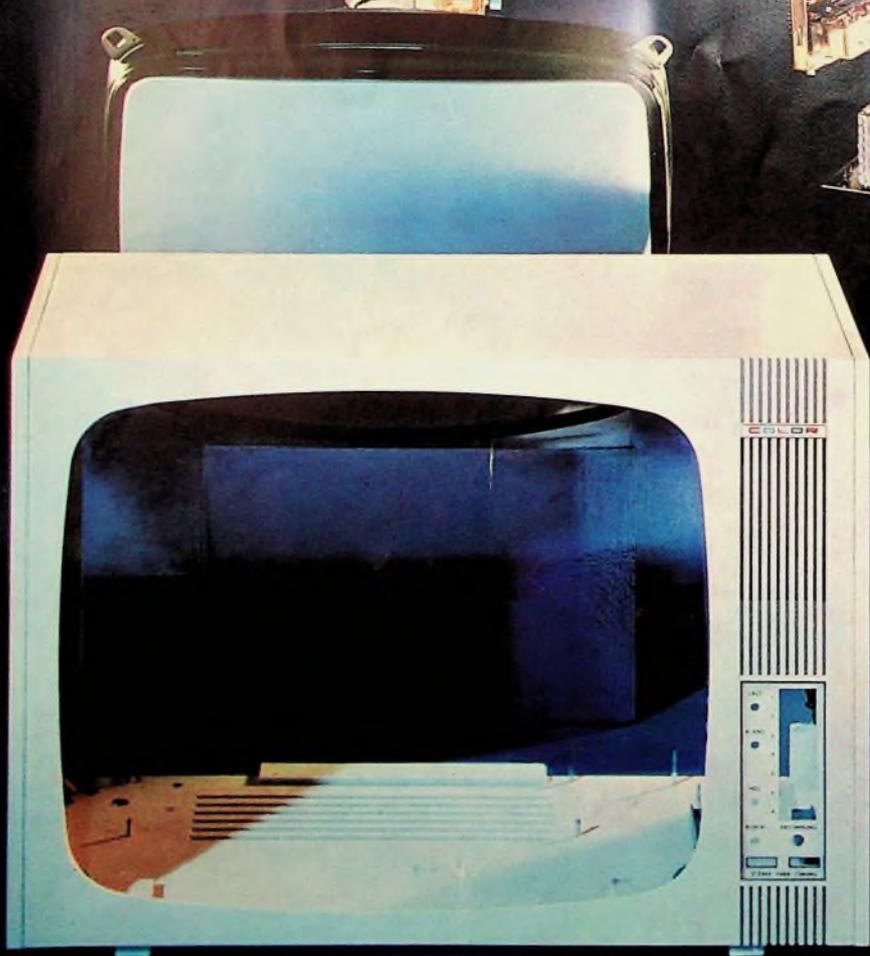
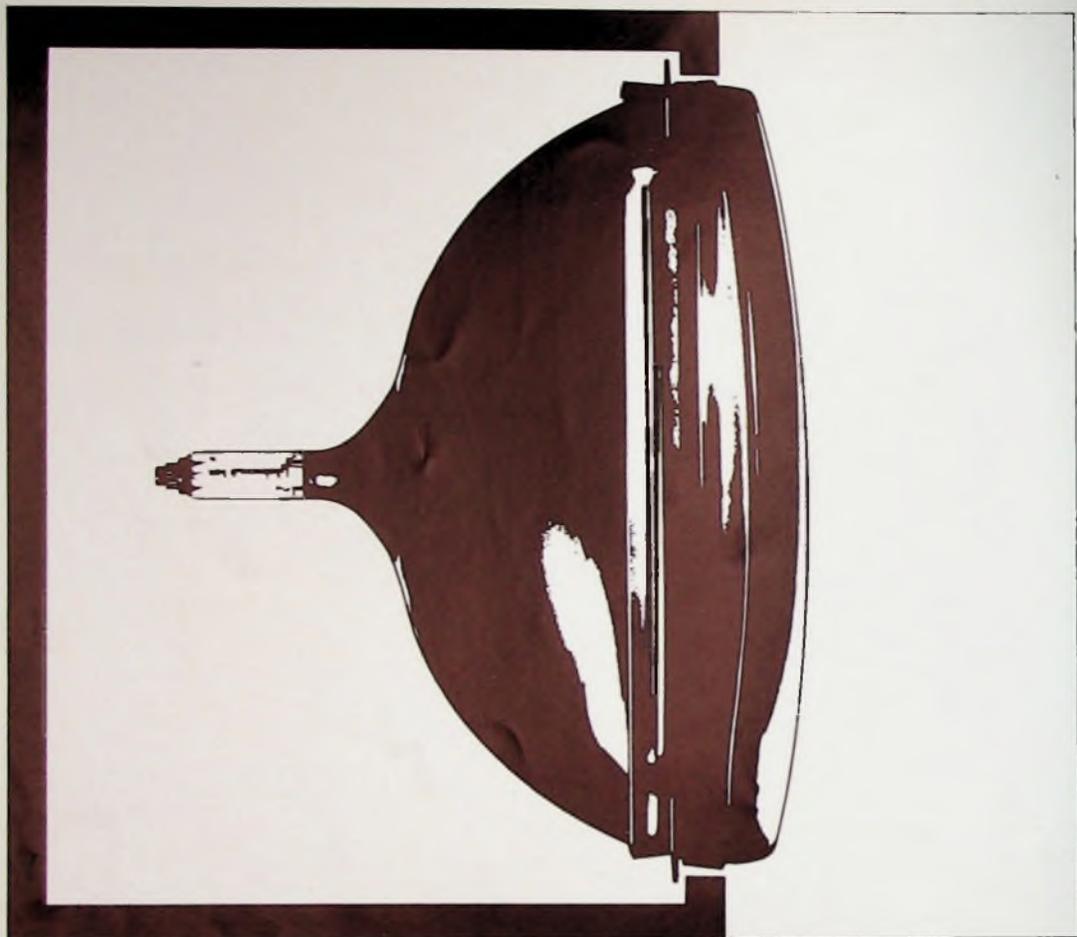


BERLIN

# FUNK- TECHNIK



**1** | 1970  
1. JANUARHEFT



## SELBOND®-Bildröhren ermöglichen moderne Formgebung

Bei Fernsehgeräten. Nicht nur die Innereien unserer Bildröhren haben wir grundlegend verbessert – sondern auch die äußere Form. Der Metallrahmen der SELBOND®-Röhre ist neu. Kein modischer Effekt, sondern die Voraussetzung für die Gestaltung neuer, noch modernerer Geräte. Das heißt aber auch: SELBOND®-Röhren bieten Ihnen viele positive Verkaufsargumente. Brillante Bildschärfe, hohe Lebensdauer, optimale Zuverlässigkeit, volle Ausnutzung der Bildfläche, geringes Gewicht, moderne und neue Form und nicht zuletzt – leichte und einfache Montage. Auch wichtig für Sie! Alle SELBOND®-Bildröhren sind hochmoderne Superrechteck-Röhren mit vergrößerter Bildfläche.

Sie sind in den beliebten Bildschirmformaten von 17" Typ A 44-13 W, 20" Typ A 51-10 W und 24" Typ A 61-120 W/2 in SELBOND®-Ausführung erhältlich. Für batterie- oder netzbetriebene Portables empfehlen wir unsere 11"-Röhre A 28-13 W oder die 12"-Typen A 31-15 W und A 31-19 W.

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren  
7300 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112  
Telefon: (07 11) 3 51 41 · Telex: 07-23594

**ITT Bauelemente – Bausteine der Zukunft**

BAUELEMENTE

**ITT**

gelesen · gehört · gesehen .....	4
FT meldet .....	6
Einige Zukunftsaspekte der Nachrichten- und Informations- technik .....	7
Fernsehen	
Anschluß von Videobandgeräten an Fernsehempfänger .....	9
Van Sendern und Programmen .....	11
Antennen	
Zur Verwendung von Breitband-Antennenverstärkern für Fernseh-Zweigeräteanschluß .....	12
Wechsel in der Geschäftsführung der Deutschen Philips GmbH	13
Steuerungs- und Regelungstechnik	
Bausteine für die Übertragung und Verarbeitung von Win- kelinformationen .....	14
Messen und Ausstellungen 1970 in Hannover .....	16
Elektronik-Ingenieur	
Impedanzwandler .....	17
Luffahrtelektronik	
Flugprüfung von Navigationsmitteln .....	21
Rundfunk	
Moderner Transistor-UKW-Super mit Stationlasten und integrierten Schaltkreisen .....	22
Stereophonie	
Lautsprecherboxen für die 2 x 40-W-Hi-Fi-Stereo-Anlage .....	27
Verstärker	
15-W-Verstärker in integrierter Hybridschaltung .....	29
Kraftfahrzeug-Elektronik	
Elektronische Diebstahlsicherung für Kraftfahrzeuge .....	31
Für den KW-Amateur	
Amateurfunk-Zentrum Baunatal .....	32
Australischer Amateursatellit wird zusammen mit „Tiroso M“ in seine Umlaufbahn gebracht .....	32
Für Werkstatt und Labor	
Adapter für den Anschluß von Videorecordern an Heim- fernsehempfänger .....	33

Unser Titelbild: Von Geisterhand montiert werden die Baugruppen des Melz-Farblernsehgerätes auf unserem Titelbild. So wie die einzelnen Bauteile in der Fabrikation an Teilbändern gefertigt, vorabgeglichen und geprüft in der Endmontage zusammenlaufen, so scheinen sich hier Konvergenzschaltung, Netzteil- und Ablenkchassis, ZF- und Farbverstärkerchassis, Bildröhre, Elektronik-Tuner und Lautsprecher von selbst in das Gehäuse zu bewegen. Aber so modern auch die Fertigung bei Melz ist — der vollautomatische Einbau bleibt Zukunftsvision. **Werkaufnahme**

Aufnahmen: Verlosler, Werkkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlosler

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

„... Dieses Buch, das in erster Linie für die tägliche Praxis geschrieben ist, enthält u. a. viele Blockschaltpläne sowie Schaltpläne mit genauen Bemessungsangaben. Es kann zur Einarbeitung in diesen Zweig der Technik empfohlen werden.“

So urteilt Herr F. Bergtold in der Zeitschrift „Der Elektromeister“ über das Buch

## PRAXIS DER RUNDFUNK-STEREOFONIE

Von WERNER W. DIEFENBACH

### AUS DEM INHALT

#### Zur Entwicklung des Stereo-Rundfunks

*Drahtgebundene Stereo-Übertragungen · Erste AM-Stereofonie-Sendungen · Codierte UKW-FM-Stereo-Sendungen · Rundfunk-Stereofonie in einzelnen Ländern: Übersee, Europa*

#### Grundlagen der Rundfunk-Stereofonie

*Die FCC-Stereo-Norm: Stereo-Verfahren von „GEC“ und „Zenith“, Technische Vorschriften der FCC-Norm · Deutsche Modifikation der FCC-Norm: Modulations-Signal, Verbesserte deutsche Normwerte · Methoden der Decodierung: Matrix-Decoder, Zeitmultiplex-Decoder (Abtast-Decoder), Hüllkurvendemodulation*

#### Technik der Rundfunk-Stereofonie vom Sender bis zum Empfänger

*Sendeseite: Grundsätzliche Arbeitsweise von Stereo-Codern, Technik neuerer Stereo-Coder, Moderne UKW-FM-Senderreihe für Stereo-Rundfunk, Stereo-Studio-Technik in Funkhäusern · Stereo-Empfangsgeräte: Bauformen moderner Stereo-Decoder, Anforderungen an den UKW-FM-Teil, Stereo-Tischempfänger, Stereo-Musikschränke, Steueranlagen, Stereo-Rundfunk-Tuner, Stereo-Verstärker, Stereo-Verstärker-Tuner, Stereo-Studio-Kombinationen, Getrennte Lautsprecher für Stereo-Rundfunkanlagen*

#### Service und Reparatur von Stereo-Rundfunkempfängern

*Nachrüsten von Decodern: Stereo-rundfunkvorbereitete Empfänger, Ältere Empfangsgeräte · Aufstellen von Stereo-Rundfunkanlagen: Spezialantennen für UKW-Stereo-Empfang, Lautsprecher im Raum · Meßeinrichtungen für Werkstätten · Reparatur von Stereo-Rundfunkempfängern und Decodern: Fehlersuche in Stereo-Rundfunk-Tunern mit Decodern, Abgleichen von Stereo-Decodern*

#### Selbstbau von Decodern und Stereo-Generatoren

*Einfacher Transistor-Decoder: Schaltung, Konstruktionshinweise · Transistor-Decoder mit Stereo-Anzeige und Umschaltlautmalik: Schaltungseinzelheiten, Stereo-Anzeige, Konstruktionsvorschläge, Stromversorgung, Spezielle Bauelemente · FM-Stereo-Service-Generators: Schaltung, HF- und ZF-Kontrolle, FM-Stereo-Prüfung*

#### Schrifttum / Sachwörter

145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen · Ganzleinen 19,50 DM

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

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
1. Berlin 52 (Borsigwalde)



### Neue Ingenieurgesetze der Bundesländer zu erwarten

Die Ministerpräsidenten der Länder werden sich dafür einsetzen, daß Gesetze zum Schutze der Berufsbezeichnung „Ingenieur“ in den Parlamenten der Länder rasch verabschiedet werden. Auf Grund dieses Beschlusses der Ministerpräsidenten-Konferenz besteht nunmehr begründete Aussicht, daß die in mehreren Jahren bewährte Ordnung, die durch das Ingenieurgesetz von 1965 erreicht worden war, bald wiederhergestellt werden kann.

### Aus dem Produktionsbericht des ZVEI

Wie dem vor kurzem erschienenen Produktionsbericht des ZVEI für das 2. Quartal 1969 zu entnehmen ist, wurden in diesem Zeitraum in der Bundesrepublik und West-Berlin 290 979 Rundfunk-Tischempfänger (einschließlich Steuergeräte und Hi-Fi-Tuner), 45 822 Musiktruhen, 531 623 Koffer- und Taschenempfänger sowie 546 109 Autoempfänger produziert. Von den insgesamt gefertigten 698 837 Fernsehempfängern entfielen 68 530 auf tragbare und mit Rundfunk- und/oder Phonogerät kombinierte Typen, 535 814 auf Schwarz-Weiß-Empfänger und 94 493 auf Farbgeräte. In der Gruppe der phonotechnischen Geräte werden unter anderem folgende Produktionszahlen genannt: 312 161 Plattenspieler, 474 663 Plattenwechsler, 281 667 Tonbandgeräte, 58 530 NF-Verstärker, 649 260 Mikrofone, 144 997 Kopfhörer und 1 680 476 Lautsprecher. Bei Röhren und Halbleitern stehen 83 696 289 Transistoren und sonstigen Halbleitern sowie 46 461 678 Dioden und Gleichrichter nur 14 896 806 Empfänger- und Verstärkerrohren sowie 917 113 Katodenstrahlrohren (einschließlich Bildröhren) gegenüber.

### Lehrgerät zur Fernsehtechnik

Zur Schulung der Radio- und Fernsehtechniker hat die *Leybold-Heraeus GmbH & Co.*, Köln, ein neuartiges Lehrgerät herausgebracht, das alle Service-Einstellungen, Abgleicharbeiten, Messungen sowie auch Fehlerdarstellungen ermöglicht. Das Lehrgerät besteht aus einem funktionsfähigen Fernsehgerät in Form eines kompletten Schaltbildes auf einer Frontplatte (1,4 m × 0,8 m), die auf einem fahrbaren Unter- teil mit Aufbewahrungsmöglichkeit für das Zubehör und die externen Bauplatten montiert ist. Diese externen Bauplatten, die einzelne Schaltstufen (zum Beispiel Bild-Kipp) in stark vergrößerter Darstellung (0,8 m × 0,56 m) enthalten, können seitlich an der Frontplatte bei gleichzeitiger Abschaltung der entsprechenden internen Stufe befestigt werden. An dem weiterhin funktionsfähigen Gerät kann dann mit Steckbauteilen gearbeitet werden.

### Transistoren mit sehr kleiner Rückwirkungskapazität

Bei den neuen Transistoren BF 251 und BF 271 der *SGS Deutschland GmbH* ist es gelungen, die Rückwirkungskapazität auf  $< 0,2 \text{ pF}$  zu reduzieren. Dieser kleine Wert wurde durch ein integriertes Schutzraster erreicht, mit dem die Sockelkapazität nahezu auf Null abgeglichen werden kann. Das Schutzraster ist eine P-dotierte Fläche, die unter der Basiszone (gleichzeitig mit der Basisdiffusion) eindiffundiert wird. Verbindet man diese Fläche über eine dünne Kontakt-Metallschicht mit dem Emitter, so wird die Sockelkapazität in zwei Teile aufgeteilt, die dem Eingang beziehungsweise Ausgang des Transistors parallel liegen und daher in den Abstimmkreis am Eingang und Ausgang der Schaltung mit einbezogen werden können. Durch Verkleinerung der Basisfläche konnte außerdem die Kollektor-Basis-Sperrschichtkapazität verkleinert werden. Während sich der BF 251 wegen seines großen Regelbereichs von  $> 30 \text{ dB}$  besonders gut als Regelverstärker in ZF-Stufen und für VHF-Tunerstufen in Fernsehgeräten eignet, ist der BF 271 für den Einsatz in Videostufen bestimmt.

### Fortschritt in der MOS-Technik

Ausgehend von der MOS-Struktur, hat *Fairchild* den Silizium-Gate-Prozess entwickelt, bei dem an Stelle der Aluminiummetallisierung des Gates polykristallines Silizium als Gate-Elektrode verwendet wird. Durch den neuen Prozess ergibt sich eine niedrige und eng tolerierbare Schwellenspannung, so daß Silizium-Gate-Schaltkreise ohne Pegel- anpassung mit bipolaren DTL- und TTL-Schaltkreisen zu-

sammengeschaltet werden können. Da das Silizium-Gate vor der Drain- und Source-Diffusion aufgebaut wird und somit das Gate als Diffusionsmaske wirkt, tritt eine Minimal-Überlappung von Gate und Drain- beziehungsweise Source-Diffusion auf. Das ergibt wesentlich kleinere Strukturen sowie niedrigere Gegenkopplungskapazitäten und damit erheblich niedrigere Impedanzen und höhere Grenzfrequenzen. Außerdem kann das polykristalline Silizium als zweite Leiter- ebene verwendet werden, so daß für den Entwurf von Schaltkreisen eine größere Freizügigkeit entsteht, die in vielen Fällen eine wesentliche Erhöhung der Schaltkreiskomplexität erlaubt.

