgröße hergestellt, und zwar als Positiv für den Siebdruck und als Negativ für den Fotodruck. Die hierbei verwendete Reprokamera muß eine verzeichnungsfreie Wiedergabe gewährleisten, und die Fotomaterialien dürfen ihre Abmessungen bei Temperaturschwankungen und unter dem Einfluß von Feuchtigkeit nicht ändern. Belichtung und Entwicklung sind so zu steuern, daß das durch die Zeichnung gegebene jeweilige Verhältnis von Leiterbreite zu Leiterabstand erhalten bleibt.

Um die Produktionseinrichtungen wirtschaftlich auszunutzen, fertigt man kleine gedruckte Schaltungen nicht einzeln an, sondern man versucht, möglichst viele Exemplare aus einer größeren Platte herzustellen (Herstellung im Nutzen). Dazu wird das Leiterbild-Dia mit einer sogenannten Step-and-Repeated-Kamera mehrmals auf einen einzigen Film kopiert, der so groß ist wie die zur Verfügung stehende Platte. Diese Mehrfachkopie dient dann als Kopiervorlage für den Druck.

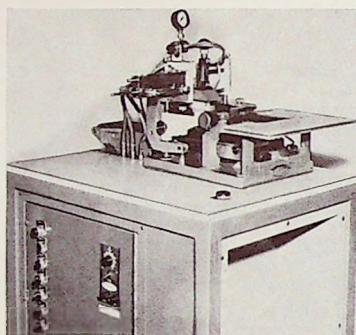
#### 1.4. Drucken und Ätzen

Der Siebdruck ist das am häufigsten angewendete Druckverfahren bei der Herstellung gedruckter Schaltungen. Hierbei wird als Schablone ein feinmaschiges Sieb aus Nylon-, Polyester- oder Stahlgewebe (lichte Maschenweite 45 ... 70 µm) verwendet, dessen Maschen nur an den Stellen offen sind und Farbe durchlassen, an denen gedruckt werden soll. An allen anderen Stellen sind die Maschen mit Lack oder Folie verschlossen. Die Übertragung der Kopiervorlage auf das Sieb erfolgt auf fotografischem Wege. Zum Drucken wird das Sieb auf die kupferkaschierte Seite der Platinen gelegt und mit einer Rakel ätzfeste Druckfarbe durch die offenen Maschen des Siebes auf die Platte gedrückt. Ätzfeste Siebdruckfarben werden beispielsweise von Pröll und Wiederhold geliefert.

Siebdruckautomaten wurden von verschiedenen Firmen auf der electronica ausgestellt. Zum Beispiel hat das Modell „1“ der „Mini Matic Special“ von Argon eine Druckleistung von 12 000 Drucken je Stunde bei einer maximalen Druckfläche von 31 cm × 45 cm. Die Maschine ist mit einem automatischen Siebabsprung ausgerüstet, der bewirkt, daß das Sieb unmittelbar hinter der laufenden Rakel wieder vom Druckgut abgehoben wird.



Siebdruckmaschine „Mini Matic Special“ von Argon



Oben: Halbautomatische Siebdruckmaschine „350“ für Dickfilmschaltungen (Presco)

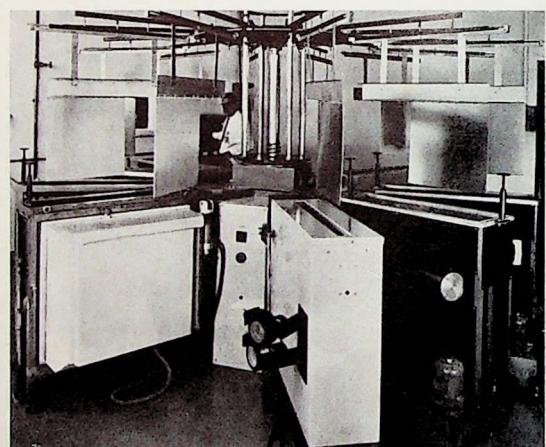
Automatische Fotodruckanlage „Photomat C“ (Resco)

Der „micromat 2“ der Frankenthal Albert & Cie. AG hat eine Justiereinrichtung, die es erlaubt, die Justierung der Druckschablone nicht in der Maschine, sondern bereits beim Kopieren vorzunehmen. Ein Schablonenwechsel erfordert dann nur noch wenige Minuten. Mit einstellbarer Druckgeschwindigkeit von 400 bis 1000 Druckplatten je Stunde (größtes Druckformat 60 cm × 40 cm) arbeitet die Siebdruckmaschine „64 SI“ von Resco, während die „Semimatic“ von Wiederhold eine Druckleistung von maximal 1250 Drucken je Stunde bei 75 cm × 55 cm Druckformat.

Höhere Genauigkeit verlangt das Bedrucken der Trägermaterialien von Dickfilmschaltungen. Da hierbei neben den Leiterbahnen auch Widerstände und Kondensatoren gedruckt werden,

sind mehrere Druckvorgänge erforderlich, die mit hoher Präzision erfolgen müssen. Als Schaltungsträger werden Keramikplättchen verwendet, auf die Leitungen und Widerstände sowie die Beläge und das Dielektrikum von Kondensatoren mit entsprechenden leitenden, halbleitenden und isolierenden Massen gedruckt werden. Nach jedem Druckvorgang sind im allgemeinen ein Trocken- und ein Einbrennvorgang erforderlich (das Ätzen wie bei gedruckten Schaltungen entfällt hier). Da die Werte der gedruckten Bauelemente von der Dicke der gedruckten Schicht (zum Beispiel von der Dicke des Dielektrikums bei Kondensatoren) abhängen, muß ohne Berührung zwischen Sieb und Substrat (Trägerplättchen) gearbeitet werden. Die für das Bedrucken von Dickfilmschaltungen verwendeten Siebdruckmaschinen sind erheblich kleiner als die für gedruckte Schaltungen, da hier immer nur jeweils eine einzige Schaltung gedruckt wird. Derartige Maschinen wurden beispielsweise von DEK („DEK 65“), Kressilk (Modell „1300“), Presco (Modell „350“), Sir und Wiederhold („SFPR 2“) vorgestellt.

Für Drucktoleranzen < 0,1 mm wendet man an Stelle des Siebdrucks den Fotodruck an. Die Kupferseite der Leiterplatte wird mit einer UV-lichtempfindlichen Emulsion beschichtet und auf diese das Leiterbild-Dia-Negativ mit UV-Licht kopiert. Bei der anschließenden



Entwicklung härtet die vom Licht getroffenen Stellen der lichtempfindlichen Schicht aus, während sich die nichtbelichteten auflösen. Auf der Platte bleibt dann nur das ätzfeste Leiterbild zurück. Derartige lichtempfindliche Emulsionen liefern zum Beispiel Kodak unter der Bezeichnung „Photo Resist“ in verschiedenen Typen. Für die Herstellung gedruckter Schaltungen eignen sich die Typen „KPR“, „KPR-2“, „KPR-3“ und „KOR“. Die erforderlichen Belichtungszeiten (15 s ... 8 min) hängen weitgehend von den jeweiligen Betriebsbedingungen ab.

Für den Fotodruck mit flüssigen Emulsionen liefert Resco automatische Fotodruckanlagen, mit denen sich Platten bis zu 60 cm × 80 cm verarbeiten lassen und die einen mittleren Stunden-

ausstoß von  $17 \text{ m}^2$  bei Ausnutzung von 75% der Druckfläche haben. Während der „Photomat E“ mit 6 Arbeitsstationen für Beschichten, Trocknen, Foto- druck auf einer Seite, Vorentwickeln, Nachentwickeln und Laden/Entladen ausgerüstet ist, hat der „Photomat C“ 12 Stationen (neben den 6 Grundeinheiten des Typs „E“ noch Vorreinigung, Druckeinheit für Plattenrückseite und 2 Reservestationen). Bei der größten Anlage „Fotofab“ mit 16 Stationen werden die Platten auch noch geätzt, so daß damit eine vollautomatische Herstellung gedruckter Schaltungen möglich ist.

Das „Photopolymer Resist System“ von Du Pont arbeitet nicht mit flüssigen Emulsionen, sondern mit einem UV-lichtempfindlichen Film, der auf die Kupferschicht der Platine kaschiert wird. Dieser Film mit der Bezeichnung „Riston“ besteht aus drei Schichten, und zwar aus einer durchsichtigen 0,025 mm dicken Mylar-Deckfolie und einer Polyäthylenfolie, zwischen denen die gefärbte und sensibilisierte Resistsschicht mit einer Dicke von 12,5, 25, 40 oder 60 nm liegt. Beim Kaschieren, das unter Druck- und Temperatureinwirkung erfolgt, wird die Polyäthylenfolie abgezogen, so daß die Resistsschicht direkt auf der Kupferoberfläche sitzt. Die Deckfolie, die sich sehr einfach von der Resistsschicht abziehen läßt, entfernt man erst nach der Belichtung unmittelbar vor der Entwicklung. Auf diese Weise bleibt die Resistsschicht vor allen Verunreinigungen durch Staub usw. sicher geschützt. Bei Schaltungen mit Strichbreiten unter 1 mm ist zur Belichtung gerichtetes, paralleles oder Punkt-UV-Licht zu verwenden. Neben dem Film liefert Du Pont auch Kaschiergeräte, Entwickler und Entwicklungsmaschinen.