### Selbstklebende Bänder und Formteile

Zur Herstellung der Druckvorlagen für gedruckte Schaltungen liefert *Entron* (Deutsche Vertretung: *Neumüller GmbH*, München) selbstklebende Bänder und Formteile. Das Lieferprogramm enthält neben Leitungsbändern und Kontakt- ringen ein umfangreiches Angebot an Anschluß-Formteilen für Transistoren und integrierte Schaltungen in allen üblichen Gehäusen.

### Referenzspannungsquelle mit 0,0025% Genauigkeit

Mit dem Typ „Dial-A-Source“ der *General Resistance Inc.*, New York, steht eine Referenzspannungsquelle mit einer Genauigkeit von 0,0025% zur Verfügung. Diese hohe Genauigkeit wird durch eine künstlich gealterte, sorgfältig ausgesuchte, hochstabile Referenz-Z-Diode, einen nachgeschalteten präzisen Kelvin-Varley-Spannungsteiler und einen chopperstabilisierten Operationsverstärker erreicht, der auch für eine Ausgangsimpedanz von  $50 \mu\text{Ohm}$  sorgt. Die Ausgangsspannung ist im Bereich bis 1 V in Schritten von  $1 \mu\text{V}$  und im Bereich bis 10 V in Schritten von  $10 \mu\text{V}$  einstellbar. Der Ausgang ist kurzschlußsicher und kann mit maximal 25 mA belastet werden. Mit dem zusätzlichen Adapter „Dial-An-Amp“ läßt sich das Gerät auch als Konstantstromquelle von 1 nA bis 25 mA verwenden.

### Logarithmisch-periodische Antenne „APX-1293“

Zur Verwendung in Breitband-Diversity-Anlagen, und zwar bei horizontaler und vertikaler Polarisation, eignet sich die von der *American Electronic Laboratories Inc.*, Lansdale, Pa., USA, entwickelte logarithmisch-periodische Antenne „APX-1293“, deren Frequenzbereich 1...12,4 GHz ist. Der Antennengewinn ist 7 dB, das Stehwellenverhältnis kleiner als 2,5. Typische Anwendungsbeispiele sind Peil- und Überwachungsanlagen.

### Erstes elektronisches Fernamt in Australien

In Sydney wird die erste elektronische Fernvermittlungszentrale Australiens gebaut. Die in Belgien entwickelte, computergesteuerte Anlage soll den ersten Schritt im elektronischen Ausbau des Selbstwählnetzes bilden und später auch in Australien gefertigt werden.

### Datenverarbeitung im Schulunterricht

Der Bayerische Landtag hat beschlossen, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, „Informatik“ (Einführung in die Funktion und Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen) als neues Lehrfach einzuführen. Es ist zunächst als Wahlfach bei allen Gymnasien, Realschulen sowie Handels- und Wirtschaftsaufbauschulen vorgesehen. Auf Veranlassung des Bayerischen Kultusministeriums veranstaltete *Siemens* vor kurzem für 25 Seminarleiter den ersten fünftägigen Kursus für diesen Themenbereich.

### Schüler lernen elektronisch rechnen

Die vereinigten kaufmännischen Lehranstalten in Böblingen bei Stuttgart, die aus dem Wirtschaftsgymnasium, der Wirtschaftsschule sowie der kaufmännischen Berufsschule bestehen, haben einen Rechenmaschinenraum eingerichtet und mit 36 druckenden Elektronik-Tischrechnern „RASE 4/30-3“ von *Olympia* ausgestattet. Für diese Maschine wurde von der Schule und dem Herstellerwerk gemeinsam ein auf die neuen Erfordernisse zugeschnittenes Unterrichtsprogramm entwickelt.

Unter  
diesem  
Zeichen  
tut  
sich  
was

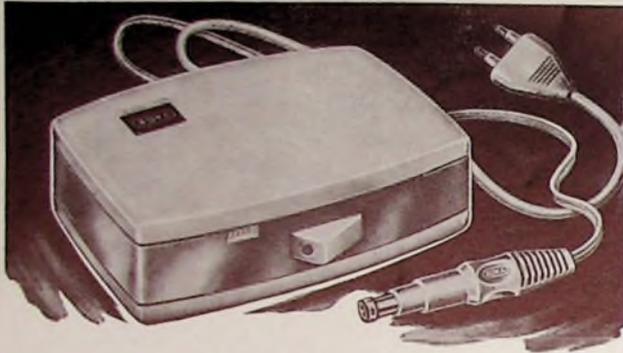


F 036

... eine Demonstration der Höchstleistungen



KATHREIN Werke · Antennen · Elektronik · 82 Rosenheim 2 · Postfach · Telefon 08031/8051



### VDE-Prüfungen gelten für EWG-Länder

Für deutsche Elektrogeräte mit dem VDE-Zeichen besteht nach einem jetzt abgeschlossenen Abkommen die Aussicht, daß sie in allen Ländern der EWG ohne weitere Prüfung verkauft werden dürfen. Die in allen EWG-Ländern aus privater Initiative entstandenen Prüfstellen sind übereingekommen, gleiche Prüfvoraussetzungen zu schaffen. Auf einigen wichtigen Gebieten wie Post und Raumfahrt bestehen Sonderverträge.

### 25000. Waggon im Grundig-Versandbahnhof abgefertigt

Knapp dreieinhalb Jahre nach Einweihung des Versandbahnhofs der Grundig-Werke in Nürnberg-Dutzensteich, der mit einem rationalen Fertigwarenager verbunden ist, konnte dort der 25000. Eisenbahnwagen abgefertigt werden. Vom Grundig-Versandbahnhof werden die Erzeugnisse der Grundig-Gruppe in 128 Länder der Erde per Bahn, LKW, See- und Luftfracht befördert. Hiervon entfällt ein besonders hoher Anteil auf die Deutsche Bundesbahn. Fast alle produzierenden Werke - wie auch die Vertriebsgesellschaften - haben einen eigenen Gleisanschluß.

### Technische Büros der Philips Elektronik Industrie GmbH

Nach Zusammenfassung der Philips-Geschäftsbereiche Audio-Video-Technik und Industrie-Elektronik in der Philips Elektronik Industrie GmbH, Hamburg, wurden auch die Technischen Büros in acht Städten der Bundesrepublik (Hamburg, Hannover, Düsseldorf, Dortmund, Frankfurt a. M., Mannheim, Fellbach b. Stuttgart und München) und in West-Berlin zusammengelegt. In Bremen, Bielefeld, Köln und Nürnberg bestehen Zweigbüros. In allen Technischen Büros und zum Teil auch in den Zweigbüros werden Service-Werkstätten unterhalten. Die Haupt-Service-Werkstatt für den Gesamtbereich befindet sich in Hamburg-Fuhlsbüttel, Röntgenstraße.

### Vertriebsabkommen zwischen Motorola und Nikko Electric

Die Motorola Automotive Products Inc., ein Tochterunternehmen der Motorola Inc., und die Nikko Electric Industry Co. Ltd., Tokio, haben ein gegenseitiges Vertriebsabkommen getroffen. Motorola wird den Vertrieb und die Wartung für Starter von Nikko übernehmen, während Nikko den Vertrieb und die Wartung für Drehstromlichtmaschinen, Drehzahlmesser und Stundenzähler von Motorola durchführen wird.

### 5. Internationale Tagung über elektrische Kontakte

Der wissenschaftliche Ausschuß des VDE, Fachgruppe Kontaktverhalten und Schalten, führt im Auftrag der Advisory Group for International on Electric Contact Phenomena vom 4.-9. Mai 1970 in München die 5. Internationale Tagung über elektrische Kontakte durch. Auf dieser Tagung werden in Übersichts- und Fachvorträgen neue grundlegende Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung auf allen Gebieten des Kontaktverhaltens und Schaltens vorgetragen. Anfragen sind an das Organisationsbüro ITK, 8 München 19, Waisenhausstraße 4, zu richten.

### Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik

Von den Fachverbänden 14 (Rundfunk und Fernsehen), 26 (Phonotechnik) und 31 (Datentechnik) im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI) ist eine „Arbeitsgemeinschaft Unterrichtstechnik“ gegründet worden, um den Einsatz von Geräten und Einrichtungen der Fernseh-, Phono- und Datentechnik im Unterricht zu fördern, Gespräche mit Pädagogen, mit Ministerien in Bund und Ländern, mit den Gewerkschaften und Institutionen der Erwachsenenbildung einzuleiten und in Gang zu halten sowie den Kontakt mit der Öffentlichkeit zu pflegen. Der schon seit 1968 bestehende Arbeitskreis Unterrichtstechnik (AKUT) wird seine Aufgabe als technische Kommission dieser Arbeitsgemeinschaft auch weiterhin wahrnehmen. Zum Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft wurde Heinz Ritter (BASF) gewählt. Geschäftsführer ist Diplom-Kaufmann Kurt Hoche.

### Lehrgänge der Technischen Vereinigung Gauss

Die Technische Vereinigung Gauss führt im Januar 1970 unter anderem die Lehrgänge „Transistortechnik II“ (Beginn 7.1.1970, 17.30 Uhr, 8 Doppelstunden) und „Elektronik für technische Berufe“ (Beginn 6.1.1970, 19 Uhr, 10 Abende) durch. Anmeldungen und Anfragen sind an L. Bürth, 1 Berlin 41, Rubensstr. 40, Telefon 8 51 91 40, zu richten.

## ROKA TRANSISTOR-NETZTEIL

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



8 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteil an fast jedes Kofferradio u. Cassettentonbandgerät

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 6 98 60 36 · TELEX 018 3057

FUNK-TECHNIK

stets griffbereit

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

### • Sammelmappen

mit Stabeinhängesvorrichtung

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 d. Sammelmappe 8,30 DM zuzügl. Versandkosten (Berlin: 1 Sammelmappe 44 Pf., bis 4 Sammelmappen 1,11 DM; Bundesgebiet: bis 4 Sammelmappen 1,11 DM)

Preis d. Einbanddecke: 6,50 DM zuzügl. Versandkosten (Berlin: 1 Einbanddecke 33 Pf., bis 5 Einbanddecken 44 Pf., bis 10 Einbanddecken 1,11 DM; Bundesgebiet: bis 2 Einbanddecken 1,— DM, bis 10 Einbanddecken 1,11 DM)

Sämtliche Preisangaben einschließlich 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



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

W. NESTEL

## Einige Zukunftsaspekte der Nachrichten- und Informationstechnik

Wer sich um das Verständnis der Zukunft bemüht, muß die Gegenwart kennen. Die Gegenwart wiederum ist Produkt der Vergangenheit. Bevor ich einiges über die Zukunft der Nachrichten- und Informationstechnik, speziell in unserem Lande, ausführen werde, will ich daher kurz an einige Fakten der Vergangenheit erinnern. Fakten, die bei der gegenwärtig heißen Diskussion im Lande über den Stand unserer ganzen Technik im Vergleich zu dem der fortgeschrittensten Industrieländer nicht immer voll berücksichtigt werden.

Als Ausgangspunkt will ich das Jahr 1932 wählen. Trotz des verlorenen ersten Weltkrieges standen Forschung und Entwicklung in unserem Land damals in hohem Ansehen. Der Stand der Technik konnte sich mit dem in jedem anderen Land, einschließlich der USA, in jeder Hinsicht — ganz speziell aber auf unserem Gebiet Elektrotechnik und Nachrichtentechnik — messen.

Dann kam 1933 die Welle der Emigration — für Forschung und Entwicklung ein Verlust von einigen hundert sehr guten Wissenschaftlern. Der Abgang bei uns ist dem Ausland zugute gekommen. Später, 1936 bis 1945, wurde die gesamte Forschungs- und Entwicklungskapazität durch Verteidigungsaufgaben voll beansprucht. Entsprechend dem weit größeren Menschenreservoir in den USA und im britischen Commonwealth und ohne Benachteiligung durch einen totalen staatlichen Dirigismus führte das im Ausland nicht zu so völligem Stillstand allen Fortschritts auf dem zivilen Sektor wie bei uns. Dadurch ergab sich eine weitere Verschiebung des Gleichgewichts zwischen dem Ausland und Deutschland.

Es folgten dann die entscheidenden Jahre von 1945 bis 1955. Im Ausland wurden die Kriegsentwicklungen mit voller Kraft und voller Kapazität in zivile Anwendungen umgewandelt und Großforschungsprojekte in Angriff genommen. Letzter Ausdruck dieser Haltung: die Landung auf dem Mond.

In Deutschland kam es zum Verbot der Forschung auf vielen Gebieten. Die deutsche Situation war deprimierend: die besten Jahrgänge der Bevölkerung unvorstellbar dezimiert; Fabriken und Laboratorien zerstört und demantiert; alle Patente weggenommen; alles auf den Stand Null reduziert. Kleinste Umsätze, kleinste Gewinne, die dann noch durch die Währungsreform ausgelöscht wurden, haben seinerzeit nur ein Minimum an Entwicklung, nicht aber einen Neubeginn in der Forschung ermöglicht.

Dann kommt der Zeitabschnitt von 1955 bis heute, also von — ich möchte sagen — „nur“ 14 Jahren. Die günstigere Wirtschaftslage erlaubt es der Industrie, sehr viel mehr für Forschung und Entwicklung zu tun als zuvor. Selbstverständlich aber ist der Standard der durch Krieg und Nachkriegseinflüsse sehr viel weniger beeinträchtigten Länder nicht in einer Stufe zu erreichen. Die mit dem Wachsen der Industrie mitwachsenden Steuereinnahmen von Bund und Ländern ermöglichen es auch dem Staat, den Finanzaufwand für die Wissenschaftsförderung stetig zu erhöhen. Es ist nicht übertrieben optimistisch, zu erwarten, daß die Bundesrepublik befriedigende Relationen zum Forschungs- und Entwicklungsaufwand in den heute noch vor ihr liegenden westlichen Industrieländern erreichen wird. Für die Zukunft müssen wir auf Grund der rapide anwachsenden Bevölkerung, des infolge Rationalisierung und Mechanisierung steigenden Lebensstandards und der zu künftigen Wirtschaftspotentiale der Entwicklungsländer ganz und gar allgemein mit einem über die Zeit be-

trachtet überproportionalen Wachstum der elektrotechnischen Anwendungen rechnen. Ohne Einschränkung können wir diese Aussage auf die Nachrichten- und Informationstechnik übertragen.

Entgegen früheren Annahmen wird das Interesse an der Tontechnik noch zunehmen. Schallplatte und Tonband, das letzte mit der gerade einsetzenden Kassetten-technik, helfen mit, das Interesse an der Tontechnik auf den Rang zu heben, der ihr gebührt. Für die Mitte der 70er Jahre können wir mit einer Mittelwellenkonferenz rechnen, die Ordnung in das gegenwärtige Wellenchaos der Mittelwelle und hoffentlich auch in den Kurzwellenbereich bringen wird. Das Farbfernsehen wird sich, spätestens in 10 Jahren, weltweit durchgesetzt haben. Zweisprachen- und Viersprachen-Fernsehen befinden sich in der Diskussion. Fernsehgeräte werden eines Tages neben dem üblichen Programmablauf durch ein Zusatzgerät eine Zeilung ins Haus bringen. Bildbandgeräte, auch für Farbaufzeichnung und -wiedergabe, werden bald eine ähnliche Rolle spielen wie jetzt die Tonbandgeräte. Auch die Bildplatte wird sich durchsetzen.

Der schon so oft zitierte flache Bildschirm an der Wand wird in Zukunft sicher zu realisieren sein. Ob er wirtschaftlich ist, ob er ein ebenso scharfes und brillantes Bild liefern wird, wie die dann weiter verbesserten, noch helleren und in der Tiefenausdehnung verringerten Bildröhren, ist heute schwer abzuschätzen. Von den vielen weiteren Vorschlägen für andersartige Bildröhrenkonstruktionen erwarte ich in absehbarer Zeit keine radikale Änderung der Bauweise oder des Aussehens der Fernsehempfänger.

Ebenso skeptisch bin ich angesichts der Frage, ob sich ein Sterefernsehen durchsetzen wird. Technisch realisierbar ist es sicher. Meine Skepsis beruht auf der Erfahrung, daß das räumliche Sehen in der Fotografie und der Kameratechnik sich nicht durchsetzen konnte, obwohl die technischen Voraussetzungen hierfür schon seit vielen Jahren perfekt erfüllt sind.

Im schulischen und außerschulischen Unterricht wird das Fernsehgerät in Kombination mit Fernsehkonserven-Abspielgeräten eine zunehmende Verbreitung finden. Hinzu werden Geräte zur Darbietung von programmiertem Unterricht und rechnerunterstütztem Unterricht kommen. Wir sollten wünschen, daß von den hier für den Unterricht gebotenen großen Möglichkeiten schon bald und planmäßig Gebrauch gemacht wird. In Anbetracht des bereits jetzt zu vermittelnden umfangreichen Lehrstoffes, der von Jahr zu Jahr weiter wächst, eröffnet nur die weitgehende Nutzung der angeedeuteten Technik die Aussicht darauf, die Lehraufgabe des schulischen und außerschulischen Bereiches erfolgreich zu lösen.

Es wird eines Tages sicher mehr als die heutigen drei Fernsehprogramme geben — entweder durch Ausnutzung der dem Fernsehen gehörenden und noch nicht belegten Wellen oder über das Kabelfernsehen oder über direkt zu empfangende Satellitenübertragungen oder über das 12-GHz-Band. Dabei werden auch Programmverteiler-Satelliten eine wichtige Rolle spielen. Das sind Fernseh-satelliten, die eine jederzeit verfügbare Verbindung der Programmstudios untereinander gewährleisten. Sie sind also nicht zum direkten Empfang beim Fernsehteilnehmer bestimmt. Für das deutsch-französische Gemeinschaftsprojekt „Symphonie“ bauen wir zur Zeit in einem Konsortium zwei derartige Verteilersatelliten. Sie werden entscheidend die Möglichkeiten verbessern, den Fernsehprogrammen Aktualitäten zuzuführen und den Programmaustausch zwischen den Programm-Organisationen so freizügig wie nur denkbar zu machen. Die Rundfunkgesellschaften haben jetzt begonnen, ihren Programmablauf durch elektronische Rechner

Gekürzte Fassung eines Vortrages von Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Werner Nestel anlässlich des Technischen Presse-Colloquiums der Firma AEG-Telefunken am 22. Oktober 1969 in Heilbronn.

weitgehend zu automatisieren und sich damit für zukünftige Mehrleistungen zu rüsten.