Für kleine Serien bis zu etwa 20 Leiterplatten eignet sich auch das xerographische Verfahren von Rank Xerox. Hierbei wird die Vorlage mit einer Reprokamera auf einer elektrostatisch aufgeladenen Selenplatte abgebildet. Auf dem nach der Belichtung auf der Selenplatte verbliebenen Restspannungsbild, das der Vorlage entspricht, setzt sich bei der (trockenen) Entwicklung das sogenannte Bildpulver ab, so daß die Selenplatte nach der Entwicklung ein Staubbild trägt. Dieses Staubbild wird auf elektrostatischem Wege zunächst auf Papier und dann auf die Leiterplatte übertragen und dort fixiert. Das übertragene Staubbild besteht aus Polystyrol und Ruß und ist daher ätzwiderstandsfähig und sichtbar. Die benötigte Zeit von der Aufnahme bis zur ätzfertigen Platte beträgt 5 min. In der „Universal 1385“ sind alle für dieses Verfahren erforderlichen Geräte zusammengefaßt.

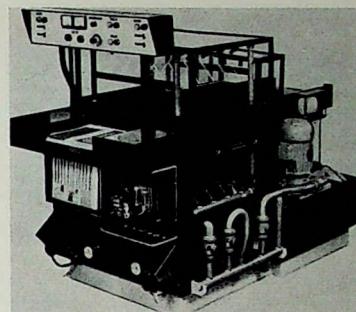
Auf das Drucken des Leiterbildes folgt das Ätzen in Tanks oder Ätzmaschinen, in denen das Ätzmittel bei gleichzeitiger Bewegung der Platinen unter Druck auf die Kupferschicht gesprührt wird. Die Ätzzeit hängt von der Dicke und der Struktur des Kupfers sowie von der Temperatur, der Konzentration und dem Ausnutzungsgrad des Ätzmittels ab. Nach dem Ätzen müssen alle Ätzmittelrückstände restlos entfernt werden, um Korrosionsherde zu vermeiden.

Doppelseitige Ätzungen erlaubt der neue Ätzautomat „Tecno“ von Resco, dessen größtes Modell eine Stundenleistung von  $18 \text{ m}^2$  bei 35 µm Kupferdicke hat. Das wird durch ein neuartiges Transport- und Sprühsystem erreicht, bei dem rechteckig begrenzte Ätzstrahlen, die die gesamte Förderbreite überdecken, von oben und unten auf die Platine treffen. Außerdem sind zwei getrennte Sprühsysteme für zwei verschiedene Ätzmittel vorhanden, so daß alle üblichen Metalle und Legierungen in derselben Maschine bearbeitet werden können. Beim Übergang von dem einen auf das andere Ätzmittel erfolgt eine elektrisch gesteuerte Zwi-

Zusatzmaschinen wie Reinigungsma- schinen und Walzentrockner zeigte auch die Kressilk Products, Inc.

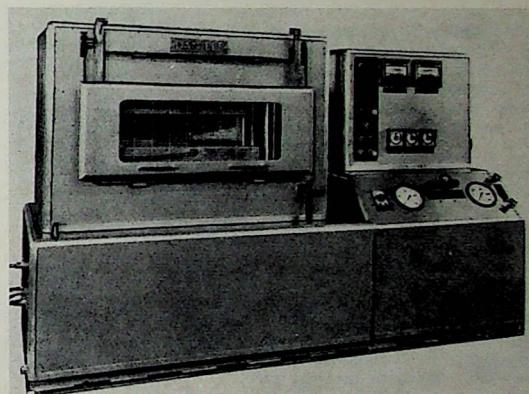
### 1.5. Spezielle Ausführungen gedruckter Schaltungen

Bei sehr großer Packungsdichte der Bauelemente, wie man sie beispielsweise in Computern erreicht, reichen die beiden Leiterebenen doppelseitiger Schaltungen oft nicht mehr aus. Man geht dann zu Mehrlagenschaltungen (Multilayer) über, die jedoch sehr große Präzision bei der Herstellung erfordern. Sie bestehen aus mehreren dünnen, zweiseitigen gedruckten Schaltungen, die man unter Zwischenlage harzge- tränkter Bögen (sogenannte Prepregs), bei denen das Harz noch nicht ausgehärtet ist, durch Pressen zu einer kompakten Platte vereinigt. Abschließend werden die zur Verbindung der Leiterbahnen der verschiedenen Schichten erforderlichen Löcher gebohrt und nach dem bereits beschriebenen Verfahren durchkontaktiert. Als Basismaterial für Mehrlagenschaltungen liefert beispielsweise Isola die zweiseitig mit Kupfer kaschierte Trägerfolie „Duravar E-ML“. Eine 75-t-Presse der Daniels of Stroud Ltd. zur Fertigung der Mehrlagenschaltungen war in München auf dem Stand der Firma Moderne zu sehen.



Oben: Ätzautomat „Tecno“ von Resco

75-t-Presse zur Herstellung von Mehrlagenschaltungen (Daniels of Stroud Ltd.)



### schensspülung zur Reinigung der Maschine.

Wiederhold stellte in München neben Ätzmaschinen auch das Ätzen mit Kupferchlorid vor, das gegenüber dem üblichen Verfahren mit Eisen-III-Chlorid viele Vorteile aufweist. Es konnte eine Meß-Regelschaltung entwickelt werden, die die Regeneration des Ätzmittels automatisch steuert, so daß eine kontinuierliche Arbeitsweise möglich ist. Für das Ätzen mit Kupferchlorid eignen sich alle Ätzmaschinen, in denen auch Eisen-III-Chlorid geätzt werden kann.

Erwähnt seien auch die Ätzmaschinen „502/II-G“ und „568“ von Chemcut. Die „568“ ist mit einem 76 cm breiten Transportsystem ausgerüstet, dessen Breite voll genutzt werden kann. Die Transportsystemzone zwischen Ätzkammer und anschließender Doppelwaschkammer hat eine transparente Abdeckung, so daß man das Ätzergebnis sofort nach dem Austritt des Ätzgutes aus der Ätzkammer beurteilen kann. Ein umfangreiches Programm an Ätzmaschinen und

Auch mit flexiblen gedruckten Schaltungen läßt sich eine hohe Packungsdichte erreichen. Hierfür liefert Contiflex verschiedene Basismaterialien, die ein- oder zweiseitig mit Kupfer kaschiert sind. Für alle Basismaterialien stehen aufklebbare Isolierfolien zur Verfügung, mit denen man nicht nur die Leiterbahnen abdecken, sondern auch ihre Flexibilität erheblich verbessern kann.

Werden die Kontaktflächen von Schaltern ebenfalls auf die Platine gedruckt, dann ist es erforderlich, daß Leiter- und Isolierstoffoberfläche bündig sind, um den Verschleiß von Schleifkontakt und Kontaktflächen möglichst gering zu halten. Solche versenkten Schaltungen (flush print) lassen sich beispielsweise nach einem der Isola Werke AG geschützten Verfahren herstellen, bei dem Spezialfolien als Trägermaterial verwendet werden. Hierbei werden die Leiterzüge nach dem Ätzen mit einer beheizten Presse in das Trägermaterial eingepreßt.

(Fortsetzung folgt)

## **Elektronische Schutzschaltungen für PA-Röhren**

## 1. Einleitung

Die beschriebenen Schutzschaltungen entstanden beim Bau einer Sender-Endstufe mit  $2 \times$  EL 3010. Mit diesen Röhren lassen sich zwar erstklassige Linear-Endstufen aufbauen, durch Übersteuerungen können die PA-Röhren jedoch sehr leicht zerstört werden. Wie das Datenblatt zeigt, verträgt die EL 3010 infolge ihrer Konstruktion (Steilheit 50 ... 100 mA/V) nur eine maximale Gitter-Katoden-Spannung von -50 V (bei -15 V ist sie bereits völlig gesperrt). Höhere Sperrspannungen führen zum Durchschlagen der  $g_{1-k}$ -Strecke und haben im allgemeinen einen bleibenden Kurzschluß zur Folge. Bei  $U_{g1k} = 0$  fließen je nach Schirmgitterspannung Anodenströme von 0,6 bis 1,3 A, die in Sekundenbruchteilen zur Zerstörung der Röhre führen würden. Die Röhren müssen also unbedingt vor zu hohen Gitter-Katoden-Spannungen und zu hohen Anodenströmen geschützt werden.

Zum besseren Verständnis sind in Tab. I die wichtigsten Betriebsdaten für

Tab. I. Einige Betriebsdaten für die EL 3010  
bei Verwendung als SSB-Verstärker  
( $U_a = 700$  V,  $U_{G2} = 150$  V,  $U_{G1}$   
etwa  $-10.5$  V)

	keine An- steuerung	Einton- An- steuerung	Zweiton- An- steuerung	V
$U_{h1\text{ sp}}$	0	8.2	8.2	V
$I_a$	35	148	105	mA
$I_{g2}$	3	26	18	mA
$N_a$	24.5	103	74	W

die EL 3010 als SSB-Verstärker wieder-gegeben (nach Telefunken-Datenblatt). Die Werte gelten für ICAS-Betrieb, bei dem die volle Lebensdauer von 10 000 Stunden nicht mehr erreicht wird.