In der Fernsprachtechnik rechnen wir mit einem über die Zeit gesehen überproportionalen Anwachsen der Anzahl der Gespräche. Damit wächst der Bedarf an Übertragungskanaln. Hier ist aber kein Engpaß zu erwarten. Über eine Richtfunkstrecke lassen sich zur Zeit 1800 Gespräche gleichzeitig abwickeln. Neue Frequenzbereiche, zum Beispiel die cm-Wellen, werden erhebliche Steigerungen gegenüber dieser Zahl ermöglichen. Über Kabel werden heute in einem Koaxialleiter bereits bis zu 2700 Gespräche geführt. Eine Erhöhung dieser Kapazität auf 10000 Kanäle ist vorbereitet. Die schon weitgehend erschlossene Hohlleitertechnik erlaubt 40000, später sogar 100000 Gespräche in einer Tube. Laserstrahlen in beliebig flexiblen Glasfaser-Lichtleitern ergeben ebenso große, bei Bedarf sogar noch viel größere Bündelzahlen.

Die bisher fast ausschließlich benutzte Analog-Übertragungstechnik ist in der Ausnutzung des Frequenzspektrums optimal, erfordert aber besondere Sorgfalt im Verhältnis Nutzsignal zu Störsignal. Die Verfügbarkeit sehr breiter Frequenzbänder läßt eine großzügigere Benutzung des Frequenzspektrums zu und damit eine größere Freiheit im Verhältnis Nutzsignal zu Störsignal. Die Umwandlung der Analogsignale in digitale Form und das Übertragungsverfahren der Pulscode-Modulation (PCM) sind die gegebenen Voraussetzungen. Erste Anwendungen sind für Nah- und Bezirksverkehr eingeführt. PCM — als Ergänzung, nicht als Verdrängung der bisherigen Technik — wird sich sicher auf vielen Gebieten durchsetzen.

Die Verwendbarkeit derart hoher Kanalzahlen für die Übertragungstechnik wird erst voll ausgenutzt, wenn das Fernsehtelefon verwirklicht wird. Gespräche über das Fernsehtelefon, das — wie ich hoffe — in nicht zu ferner Zukunft eingeführt wird, ermöglichen einen umfassenderen und intensiveren Informationsaustausch. Er kommt nicht nur dadurch zustande, daß man sich gegenseitig sieht; vielmehr kann man zum Beispiel auch die eigenen Ausführungen durch das Zeichnen von Kurven, durch die Vorlage von Schriftstücken und anderem Material verdeutlichen.

Zwei weitere Betriebsarten des Telefons werden sich weiter durchsetzen beziehungsweise einführen: das Autotelefon und das Flugzeugtelefon. Während das erste mit Erfolg in der Praxis eingeführt ist, kann das zweite bereits nach dem jetzigen Stand der Technik realisiert werden. Bei dem jetzt einsetzenden Massenluftverkehr kann dessen Einführung meines Erachtens nicht mehr in die ferne Zukunft verschoben werden.

Die Technik der schnellen Datenübertragung steht erst am Anfang ihres praktischen Einsatzes. Die Übertragungsraten werden sich ganz beträchtlich erhöhen. Diese Entwicklung wird durch die sich fortschreitende schnelle Ausweitung der Datenverarbeitungssysteme, insbesondere der Time-Sharing-Rechner, beschleunigt. Auch der zunehmende Verkehr von Rechnern untereinander erfordert immer breiterbandige Datenübertragung. Die Rechner sind gerade dabei, sich mit den Datenbanken ein neues Einsatzfeld zu erschließen. Datenbanken werden die zur Zeit bereits nicht mehr bestehende Transparenz auf vielen Gebieten der Technik und des täglichen Lebens wiederherstellen. Zwei gute, bereits realisierte Beispiele sind die Datenbank der Chemie, die Angaben über alle veröffentlichten chemischen Substanzen enthält, und der Dokumentationsring der Elektrotechnik, der ähnliches im Bereich unserer Industrie bietet. Ein sehr umfangreiches Projekt, die Warenkatalogisierung für die gesamte deutsche Wirtschaft, wird zur Zeit auf Veranlassung des Bundeswirtschaftsministeriums in Angriff genommen.

In der Datenverarbeitung ist sich die Fachwelt über den erwarteten Entwicklungstrend zu ganz großen und zu kleinen Rechnern einig. Während heute die Typenverteilung von kleinen über mittlere zu großen Rechnern etwa einer Gaußschen Glockenkurve entspricht, wird für die Zukunft von einer Kurve mit zwei Höckern gesprochen: einem bei kleinen Rechnern, die immer mehr Einzweckaufgaben übernehmen, und einem bei großen Rechnern mit Viellochzugriff (Time-Sharing). Viele Rechnerinteressenten, für die sich ein eigener Rechner nicht oder noch nicht lohnt, können über Leitungen an große, zentrale Rechner angeschlossen werden (hierfür wurde beispielsweise auch die Deutsche Datel GmbH gegründet) und können sich so alle Dienste der Datenverarbeitung zugänglich machen. Ebenso wesentlich für die Praxis wie die diskutierte Steigerung der Verarbeitungsgeschwindigkeit bei Rechnern zwischen den Faktoren 10 bis 100 im nächsten Jahrzehnt scheint mir die zunehmende Integration der Datenverarbeitungsanlagen in automatische Datenerfassungssysteme zu sein. Schrift- und Spracherkennung werden hier zu wesentlicher Bedeutung gelangen. Bei der Schrifterkennung ist schon ein guter Stand erreicht. Dagegen bleibt die Spracherkennung noch immer problematisch. Von der Biologie wird angesichts des anwachsenden Umlanges der Forschung auf diesem Gebiet eine befruchtende Unterstützung bei der Lösung vieler Forschungsaufgaben in der Datenverarbeitung erhofft.

Ein anderes wichtiges Arbeitsgebiet im Sinne der Vorausschau in die Zukunft ist das Messen, Regeln und Steuern im Verkehr. Diese technischen Disziplinen sind die Grundlagen des in den kommenden zehn Jahren zu erwartenden weiteren umfassenden Vordringens der Automation. Die Nachrichten- und Informationstechnik wird allen Gebieten des Verkehrs in ähnlicher Weise zur Automation verhelfen wie die Energietechnik. Der Verkehr zu Wasser, in der Luft und auf dem Lande — hier auf der Straße und auf der Schiene — wächst ständig im Volumen und in den Geschwindigkeiten. Es ist darum dringend notwendig, die Mittel der Nachrichten- und Informationstechnik in vielfältigster Weise zur Begrenzung und Verringerung der wachsenden Gefahren im Verkehr zu nutzen.

Die Luftraumüberwachung naht sich infolge der rasch steigenden Anzahl der Flugzeuge und im Hinblick auf Überschallgeschwindigkeiten, auch im zivilen Luftverkehr, einer kritischen Schwelle: der drohenden Überforderung der Linsen. Nur der mutige Schritt zu weitgehender Automation kann die Zukunft sichern. Automatisierte Systeme müssen alle einigermaßen normalen Situationen verarbeiten und nur nach einige wenige, kritische Lageentwicklungen dem Linsen zur Entscheidung zuführen. Der technische Weg hierfür, unter weitgehender Benutzung von Rechnern und geeigneten Radargeräten, zeichnet sich ab. Auch die in naher Zukunft zu erwartende Einbeziehung mittlerer Städte in das Luftverkehrsnetz muß bei der Automalisierung der Flugsicherung berücksichtigt werden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse im Schiffsverkehr. Die Automalisierung steht auch hier im Vordergrund der neueren Entwicklungen. Sie wird beispielsweise auf den großen Einheiten einen Ein-Schicht-Betrieb an Stelle der bisherigen drei Schichten ermöglichen.

Eine einschneidende Umstellung zu elektronischem Messen, Regeln, Steuern und Rechnen ist auch im schienengebundenen Verkehr im Gange. Es gilt, mit dem größeren Verkehrsvolumen und den höheren Geschwindigkeiten fertig zu werden.

Auf der Straße, insbesondere der Autobahn, würde ich mir wünschen, daß ich über meinen Rundfunkempfänger rechtzeitig gewarnt würde, wenn im Abschnitt vor mir eine Stauung aufgetreten ist, und daß man mir erklärt, ob ich weiterfahren kann oder ob ich eine Umleitung benutzen soll. Ganz allgemein muß gesagt werden, daß Elektronik und Nachrichtentechnik bisher für den Straßenverkehr in viel geringerem Umfang ausgenutzt werden als für die anderen Verkehrswege Schiene, Wasser und Luft. Deshalb rechne ich in Zukunft mit einer Reihe von neuen elektronischen und nachrichtentechnischen Verfahren als Hilfen für die Erhöhung von Sicherheit und Flüssigkeit des Straßenverkehrs.

Alle Geräte der Nachrichten- und Informationstechnik sind in ganz besonderem Maß von der Verfügbarkeit modernster Bauelemente abhängig. Wie in der Vergangenheit, so ist auch in der Zukunft auf diesem Gebiet besondere Wachsamkeit notwendig. Ein Vorsprung irgendeines Landes auf einem Teilgebiet muß in kürzester Frist aufgeholt werden, wenn nicht weitgehende Auswirkungen auf den Stand der Technik eintreten sollen. Als man in Amerika in der Mikro-Miniaturisierung einen Vorsprung gewonnen hatte, mußten wir uns mit großer Anstrengung dieses Gebiet in kürzester Zeit erschließen. Das wurde wohl voll und ganz geschafft, aber nur, wenn wir auch in Zukunft die entsprechenden Anstrengungen machen, kann diese Position gehalten werden. Der Vergleich der Abmessungen der heutigen elektronischen Bauelemente mit den menschlichen Gehirnzellen läßt noch Fortschritte um Größenordnungen erwarten.

Da zukünftige elektronische Systeme immer mehr Bauelemente umfassen werden, ist eine stete Erhöhung des Zuverlässigkeitsgrades ganz entscheidend. Auch aus der protokollierten Fertigung unserer Bauelemente für die acht Satelliten, an denen wir zur Zeit mitbeteiligt sind, lernen wir viel hierüber.

Einige Voraussetzungen sind ferner unabhängig, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Wir brauchen eine vergleichbare Größe unseres Marktes; sie ist durch ein politisches und wirtschaftlich geeintes Europa zu schaffen. Wir brauchen ein europäisches Gesellschaftsrecht und ein europäisches Patentrecht. Wir brauchen gut ausgebildeten Nachwuchs in großer Anzahl und müssen hierfür eine erfolgreiche Realisierung der viel diskutierten Hochschulreform erwarten. Wir müssen kürzere Studienzeiten erreichen, um die jungen Wissenschaftler in ihren besten Jahren bei uns zu haben. Sie müssen sich dann im Laufe ihres Berufsweges noch oft weiterbilden und umstellen. Die Bereitschaft hierzu ist wichtiger als ein noch so hielgehendes Spezialistentum. Bei der Bildung von Schwerpunkten für die Ausbildung von Spezialisten muß versucht werden, an einen postzyklischen Bedarf in zehn Jahren zu denken. Wir müssen zu noch engerer und vorurteilsfreier Zusammenarbeit zwischen Staat—Politik—Wissenschaft und Industrie kommen, um alle verfügbaren Kräfte optimal in Richtung auf das gemeinsame Ziel, den Fortschritt, auszunutzen. Das Land, das diese Voraussetzungen schafft, wird für seine Zukunftsentwicklung die besten Aussichten haben.

# Anschluß von Videobandgeräten an Fernsehempfänger

## 1. Problemstellung

Mit der Entwicklung von Videobandgeräten für den halbkommerziellen Einsatz und für den Heimgebrauch mußte auch eine Anschlußmöglichkeit an Fernsehempfänger geschaffen werden. Man ist zunächst geneigt, eine Parallele zum Tonbandgeräteanschluß zu ziehen. Die Art des Signals und die unterschiedliche Empfängertechnik erfordern jedoch ganz andere Lösungswege.

Im Gegensatz zum NF-Signal, das den Bereich von 30 Hz bis 15 kHz umfaßt, reicht das Videosignal von 0 Hz (Gleichspannung) bis über 5 MHz. Der Frequenzumfang reicht also von Niederfrequenz über Lang- und Mittelwelle bis zur Kurzwelle. Eine nichtabgeschirmte Verbindungsleitung zwischen Videobandgerät und Fernsehgerät wäre zwar die einfachste Lösung, sie kommt jedoch wegen ihrer Störanfälligkeit nicht in Frage. Stark einfallende Sender der genannten Bereiche könnten nämlich erhebliche Spannungen auf der wie eine Empfangsantenne wirkenden Leitung hervorrufen, die sowohl bei Aufnahme als auch bei Wiedergabe stark stören. Viel unangenehmer wäre jedoch, daß die unabgeschirmte Leitung als Sendenantenne für das vom Fernsehgerät beziehungsweise vom Band kommende Videosignal (bis  $1 V_{SS}$ ) wirkt und dadurch in den Rundfunkbereichen unzulässig hohe Störspannungen abgestrahlt werden. Daraus folgt, daß die Übertragungsleitung unbedingt abgeschirmt sein muß.

Abgeschirmte koaxiale Leitungen haben einen Wellenwiderstand, der gleich der Wurzel des Quotienten aus der stetig verteilten Induktivität und der stetig verteilten Kapazität ist. Er liegt meist in der Größenordnung von 100 Ohm. Um ein breites Frequenzband ohne lineare Verzerrungen und Reflexionen auf einer Leitung zu übertragen, ist der Abschluß mit dem Wellenwiderstand am Ein- und Ausgang erforderlich (Bild 1).

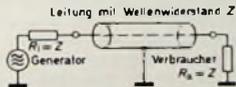


Bild 1. Anpassung einer koaxialen Leitung

Wird diese Bedingung nicht eingehalten, dann entstehen bei Leitungen, deren Laufzeit größer ist als die Periodendauer der höchsten zu übertragenden Frequenz (hier  $200 \text{ ns} \approx 5 \text{ MHz}$ ), störende Reflexionen. Die meist kapazitive Belastung von kürzeren Leitungen führt zu Frequenzgangverzerrungen.

In der Studioteknik ist die Verwendung von 75-Ohm-Leitungen genormt. Dieser Standard wurde auch für die halbkommerzielle und die Heimgerätekategorie übernommen. Das gilt auch für den Signalpegel von  $1 V_{SS}$ . Dieser relativ

Ing. Peter Brägas ist Leiter der Elektronik-Entwicklung der Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim.

hohe Pegel ist zum Erreichen eines ausreichenden Rauschabstands in den breitbandigen Verstärkern erforderlich.

Da der Innenwiderstand der Spannungsquelle gleich dem Wellenwiderstand sein muß, tritt eine Spannungsteilung auf. Die Ursprungsspannung des Generators muß also gleich der doppelten Leitungsspan-

sistor T1 beim Weißwert und einem geschätzten Tastverhältnis von 0,8 maximal etwa 140 mW erreichen:

$$P_V = U_{CE} \cdot (I_{ES} + I_{RE}) \cdot 0,8 = (12 - 2) \cdot (13,3 + 4) \cdot 0,8 \approx 0,14 \text{ W}$$

Die weitaus meisten Fernsehempfänger sind schaltungstechnisch galvanisch mit

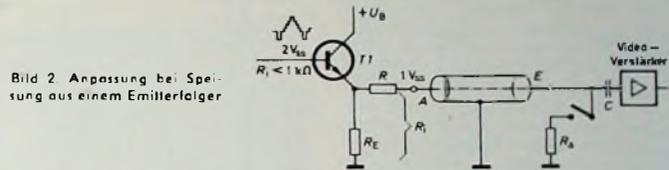


Bild 2. Anpassung bei Speisung aus einem Emitterfolger

nung sein. Bild 2 zeigt ein entsprechendes Beispiel. Der Transistor T1 ist als Emitterfolger geschaltet. Infolge seines Stromverstärkungsfaktors von  $\beta > 100$  erscheint als Ansteuerwiderstand am Emitter nur wenige Ohm. Um auf den gewünschten Generatorwiderstand  $R_1$  von 75 Ohm an der Ausgangsklemme A zu kommen, schaltet man den Widerstand R (meist 68 Ohm) zwischen Emitter und A. Der Widerstand  $R_E$  übernimmt den Emitterstrom bei leerlaufendem Ausgang.

Beim tiefsten Wert der Signalspannung (Synchrongrund) sollte der Emitterfolger noch nicht gesperrt sein, da er sonst hochohmig würde. Der Reststrom erzeugt natürlich eine Restspannung. Um diese vom Videoverstärker fernzuhalten, ist der Kondensator C in den Leitungszug geschaltet. Eine im Videoverstärker enthaltene Klemmschaltung führt den Gleichspannungswert wieder ein. Natürlich liegt der Kondensator C von der Eingangsklemme E aus gesehen hinter dem 75-Ohm-Widerstand  $R_A$ , da seine Kapazität sonst sehr groß sein müßte. Der höchste Strom durch den Emitterfolger tritt beim Weißwert ( $> 2 \text{ V}$  am Emitter) auf. Er errechnet sich zu

$$I_{ES} = \frac{U_{ES}}{R_1 + R_A} = \frac{2}{150} = 13,3 \cdot 10^{-3} = 13,3 \text{ mA}$$

Hinzu kommt der Strom durch  $R_E$  (zum Beispiel 560 Ohm) von etwa 4 mA. Bei einer Betriebsspannung von  $U_B = 12 \text{ V}$  kann die Verlustleistung  $P_V$  im Tran-

dem Netz verbunden Wegen der Berührungsfahr ist eine geeignete Trennung des Videosignals und des ebenfalls erforderlichen Tonsignals vom Netz notwendig. Für Spannung und Anpassung des Tonsignals lehnt man sich der Einfachheit halber an die Tonbandnorm DIN 45 511 an.

Über die möglichen Ausführungsformen der Aus- und Einkopplung in Fernsehgeräten wird im folgenden berichtet.