## 2. Steuergitter-Schutzschaltung

Bild 1 zeigt die Schutzschaltung gegen zu hohe Steuergitter-Sperrspannungen und ist gleichzeitig ein Beispiel dafür, wie die Röhre in den Sendepausen durch einen Schalttransistor gesperrt werden kann.

Das Steuergitter liegt über eine Schaltdiode an einer Referenzspannung von -30 V. Bei allen negativen Gitterspannungen, die 30 V überschreiten, wird die Diode leitend und begrenzt die Spannung so auf etwa 30 V. Es sollte eine Schaltdiode verwendet werden, die mindestens 100 mA Durchstromvertragt (zum Beispiel die BAY 67).

### 3. Überstromsicherung für Anoden- und Schirmgitterstrom

### 3.1 Gesamtschaltung

Die Anodenstrom-Begrenzungsschaltung ist wesentlich komplizierter (Bild 2). Ähnlich wie bei Transistor-Netzgeräten mit elektronischer Überstromsicherung, führt hier das Überstreichen eines vorgegebenen Anoden- oder Schirmgitterstromes zu einem

dauerndem Abschalten der PA-Röhren. Nur bei beseitigter Übersteuerung lässt sich die PA mit einem Tastschalter wieder einschalten.

Beim Verfasser erfolgt die Abschaltung vollelektronisch durch einen in der Kathodenleitung liegenden Transistor. Sie kann auch durch ein Relais geschehen. Hierbei muß eine eventuelle Funkenbildung aber auf jeden Fall ver-

Verfasser verwendete den *RCA*-Transistor 40251, der dem bekannten 2N3055 ähnelt, mit einer maximalen Verlustleistung von 117 W aber für den vorliegenden Zweck überdimensioniert ist. Da der Transistor keinen vollkommenen HF-Kurzschluß bilden kann, ist er durch Kondensatoren überbrückt.

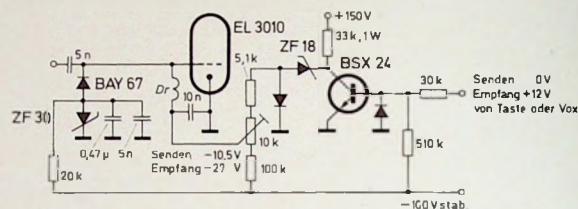


Bild 1. Steuergitter-Schutzschaltung für die EL 3010; Dioden (vor und hinter BSX 24) BAY 19 oder ähnliche

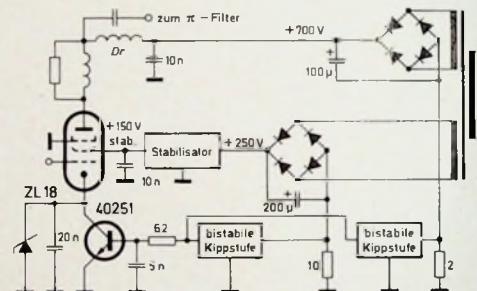


Bild 2. Schaltung einer Überstromsicherung für Anoden- und Schirmgitterstrom. Die Abschaltung der PA-Röhre erfolgt durch den in der Kathodenleitung liegenden Schalttransistor. Die den Schalttransistor ansteuern den bistablen Kippstufen sind nach Bild 3 aufgebaut.

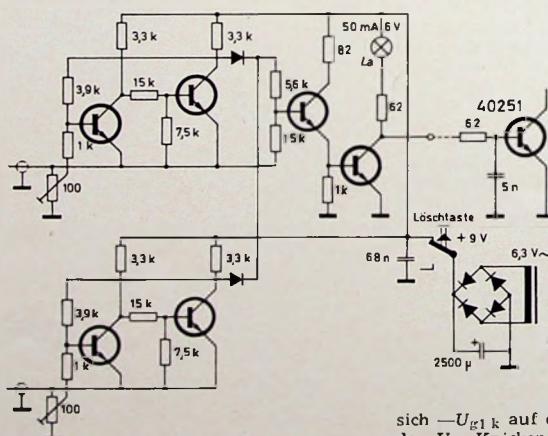


Bild 3. Schaltung der  
bistabilen Kippsstufen  
(alle Transistoren  
BSX 24 oder andere  
Si-Schalttransistoren);  
Diolen BAY 17 oder  
ähnliche

mieden werden, um ein Kleben der Kontakte zu verhindern. Der Transistor schaltet bei vorhandenem Basisstrom auf eine Restspannung von 0,2 V durch und legt die Röhrenkatoden so praktisch auf Nullpotential. Dabei muß er den vollen Kathodenstrom ziehen können. Es kommen also nur Leistungstransistoren in Frage, deren UCE-Restspannung bei 1 A noch unter 1 V liegt (zum Beispiel eignen sich alle BD-Typen des deutschen Marktes). Der

sich  $-U_{g1k}$  auf einen Wert erhöht, der der  $U_{g1}$ -Knickspannung (Katodenstrom Null) der  $U_{g1}-I_a$ -Kennlinie entspricht. Wegen der parallel zum Transistor liegenden Z-Diode im Zusammenhang mit der auf  $-30\text{ V}$  begrenzten Gitterspannung kann  $-U_{g1k}$  in keinem Fall größer als  $48\text{ V}$  werden.

### 3.2. Schaltung der bistabilen Kippstufe

Bild 3 zeigt die Schaltung der bistabilen Kippstufen. Wie man aus Bild 2 erkennt, wird über in der negativen Gleichrichterleitung der Anoden- und

Schirmgitterversorgung liegende Widerstände eine dem Anoden- beziehungsweise dem Schirmgitterstrom proportionale negative Spannung entnommen. Die Widerstände sind so gewählt, daß an ihnen bei dem maximal zulässigen Strom eine Spannung von etwa 1 V entsteht. Diese Spannung gelangt über ein Potentiometer und einen Widerstand (Bild 3) auf die Basis-Emitter-Strecke des ersten, normalerweise gesperrten Transistors der Kippstufe. Wenn sie dort mehr als etwa 0,7 V erzeugt, wird der Transistor leitend; die bistabile Kippstufe schaltet um, und die folgenden Transistoren sperren den in der Kathodenleitung liegenden Leistungstransistor. Diese Kippstufe bleibt auch nach Rückgang des Anoden- beziehungsweise Schirmgitterstromes erhalten. Erst durch kurzzeitiges Abschalten der Betriebsspannung (Löschtaste) kann der alte Zustand wieder hergestellt werden.

An der im Kollektorzweig des letzten Transistors liegenden Glühlampe  $L_A$  läßt sich der Kippzustand erkennen: Beim Durchschalten des Ausgangstransistors nach Ansprechen der Kippstufe leuchtet die Lampe hell auf; im Normalfall leuchtet sie schwach, da der Transistor sperrt und sie nur vom Basisstrom des Leistungstransistors durchflossen wird.

Die beiden Kippstufen für Anoden- und Schirmgitter-Überstrom liegen über ein ODER-Diodenglied an den folgenden Verstärkertransistoren.

Die  $I_{G2}$ -Kippstufe verhindert eine Überlastung des Schirmgitters bei eventuellem Ausfall der Anodenspannung. Sie ist nur erforderlich, wenn die  $U_{G2}$ -Stabilisierungsschaltung keine Strombegrenzung enthält.

Wenn die Sender-Endstufe keine passende Gleichspannungsquelle (etwa 9 V)

enthält, dann wird die Versorgungsspannung zweckmäßigerverweise aus der vorhandenen Röhrenheizspannung gewonnen. Durch den 2500- $\mu$ F-Elko ist sie hinreichend geglättet.

Die beiden 100-Ohm-Einstellpotentiometer dienen zum Festlegen der Kippwellen. Sie werden etwas über den Punkt eingestellt, bei dem der Kippvorgang bei normalem Betriebsstrom einsetzt.

#### 4. Aufbau

Bild 4 zeigt die auf einem gelochten Pertinaxstreifen aufgebaute und nachträglich im Sender untergebrachte

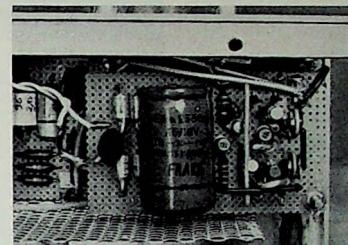


Bild 4. Ansicht der nachträglich im Sender untergebrachten Abschallautomatik-Platine

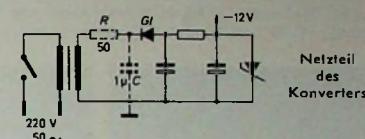
Schaltung. Der Einbau sollte an einer Stelle erfolgen, wo sich die Schaltung nicht zu stark erwärmen kann, da die UBE-Schwellspannungen der Transistoren stark temperaturabhängig sind.

Selbstverständlich eignen sich die beschriebenen Schaltungen auch für andere Röhren. Bei üblichen Fernseh-Zeilens-Endröhren ist ein Schutz des Steuergitters vor Überspannungen jedoch nicht erforderlich.