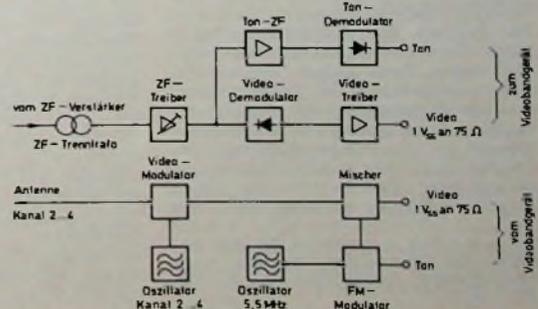
## 2. Anschlußtechnik

### 2.1. Aus- und Einkopplung auf dem HF-Weg

Mit der im Blockschaltbild (Bild 3) dargestellten Anordnung nimmt man die Netztrennung im Auskoppelzweig durch den ZF-Trenntrafo und im Einkoppelzweig durch die Antennentrennkondensatoren im Empfänger vor. An einer geeigneten Stelle des ZF-Verstärkers schließt man den ZF-Trenntrafo des Adapters an. Im Adapter ist die gesamte ZF-Demodulation enthalten. An den Ausgängen stehen dann Bild und Ton zur Verfügung. Der Einkoppelzweig stellt einen kleinen Fernsehsender dar, der auf die Kanäle 2, 3 oder 4 im Bereich I abstimbar ist.

Diese Lösung ist sehr universell. Sie kann bei praktisch allen auf dem Markt befindlichen Fernsehempfängern angewendet werden. Nachteilig ist die Gefahr der Verstimmung des ZF-Teils durch den ZF-Trenntrafo sowie der erhöhte Bedienungsaufwand. Bei Wiedergabe vom Videobandgerät muß ja auch

Bild 3. Blockschaltung für Videosignalauskopplung in ZF-Lage und Videoeinkopplung in HF-Lage





daß ein Netztrenntransformator erforderlich ist. Das von Gleichspannung bis 5 MHz reichende Videosignal kann man natürlich nicht mit einem normalen Transformator übertragen. Bei der Übertragung eines Gleichspannungswertes würde der Magnetisierungsstrom ständig wachsen. Man kann das Signal daher nur für einen begrenzten Zeitraum übertragen. Dann muß das durch den Magnetisierungsstrom aufgebaute Magnetfeld wieder abgebaut werden. Das Feld kann um so schneller abgebaut werden, je höher die Spannung während dieses Zeitraumes werden darf. In einem ausgeführten Aufbau (Bild 6) betrug die Spannung an R5 bei einem Videosignal von  $1 V_{AS}$  maximal  $60 V_{SS}$ . Je kleiner nun der Transformator VT werden soll, um so kürzer müssen dann die Intervalle gewählt werden, während derer sich das Magnetfeld aufbauen kann. Als kleinstes Intervall bietet sich die Zeilenlänge an. Damit kommt man zu brauchbaren Abmessungen des Transformators.

Der Aufbau des Videotransformators VT wird dadurch möglich, daß während des Zeilensynchronimpulses keine Information zu übertragen werden braucht. Dieser Zeitraum von  $4 \mu s$  wird benutzt, um die im Magnetfeld gespeicherte Energie als Wärme im Widerstand R5 abzubauen. Zu Beginn jeder Zeile steht damit der Videotransformator im feldfreien Zustand zur Verfügung.

Normalerweise sind die als Schalter arbeitenden Transistoren T1 und T2 infolge der Basisspannungsteiler R1, R2 beziehungsweise R3, R4 leitend. Das Videosignal wird dem Fernsehgerät entnommen und über den Verstärker V1 auf die Primärwicklung des Videotransformators VT gegeben. Als Transformator verwendet man in der Praxis einen Ringkernübertrager aus einem geeigneten Ferritmaterial, wobei die Primär- und Sekundärwicklung zwecks auch bei höchsten Frequenzen guter Kopplung übereinander gewickelt sind. Über den Impulsformator IT wird ein  $4 \mu s$  breiter Sperrimpuls an die Transistoren T1 und T2 gegeben. Dieser Impuls wird im Generator G erzeugt, der vom Zeilentransformator des Fernsehempfängers getriggert ist. Die Sekundärwicklung des Videotransformators steuert den Verstärker V2, an dessen Ausgang das Videosignal mit genormtem Pegel zur Verfügung steht. Wichtig ist, daß der Verstärker V1, der Spannungsteiler R1, R2 und der Generator G vom Netzteil des Fernsehempfängers versorgt werden, während der Verstärker V2 und der Spannungsteiler R3, R4 entweder vom Videobandgerät oder aus einer eigenen Spannungsquelle gespeist werden können. Damit ist die galvanische Trennung von Primär- und Sekundärkreis des Videotransformators sichergestellt.

Hier wurde nur die Auskopplung des Videosignals aus dem Fernsehgerät dargestellt. Für die Einkopplung des Videosignals kann entweder der gleiche Weg verwendet werden, wobei der Impulsübertrager IT nur einmal erforderlich ist, oder man kann mit mehreren Kontakten eines Steuerrelais auch eine Umschaltung von Ein- und Ausgang vornehmen.

## Von Sendern und Programmen

### U. Blässer 65 Jahre

Am 25. Dezember 1969 vollendete Dipl.-Ing. Udo Blässer, Technischer Direktor des SFB, das 65. Lebensjahr. Mehr als 35 Jahre hat er sein Wissen, sein Können und seine Erfahrungen in den Dienst des deutschen Rundfunks gestellt. Nicht zuletzt ist es diesen Voraussetzungen und seiner stetigen Aufgeschlossenheit gegenüber dem Neuen und dem technischen Fortschritt zu verdanken, daß der SFB - obwohl eine der kleinsten unter den deutschen Rundfunkanstalten - auf vielen Gebie-



ten Pionierarbeit leisten konnte. So hat U. Blässer an der Einführung des Fernsehens in Berlin entscheidenden Anteil gehabt. Erinnert sei ferner daran, daß der SFB als erster deutscher Sender regelmäßig UKW-Stereo-Sendungen ausgestrahlt und auch auf dem Gebiet der Stereo-Aufnahmetechnik Hervorragendes geleistet hat. Anlässlich der Eröffnung der 25. Großen Deutschen Funkausstellung am 25. August 1967 wurde dem SFB die Ehre zuteil, sozusagen als Pate stellvertretend für alle Fernsehanstalten das Farbfernsehen in der Bundesrepublik aus der Taufe zu heben.

U. Blässer kam nach seinem Studium über das frühere Reichspostzentralamt in Berlin zur ehemaligen Reichsrundfunk-Gesellschaft, der er als Obergeringieur bis Kriegsende angehörte. Nach dem Krieg wurde er Technischer Leiter des Nordwestdeutschen Rundfunks in Berlin, und bei der Gründung des SFB wählte der Rundfunkrat ihn als Technischen Direktor in die dreiköpfige Geschäftsführung des SFB. Seit 1960 stellt U. Blässer als Lehrbeauftragter am Institut für Publizistik an der Freien Universität sein Wissen dem Nachwuchs zur Verfügung. Auch an dem von Professor Dovifat herausgegebenen „Handbuch für Publizistik“ hat er mitgearbeitet. Lange Jahre war er auch Vorstandsmitglied der Förderungsgemeinschaft für das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, und als Vorstands- oder Aufsichtsratsmitglied ist er noch heute bei verschiedenen technisch-wissenschaftlichen Institutionen ehrenamtlich tätig. Am 31. Dezember 1969 tritt U. Blässer nach Erreichen der Altersgrenze in den Ruhestand. Sein Nachfolger ist Erich Böhnke, bisher Technischer Direktor des Saarländischen Rundfunks. —th

### Schule für Rundfunktechnik besteht fünf Jahre

Anlässlich ihres fünfjährigen Bestehens hatte die Schule für Rundfunktechnik in Nürnberg kürzlich zahlreiche Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens zu einer internen Veranstaltung eingeladen. Die Gäste, an der Spitze der Bayerische Arbeitsminister Dr. Fritz Pirkel, hatten Gelegenheit, sich von dem Aufgabenbereich und der Ausstattung dieser zentralen Schule zu überzeugen, die von den Rundfunkanstalten der Bundesrepublik und dem ZDF gemeinsam geschaffen wurde, um den Nachwuchs an Tontechnikern für den Hörfunk und an Bildtechnikern für das Fernsehen auszubilden. Darüber informierte im einzelnen Dr. Hans Springer, der Leiter der Schule. Wie er mitteilte, wird die Schule, die inzwischen rund 450 Absolventen ausgebildet, in den nächsten Jahren neue Aufgaben zu bewältigen haben. Sie werden eine Vergrößerung des Lehrkörpers und wohl auch der Baulichkeiten erfordern.

### Schulfernsehen Berlin

Der SFB beginnt am Dienstag, dem 6. Januar 1970, mit dem Versuchsprogramm „Schulfernsehen Berlin“, einer Sendereihe, die dem Fach „Arbeitslehre“ entspricht, das für Schüler im 9. Schuljahr eingerichtet worden ist.

Diese Sendungen werden dienstags von 16.00-16.30 Uhr im I. Programm regional ausgestrahlt. Die Wiederholungen laufen mittwochs, 10.00-10.30 Uhr, und freitags, 10.50-11.20 Uhr, beide Male über Kanal 39, III. Programm. Die erste Sendung am Dienstag, dem 6. Januar, wird ausnahmsweise über Kanal 39/III. Programm gesendet.

### Bilaterale Besprechung über Frequenzkoordinierungsfragen

Am 3. und 4. Dezember 1969 fand im Fernmeldetechnischen Zentralamt eine bilaterale Besprechung zwischen Vertretern des Österreichischen Rundfunks, einiger Landesrundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Bundespost statt.

Derartige Gespräche, die von Fall zu Fall auch mit Vertretern anderer ausländischer Fernmeldeverwaltungen und Rundfunkgesellschaften geführt werden, dienen im wesentlichen dazu, durch gemeinsame Füllsenderplanung für das jeweilige Grenzgebiet den Rundfunkteilnehmern einen möglichst störungsfreien Fernsehempfang zu ermöglichen.

### Sendestation Cluppenburg mit passiver Reserve

Zwei 2-kW-Fernsehsender mit passiver Reserve lieferte Rohde & Schwarz der Deutschen Bundespost für die neue Sendestation Cluppenburg südlich von Oldenburg, die nach Aufbau der Antennenanlage voraussichtlich schon in diesen Tagen den Betrieb aufgenommen hat. Beide Sender für das 2. und 3. Programm (Kanal 37 und 40) arbeiten mit gemeinsamer Bild-Ton-Übertragung und luftgekühltem Klystron in der Endstufe. Fällt einer der Sender aus, wird automatisch auf den bis dahin passiven zweiten Sender umgeschaltet, ohne daß sich die abgestrahlte Leistung vermindert.

## Zur Verwendung von Breitband-Antennenverstärkern für Fernseh-Zweitgeräteanschluß

Zur Verwendung von Breitband-Antennenverstärkern beim Anschluß von Fernseh-Zweitgeräten [1] sei noch auf folgendes hingewiesen:

### Anmeldung bei der Deutschen Bundespost

Nach den Bestimmungen über die Richtung und den Betrieb von Rundfunkempfangs-Antennenanlagen, veröffentlicht im Amtsblatt des Bundespostministerium für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 84 vom 15. 7. 1964, müssen Antennenverstärker bei der für den Wohnsitz zuständigen Funkmeßstelle angemeldet werden. Darunter fallen auch die aktiven Zweitgeräteverteiler (Breitbandverstärker mit Verteiler und Entkopplungsgliedern), da bis jetzt nichts Gegenteiliges von dieser Behörde bekannt wurde. Die Vorschrift wurde erlassen, damit Störungen des Fernsehempfangs durch schwingende Transistorstufen von benachbarten Antennenverstärkern rascher ermittelt werden können. Wenn nun ein an einer Gemeinschafts-Antennenanlage angeschlossener aktiver Zweitgeräteverteiler durch irgendwelche Umstände in Selbsterrregung gerät und Schwingungen in das Verteilernetz strahlt, dann werden an der Anlage angeschlossene Fernsehgeräte mehr oder weniger stark gestört. Die Ermittlung der Störursache (keine Peilmöglichkeit!) ist sehr schwierig, wenn der aktive Zweitgeräteverteiler nicht postalisch angemeldet wurde.

### Störungen des Breitbandverstärkers durch benachbarte Funkanlagen

Bei Breitbandantennenverstärkern und auch bei aktiven Zweitgeräteverteilern darf der jeweils vom Produzenten angegebene maximale Eingangspegel (Summe der HF-Spannungen der empfangenen Sender) nicht überschritten werden, weil sonst Kreuzmodulationsstörungen entstehen. Das kann in der Nähe von Fernsehsendern erfolgen, so daß in einem solchen Fall die Eingangsspannung mit einem Dämpfungsglied herabgesetzt werden muß. Darauf wurde bereits nachdrücklich hingewiesen.

Die Hersteller verschweigen aber oder deuten nur kurz in der Montageanweisung dieser Breitbandverstärker die Möglichkeit von Störungen durch örtliche, der Empfangsanlage benachbarte Funkstationen (zum Beispiel Polizei, Fuhrunternehmer, Taxi, Rotes Kreuz) im 4- und 2-m-Band an, deren Signale mangels Eingangsselektion ebenfalls mitverstärkt werden. Der Empfangspegel dieser in Wohngebieten aufgestellten Senderanlagen ist oft höher als die der Fernsehsender. Allerdings tritt durch die auf die Frequenz dieser Sender nicht direkt abgestimmte Fernsehantenne und durch die von den Störsendern meist verwendete vertikale Antennenpolarisation schon eine gewisse Dämpfung des Störsignals - je-

doch vielfach nicht ausreichend - ein. Eine besonders starke Beeinträchtigung des Fernsehempfangs tritt auf, wenn die Funkstation in Richtung zum Fernsehsender liegt, auf den die Antenne ausgerichtet ist.

Die im 4- und 2-m-Band arbeitenden kommerziellen Funkstationen verwenden durchweg Frequenzmodulation, strahlen daher ein in der Amplitude gleichbleibendes HF-Signal aus. Dadurch machen sich die von diesen Sendern verursachten Störungen meist nur durch Helligkeitsschwankungen im Bild bemerkbar. Das Bild wird bei Sendebetrieb dunkler oder verschwindet in krassen Fällen ganz, und zwar wird infolge fehlender Eingangsselektion der erste Transistor des Verstärkers durch das Fremdsignal zugestopft. Daß es sich hierbei um Empfangsstörungen handelt, wird daher auch kaum erkannt. Der Teilnehmer führt meistens die Ursache auf schlechte Bildaussteuerung im Fernsehstudio beziehungsweise beim Sender oder auf Pegelschwankungen in der Übertragungsstrecke zurück und gibt dafür der Rundfunkanstalt oder der Post die Schuld.

Bei Störungen durch amplitudenmodulierte (auch SSB) im 2-m-Band arbeitende Amateursender fällt dagegen unter anderem die Bildsynchronisation aus, und das Bild wird mit Helligkeitsschwankungen in horizontale Streifen zerrissen. Diese offensichtlichen Störungen veranlassen den Teilnehmer, den Funkstörmeßdienst herbeizurufen, der die Ursache richtig diagnostiziert. Es hat dieserhalb schon eine Reihe unliebsamer Auseinandersetzungen zwischen Amateuren und Teilnehmer gegeben. Nur dadurch, daß das direkt von der Antenne gespeiste Fernsehgerät (ohne Verstärker) einwandfrei arbeitete, konnte immer wieder den Beschwerdeführern bewiesen werden, daß die Störung auf die fehlende Selektion im Breitband-Antennenverstärker zurückzuführen ist.

Der Deutsche Radio- und Fernseh-Fachverband e V hatte vor einiger Zeit das Fernmeldetechnische Zentralamt um Stellungnahme gebeten, ob und wieweit die Funkstörmeßdienste der Deutschen Bundespost bei gemeldeten Störungen an den mit Allbereichsverstärkern bestückten Antennenanlagen tätig werden [2]. Das FTZ teilte mit, daß die Funkstörmeßdienste in solchen Fällen nicht tätig werden, sondern zunächst auf Abhilfe durch Verwendung anderer Bauelemente verweisen.

Ein Fachhändler in der Stadt kann es schwer überschauen, ob sich in unmittelbarer Nachbarschaft seines Kunden eine kommerzielle Funkstation oder ein Amateursender befindet beziehungsweise später errichtet wird. Stellt sich dies heraus, dann müssen Maßnahmen zur Beseitigung der Störungen ergriffen werden. Der „billige“ Breitbandverstärker verteuert sich dann für den Teil-

nehmer nun schon um ein paar Zehnmarskscheine.

In Störfällen bei Empfang von Sendern in den Bereichen III und IV/V wird an den Verstärker- beziehungsweise Zweitgeräteeingang ein Hochpaßfilter angeschlossen, das die Frequenzen unter 173 MHz nicht mehr durchläßt. Derartige Hochpässe findet man bei verschiedenen Firmen im Lieferprogramm. Schwieriger ist das Problem zu lösen, wenn ein Bereich-I-Sender das Erste Programm ausstrahlt. Dann muß vor den Verstärkereingang eine auf den oder die Störsender abgestimmte Bandsperrleiste gelegt werden, die es nach Informationen des Autors listenmäßig nicht gibt und extra anzufertigen ist. Inwieweit sich einmal Störungen durch Funkdienste vom neu hinzugekommenen an Bereich IV angrenzenden 70-cm-Band (455 ... 475 MHz) ergeben, muß zu gegebener Zeit die Praxis zeigen.

### Eine leistungsfähige Antenne ist der beste Verstärker

Bevor man sich bei einer Einzel-Antennenanlage entschließt, zur Anhebung des Fernsehsignals einen Breitbandverstärker oder einen aktiven Zweitgeräteverteiler anzuschaffen, sollte man (um von vornherein die erwarteten Störungsmöglichkeiten auszuschalten) doch erst von einem Fachmann die Anlage auf ihre Funktionsfähigkeit überprüfen lassen. Es kann sein, daß der schlechte Empfang nur auf einen Kabelbruch (vor allem bei Bandleitungen), auf zu hohe Dämpfung durch stark verschmutztes Bandkabel oder auf schlechte Kontaktstellen zurückzuführen ist. Oft werden aber auch Antennen mit zu geringem Gewinn verwendet. In vielen Fällen liefert schon eine neue Antenne mit größerer Elementzahl genügend Empfangsspannung, um gleichzeitig zwei Fernsehgeräte in der Wohnung betreiben zu können. Mitunter sind sogar Entkopplungswiderstände nicht nötig, wenn sich bei Empfangsversuchen keine gegenseitigen Störungen ergeben, so daß dann die gesamte Antennenspannung zur Verfügung steht. Egon Koch

### Schrifttum

- [1] Jänicke, A.: Der Anschluß von Fernseh-Zweitgeräten. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 22, S. 871-875
- [2] Allbereichs-Antennenverstärker erfordern sorgfältige Planung. Der Deutsche Rundfunk-Einzelhandel (1969) Nr. 4, S. 14

### Ergänzung

Der Anschluß von Fernseh-Zweitgeräten. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 22, S. 871-875

Praktiker machen noch auf nachstehende Punkte aufmerksam:

Bei dem als Notlösung im Bild 5 angegebenen Parallelschalten zweier Fernsehempfänger ist es günstiger, die Stecker stets im Empfänger zu belassen; eine offene Leitung wirkt bei einer Länge von  $\lambda/2$  (oder einem Vielfachen von  $\lambda/2$ ) als Kurzschluß für die Antennenspannung.

Erfahrungen haben bestätigt, daß bei hohem Pegel in Einzel-Antennenanlagen eine auch unter 22 dB liegende Entkopplungsdämpfung ausreichend ist.

# Wechsel in der Geschäftsführung der Deutschen Philips GmbH

Männer machen heute nicht nur Geschichte in politischem Sinne, sondern kraft ihrer Persönlichkeit und ihrer Ausstrahlung formen sie in unserer Zeit des technischen und kaufmännischen Managements das Bild großer Unternehmen und sogar manchmal ganzer Industriezweige. Zum Jahresende 1969 tritt ein Mann von der Bühne der Unterhaltungselektronik ab, der in den letzten Jahrzehnten maßgeblichen Anteil am Geschick der deutschen Rundfunkindustrie gehabt hat: Dipl.-Ing. Kurt Hertenstein, Hauptgeschäftsführer der Deutschen Philips GmbH. An diesem Tag geht er in den Ruhestand und übergibt Verantwortung und Verpflichtung dieser Position in die jüngeren Hände seines Nachfolgers, Dr. Lüder Beeken.

Wie kaum ein zweiter, ist der Name Hertenstein mit der Geschichte der deutschen Rundfunkindustrie verbunden. Von der Radiofabrik Schaub (1934) führte ihn sein Weg über die Lorenz-Gruppe dieser Firma (1939) am 1. Juli 1954 zur Deutschen Philips GmbH nach Hamburg, deren verantwortliche Leitung seit dem Ausscheiden Graf Westarps im Frühjahr 1955 in seinen Händen lag. Von 1952 bis 1955 hat er als Vorsitzender des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI seine reichen Erfahrungen diesem Industrieverband zur Verfügung gestellt. An der Einführung des Schwarz-Weiß-Fernsehens, der Rundfunk-Stereophonie und des Farbfernsehens hat er ebenso wesentlichen Anteil gehabt wie an den vier Funkausstellungen während seiner Amtszeit als Vorsitzender des Fachverbandes. Seine Verdienste um die Entwicklung der deutschen Rundfunk- und Fernsehindustrie fanden sichtbare Anerkennung durch die Überreichung des ihm vom Bundespräsidenten verliehenen Großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland am 21. April 1969.

In Kurt Hertensteins Wesen vereinigten sich straffe Arbeitsdisziplin und heitere Gemütsart in jener glücklichen Synthese, die eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg ist. Weit über die Grenzen hinaus ist Hertenstein bekannt geworden als Mann der mutigen, aber zutreffenden langfristigen Prognose über die Entwicklung des Fernsehgerätemarktes. Erst zum Beginn der Stuttgarter Funkausstellung 1969 machte er wieder eine neue Vorhersage, diesmal über die Entwicklung des Marktes für Farbfernsehhempfänger bis 1972. Man hat Hertenstein wegen seiner

Prognosen gelegentlich als die „Pythia der Branche“ apostrophiert. Während der Sage nach die Prophezeiungen dieser Dame des Orakels zu Delphi sich durch ihre Mehrdeutigkeit auszeichneten, sind Hertenstein-Prognosen stets von überzeugender Deutlichkeit gewesen. Deshalb kann man auch jetzt wieder sicher sein, daß seine auf profunde Kenntnis des Marktes und der Volkswirtschaft begründete Prognose von 1969 mit der gewohnten Genauigkeit in Erfüllung gehen wird.



K. Hertenstein

übergibt  
Vorsitz  
der  
Geschäfts-  
führung  
an

Dr. L. Beeken



Wenn Kurt Hertenstein jetzt in den wohlverdienten Ruhestand tritt, wird er trotzdem nicht untätig bleiben, sondern seine Erfahrungen auch weiterhin dem Hause Philips und der Branche zur Verfügung stellen; die kürzliche Ernennung zum Aufsichtsratsvorsitzenden der Philips Elektronik Industrie GmbH dürfte nur ein Anfang sein. Es bleibt nur zu wünschen, daß die Zukunft ihm mehr Zeit für all die Dinge läßt, die ihm neben dem Fernsehen am Herzen liegen: schnelle Autos, Bücher und seine Tierliebe.

Mit Wirkung vom 1. Januar 1970 ist Dr. Lüder Beeken alleinzeichnungsberechtigter Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Philips GmbH. Weitere Geschäftsführer sind wie bisher Gerhard Grosse (Direktor der Fernsehgeräte-Abteilung) und Hermann Maschewski (Direktor der Licht-Abteilung).

Der am 7. Februar 1924 in Otterndorf (Niederelbe) geborene L. Beeken entstammt einem alten niederdeutschen Bauerngeschlecht. Dieser Landschaft sind wohl einige seiner typischen Charakterzüge zuzuschreiben, die für seine zukünftigen verantwortungsvollen Aufgaben wichtig sind: die Gabe zuzuhören, sachlich abzuwägen und dann sicher und bestimmt zu entscheiden. Als ausgeprägter Verstandesmensch ist er im Beruf der Typ des nüchternen Managers unserer Zeit, der in seinen Entschlüssen frei von Sentiments und Ressenti-

ments ist und Argumente sachlich gegeneinander abwägt. Das schließt menschliche und liebenswürdige Züge nicht aus. Im Gegenteil: Er ist im Privaten ein charmanter Plauderer und aufmerksamer Zuhörer mit Sinn für Humor.

Nach Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft studierte L. Beeken an der Universität Hamburg deutsche und englische Literaturwissenschaften, Philologie und Psychologie. Mit seiner Dissertation über ein Thema aus dem Bereich des Barocks promovierte er zum Dr. phil. Sein beruflicher Lebensweg führte ihn über eine Werbeagentur dann 1954 zum Direktionsassistenten mit ersten Führungsaufgaben in der Industrie. Dort hatte er

Gelegenheit, den Kampf um Marktpositionen aus nächster Nähe kennenzulernen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln. Seit 1960 ist er in Philips-Unternehmen tätig. Er begann dort seine Laufbahn bei der Holding-Gesellschaft Allgemeine Deutsche Philips Industrie GmbH (Alldelphi) und wechselte dann zur Valvo GmbH, wo er zuletzt Mitglied der Geschäftsführung und Direktor des Geschäftsbereichs Konsumtechnik war. Während dieser Zeit lernte Dr. Beeken die vielfältigen Aspekte und Probleme der Unterhaltungselektronik aus dem Blickwinkel des Bauelemente-Herstellers kennen: Erfahrungen und Kenntnisse über den Konsumgütermarkt, die ihm wichtiges Rüstzeug für seine kommenden Aufgaben sein werden. Die Teilnahme am Advanced Management Program der Harvard Business School – der Management-Fakultät der Harvard-University in Boston (Mass.) – gab ihm 1965 einen Einblick in die Methoden des modernen Managements und Marketings. Seit dem 1. Dezember 1968 ist Dr. L. Beeken Geschäftsführer der Deutschen Philips GmbH.

Seine neuen Aufgaben gedenkt er sowohl unter Wahrung bewährter Methoden als auch mit den Erkenntnissen des modernen Managements zu lösen. Möge sein Start in die siebziger Jahre für ihn persönlich, für Philips und für die gesamte Branche ein Start in Goldene Siebziger Jahre sein.

W. Roth

# Bausteine für die Übertragung und Verarbeitung von Winkelinformationen

## 1 Allgemeines

In zahlreichen Anlagen der modernen Technik spielt die Erfassung und Weiterverarbeitung von Winkelstellungen eine wichtige Rolle. Die Anforderungen sind dabei jedoch recht unterschiedlich: Bei der Übertragung des Zählerstandes einer Tanksäule genügt für die einzelnen Zählentrommeln eine mäßige Genauigkeit. Für die Anzeige einer Waage sind dagegen eine gute Genauigkeit und ein sehr geringes Drehmoment beim Geber erforderlich, um die Anzeige des Zeigers nicht zu verfälschen – vor allem, wenn aus dem angezeigten Wert der Preis berechnet werden soll. Ähnliches gilt für die Übertragung der Stellung eines Kreiselkompasses auf einen oder mehrere Tochterkompass.

Höchste Winkelgenauigkeit wird für die Nachführung einer Radarantenne oder eines Radioteleskopes für astronomische Forschungen benötigt. Bei der Gleichaufsteuerung zweier Filmprojektoren für das 3-D-Verfahren muß eine genügende Genauigkeit im schnellen Lauf eingehalten werden. Bei einem Navigationsrechner schließlich müssen mit großer Genauigkeit (auch in der Bewegung) verschiedene Winkelfunktionen gebildet und so miteinander verknüpft werden, daß die gewünschten Ausgangsgrößen immer verfügbar sind.

Als Bausteine für derartige Aufgaben gibt es die verschiedenen Arten von Wechselstrom-Drehmeldern (Bild 1) sowie Winkelcodierer in unterschiedlichen Ausführungsformen (Bild 2). Zum Antrieb auf der Empfängerseite werden schnell reagierende Stellmotoren benötigt, die meistens noch mit Drehzahlgebern ausgerüstet sind. Auch sie gehören neben geeigneten Verstärkern zu den wichtigen Bausteinen derartiger Systeme.

Die zur Übertragung und Verarbeitung von Winkelinformationen zur Verfügung stehenden Bausteine könnten etwa folgendermaßen eingeteilt werden:

**Momentdrehmelder** sind die einfachsten Bauteile zur Winkelübertragung, da sie ohne weitere Hilfskraft ein gewisses Moment auf der Empfängerseite selbst aufbringen.

**Steuerdrehmelder** ergeben eine größere Genauigkeit und eine unter Umständen große Drehmomentverstärkung, da das Moment auf der Empfängerseite von dem entsprechend unteretzten Stellmotor geliefert wird.

**Funktionsdrehmelder** geben Spannungen ab, die Winkelfunktionen entsprechen, und sind deshalb zum Bau von Analogrechnern mit solchen Funktionen geeignet.

**Differentialdrehmelder** gestatten die additive Einfügung von zusätzlichen Winkeldrehungen.

Dipl.-Ing. Arnold Aulmann ist Mitarbeiter im Zentral-Laboratorium für Nachrichtentechnik, Abteilung Signalgeräte, der Siemens AG, München.

**Vielpoldrehmelder** ergeben eine noch höhere Winkelgenauigkeit als normale Steuerdrehmelder.

**Lineardrehmelder** geben eine winkelproportionale Spannung ab.

**Stellmotoren** haben ein besonders günstiges Verhältnis Drehmoment zu Trägheitsmoment und können deshalb sehr schnell anlaufen und bremsen.

**Drehzahlgeber** liefern eine drehzahlproportionale Ausgangsspannung. Damit kann das dynamische Verhalten eines Stellmotors im Empfangsregelkreis weiter verbessert werden.

Rotors kann die Kopplung zwischen beiden von Null bis zu einem Maximalwert und wieder zurück geändert werden. Wenn wenigstens eine der beiden Wicklungen in ihren Nuten nach einer Sinusfunktion verteilt ist, dann gilt bei konstanter Primärspannung für die Sekundärspannung

$$U_2 = U_1 \cdot \ddot{u} \cdot \sin \alpha.$$

Darin bedeutet  $U_1$  den Effektivwert der Primärspannung,  $U_2$  den Effektivwert der Sekundärspannung,  $\ddot{u}$  das Übersetzungsverhältnis und  $\alpha$  den Verdrehungs-



Bild 1. Drehmelder eines deutschen Herstellers

**Winkelcodierer** geben eine Binärzahl ab, deren Wert der Winkelstellung ihrer Achse entspricht. Sie sind daher dazu geeignet, Winkelstellungen digital statt analog zu erfassen.

Alle diese Bauteile sind feinmechanische Präzisionsgeräte, deren Eigenschaften meistens internationalen Normen (MIL, BuOrd, Vg-o.ä.) entsprechen. Bei ihrer Herstellung wird alles aufgezogen, was heute an moderner Technologie und genauen Fabrikationsmethoden verfügbar ist.



Bild 2. Winkelcodierer, Größe 18

## 2. Aufbau und Wirkungsweise

Die Drehmelder sind aufgebaut wie elektrische Maschinen: Stator und Rotor bestehen aus Blechpaketen, in deren Nuten eine oder mehrere Wicklungen liegen. Die Rotorwicklungen sind über Schleifkontakte aus Edelmetall-Legierungen herausgeführt. Da die Drehmelder im allgemeinen keine Leistung, sondern nur eine Information übertragen sollen, haben sie als Nachrichtenbauteile verhältnismäßig kleine Abmessungen (Durchmesser zwischen 20 und 150 mm, Länge zwischen 30 und 300 mm). Als Kennzeichen für die Größe wird meistens der Außendurchmesser in Zehntelzoll angegeben; die „Größe 18“ hat also einen Durchmesser von etwa 45 mm.

Die Wirkungsweise entspricht der eines Drehtransformators, bei dem Primär- und Sekundärwicklung nur über den Luftspalt zwischen Stator und Rotor gekoppelt sind. Durch Verdrehen des

winkel zwischen Stator und Rotor. Als Nullstellung für  $\alpha$  ist dabei die Stellung mit minimaler Kopplung angenommen.

## 2.1. Elektrische Fehler

Wie jede technische Realisierung, ist auch die Darstellung einer Winkelfunktion mit einem gewissen Fehler behaftet. Einen wesentlichen Bestandteil dieses Winkelfehlers stellt der sogenannte „elektrische Fehler“ des Drehmelders dar, dessen Entstehung man folgendermaßen anschaulich machen kann: Ist zum Beispiel die Primärwicklung des Drehmelders im Stator angeordnet, so erzeugt sie quer zur Rotorachse in einer bestimmten Winkelstellung, die von der Lage der Wicklung in den Nuten abhängt, einen magnetischen (Wechsel-)Fluß im Eisenkreis. Dreht

man nun den Trommel-Rotor langsam durch, um den sinusförmigen Gang der Sekundärspannung zu erzeugen und zu messen, dann wird das Feld durch Unregelmäßigkeiten im Eisenpaket von Stator und Rotor so verzerrt, daß die Achse des Flusses kleine Schwankungen um ihre Soll-Lage herum ausführt. Diese haben entsprechende Schwankungen der Sekundärspannung zur Folge, die eine veränderte Winkelstellung des Rotors vortäuschen. Der elektrische Fehler ist also definiert als die Winkel-differenz zwischen der theoretischen Achse der Primärwicklung, die den Magnetfluß erzeugt, und der Achse des tatsächlich auftretenden Flusses. Diese Definition gilt auch bei Anordnung der Primärwicklung im Rotor.

Nach der Größe ihres elektrischen Fehlers werden die Drehmelder in Genauigkeitsklassen eingeteilt. Bisher gibt es Drehmelder mit einem maximalen Fehler von 10', 7', 5', 3', 1' und 20". Wenn man bedenkt, daß bei einem Drehmelder der weitverbreiteten Größe 11 der Rotor-Durchmesser etwa 12 mm beträgt, daß also einem Fehler von 5 Winkelminuten (5') eine tangentielle Verschiebung von weniger als 10 µm am Rotorumfang entspricht, dann ist einzu-sehen, daß für die Herstellung guter Drehmelder hohe Präzision notwendig ist. Die Stanzwerkzeuge für Drehmelderbleche müssen so genau hergestellt werden wie irgend möglich. Trotzdem erreicht man damit nur eine Konturgenauigkeit von etwa ±10 µm. Der ganze Drehmelder muß also genauer sein als die einzelnen Bleche, aus denen sein Eisenkreis aufgebaut ist. Das ist möglich, weil in einem fest in sich verklebten Blechpaket eine Mittelwertbildung über alle kleinen Unregelmäßigkeiten erfolgt.

Für die Messung des elektrischen Fehlers von Drehmeldern ist ein besonderer Meßplatz notwendig. Er besteht aus einer Einrichtung für genaue Winkelmessung (Präzisionsteilkopf oder -teilscheibe) und einer Einrichtung zum genauen Vergleich von Spannungen (spezielle Drehmelder-Meßbrücke oder Satz von induktiven Präzisionsspannungsteilern). Als Nullinstrument wird ein phasempfindliches Röhren- oder Transistorvoltmeter verwendet. Das Beispiel einer gemessenen Fehlerkurve zeigt Bild 3. Dabei wurde in Abständen von 10° je ein Meßpunkt aufgenommen. Im Verlauf über eine Um-

drehung von 360° erkennt man die Summe einer kleinen 12. Oberwelle und einer größeren zweiten. Letztere hängt mit mechanischen Ungenauigkeiten zusammen; die zwölfte ist eine Nutungs-oberwelle, die auch durch die Nutschrägung im Rotor nicht ganz unterdrückt werden konnte. Nach der Kurve ist der elektrische Fehler  $\delta$  etwa -3', während

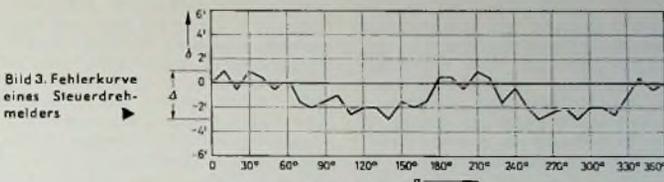


Bild 3. Fehlerkurve eines Steuerdrehmehlers

die gesamte „Fehlerbreite“  $\Delta$  von -3' bis +1' reicht, was eigentlich einem Fehler von ±2' entspräche. Das liegt an der gegenwärtig gültigen Definition des elektrischen Fehlers. Diese geht von der Winkellage „elektrisch Null“ aus, die zu Beginn der Messung eingestellt werden muß und bei der definitions-gemäß der Fehler gleich Null ist. Für die Funktion des Drehmehlers in Nachlaufregelungen oder Rechenschaltungen ist aber die Fehlerbreite  $\Delta$  maßgebend, die meistens kleiner als der doppelte elektrische Fehler ist.