## Für Werkstatt und Labor

### Wiederholter Netzgleichrichterdefekt bei einem UHF-Konverter

Ein UHF-Konverter wurde mit der Begründung reklamiert, er sei nach 14tägigem Betrieb völlig ausgefallen. Eine kurze Messung ergab, daß der Selen-Gleichrichter GI (E 30 C 60) einen Kurzschluß aufwies. Nach dem Auswechseln des Gleichrichters arbeitete das Gerät wieder völlig einwandfrei. Eine Ursache des Ausfalls war zunächst nicht festzustellen. Nach kurzer Betriebszeit



trat der Fehler aber erneut auf. Der Selen-Gleichrichter wurde nun durch eine Siliziumdiode SD 6 (500 V, 1 A) ersetzt. Nach einem Dauertest, der aus laufendem Ein- und Ausschalten des Gerätes bestand, zeigte auch diese Diode einen Kurzschluß. Nur konnte nur noch ein Oszilloskop helfen. Es zeigte sich, daß beim Einschalten des FS-Gerätes Spannungsspitzen von 800 V<sub>ss</sub> mit extremer Flankensteilheit aufraten. Es wurde daraufhin vor den Gleichrichter ein Tiefpaß in Form eines RC-Gliedes (50 Ohm, 1  $\mu$ F) gesetzt. Das Maximum der Spannungsspitzen lag nun bei etwa 60 V. Damit war der Fehler beseitigt.

Da der gleiche Fehler schon einmal bei einem ebenfalls industriell gefertigten, elektronisch geregelten Netzgerät auftrat, empfiehlt es sich, die an den Transistoren auftretenden Spannungsspitzen zu oszilloskopieren, um vor unliebsamen Überraschungen sicher zu sein. Wichtig ist dabei, daß der Oszilloskop eine ausreichende Bandbreite hat, um bei sehr steilen Flanken den Spitzenwert zu erfassen.

U. Schmidt

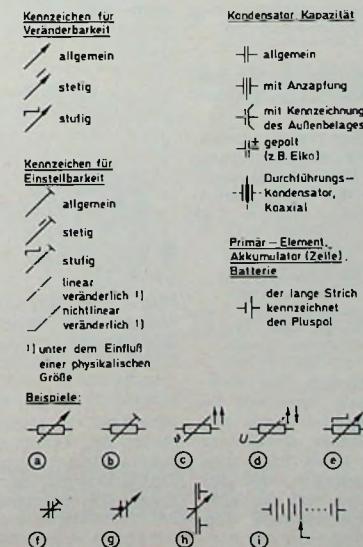
## Schaltzeichen

### Angleichung an DIN 40 712 „Schaltzeichen (Widerstände, Wicklungen, Kondensatoren, Batterien, Erdung, Veränderbarkeit)“

Im vorliegenden Heft sind in den Schaltbildern einige Aufsätze die in DIN 40 712 (März 1968) genormten Schaltzeichen angewendet. Der weitere Übergang wird allmählich in den nächsten Heften erfolgen. Ziel dieser Norm ist eine möglichst weitgehende Übernahme der IEC-Empfehlungen.

Änderungen gegenüber bisherigen deutschen Normen beziehen sich vor allem auf sinnfällige Gestaltung der Kennzeichen für Veränderbarkeit und Einstellbarkeit von Bauelementen (Widerstände, Kondensatoren, Spulen usw.) und auf vereinfachte Schaltzeichen (z. B. gleichmäßige Strichstärke) für Kondensatoren, Primär-Elemente usw. Nebenstehend sind einige der wichtigsten Änderungen wiedergegeben.

Die angeführten Beispiele stellen dar: a) Widerstand, veränderbar, Spannungsteiler; b) Widerstand, einstellbar, Spannungsteiler; c) temperaturabhängiger Widerstand (PTC-Widerstand, Widerstandsänderung gleichsinnig mit der Temperatur); d) spannungsabhängiger Widerstand (nichtlineare Abhängigkeit von der Spannung, Widerstandsänderung entgegengesetzt der Spannung); e) Spule mit stufig veränderbarer Induktivität; f) Kondensator, Kapazität einstellbar; g) Kondensator, Kapazität veränderbar, mit Angabe des beweglichen Teils; h) Differential-Kondensator; i) Batterie mit veränderbarem Spannungsabgriff.



### Universeller Saugstift

Der neue „Lerloy“ - Saugstift „Modell 123“ (Vertrieb: H. Picard & Frère, La Chaux-de-Fonds, Schweiz) ist ein Unterdruckgerät in der Größe eines Kugelschreibers für das Aufsammeln von verschüttetem Quecksilber, das Entfernen von überschüssigem Lot oder die Handhabung kleinstter Bauteile. Er wiegt weniger als 30 Gramm und enthält einen durch eine Feder vorgespannten Unterdruckkolben, der beim Druck auf einen Knopf freigegeben wird. Der Kopf, in dem das aufgenommene Material gesammelt wird, ist aus PTFE hergestellt und daher leicht zu reinigen, widerstandsfähig gegen Verkratzen und Wärme sowie beständig gegen die meisten Säuren und Lösungsmittel.



## Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 24, S. 952

Untersuchen wir zum Beispiel auf diese Weise einen einfachen Resonanzkreis, so entsteht an dessen Ausgang zunächst eine niedrige Spannung, die anschließend ansteigt, ein Maximum durchläuft und dann wieder auf kleine Werte abfällt. Da sich dieser Vorgang periodisch wiederholt, läßt sich die Spannung als stehendes Bild auf dem Leuchtschirm darstellen, vorausgesetzt, daß die Häufigkeit der Wiederholung groß genug ist, um dem Auge als stehendes Bild zu erscheinen. Den Unterschied zwischen minimaler und maximaler Frequenz nennt man Wobbelhub. Die-

derfrequente Ausgangsspannung des Wobbelsenders meistens sinusförmig ist, erhält man im ersten Fall eine sinusförmige X-Ablenkung, während sie im zweiten Fall zeitlinear ist. Hinsichtlich des entstehenden Schimbildes ergeben sich keine Unterschiede, weil es immer nur auf das jeweilige Verhältnis des Augenblickswertes der niederfrequenten Spannung zum Augenblickswert der hochfrequenten Spannung ankommt. Dieses Verhältnis bleibt jedoch gleich.

Allerdings hat das Verfahren der sinusförmigen Ablenkung den Nachteil, daß die Oszilloscopic unterschidliche Helligkeiten haben. In den Scheitelwerten der Niederfrequenzspannung ist die Helligkeit am größten, da dort die Geschwindigkeit des Leuchtflecks am kleinsten ist. Dieser Nachteil läßt sich mit einer sägezahnförmigen Ablenkspannung leicht vermeiden. Für die Genauigkeit der Messung ist das jedoch belanglos, denn es besteht ja immer nur die Forderung, daß zu jedem horizontalen Ausschlag des Leuchtflecks eine bestimmte Frequenz gehören soll. Ob sich dieser Vorgang zeitlinear oder nichtlinear abspielt, hat auf das Meßergebnis keinen Einfluß.

Im Bild 33 ist noch eine weitere, mit „Markengeber“ bezeichnete Einrichtung angedeutet. Hierbei handelt es sich um einen einfachen, kontinuierlich schwingenden Meßsender, dessen Ausgangsspannung gleichzeitig mit der des Wobbelsenders dem Meßobjekt zugeführt wird. Infolge von Nichtlinearitäten (zum Beispiel im Demodulator) kommt es zu einer Mischung beider Frequenzen, und es entsteht die Differenzfrequenz. Ist die Frequenz des Markengebers so eingestellt, daß innerhalb des Wobbelhubes die Frequenz des Wobbelsenders mit der des Markensenders übereinstimmt, so entsteht die Differenzfrequenz Null. Vorher und nachher ergeben sich verhältnismäßig niedrige Frequenzwerte, die vor Erreichen der Differenzfrequenz Null immer kleiner und nachher immer größer werden. Ist nun die Bandbreite des Y-Verstärkers im Oszilloskop relativ klein, so werden die zunächst sehr hohen Differenzfrequenzen nicht wiedergegeben; es entsteht lediglich die Frequenzkurve des Meßobjektes. Fallen dagegen die zunehmend tiefer werdenden Differenzfrequenzen in die Bandbreite des Oszilloskopverstärkers, so bewirken sie eine Zusatzspannung im Oszilloskop, die sich durch eine kurzzeitige Amplitudenerhöhung zu erkennen gibt. Es entsteht ein sogenannter „Pip“, der die eigentliche Frequenzmarke bildet. Da die Frequenz des Markengebers genau bekannt ist, weiß man, welche Frequenz zu der Marke gehört. Ändert man während des Wobbelvorganges die Frequenz des Markengebers, so rutscht die Marke längs der Frequenzkurve hin und her. Bild 34 zeigt andeutungsweise, wie sich die Differenzfrequenz zunächst bei Annäherung an die Frequenzübereinstimmung erniedrigt, um dann kurzzeitig

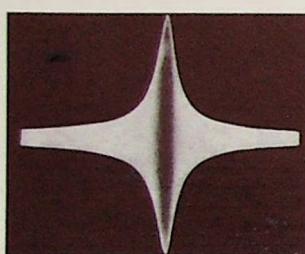


Bild 28. Eine Wobbelkurve (Resonanzkreis) bei unmittelbarer Darstellung der Hoch- oder Zwischenfrequenz

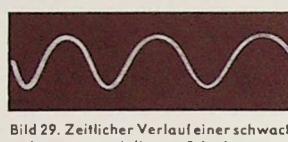


Bild 29. Zeitlicher Verlauf einer schwach frequenzmodulierten Schwingung

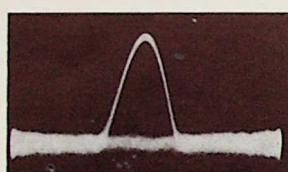


Bild 30. Wobbelkurve eines Resonanzkreises (Hochfrequenzunterdrückt); wiedergegeben ist lediglich die niederfrequente Hüllkurve

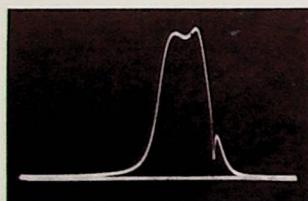


Bild 31. Wobbelkurve eines Bandpasses mit leicht überkritischer Kopplung; in der abfallenden Flanke des Filters ist ein Saugkreis wirksam

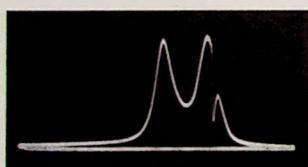


Bild 32. Wie Bild 31, Kopplung noch stärker; Wirkung des Saugkreises am abfallenden Ast ist sichtbar

ser muß, wie schon erwähnt, stets etwas größer sein als der gesamte interessierende Frequenzbereich des Prüfobjektes (Bilder 28 bis 32).