### 2.2 Nullstellung

Bild 4 zeigt die Wicklungsanordnung der üblichen Drehmelder und ihre Zusammenschaltung für die elektrische Nullstellung. Die Winkelstellung „elektrisch Null“, bei der die Fehlermessung beginnt, ist einer der beiden Nulldurchgänge der Sinusfunktion des Verdrehungswinkels  $\alpha$ . Um die hiermit mögliche Zweideutigkeit zu vermeiden, wird der Drehmelder zuerst durch Einstellung eines Spannungsmaximums auf „Grob Null“ eingestellt. Dann ändert man die Schaltung für „Fein Null“, und durch Feinverstellung um einen kleinen Betrag wird der Drehmelder genau in die richtige Nullstellung gebracht [1].

Aus Bild 4 ist auch zu erkennen, daß die Drehmelder wenigstens im Stator mehrphasig gewickelt sind. Sie werden aber immer mit Einphasenstrom gespeist und nicht im dauernden Lauf betrieben wie elektrische Maschinen. Der Begriff „mehrphasig“ bedeutet also in diesem Zusammenhang eine räum-

liche Verdrehung der Achse mehrerer gleicher Wicklungen gegeneinander und hat mit einer zeitlichen Phasenverschiebung nichts zu tun. Diese kommt allerdings in Drehmelderschaltungen auch vor. Räumliche Verdrehung und zeitliche Verschiebung müssen deshalb immer sorgfältig voneinander unterschieden werden.

Wie Transformatoren haben auch Drehmelder einen primären und einen sekundären Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand. Diese Werte sind für die Durchrechnung der Kettenschaltung von Drehmeldern von Bedeutung [2].

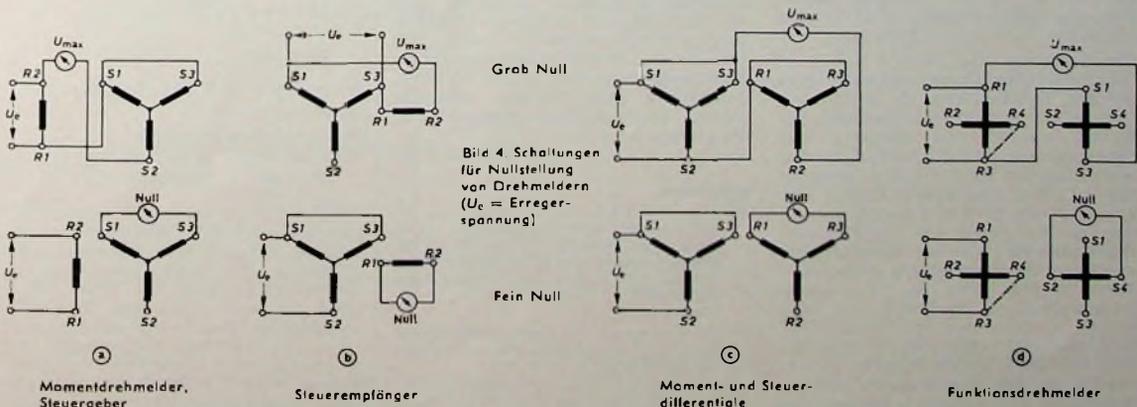
### 3. Eigenschaften der Drehmelder

Das im Abschnitt 2. Gesagte gilt für alle Drehmelder. Die speziellen Eigenschaften der verschiedenen Drehmelderarten werden im folgenden beschrieben.

#### 3.1. Momentdrehmelder (torque synchro)

Zwei Momentdrehmelder in betriebsmäßiger Zusammenschaltung sind im Bild 5 dargestellt. Ihre Statoren haben eine dreiphasige Wicklung, die im Stern zusammen geschaltet ist, während die Rotoren eine Einphasenwicklung tragen. Da ein Momentdrehmelder eine möglichst große Leistung aufnehmen soll, um ein großes Moment zu erzeugen, ist sein Rotor meistens als Doppel-T-Rotor ausgeführt, der einen besonders großen Wickelquerschnitt aufweist.

Die Anordnung mit Momentdrehmeldern hat den Vorteil großer Einfachheit: Man benötigt nur zwei Drehmelder und eine passende Wechselspannungsquelle mit 50 oder 400 Hz. Die beiden Rotoren liegen am speisenden Netz. Jeder induziert in den drei Strängen der Statorwicklung drei Spannungen, deren Höhe den Drehwinkel charakterisiert; ihre Summe ist gleich Null. Wenn die Winkelstellungen der



beiden Rotoren gleich sind, dann stehen in den drei Statorverbindungsleitungen gleiche Spannungen gegeneinander, und es fließen keine Ströme. Wird einer der Rotoren verstellt, dann entstehen Ausgleichsströme, die durch magnetische Kräfte die beiden Rotoren in die gleiche Winkelstellung zu drehen versuchen. Wenn der Empfängerrotor frei beweglich ist, stellt er sich auf die Lage des Gebers ein, andernfalls muß auf der Geberseite dauernd das entsprechende Moment aufgebracht werden. Die Anordnung ist also mit einer verhältnismäßig weichen (torsionselastischen) Welle vergleichbar. Bei Verdrehung eines der Rotoren steigt das Moment  $M_d$  aber nicht konstant an, sondern ändert sich mit der Winkeldifferenz  $\Delta\alpha$  zwischen beiden Drehmeldern etwa nach einer Sinuskurve (Bild 6). Das maximale

einen sehr großen Momentgeber mit vernachlässigbar kleinem Innenwiderstand [2]. Obwohl die Drehmelder mit hochwertigen Kugellagern ausgerüstet werden, zeigt ein Momentdrehmelder mit einem leichten, statisch gut ausgewuchteten Zeiger bereits einen gewissen Anzeigefehler, der im wesentlichen eine Folge der Lagerreibung ist. Dieser Fehler wird im allgemeinen im „Fehlerkurvenschreiber“ bei einem Hin- und Rücklauf um  $360^\circ$  gemessen. Im Bild 7 sind solche Fehlerkurven dargestellt. Das obere Kurvenpaar a, b gibt den Reibungsfehler allein wieder, das mittlere (c, d) die Summe aus Reibungsfehler und magnetischen Störmomenten (Rotor erregt, Stator leerlaufend). Bei diesen Kurvenpaaren wurde der Rotor durch einen Torsionsstab in der Mittellage ge-

## Messen und Ausstellungen 1970 in Hannover

Das Jahr 1970 wird für Hannover ein aktives Ausstellungsjahr. Nach der Internationalen Bau-Fachausstellung Constructa 1970 (24. Januar bis 1. Februar) öffnet vom 24. April bis 3. Mai die Deutsche Luftfahrtschau 1970 auf dem Flugplatz Hannover-Langenhagen ihre Pforten. Die Luftfahrtschau bietet auch dem Elektroniker eine Fülle von Neuheiten und gibt ihm einen guten Überblick über diesen stark expansiven Zweig der Technik.

Die Hannover-Messe 1970 (25. April bis 3. Mai) steht unter dem Vorzeichen einer verstärkten Branchenkonzentration. Dort sind bis dahin 135 000 m<sup>2</sup> neue Hallenfläche fertiggestellt. Die Ausstellungsfläche erreicht damit brutto 771 000 m<sup>2</sup>; davon entfallen 496 000 m<sup>2</sup> auf Hallen. Der Besucher wird sich in diesem Jahr schnell an die neue (jetzt durchlaufende) Numerierung der Hallen gewöhnen, denn sie erleichtert die Orientierung erheblich. Ein wichtiger Schwerpunkt wird die neue dreigeschossige Halle 12 sein, die zusammen mit dem zweistöckigen Anbau an Halle 11 der Elektroindustrie fast 22 000 m<sup>2</sup> mehr Nettofläche bietet. Im Erdgeschoß der Halle 12 findet man die elektrische und elektronische Meß-, Prüf- und Regelungstechnik, im 1. Obergeschoß Relais sowie Baugruppen, und im 2. Obergeschoß stellt die Bauelemente-Industrie aus.

Wie immer, finden auch 1970 während der Hannover-Messe wieder mehrere Fachtagungen statt, darunter folgende:

### VDE-Fachtagung Elektronik 1970

#### Generalthema:

##### Elektronische Bauelemente

28. 4. 1970	14.00-18.00 Uhr,
29. 4. 1970	08.30-18.00 Uhr,
30. 4. 1970	08.30-14.00 Uhr.

Zwei Halbtage sind den aktiven Bauelementen und je ein Halbtag den passiven und den kombinierten Bauelementen gewidmet.

### Fachtagung CEBIT 1970

#### Generalthema:

##### Informationsfülle und Organisation

27. 4. 1970	09.00-14.00 Uhr,
30. 4. 1970	09.00-14.00 Uhr.

### Fachtagung Zukunftsforschung

27. 4. 1970

### Tagung der Post-Ingenieure

#### Generalthema:

##### Fernmelde-Liniertechnik

27. 4. 1970	14.00-18.00 Uhr,
28. 4. 1970	08.00-12.30 Uhr.

Hingewiesen sei schließlich noch auf die Internationale Werkzeugmaschinenausstellung 1970 (6. bis 15. September), die in diesem Jahr allen Herstellern von Werkzeugmaschinen der Welt offensteht. Sie wird außer dem Werkzeugmaschinen-Fachmann insbesondere auch dem an Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik interessierten Elektroniker viele Neuheiten und neue Anwendungsmöglichkeiten zu bieten haben.

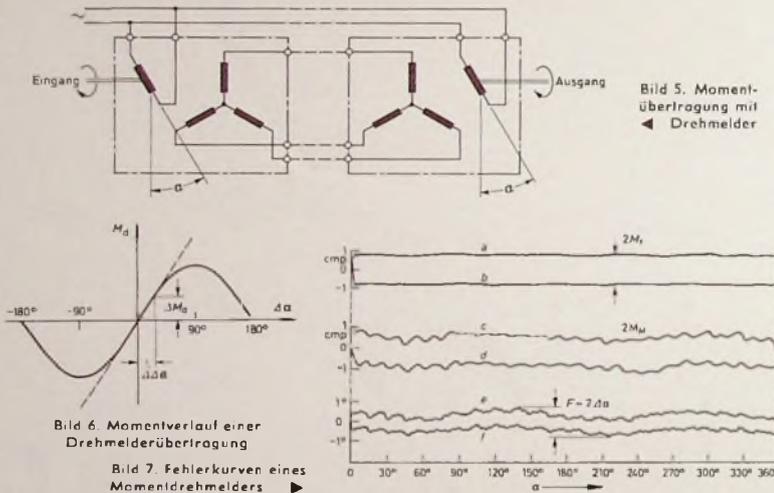


Bild 6. Momentverlauf einer Drehmelderübertragung

Bild 7. Fehlerkurven eines Momentdrehmelders

Moment bei  $90^\circ$  kann kaum gemessen werden, weil die Drehmelder sich dabei zu stark erwärmen. Für die Funktion ist jedoch allein die Steilheit der Kurve im Nulldurchgang wichtig, die sogenannte Drehmomentkonstante

$$K_{Md} = \frac{\Delta M_d}{\Delta \alpha}$$

Zur Zeit in Deutschland hergestellte Drehmelder haben Momentkonstanten von  $0,25 \text{ cm p/}^\circ$  (kleine 400-Hz-Typen) bis  $25 \text{ cm p/}^\circ$  (größere 50-Hz-Drehmelder). Genauere Angaben sind in den Listen der Hersteller zu finden [3].

Die Konstante  $K_{Md}$  bezieht sich zwar auf die Winkeldifferenz zwischen zwei gleichen Drehmeldern, sie kann aber auch an einem einzelnen Exemplar gemessen werden. Bei Speisung mit Nennspannung und Kurzschluß zweier Statorklemmen stellt sich der Drehmelder auf einen bestimmten Winkel ein. Verdreht man jetzt den Rotor, so mißt man an ihm genau die doppelte Momentkonstante wie am zusammengesetzten Paar, denn die Ausgleichsströme werden jetzt nur durch einen Statorwiderstand bestimmt, sind also doppelt so hoch wie beim Paar. Entsprechend verkleinert sich die Momentkonstante durch Einschalten von Widerständen in die Statorleitungen, oder sie vergrößert sich beim Anschalten an

halten, während der ganze Stator gedreht wurde. Das untere Kurvenpaar (e, f) zeigt schließlich den Anzeigefehler des Drehmelders in normaler Zusammenschaltung. Da hierbei die Momentkonstante größer war als vorher die Torsionskonstante des Stabes, liegen die beiden unteren Kurven enger zusammen.

In die drei Statorverbindungsleitungen einer Momentdrehmelderschaltung nach Bild 5 kann zur Addition von zusätzlichen Winkeldrehungen ein Momentdifferentialdrehmelder eingefügt werden. Dadurch wird jedoch die wirksame Drehmomentkonstante in jedem Fall verkleinert. Diese Verkleinerung ist am geringsten, wenn man je nach Verwendungszweck einen optimal dimensionierten Momentdifferentialgeber oder -empfänger einsetzt.

(Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] Aulmann, A. u. Riedel, E.: Drehmelder (Drehfeldsysteme, Synchros) und Zubehör. In Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, VII Bd. von K. Kretzer, Berlin-Borsigwalde 1964, Verlag für Radio-, Foto-, Kintotechnik.
- [2] Arbingler, H.: Betriebselgenschaften von Drehmeldern. Feinwerktechn. Bd. 65 (1961) Nr. 5, S. 181-188.
- [3] Drehmelder. Siemens Techn. Inf. Nr. 2-2340-993, April 1969.

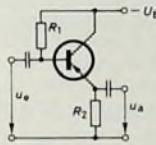
# Impedanzwandler

## 1. Impedanzwandler mit bipolaren Transistoren

### 1.1. Allgemeines

Legt man, ähnlich wie bei der Anodenbasisschaltung in der Röhrentechnik, den Kollektor eines Transistors wechsellspannungsmäßig auf Massepotential, dann erhält man die sogenannte Kollektorschaltung, die die gleiche Bedeutung wie der Katodenfolger in der Röhrentechnik hat. Die Kollektorschaltung zeigt nämlich einen sehr hohen Eingangswiderstand und einen niedrigen Ausgangswiderstand, und man bezeichnet diese Schaltung daher auch als Impedanzwandler. Weil die Emitterspannung die gleiche Phasenlage und fast die gleiche Amplitude wie die Basisspannung hat, der Emittor also der Basisspannung hinsichtlich Betrag und Phasenlage folgt, wird diese Schaltung auch Emittorfolger genannt. Bei der Kollektorschaltung wird das Signal vollständig gegengekoppelt, so daß die Spannungsverstärkung kleiner als Eins ist. Trotz dieser kleinen Spannungs-

Bild 1. Einfache Kollektorschaltung



verstärkung ergibt sich bei Transistorstufen infolge der Stromverstärkung auch eine Leistungsverstärkung. Eine praktische Ausführungsform der Kollektorschaltung zeigt Bild 1. Den gewünschten Arbeitspunkt kann man mit dem Widerstand  $R_1$  einstellen. Der in der Emittorleitung liegende Widerstand  $R_2$  ist der Arbeitswiderstand. Im folgenden werden die charakteristischen Eigenschaften einer solchen Schaltung abgeleitet.

### 1.2. Verstärkung

#### 1.2.1. Spannungsverstärkung

Die Spannungsverstärkung der Schaltung nach Bild 2 ist

$$V_u = \frac{u_a}{u_e} \quad (1)$$

Das Eingangssignal  $u_e$  liegt zwischen Basis und Masse. Der Transistor wird aber zwischen Basis und Emittor mit dem

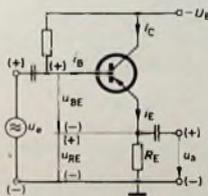


Bild 2. Spannungen beim Emittorfolger

Signal  $u_{BE}$  angesteuert. Das Ausgangssignal fällt an  $R_E$  ab. Daher ist

$$u_e = u_{BE} + u_a \quad (2)$$

Da nach Gl. (2) die Ausgangsspannung  $u_a = u_e - u_{BE}$  und damit stets kleiner als die Eingangsspannung  $u_e$  ist, hat die Kollektorschaltung eine Spannungsverstärkung

$$V_u < 1.$$

#### 1.2.2. Stromverstärkung

Auf der Eingangsseite der Schaltung wirkt als Steuerstrom der kleine Basiswechselstrom  $i_B$ , und am Ausgang tritt der größere

Emittorstrom  $i_E$  auf. Es gilt

$$i_E = i_B + i_C.$$

$i_C$  ist aber um den Faktor der Stromverstärkung größer als  $i_B$ , so daß man schreiben kann

$$i_E = i_B + i_B \cdot \beta,$$

$$i_E = i_B (1 + \beta)$$

( $\beta$  ist der Stromverstärkungsfaktor des Transistors). Die Stromverstärkung der Kollektorschaltung ergibt sich damit zu

$$V_I = \frac{i_a}{i_e} = \frac{i_E}{i_B} = \frac{i_B (1 + \beta)}{i_B} = 1 + \beta. \quad (3)$$

#### 1.2.3. Leistungsverstärkung

Das Produkt aus Spannungs- und Stromverstärkung ergibt die Leistungsverstärkung

$$V_p = V_u \cdot V_I. \quad (4)$$

Die Leistungsverstärkung der Kollektorschaltung bleibt (weil  $V_u < 1$  ist) hinter derjenigen der Emittorschaltung zurück. Man erreicht in der Emittorschaltung für  $V_p$  Werte von 30 bis 35 dB, in der Kollektorschaltung jedoch nur etwa 15 bis 20 dB.

### 1.3. Eingangswiderstand

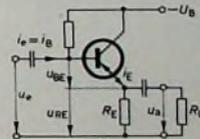
Der hohe Eingangswiderstand  $R_c$  der Kollektorschaltung läßt sich folgendermaßen erklären: Es gilt

$$R_c = \frac{u_e}{i_e} \quad (5)$$

und

$$u_e = u_{RE} + u_{BE}.$$

Bild 3. Spannungen und Ströme zur Erläuterung des Eingangswiderstands



Für  $u_{RE}$  kann man nach Bild 3 setzen

$$u_{RE} = R_E \cdot i_E.$$

Dann erhält man

$$u_e = R_E \cdot i_E + u_{BE}.$$

Weil aber  $i_E = i_B (1 + \beta)$  ist, wird

$$u_e = R_E \cdot i_B (1 + \beta) + u_{BE}. \quad (6)$$

Setzt man nun Gl. (6) in Gl. (5) ein und  $i_e = i_B$ , dann ergibt sich

$$R_c = \frac{u_e}{i_e} = \frac{R_E \cdot i_B (1 + \beta) + u_{BE}}{i_B}. \quad (7)$$

Darin ist  $u_{BE}/i_B$  der Eingangswiderstand  $h_{11e}$  des Transistors in Emitterschaltung, so daß man für den Eingangswiderstand der Kollektorschaltung erhält

$$R_c = R_E (1 + \beta) + h_{11e}. \quad (8)$$

Genaugenommen muß für  $R_E$  die Parallelschaltung aus dem Emittorwiderstand  $R_E$  und dem Lastwiderstand  $R_L$  gesetzt werden. Ist nun beispielsweise  $R_E = 5 \text{ k}\Omega$ , die Stromver-

stärkung  $(1 + \beta) = 50$  und  $h_{11e} = 1 \text{ k}\Omega$ , so wird der Eingangswiderstand

$$R_e = R_E (1 + \beta) + h_{11e}$$

$$R_e = 251 \text{ k}\Omega.$$

Dieser Eingangswiderstand ist so groß, daß damit schon eine einigermaßen brauchbare Anpassung an hochohmige Kristalltonabnehmer vorgenommen werden kann.