Bild 33 zeigt einen einfachen Wobbelmeßplatz. Man benötigt einen „Wobbelsender“, der die gewünschte konstante Ausgangsspannung mit entsprechendem Frequenzhub abgibt. Diese Spannung wird dem Meßobjekt zugeführt. Der Ausgang des Meßobjektes

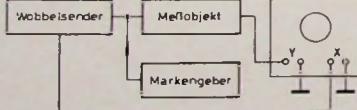


Bild 33. Grundschaltung für Wobbelmessungen

ist an den Y-Eingang des Oszilloskopfes angeschlossen. Der Wobbelsender hat außerdem meistens einen zweiten Anschluß, an dem die Niederfrequenzspannung entnommen werden kann, mit der die Frequenz des im Wobbelsender enthaltenen Oszillators geändert wird. Diese Niederfrequenzspannung führt man dem X-Eingang des Oszilloskopfes zu. Es ist auch möglich, mit der Zeitablenkung des Oszilloskopfes selbst zu arbeiten und die Ausgangsspannung des Wobbelsenders nur zur Synchronisierung oder Triggerung der Zeitablenkspannung heranzuziehen. Da die nie-

Bild 34. Zur Entstehung der Frequenzmarke

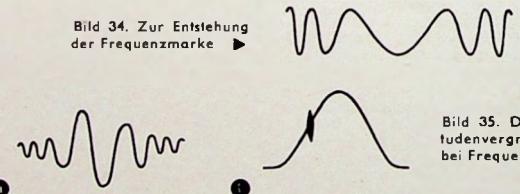
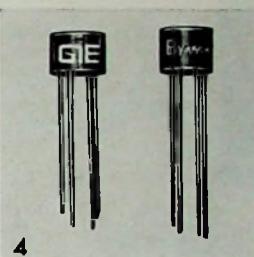
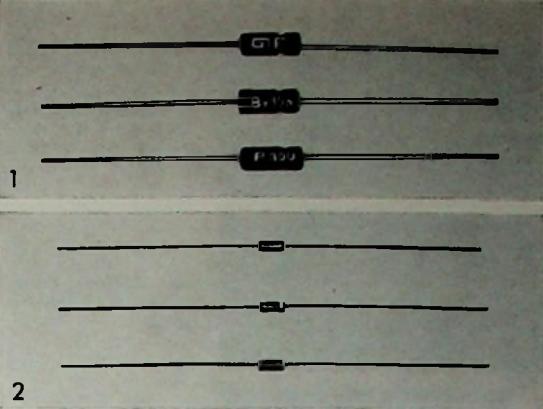
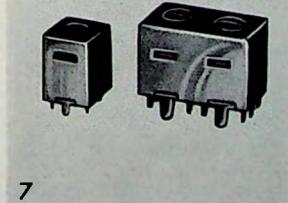
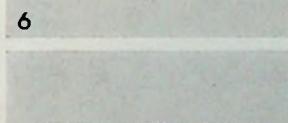
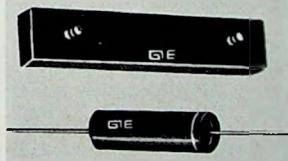
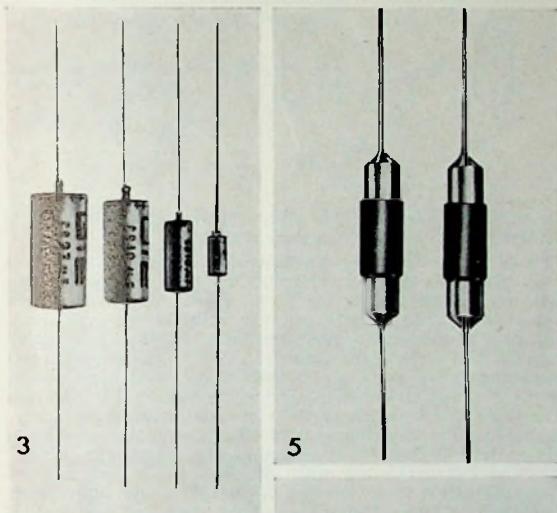


Bild 35. Die Amplitudenerhöhung bei Frequenzmarken

Null zu werden und anschließend wieder höhere Werte zu erreichen. Bild 35a zeigt die besprochene Amplitudenerhöhung und Bild 35b die Frequenzmarke auf einer einfachen Resonanzkurve. Es ist klar, daß die Begrenzung der Frequenzmarke im Oszilloskop um so schärfer, die Marke also um so schmäler wird, je kleiner die Bandbreite des Y-Verstärkers ist (Bilder 36 bis 38).

Man kann die Meßmarke auch nach Bild 39 einkoppeln. Hier sind hinter das Meßobjekt ein Demodulator sowie ein Verstärker mit relativ kleiner Bandbreite geschaltet, in den man die Spannung des Markengebers einkoppelt. Nunmehr begrenzt die Bandbreite dieses Hilfsverstärkers die Frequenzmarke, und die Bandbreite des Y-Verstärkers im Oszilloskop kann beliebig groß sein. Man wird stets eine scharf begrenzte Frequenzmarke erhalten.



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

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

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

■ 3. TANTAL KONDENSATOREN  
Mit festem Elektrolyt. Auch bipolare Ausführung von 0,068 µF -  
330 µF, von 6 - 50 V, Spezifikationen gemäss MIL-C-.

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

■ 5. HOCHSPANNUNGS - SILIZIUMGLEICHRICHTER  
Mit kurzer Verzögerungszeit.  
5.000 - 6.000 V, 300 mA, 2,5 µsec.

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

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

# GENERAL INSTRUMENT DEUTSCHLAND GmbH

8000 MÜNCHEN 33, Postfach 266, Tel. 0811/26.24.11 - 262187, Telex 052.25.20  
Technische Büros: 6000 Frankfurt/Main, Grethenweg 86 b, Tel. 0611/62.18.25, Telex 414524  
3000 Hannover-Döhren, Postfach 260167, Tel. 0511/71.93.10

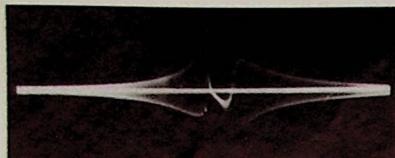


Bild 36. Stark gedehntes Bild einer Frequenzmarke

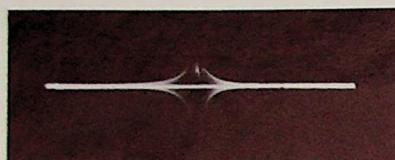


Bild 37. Eine Frequenzmarke bei schwächerer Dehnung

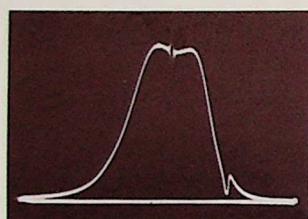


Bild 38. Frequenzmarke in einer Resonanzkurve ähnlich Bild 31; Ausdehnung der Marke klein gegenüber der Gesamtkurve

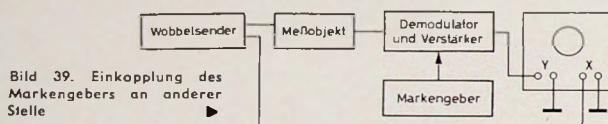


Bild 39. Einkopplung des Markengebers an anderer Stelle

Steht kein Wobblesender mit eingebautem Frequenzmarkengeber zur Verfügung – in den modernen Typen ist allerdings ein zusätzlicher Markengeber meistens eingebaut – so kann man sich auch nach Bild 40 helfen. Hier werden sowohl der Ausgang des Wobblesenders als auch der eines Meßsenders an das Meßobjekt angekoppelt, und zwar jeweils über 20-Ohm-Trennwiderstände. Auf diese Weise vermeidet man eine Verkopplung beider Sender und bringt trotzdem beide Spannungen zum Eingang des Meßobjektes. Der Schaltung nach Bild 39 ist jedoch der Vorzug zu geben, weil hier die Frequenzmarken unabhängig von den Eigenschaften des Meßobjektes werden.