Der Eingangswiderstand würde sehr hochohmig, wenn man die Idealbedingung  $u_b = u_e$  erreichen könnte. Dazu müßte der Innenwiderstand des Transistors sehr klein sein, er müßte eine sehr große Stromverstärkung haben, und der Emittterwiderstand müßte sehr hochohmig sein. Bei einem Transistor mit  $\beta = 100$  und bei  $R_E = 100 \text{ k}\Omega$  würde nach Gl. (8) ein Eingangswiderstand von  $10 \text{ M}\Omega$  erreichbar sein. Es muß aber beachtet werden, daß zum Erreichen des benötigten Lastwiderstands von  $10 \text{ k}\Omega$  eine weitere Kollektorschaltung oder eine entsprechend gegengekoppelte Emitterschaltung erforderlich ist. Der höchste mit einer einfachen Kollektorschaltung herzustellende Eingangswiderstand liegt daher bei etwa  $1 \text{ M}\Omega$ .

#### 1.4. Ausgangswiderstand

Eine weitere Eigenschaft des Emittterfolgers ist sein extrem niedriger Ausgangswiderstand. Der Innen- oder Ausgangswiderstand einer Schaltung ist ganz allgemein gleich dem Verhältnis der Leerlaufausgangsspannung  $u_a$  zum Kurzschlußausgangsstrom  $i_a$ . Die Leerlaufausgangsspannung ist in einer Kollektorschaltung wegen der fehlenden Verstärkung praktisch gleich der Eingangsspannung  $u_e$ . Der Kurzschlußausgangsstrom ist der Emittterstrom  $i_e$ , der wiederum um den Faktor  $(1 + \beta)$  größer als der Eingangsstrom  $i_b$  ist. Daraus ergibt sich für den Ausgangswiderstand des Emittterfolgers

$$R_a = \frac{u_a}{i_a} = \frac{u_e}{i_E} \quad (9)$$

Mit

$$i_E = i_B (1 + \beta)$$

erhält man

$$R_a = \frac{u_e}{(1 + \beta) i_B}$$

und mit

$$\frac{u_e}{i_B} = h_{11e}$$

folgt schließlich

$$R_a = \frac{1}{1 + \beta} \cdot h_{11e} \quad (10)$$

Wie aus Gl. (10) ersichtlich, sinkt der Ausgangswiderstand mit zunehmender Stromverstärkung  $\beta$  und abnehmendem Eingangswiderstand  $h_{11e}$ . Den Ausgangswiderstand des Emittterfolgers Null werden zu lassen, läßt sich nicht erreichen, weil zumindest der Eingangswiderstand  $h_{11e}$  des Transistors (zur Hauptsache der Basisbahnwiderstand  $R_{Bb}$ ) vorhanden ist, der dann den Minimalwert des Ausgangswiderstands nach Gl. (11) bestimmt

$$R_{a \text{ min}} = \frac{R_{Bb}}{1 + \beta} \quad (11)$$

Man sieht, daß der Ausgangswiderstand einerseits mit abnehmendem Basisbahnwiderstand, andererseits mit zunehmender Stromverstärkung fällt. In der Praxis erreicht man Ausgangswiderstände, die mit  $h_{11e} = 1 \text{ k}\Omega$  und  $\beta = 50$  nach Gl. (10) bei  $20 \text{ }\Omega$  liegen.

### 1.5. Anwendungsbeispiele

#### 1.5.1. Kristallmikrofonanpassung

Eine praktische Anwendung des Impedanzwandlerprinzips zeigt Bild 4. Soll ein Kristallmikrofon über eine längere Leitung an den Verstärker angeschlossen werden, dann würde diese hochohmige Leitung Brummeinstreuungen begünstigen. Mit

Bild 4. Impedanzwandler zur Kristallmikrofonanpassung

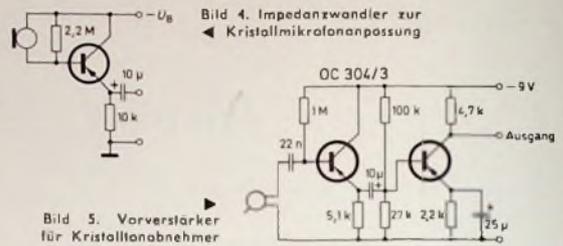
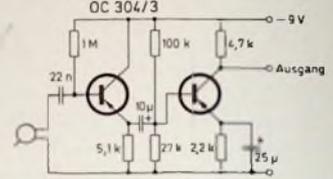


Bild 5. Vorverstärker für Kristalltonabnehmer



Hilfe eines Emittterfolgers wird die hochohmige Mikrofonimpedanz in eine niederohmige umgewandelt. Der Eingangswiderstand der Stufe liegt in der Größenordnung des für ein Kristallmikrofon bei tiefen Frequenzen erforderlichen Wertes; der Ausgangswiderstand ist etwa  $10 \text{ }\Omega$ . Wenn der nachfolgende Mikrofonverstärker eine Eingangsimpedanz von  $10$  bis  $50 \text{ k}\Omega$  hat, läßt sich ein längeres Mikrofonkabel, das trotz des niedrigen Quellwiderstands abgeschirmt sein sollte, verwenden.

#### 1.5.2. Vorverstärker für Kristalltonabnehmer

Vielfach wird bei transistorisierten NF-Verstärkern ein hochohmiger Eingang gefordert, so zum Beispiel für einen Plattenspieler mit Kristalltonabnehmer. Die im Bild 5 gezeigte Schaltung eignet sich gut für die Anpassung zwischen hochohmigem Generator und niederohmigem Eingangswiderstand eines Transistor-NF-Verstärkers. Für den Transistor OC 403/3 wird  $\beta$  mit  $70$  bis  $130$  angegeben.  $h_{11e}$  ist rund  $1 \text{ k}\Omega$ . Hier soll mit  $\beta = 100$  gerechnet werden. Dann erhält man nach Gl. (8) als Eingangswiderstand für diese Stufe

$$R_e = R_E (1 + \beta) + h_{11e}$$

$$R_e = 516,1 \text{ k}\Omega.$$

Der Stufenausgangswiderstand ergibt sich nach Gl. (10) zu

$$R_a = \frac{1}{1 + \beta} \cdot h_{11e}$$

$$R_a = 10 \text{ }\Omega.$$

Man erhält mit einer solchen Impedanzwandlerstufe eine ideale Anpassung, die einem Übertrager aus folgenden Gründen vorzuziehen ist: Durch die vollständige Gegenkopplung ergibt sich ein geringer Klirrfaktor, und durch die kleine Ein- und Ausgangskapazität erreicht man einen sehr linearen Frequenzgang, der praktisch nur durch die Grenzfrequenz des Transistors bestimmt wird.

#### 1.5.3. Videoverstärker

Der Videoverstärker in einem transistorbestückten Fernsehempfänger wird zweistufig ausgelegt, wobei die 1. Stufe der Anpassung dient. Der Video Endstufentransistor hat einen so niederohmigen Eingangswiderstand, daß der Videogleichrichter zu stark belastet würde. Mittels der im Bild 6 gezeigten Emittter-

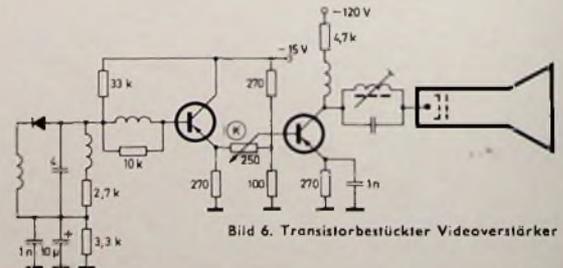


Bild 6. Transistorbestückter Videoverstärker

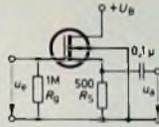
folgerschaltung erreicht man die richtige Anpassung zwischen Videogleichrichter und Endstufe. Durch die niedrige, konstante Eingangskapazität der Kollektorschaltung auf Grund der Gegenkopplung werden die schädlichen Kapazitäten im Videodemodulatorkreis nicht nennenswert erhöht.

## 2. Impedanzwandler mit Feldeffekttransistoren

### 2.1. Allgemeines

Feldeffekttransistoren mit isoliertem Gate (MOSFET) zeigen ein ähnliches Verhalten wie Röhren, nur mit dem Unterschied, daß man dieses Verstärkerelement sowohl mit negativer als auch mit positiver Gatespannung betreiben kann. Der Eingangswiderstand bleibt dabei trotzdem in der Größenordnung von  $10^{15}$  Ohm. So wird auch bei den MOSFET der Eingangswiderstand einer Stufe weitgehend vom Gatewiderstand bestimmt. Legt man, wie es Bild 7 zeigt, den Arbeitswiderstand nicht in

Bild 7 Sourcefolger mit MOS-Feldeffekttransistor



die Drainleitung, sondern in die Sourceleitung, dann erhält man eine vollständige Gegenkopplung. Die Spannungsverstärkung ist dann immer kleiner als Eins, und die Verzerrungen sind gering. Außerdem ist die Eingangsimpedanz größer als bei der Sourcestufe, und die Ausgangsimpedanz wird durch die Gegenkopplung niedrig. Die Drainschaltung (Sourcefolger) wirkt daher als Impedanzwandler. Ein Sourcefolger wird eingesetzt, wenn die Eingangskapazität besonders gering sein soll und ein Impedanzwandler für die Verarbeitung großer Eingangssignale erwünscht ist.

### 2.2. Spannungsverstärkung

Auf eine Betrachtung der Strom- und Leistungsverstärkung kann bei MOSFET verzichtet werden, weil sie leistungslos gesteuert werden. Aus der Überlegung, daß

$$u_s = u_c - u_g$$

ist, folgt, daß die Spannungsverstärkung  $V_u < 1$  ist (Bild 8).  $R_S$  hat einen Einfluß auf den Arbeitspunkt und darf deshalb nicht be-

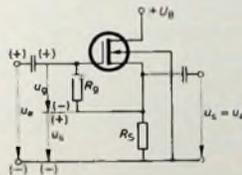


Bild 8 Spannungen beim Sourcefolger

lieblich variiert werden. Die Verstärkung der nichtgegengekoppelten Stufe wird nach der Formel

$$V_u = y_{21s} \cdot R_S \quad (12)$$

berechnet, wobei  $y_{21s}$  die Vorwärtssteilheit des Feldeffekttransistors in Sourceschaltung ist. Die tatsächliche Stufenverstärkung ergibt sich aus

$$V_u' = \frac{u_u}{u_c} = \frac{u_s}{u_c} \quad (13)$$

Setzt man für  $u_c = u_g + u_s$ , dann erhält man

$$V_u' = \frac{u_s}{u_g + u_s} \quad (14)$$

Außerdem gilt

$$u_s = u_g \cdot V_u = u_g \cdot y_{21s} \cdot R_S,$$

so daß

$$V_u' = \frac{u_g \cdot y_{21s} \cdot R_S}{u_g + u_g \cdot y_{21s} \cdot R_S} = \frac{u_g \cdot y_{21s} \cdot R_S}{u_g (1 + y_{21s} \cdot R_S)} \quad (15)$$

ist. Damit ergibt sich

$$V_u' = \frac{y_{21s} \cdot R_S}{1 + y_{21s} \cdot R_S} \quad (16)$$

Setzt man nach Gl. (12) noch  $y_{21s} \cdot R_S = V_u$  ein, so erhält man

für die Stufenverstärkung schließlich

$$V_u' = \frac{V_u}{1 + V_u} \quad (17)$$

### 2.3. Eingangswiderstand

Ist der Widerstand  $R_g$  (wie im Bild 7 gezeigt) an Masse gelegt, dann entspricht der Eingangswiderstand der Stufe diesem Widerstand. Verbindet man dagegen das kalte Ende von  $R_g$  mit dem Sourceanschluß, wie es in den Bildern 8 und 9 gezeigt ist, dann ergibt sich der wesentlich höhere Stufeneingangswiderstand  $R_e$ . Es gilt

$$R_e = \frac{u_c}{i_c} = \frac{u_g + u_s}{i_c} = \frac{u_g}{i_c} + \frac{u_s}{i_c} = R_g + \frac{u_s}{i_c} \quad (18)$$

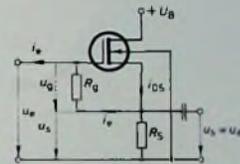
Außerdem ist

$$u_s = R_S (i_c + i_{DS}) = R_S \cdot i_c + R_S \cdot i_{DS} \quad (19)$$

$i_{DS}$  läßt sich aus der Leerlaufverstärkung  $\mu$  des MOSFET und der Summe der Widerstände im Sourcekreis berechnen

$$i_{DS} = \frac{\mu \cdot u_g}{R_S + R_I} = \frac{\mu \cdot R_g \cdot i_c}{R_S + R_I} \quad (20)$$

Bild 9 Spannungen und Ströme zur Erläuterung des Eingangswiderstands



Setzt man dies in Gl. (19) ein, so erhält man

$$u_s = R_S \cdot i_c + \frac{\mu \cdot R_g \cdot i_c \cdot R_S}{R_S + R_I} \quad (21)$$

Da die Verstärkung  $V_u = \mu \frac{R_S}{R_S + R_I}$  ist, wird

$$u_s = R_S \cdot i_c + R_g \cdot i_c \cdot V_u \quad (22)$$

$$u_s = i_c (R_S + R_g \cdot V_u) \quad (23)$$

$$\frac{u_s}{i_c} = R_S + R_g \cdot V_u \quad (24)$$

Hieraus folgt mit Gl. (18) für den Eingangswiderstand der Schaltung

$$R_e = R_g + \frac{u_s}{i_c}$$

$$R_e = R_g + R_S + R_g \cdot V_u \quad (25)$$

$$R_e = R_g (1 + V_u) + R_S \quad (26)$$

Da  $R_S$  stets viel kleiner als  $R_g$  ist, kann man vereinfacht schreiben

$$R_e = R_g (1 + V_u) \quad (27)$$

oder, wenn man  $V_u$  noch ersetzt,

$$R_e = R_g \left( 1 + \frac{y_{21s} \cdot R_I \cdot R_S}{R_I + R_S} \right) \quad (28)$$

Da

$$1 + V_u = \frac{1}{1 - V_u'}$$

ist, kann die Formel für  $R_e$  auch lauten

$$R_e = \frac{R_g}{1 - V_u'} \quad (27a)$$

### 2.4. Eingangskapazität

Ist der Lastwiderstand ein reiner Wirkwiderstand, dann wird die Stufeneingangskapazität  $C_e'$  des Sourcefolgers durch die Spannungsgegenkopplung verringert. Eine ähnliche Ableitung wie für den Eingangswiderstand führt für die Eingangskapazität

zu der Beziehung

$$C_{e'} = C_{gd} + C_{gs} (1 - V_u'). \quad (29)$$

Darin ist  $C_{gd}$  die Rückwirkungskapazität zwischen Gate und Drain und  $C_{gs}$  die Eingangskapazität zwischen Gate und Source. Ist beispielsweise  $C_{gd} = 0,6$  pF,  $V_u' = 0,5$  und  $C_{gs} = 3,9$  pF, dann wird

$$C_{e'} = 0,6 + 0,5 \cdot 3,9 = 2,55 \text{ pF.}$$

### 2.5. Ausgangswiderstand

Wie schon erwähnt, ist der Ausgangswiderstand  $R_a$  niedrig. Allgemein gilt

$$R_a = \frac{u_a}{i_a}, \quad (30)$$

und mit

$$u_a = V_u' \cdot u_e,$$

$$i_a = y_{21} s \cdot u_e$$

wird

$$R_a = \frac{V_u' \cdot u_e}{y_{21} s \cdot u_e} = \frac{V_u'}{y_{21} s}. \quad (31)$$

Setzt man in dieser Gleichung

$$V_u' = \frac{V_u}{1 + V_u},$$

dann erhält man

$$R_a = \frac{V_u}{1 + V_u} \cdot \frac{1}{y_{21} s} = \frac{V_u y_{21} s}{1 + V_u}. \quad (32)$$

Mit

$$V_u = y_{21} s \cdot R_S$$

entsprechend Gl. (12) ist

$$R_a = \frac{y_{21} s \cdot R_S}{1 + V_u}$$

oder

$$R_a = \frac{R_S}{1 + V_u}. \quad (33)$$

Ähnlich wie beim Röhrenimpedanzwandler, kann man zum Abschätzen von  $R_a$  die Beziehung

$$R_a \approx \frac{1}{y_{21} s} \quad (34)$$

verwenden.