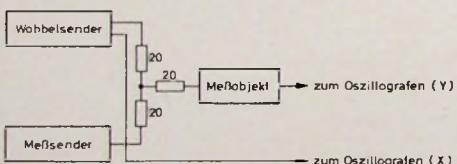


Bild 40. Zusammenschaltung von Wobbel- und Meßsender zur Erzeugung von Frequenzmarken

Das soeben besprochene Verfahren führt zur Bildung sogenannter aktiver Frequenzmarken, weil diese unter dem Einfluß einer weiteren, von außen zugeführten Hilfsspannung erzeugt werden. Man kommt auch ohne eine solche Hilfsspannung aus, wenn man nach Bild 41 den zu untersuchenden Schwingkreis  $C_2, L_2$  mit einem kleinen Hilfskreis  $L_1, C_1$  induktiv koppelt. Dieser Kreis bildet einen Saugkreis. Ist er so abgestimmt, daß seine Resonanz-

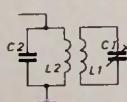
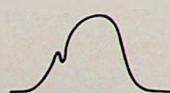


Bild 41. Schaltung zur Bildung passiver Frequenzmarken

Bild 42. Aussehen passiver Frequenzmarken



fährt in den Frequenzbereich des zu untersuchenden Kreises fällt, so absorbiert er im Augenblick der Frequenzgleichheit erhebliche Energie. Das äußert sich dann in einem entsprechenden kurzzeitigen Rückgang der Amplitude, und es entsteht in der Resonanzkurve eine Einbuchtung, eine "passive" Frequenzmarke, wie es im Bild 42 dargestellt ist. Da man den Kreis  $L_1, C_1$  in Resonanzfrequenzwerten eichen kann, ist auch auf diese Weise die genaue Bestimmung der Frequenz an jedem beliebigen Teil der Resonanzkurve möglich. Der Hilfskreis  $L_1, C_1$  soll möglichst dämpfungsarm sein, weil man nur dann scharfe Resonanzmarken

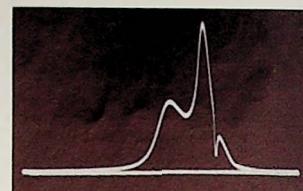


Bild 43. Stark unsymmetrisches Bandfilter mit eingebetteter passiver Frequenzmarke im rechten Kurvenast

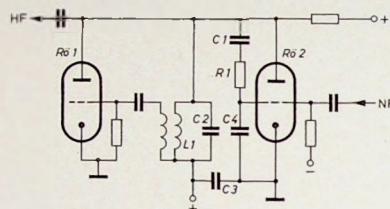


Bild 44. Schaltung der Reaktanzröhre

die unter Umständen durch Oberwellenmischung usw. zu zweideutigen Ergebnissen führen kann (Bild 43).

Obwohl die Technik der Wobblesender im Rahmen dieser Beitragsreihe nicht interessiert, wollen wir doch kurz andeuten, wie man eine gewobbelte Frequenz mit einem bestimmten Wobbelhub erreicht. Bild 44 zeigt ein sehr verbreitetes Verfahren, das mit einer Reaktanzröhre  $Rö 2$  arbeitet. Die Röhre  $Rö 1$  bildet zusammen mit dem Schwingkreis  $L_1, C_2$  einen selbsterregten Meißner-Sender, dem die Anoden-Katoden-Strecke von  $Rö 2$  über  $C_3$  wechselstrommäßig parallel geschaltet ist. Die Wirkungsweise einer Reaktanzröhre, die je nach Schaltung eine durch eine Spannung steuerbare Induktivität oder Kapazität darstellen kann, wollen wir hier als bekannt voraussetzen. Die Steuerung der Röhre erfolgt gitterseitig durch die Niederfrequenzspannung, die so groß gewählt wird, daß sich die Reaktanz der Röhre entsprechend ändert. Diese Änderung muß so groß sein, daß der Sender mit der Röhre  $Rö 1$  den gewünschten Frequenzhub liefert. Die Beeinflussung der Frequenz erfolgt durch die sich ändernde Induktivität oder Kapazität der Reaktanzröhre, die dem Schwingkreis des Senders parallel liegt.

Außer mit dem Reaktanzröhrenverfahren kann man die Induktivität eines Schwingkreises nach Bild 45 auch magnetisch beeinflussen. Der Kreis  $L_2, C_1$  stellt das frequenzbestimmende Glied des Wobbelsenders dar. Die Spule  $L_2$  hat im allgemeinen einen geschlossenen Ferritmantel, der in passender Weise in einem NF-

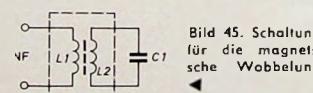


Bild 45. Schaltung für die magnetische Wobbelung

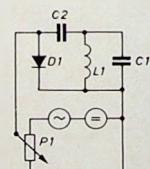


Bild 46. Schaltung zur Wobbelung mit Kapazitätsdiode

Eisenkern eingebettet wird. Dieser Kern trägt die Zusatzspule  $L_1$ , die man beispielsweise mit Netzspannung speisen kann. Dabei erfolgt eine dauernde Ummagnetisierung des Ferritkerns von  $L_2$  im Rhythmus der Netzfrequenz, und wenn man die Verhältnisse passend wählt, ändert sich die Induktivität von  $L_2$  so, daß sich der erwünschte Wobbelhub ergibt. Auch dieses Verfahren wird in der Praxis häufig angewendet.

Man kann die Frequenz des frequenzbestimmenden Kreises auch nach Bild 46 durch eine Reaktanzdiode  $D_1$  beeinflussen. Die Schaltung ist aus der Technik der Diodenabstimmung und der automatischen Scharfjustierung mit Kapazitätsdioden bekannt.  $L_1, C_1$  bilden wieder den frequenzbestimmenden Kreis des Wobbelsenders, dem über  $C_2$  die Reaktanzdiode  $D_1$  parallel geschaltet ist. Dieser Diode wird über  $P_1$  in einer Reihenschaltung einer Wechsel- und einer Gleichspannung zugeführt. Durch entsprechende Wahl dieser Spannung erhält man eine rhythmische Ka-

pazitätsänderung von  $D$  1, die die Schwingkreiskapazität beeinflusst, so daß sich der gewünschte Wobbelhub ergibt. Dieses Verfahren hatte bisher nur bei sehr hohen Frequenzen Bedeutung, da man lediglich Dioden mit kleiner Kapazitätsänderung herstellen konnte. Inzwischen gibt es jedoch Mittelwellendioden mit Kapazitätsverhältnissen bis zu  $C_{\max}/C_{\min} = 26$ , so daß man heute auch Wobbelsteller für den Mittel- und Langwellenbereich nach diesem Verfahren bauen kann.

Wir wollen nun kurz besprechen, an welcher Stelle des untersuchten Empfängers man zweckmäßigerweise die Spannung mit schwankender Frequenz auskoppelt. Erfolgt das an einem Hochfrequenz führenden Punkt und ist die Bandbreite des Y-Verstärkers groß genug, um die Hochfrequenzspannung noch wiederzugeben, so erhält man (bei Anwendung eines einfachen Resonanzkreises) eine Kurvenform nach Bild 47a. Es bildet sich eine nullsymmetrische, leuchtende Fläche aus, deren Hüllkurve der Form der Resonanzkurve entspricht. Da der Zeitmaßstab der Wobbelkurve angepaßt sein muß, werden die einzelnen Hochfrequenzschwingungen nicht mehr aufgelöst, so daß sie sich symmetrisch zur Nulllinie abbilden. Schaltet man jedoch zwischen den Y-Verstärker und den Hochfrequenzpunkt einen Demodulator mit an-

Diese Darstellung ist immer vorzuziehen, vor allem weil man dann mit einem Demodulator-Tastkopf arbeiten kann, der bereits eine geringe Belastung des Meßobjektes garantiert. Das RC-Glied kann im Tastkopf eingebaut sein, kann aber auch zusätzlich angeschaltet werden.

Die Wahl der „Wobbelgeschwindigkeit“, das heißt der Geschwindigkeit, mit der der gewünschte Frequenzhub durchlaufen wird, ist keineswegs gleichgültig. Es gibt vor allem eine obere Grenze, die sich aus folgenden Überlegungen erklärt: Ist die Wobbelgeschwindigkeit hoch, so kann es sein, daß die Spannung an dem Meßobjekt, zum Beispiel an einem Schwingkreis, noch nicht abgeklungen ist, wenn die neue Wobbelperiode wieder beginnt. Nun mehr überlagert sich die Restspannung am Schwingkreis mit der neu zugeführten Wobbelspannung, und es entstehen Interferenzen, die das Leuchtschirmbild völlig verformen können. Das äußert sich nicht nur in einer Verformung der Flanken selbst, sondern auch im Auftreten von zusätzlichen Spitzen, die durch Interferenz entstehen. Man muß also dafür sorgen, daß der Schwingkreis Zeit genug hat, um nach Durchlaufen des Wobbelhubs völlig abzuklingen.

Die Ausschwingzeit eines Kreises ist stets der Kreis-Bandbreite umgekehrt proportional. Je größer also die Bandbreite ist, um so schneller schwingt der Kreis aus. Demnach darf auch die „Verweilzeit“  $t_v$ , also diejenige Zeit, während der die frequenzmodulierte Schwingung die Durchlaßkurve des Meßobjektes durchläuft, einen bestimmten, durch die Bandbreite gegebenen Zeitwert nicht unterschreiten. Es gilt die Beziehung

$$t_v \geq \frac{20}{b} \quad (10)$$

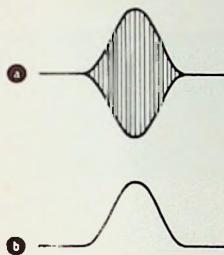


Bild 47. Wobbelkurve mit und ohne Hochfrequenz

schließendem RC-Glied, so wird die untere Hälfte der Schwingung durch die Gleichrichtung abgeschnitten, und die Hochfrequenzreste werden von dem RC-Glied unterdrückt. Dann erhält man eine sehr gut auswertbare Resonanzkurve nach Bild 47b.

**RIM**  
electronic

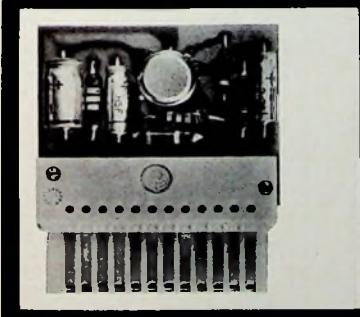


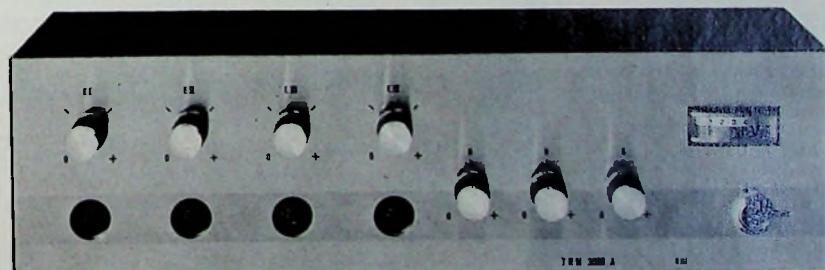
Abb. oben:  
Originalgröße  
der  
Steckeinheit

## Alle sprechen vom **BAUSTEINSYSTEM**

wir nicht — denn wir haben es schon

**RIM-40/30-W-Mono-Mischverstärker „TRM 3000“**

Ausbaufähig zum gleichzeitigen Anschluß von 3 Mikrofonen (nieder- oder hochohmig) durch bloßes Einsticken der Vorverstärker-Steckeinheiten mit integrierten Schaltkreisen, daher zukunftssicher, rationell und betriebssicher.



- 4 miteinander mischbare Eingänge
- Gekennzeichnete Höhen- und Baßregelung
- Lautstärkesummenregler
- Aussteuerungsanzeige
- Musikelistung 40 W bei 8 Ω

- Sinusleistung 30 W bei 8 Ω
- Ausgang: 5-16 Ω
- 10 Silizium-Trans., 3 Zener-Dioden, 3 Integrierte Schaltkreise zusätzlich
- Kleine Abmessungen (B 320 x H 100 x T 228 mm)

Preise: Kompl. Bausatz Einbauchassis o. G. DM 299,-, dergl. betriebsfertig DM 399,-. Pro Stück Vorverstärker-Steckplatte mit integriertem Schaltkreis DM 24.50. Holzgehäuse DM 30,-; Metallgehäuse DM 39,-. Baumappe DM 5,-. Holen Sie bitte Angebot ein!

**RADIO-RIM**

Abt. F2, 8 München 15, Bayerstr. 25, Tel. 0311/557221, FS 05-23166 rrim-d

berechnen. Diese Ablenkfrequenz muß um so kleiner sein, je größer der Wobbelhub ist, und sie darf mit steigender Bandbreite immer größer werden. Wertet man Gl. (11) beispielsweise für  $f_{\text{fl}} = 100 \text{ kHz}$  und  $b = 10 \text{ kHz}$  aus, so erhält man  $f_w = 50 \text{ Hz}$ . Das ist eine verhältnismäßig niedrige Frequenz, bei der das Leuchtschirmbild bereits leicht flackert. Würde man die Frequenz noch tiefer wählen, so wäre die Gefahr von Oszillogrammverzerrungen noch geringer. Dann würde das Leuchtschirmbild aber bereits so stark flackern, daß eine Auswertung nicht mehr möglich ist. In diesem Fall ist es besser, wenn man Röhren mit nachleuchtendem Schirm verwendet und das Nachleuchtbild auswertet. Dazu ist man sogar gezwungen, wenn man Meßobjekte mit sehr kleinen Bandbreiten oder sehr langen Ausschwingzeiten hat, wie es zum Beispiel für Niederfrequenzanordnungen zutrifft. Bei Hochfrequenzkreisen ist jedoch die Ablenkfrequenz von 50 Hz ein guter Wert, mit dem man auch im allgemeinen arbeitet. Die bei den handelsüblichen Wobbelsendern verwendeten Frequenzen liegen daher meistens in dieser Größenordnung.

Die vorstehenden Ausführungen dürften genügen, um ein wirkungsvolles Arbeiten mit dem Wobbelsender in Verbindung mit einem Oszillografen zu ermöglichen. Im übrigen enthalten die Gebrauchsanweisungen dieser Geräte noch zusätzliche Angaben, die man beachten muß, um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten. Meistens ist übrigens die Ablenkfrequenz mit der Netzfrequenz synchronisiert, um absolut ruhige Bilder zu erhalten; weicht nämlich die Ablenkfrequenz geringfügig von der Netzfrequenz ab, so können sich Reste der Netzfrequenz, die innerhalb eines Meßaufbaues immer auftreten können, durch störende Unruhe bemerkbar machen, beispielsweise durch langsames Schwanzen des Oszillogramms, wobei die Schwankungsfrequenz der Differenzfrequenz zwischen Netzfrequenz und Ablenkfrequenz entspricht.

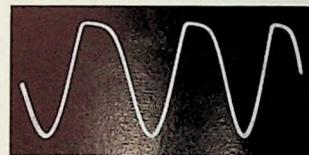
Das Wobbelverfahren wird bei Rundfunkempfängern vor allem zur Darstellung des Frequenzganges des ZF-Verstärkers verwendet. Das gilt sowohl für AM als auch für FM. Eine weitere wichtige Anwendung findet das Wobbelverfahren beim Abgleich des Ratiotektor im FM-Teil, von dem schon im Abschnitt 1.2.2. die Rede war. Man erhält dann auf dem Leuchtschirm das Bild der S-förmigen Kurve des Ratiotektor und kann diese Schalt-Einheit in aller Ruhe so abgleichen, daß der mittlere Teil der S-

Kurve möglichst linear wird. Die Darstellung der ZF-Kurven ist vor allem bei FM wichtig, weil hier die richtige Bandbreite und der richtige Verlauf der Kurve ausschlaggebend für eine einwandfreie, unverzerrte Tonwiedergabe sind.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die Ausgangsspannung eines guten Wobbelsenders absolut konstant sein muß. Sie darf also nur frequenzmoduliert sein, jedoch nach Möglichkeit keine oder nur eine sehr geringfügige Amplitudenmodulation aufweisen. Wäre das nicht der Fall, so würde sich das in falschen Frequenzgangkurven äußern, beispielsweise in Form von Erhöhungen oder Erniedrigungen der Kurve an Stellen, an denen sich die Ausgangsspannung des Wobbelsenders erhöht oder erniedrigt. Die handelsüblichen Wobbel Sender haben jedoch im allgemeinen eine ausreichende Spannungskonstanz.

1.3.4 Oszillografischer Nachweis von Begrenzungseffekten bei FM  
Der FM-Teil von Rundfunkempfängern muß gute begrenzende Eigenschaften haben, damit Amplitudenmodulationen keine Störungen hervorrufen. Daher arbeitet die letzte FM-ZF-Stufe im allgemeinen als Begrenzer, und der Ratiotektor wird so dimensioniert, daß auch dieser maximal Begrenzerwirkung aufweist. Um diese Begrenzerwirkung nachzuprüfen, kann man den Aus-

Bild 48. Aus dem Leuchtschirmbild kann man sehr deutlich beispielsweise die Begrenzung einer Sinuslinie (obere Halbwelle) erkennen



gang des Empfängers an einen Oszillografen schalten. An den Eingang legt man eine frequenzmodulierte Spannung, so daß der Ton gut wiedergegeben wird und auf dem Leuchtschirm das Bild der Sinuskurve der Modulationsfrequenz entsteht. Wenn man nun die Spannung des Meßsenders von Hand erhöht oder erniedrigt, darf das Oszillogramm nicht schwanken, und auch die Amplitude der Spannung darf sich nicht erhöhen oder erniedrigen (s. a. Bild 48).  
(Fortsetzung folgt)

**UT 85 Hopt.-Trans.-Tuner**  
AF 239, AF 139, hochempfindlich  
St. 29.50 3 St. à 27.27 10 St. à 25.—

**UT 60 Hopt.-Trans.-Einbau-Converter**  
mit Ein- und Ausg.-Symm.-Glied,  
AF 239, AF 139  
St. 29.50 3 St. à 27.27 10 St. à 25.—

**UC 240 Trans.-Converter** in elegan-  
tem Gehäuse, Linearskala, AF 239,  
AF 139, M.: 170 x 130 x 60 mm  
St. 54.09 3 St. à 50.90 10 St. à 48.64

**Orig.-Siemens-Valvo-Transistor**  
1. Wahl gestempelt  
AF 139 1 St. 2.52 10 St. à 2.32  
AF 239 1 St. 2.70 10 St. à 2.50

**FM 4 FM-Prüfsender**. Dieses Modul  
enthält einen Sender von 88-100 MHz  
abstimmbar, sowie passenden Mo-  
dulator. Verwendungszweck: Meß-  
sender f. UKW, Eing.-Imp. 5 kΩ,  
Eing.-Spann. -Bedarf 3 mV, Mikro-  
fonenempf., HF-Ausg.-Leistung 5 mV,  
FM-Modul., Frequ. Hub ± 75 kHz.  
Stromversor. 9 V  
9-V-Batt. mit Clips 1.77 17.72

**HKM 28 Kleinstmikrofon mit**  
Anschl.-Kabel 4.30

**DU 1 NORIS DIGITALUHR** zeigt  
Stunden, Minuten u. Sekunden di-  
rekt in Zahlen an, Anschl. 220 V~,  
Gehäuse Kunststoff braun. Maße:  
100 x 100 x 110 mm 40.90  
Vers. p. Nachn. ab Lager. Aufträge  
unter 25.—, Aufschlag 2.—. Preise  
zuzüglich 11% MWSt.

**Conrad** · 8452 Hirschau · Fach FT 35  
Ruf 0 96 22/225 Anruftabntworter



Vor Verlust und Beschädigung geschützt, bilden die  
Hefte in den praktischen

• **Sammelmappen**  
mit Stabeinhangvorrichtung  
für die Hefte des laufenden Jahrgangs  
oder in den

• **Einbanddecken**  
für jeweils einen kompletten Jahrgang  
ein Nachschlagewerk von bleibendem Wert

Ausführung: Ganzleinen mit Titelprägung

Preis: Sammelmappe 7,80 DM

Einbanddecke 6.— DM

zuzüglich Versandspesen:

(Berlin: 1 Expl. 33 Pf, bis 3 Expl. 44 Pf,  
bis 6 Expl. 1,11 DM)

Bundesgebiet: 1 Expl. 1,— DM, bis 6 Expl. 1,11 DM)  
Sämtliche Preisangaben einschl. Mehrwertsteuer

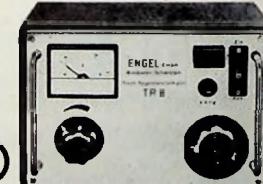
Lieferung bei Voreinsendung des Betrages auf  
das Postscheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-  
KINOTECHNIK GMBH, Berlin West 76 64

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

1 BERLIN 52, Eichborndamm 141-167

## REGEL-TRENN- TRANSFORMATOR Type TR 8

für Farbfernseh-Service und Labor-  
bedarf · Nennleistung 800 VA  
umschaltbar 220/120 Volt · Liste 171



**ENGEL GMBH**  
62 WIESBADEN-SCHIERSTEIN  
Rheingaustraße 34-36  
Telefon: 60821 · Telex: 4186860

### 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 Basteibücher,  
Werkzeuge u.a.m.

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

Technik-Versand KG  
28 Bremen 17 Abteilung C 13

BLAUPUNKT ist mit fast 12000 Beschäftigten eines der größten Unternehmen der Rundfunk- und Fernseh-Industrie Europas.

Wir suchen für unsere Werke in Hildesheim, Herne, Osterode und Salzgitter

## Rundfunk- und Fernsehtechniker

Einsatzmöglichkeiten entsprechend Vorbildung, Erfahrung, Eignung und Befähigung gibt es

im Prüf- und Meßgerätebau  
in den verschiedenen Fertigungsbereichen  
sowie im Prüffeld und in der Qualitätskontrolle  
(Autoradio, Rundfunk, Fernsehen)

Günstige Aufstiegsmöglichkeiten zum

## Bandleiter und Meister

sind gegeben.

## Umschulung zum Reparateur

Außerdem führen wir laufend Umschulungslehrgänge für die Ausbildung zu Rundfunk-Reparateuren durch.

Als Teilnehmer kommen Mechaniker, Elektromechaniker und auch Herren aus anderen Berufen in Frage, die sich für die Rundfunktechnik interessieren oder sich als Hobby bereits damit befassen.

Bei der Wohnungsbeschaffung sind wir behilflich.

Bewerben Sie sich bitte mit den üblichen Unterlagen oder schicken Sie uns zur ersten Kontaktaufnahme eine handschriftliche Darstellung Ihres beruflichen Werdeganges. Teilen Sie uns dabei gleichzeitig mit, für welche Aufgaben Sie sich besonders interessieren.

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

# BLAUPUNKT

Mitglied der Bosch Gruppe



Hat's trotz Mehrwertsteuer leicht! MOGLER-Kassen halten schnell die versch. Umsatzarten fest, insbesondere auch Vorsteuerposten wie Frachten, die abzehbar sind. Alles ist nach Sparten getrennt zur schnelleren Abrechnung zur Verfügung. Fordern Sie unverbindlich Prospekt Nr. 188. MOGLER-Kassenfabrik, 71 Heilbronn.

## Kaufgesuche

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

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

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

Hans Kaminsky  
8 München-Solln  
Spindlerstraße 17

**Die günstige Einkaufsquelle  
für Büromaschinen**

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

Fordern Sie Spezial-Katalog II/907

**NÖTHL AG** Deutschlands großes Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Markt 1 · Postfach 601  
Telefon 6 2008, Fernschreiber Nr. 096-893



**Moderne Elektronik-Fachbücher**  
für Techniker - Studenten - Amateure.  
Verlangen Sie kostenlos „RIM - Literaturfibel“!  
**RIM-Electronic-Jahrbuch '69**  
- 520 Seiten - Schutzgebühr DM 4,50, Nachr. Inland DM 6,30, Vorkasse Ausland DM 6,40, (Postscheckkonto München Nr. 13753).

8 München 15, Bayerstraße 25 - Abt. F 2  
Telefon 0811/55 72 21  
Telex 05-28166 rarim-d.

**RADIO-RIM**

## Bastelbuch gratis!

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

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

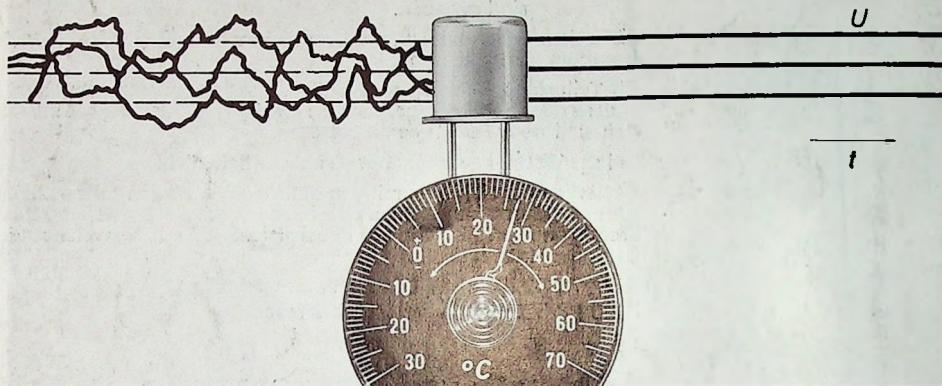
## Preiswerte Halbleiter

AA 116	DM 1,50
AA 117	DM 1,55
AC 122 gn	DM 1,25
AC 151 V	DM 1,60
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,95
AF 118	DM 3,35
BC 107 A:B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108 A:B:C	DM 1,10 10/DM 1,-
BC 109 B:C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM 1,-
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,-
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,40
2 N 706	DM 1,65 10/DM 1,55
2 N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2 N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2 N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2 N 3702	DM 1,60 10/DM 1,50

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

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

## TAA 550 Integrierte Stabilisierungsschaltung



Die integrierte Schaltung TAA 550 wurde vorwiegend für die Stabilisierung der Abstimmspannung elektronisch abgestimmter Fernsehtuner entwickelt. Sie hat sich in relativ kurzer Zeit sehr gut eingeführt.

In einem Si-Kristall sind mehrere Dioden mit negativem Temperaturkoeffizienten und Z-Dioden mit positivem Temperaturkoeffizienten zusammengeschaltet. Durch die gegenläufigen Temperaturkoeffizienten ergibt sich die Möglichkeit, Temperaturinflüsse auszuschalten, was unterstützt wird durch die enge thermische Kopplung dieser Elemente. Weiterhin sorgt eine zusätzliche aktive Ausgangsstufe für einen niedrigen dynamischen Ausgangswiderstand.

Diese vorteilhaften Eigenschaften der integrierten Schaltung TAA 550 vereinfachen die Auslegung der Speisespannungs-Versorgung von hochwertigen Tunern und tragen wesentlich zur Erhöhung der Qualität bei.

### Kurzdaten:

Empfohlener Strom	5 mA
Stabilisierte Spannung	33 V
Differentieller Innenwiderstand	12 $\Omega$
Temperaturabhängigkeit der	
Stabilisierungsspannung	
zwischen +10 und +50°C	-3,1 ... +1,55 mV/grd
Betriebs-Temperaturbereich	-20 ... +150 °C



VALVO GmbH Hamburg