### 2.6. Anwendungsbeispiel

Die Schaltung nach Bild 10 ist mit einem Sperrschicht-Feld-effekttransistor aufgebaut. Im Prinzip wären mit solchen Transistoren Eingangswiderstände im Gigaohmbereich zu er-

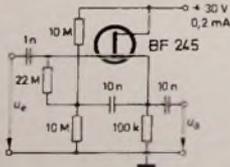


Bild 10. Impedanzwandler mit Sperrschicht-Feldeffekttransistor

reichen, doch benötigt man dazu Gateableitwiderstände in der gleichen Größenordnung. So hochohmige Schichtwiderstände sind zu teuer und haben recht große Abmessungen. Mit der Schaltung nach Bild 10 kann man einen so hohen Eingangswiderstand dennoch erreichen. Die Sourcewechselspannung wird über den 10-nF-Kondensator an den Mittelabgriff eines Spannungsteilers aus zwei 10-MOhm-Widerständen geführt. An diesem Abgriff wird auch die Gatevorspannung über 22 MOhm abgegriffen. Infolge dieser aus der Röhrentechnik übernommenen Bootstrap-Schaltung wird der wirksame Wert des 22-MOhm-Widerstands hier ver Hundertfacht, und man erhält einen Eingangswiderstand von 2,2 GOhm. Im einzelnen hat die

Schaltung folgende Daten ( $y_{21} s = 1$  mS bei  $i_{DS} = 0,2$  mA):

$$V_u = y_{21} s \cdot R_S = 10^{-3} \cdot 10^5 = 100,$$

$$V_u' = \frac{V_u}{1 + V_u} = \frac{10^2}{1 + 10^2} \approx 0,99,$$

$$R_e = R_g (1 + V_u) = 22 \cdot 10^6 (1 + 10^2) \approx 2,2 \text{ GOhm}$$

und

$$R_a = \frac{R_S}{1 + V_u} = \frac{10^5}{1 + 10^2} \approx 1 \text{ kOhm.}$$

## Technik von morgen

### MHD-Generator für kurzzeitige Leistungsabgabe

Der Wirkungsgrad eines Umwandlungsprozesses von Wärmeenergie in elektrische Energie ist um so besser, je höher die Temperatur ist, bei der er verläuft. In konventionellen Dampfkraftwerken erreicht man Wirkungsgrade bis zu 40%. Da in diesen Anlagen keine wesentliche Steigerung der Temperatur des Arbeitsmittels mehr möglich ist, kann auch keine wesentliche Erhöhung des Wirkungsgrades mehr erwartet werden. In mit Atomenergie betriebenen Großkraftwerken hofft man jedoch, mit Gasturbinen den Wirkungsgrad bis auf 50% steigern zu können. Die Anwendung der Gasturbinen befindet sich jedoch noch im Planungsstadium.

Eine beträchtliche Temperatursteigerung des Arbeitsmittels und damit auch eine Steigerung des Wirkungsgrades könnte erreicht werden, wenn eine im direkten Konversionsverfahren betriebene Anlage als Vorsatz vor eine konventionelle Kraftwerkanlage geschaltet wird. Von den direkten Umwandlungsverfahren eignet sich jedoch nur das im MHD-Generator zur Anwendung gelangende zum Einsatz in Großkraftwerken, da es Einheiten großer Leistung zu bauen gestattet. Mit diesem Verfahren könnte man Arbeitstemperaturen bis zu 3000 °C erreichen. Die Berechnungen ergeben, daß bei der Kombination des MHD-Generators mit der Dampfturbine oder mit der Gasturbine Gesamtwirkungsgrade über 50% erwartet werden dürften.

Die im Generatorplasma eines MHD-Generators induzierte EMK bewirkt, wenn ein elektrischer Verbraucher über Elektroden an das Plasma angeschlossen wird, einen Stromfluß im Verbraucherstromkreis. Um die Anlagekosten eines MHD-Generators möglichst niedrig zu halten, muß je Volumeneinheit eine möglichst hohe elektrische Leistung umgesetzt werden. Neben genügend hohen Strömungsgeschwindigkeiten und Magnetfeldstärken ist dazu auch eine genügend hohe elektrische Leitfähigkeit des Plasmas erforderlich. Man erhält sie durch Zusatz eines leicht ionisierbaren Materials, wie Caesium oder Kalium, zum Arbeitsmittel.

Für kurzzeitige Leistungsabgaben ist der Verbrennungs-MHD-Generator besonders geeignet. Für diesen Zweck erweist er sich einem konventionellen Kraftwerk ökonomisch und auch im Betriebsverhalten überlegen, da er keine langen Anheizzeiten benötigt und deshalb sofort betriebsbereit ist. Solche Kurzzeit-MHD-Generatoren können zum Beispiel benutzt werden zur Stabilisierung von öffentlichen Netzen bei Stromausfall oder als Energiequellen für physikalische Großexperimente, zum Pulsen von Radaranlagen oder Lasern oder zur Beschleunigung von Gasströmungen in Überschall-Windkanälen.

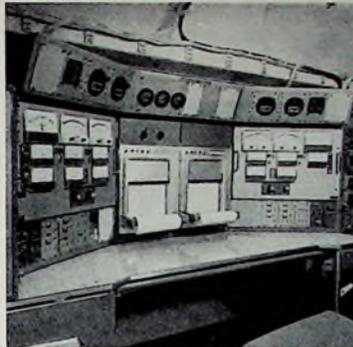
Im Institut für Plasmaphysik (IPP), Garching bei München, wurde in Zusammenarbeit mit der MAN mit dem Bau eines solchen Kurzzeitgenerators begonnen. Die Daten dieses Generators sind plasmaphysikalischen Großexperimenten angepaßt. Die Leistungsabgabe dieses Generators soll 10 MW für eine Betriebsdauer von 10 s betragen.

## Flugprüfung von Navigationsmitteln

In der Luftfahrtelektronik hört man viel über neue elektronische Ausrüstung zur Erleichterung der Navigation und Verbesserung der Flugsicherung, ihre höhere Zuverlässigkeit und leichtere Wartung. Für den Piloten kommt jedoch noch eine weitere Dimension hinzu: das Verhalten der Anlage im Luftraum und über der Landebahn. Die Abnahme der Installation und ihre laufende Überwachung müssen durch Prüfung im Flug erfolgen.

Die Flugprüfungen gehören in Großbritannien zum Aufgabengebiet einer Dienststelle des Handelsministeriums der Civil Aviation Flying Unit (CAFU), die unter anderem die Lizenzen für Berufspiloten erteilt. Ihr obliegt die laufende Überprüfung der ILS-Anlagen auf 40 Flughäfen – 1975 sollen es 60 sein – und 44 VORs. Die Meßflugzeugflotte wurde gerade durch zwei „HS 748“ von Hawker Siddeley ergänzt. Die Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) wird dieser Tage eine Maschine des gleichen Typs mit britischen Navigationssystemen, aber ohne die Prüfeinrichtungen, übernehmen. Es handelt sich um eine Sonderausführung mit einer sonst nicht üblichen Station für den Navigator. Die Meßausrüstungen sind in der Kabine eingebaut, und zwar werden die vorhandenen Sitzschienen benutzt, um Wartung und Nachrüstung zu erleichtern. Die größere Tragfähigkeit und eine 12-kW-Stromversorgung gestatten beispielsweise gleichzeitiges Prüfen von vier VORs, während bisher nur jeweils eine Anlage geprüft werden konnte. Auch für ILS-Messungen sind zwei Stationen vorhanden, doch wird jeweils nur eine in Betrieb sein. Die ILS-Prüfung ist besonders interessant und wird viermal im Jahr vorgenommen. Außerdem werden CAFU-Prüfungen angefordert, wenn sich Piloten beschweren oder wenn es während des Instrumenten-anfluges zu Unfällen kommt.

ILS-Anlagen werden für Betrieb bei verschiedenen Wetterlagen zugelassen. Bei Wetterkategorie II, das heißt für 30 m Entscheidungshöhe und 400 m Landebahnsicht, sind nur Winkelabweichungen von 200 Bogensekunden zugelassen, was einer Höhenabweichung von 30 cm über der Landebahnschwelle entspricht. Die Kurslinie sollte zwar theoretisch gerade sein, wird aber durch Reflexionen an Gebäuden und dergleichen gestört. Die Mittellinie des Anflugsektors wird daher in 1000 Fuß Höhe (305 m) langsam überflogen, wobei die aufgenommenen Signale analog angezeigt und auf einem Schreiber registriert werden. Außerdem werden Rollen und Nicken der Maschine registriert. Während des Anfluges werden alle 30 Sekunden gleichzeitig fotografische Bodenaufnahmen und Aufnahmen der wichtigsten Instrumente gemacht. Die Bodenaufnahmen gestatten eine zuverlässige Höhenbestimmung, sofern sie genau vertikal gemacht werden. Sie müssen daher für Rollen und Nicken der Maschine im Zeitpunkt der Aufnahme nach den Aufzeichnungen korrigiert werden.



Teilblick in das Meßflugzeug „HS 748“

Der Meßflug wird weiterhin durch Kursabweichungen oder Kurskorrekturen beeinflusst, insbesondere wenn manuell geflogen wird. Durch Anwendung eines an sich für andere Zwecke entwickelten Infrarot-Gerätes entstand das „Telescope“, das die Kompensation für diese Fehler gestattet. Eine in der Flugzeugnase untergebrachte Lampe dient als Energiequelle, deren Strahlung im Tracker-Gerät in zwei elektrische Impulse umgewandelt wird. Der Zeitabstand zwischen dem ersten Impuls und einem Bezugsimpuls ist ein Maßstab für die horizontale Winkelabweichung der Lampe von der Bezugsachse im Gerät. Der andere Impuls gibt durch den Zeitabstand von einem zweiten Bezugsimpuls den Abweichwinkel in der vertikalen Ebene. Obwohl die Messungen in beiden Ebenen gleichzeitig erfolgen, werden sie nur getrennt ausgewertet, da die Ausrüstung für die Azimut-Ebene in der Nähe des Landekursenders, die für die Vertikalebene in der Nähe des Gleitwegsenders stehen muß, wenn man mit einem „Telescope“ auskommen will. Das IR-Signal der Lampe läßt sich auf 8 km Entfernung nachweisen. Die Messungen werden zeitmäßig mit denen im Flugzeug synchronisiert und durch einen tragbaren Computer an Ort und Stelle ausgewertet. Sie können entweder durch eine Telemetrie-Verbindung weitergegeben oder in einem Begleitwagen registriert werden. Das „Telescope“ wird von Milligan Electronics unter CAFU-



„Telescope“-Tracker; rechts auf dem Boden der tragbare Computer



Blick in das Meßflugzeug „HS 748“ der britischen Civil Aviation Flying Unit



In der ausgezogenen Schublade befindet sich der Cassor-Meßsender „CRM 555“, der während des Fluges für Tests die beim ILS- oder VOR-Anflug empfangenen Signale erzeugt

Lizenz gebaut und hat auch in der Bundesrepublik Interesse erregt.

Die Korrelation der „Telescope“- und Flugregistrierstreifen erfolgt noch semiautomatisch und wird in einem Digico-Computer „micro 16“ ausgewertet.

Die Anflüge führt man mehrfach aus, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse unter Beweis zu stellen. Außerdem wird ein Meßflug quer zum Landekurs gemacht, bei dem besonders darauf geachtet wird, daß die ILS-Signale nicht durch Änderungen in der Umgebung, durch neue Reflexionen und dergleichen beeinflusst werden.

Wenn so viel Wert auf Genauigkeit gelegt wird, muß man sich regelmäßig über den Status der Bordgeräte informieren. Ein Laboratorium mit Normen, die sich gegenseitig prüfen lassen, kann gleichzeitig die Meßgeräte von zwei Flugzeugen an Bord nachziehen. Insgesamt hat die Station, die zur Zeit brasilianische Beamte ausbildet, fünf für diese Zwecke ausgebildete Mannschaften zur Verfügung. Mit den beiden neuen „HS 748“ kann man mehr Prüfungen schneller durchführen und hofft, Kapazität für Flugprüfungen im Ausland zu haben, für die sich bereits Interessenten meldeten.

E. R. Friedlaender, C. Eng.

# Moderner Transistor-UKW-Super mit Stationstasten und integrierten Schaltkreisen

## Technische Daten

HF- und ZF-Teil  
 Frequenzbereich: 87...108,5 MHz  
 Antenneneingang:  
 240 Ohm, symmetrisch  
 Rauschzahl: 2,5  
 AM-Unterdrückung: 50 dB bei 50% AM  
 Bandbreite: 160 kHz bei -2 dB  
 Klirrfaktor bei 1 kHz:  
 0,3 % bei 100% FM  
 0,15% bei 60% FM  
 Radiodektor-Spitze-Spitze-Abstand:  
 600 kHz  
 NF-Verstärker  
 Ausgangsleistung: 2,5 W  
 Klirrfaktor: 1% bei 2,0 W und 1 kHz  
 Frequenzbereich: 25 Hz...30 kHz  
 Anschluß für Plattenspieler  
 oder Tonbandgerät  
 Anschluß für Außenlautsprecher:  
 4 Ohm (Schaltbuchse)  
 Stromversorgung: 220 V... 7 VA  
 Abmessungen:  
 360 mm x 200 mm x 110 (75) mm



Bild 1. UKW-Rundfunkempfänger in Pultform

Der im Bild 1 gezeigte UKW-Rundfunkempfänger ist ein typischer Regalsuper. Er kann wegen seiner Pultform aber ebenso gut auf einem Tisch oder an der Wand angeordnet werden. Durch die verwendete Stationstasten-Abstimmung mit AFC vereinfacht sich die Bedienung wesentlich. Da heute in den meisten Gebieten guter UKW-Empfang möglich ist, wurde auf weitere Wellenbereiche verzichtet. Außerdem erhält man bei

UKW-Empfang zusammen mit dem eingebauten großen Ovallautsprecher und der 2,5-W-Gegentakt-Endstufe gute Klangqualität. Durch Anschluß eines Außenlautsprechers (Lautsprecherbox) kann die Wiedergabequalität noch weiter verbessert werden. Der UKW-Pultempfänger hat eine eingebaute Netzantenne, die den Empfang von Orts- und Regionalsendern ermöglicht.

Der beschriebene UKW-Rundfunkempfänger ist mit Görler-Bausteinen (Turner, ZF-Teil) aufgebaut. Das UKW-Eingangsteil ist mit Feldeffekttransistoren, der ZF- und NF-Verstärker sind mit integrierten Schaltungen bestückt. Die Abstimmung erfolgt mit Kapazitätsdioden. Zur genauen Senderabstimmung hat der Empfänger ein eingebautes Feldstärke-Anzeigeelement.

## UKW-Eingangsteil

Bild 2 zeigt die gesamte Schaltung des UKW-Rundfunkempfängers mit Stationstasten in Pultform. Das UKW-Eingangsteil arbeitet mit vier abgestimmten Kreisen. Der erste abgestimmte

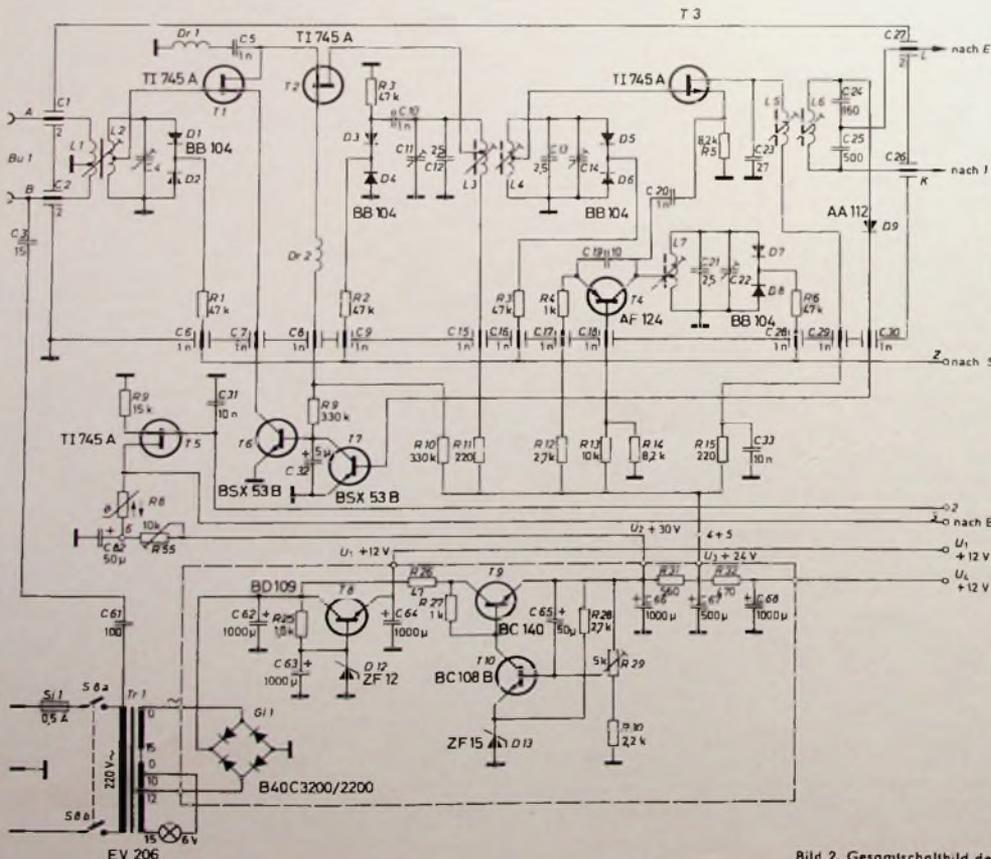


Bild 2. Gesamtschaltbild des UKW-Empfängers

Kreis liegt im Eingang, die beiden anderen Abstimmkreise sind als induktiv gekoppeltes Bandfilter ausgebildet. Der vierte Abstimmkreis ist im Oszillator angeordnet. Alle Kreise werden mit der Doppeldiode BR 104 abgestimmt. Doppeldioden vermeiden Verzerrungen des HF-Signals, die durch Gleichrichtung bei hoher Aussteuerung auftreten können. Außerdem spart man bei Doppeldioden Trennkondensatoren und erhält eine geringere Schwingkreisdämpfung.

In der Eingangsschaltung und der Mischstufe werden Feldeffekttransistoren verwendet, die im Gegensatz zu bipolaren Transistoren eine quadratische Kennlinie haben. Man erhält dadurch bei gleicher Aussteuerung geringere Verzerrungen der HF-Schwingung. Mit einer fremdgesteuerten Mischstufe lassen sich Verwerfungen und Mitzieheffekte bei hohen Feldstärken weitgehend vermeiden. Der UKW-Baustein hat durch die optimale Schaltungsauslegung ein günstiges Großsignalverhalten.

Die Eingangsstufe des UKW-Tuners arbeitet in Kaskodeschaltung mit T1 und T2. Sie gewährleistet neben hoher Leistungsverstärkung und kleinem Eigenrauschen die notwendige Selektion. Die verhältnismäßig hohe Rückwirkungskapazität der Feldeffekttransistoren macht sich bei geradeausverstärkenden Stufen unangenehm bemerkbar und wird mit Dr1 und C5 kompensiert.

Über das selektive HF-Bandfilter L3, C11, C12, D3, D4 sowie L4, C13, C14, D5 und D6 gelangt das verstärkte Eingangssignal an das Gate des Mischtransistors T3. Die Einkopplung des Oszillatorsignals erfolgt niederohmig im Sourcekreis. Im Ausgang der Mischstufe liegt das 1. ZF-Filter. Um einen niedrigen ZF-Ausgangswiderstand zu erreichen, hat der Sekundärkreis des ZF-Filters einen kapazitiven Teiler. Die ZF wird über den Durchführungskondensator C27 ausgekoppelt.

Um Oberwellen und Frequenzverwerfungen sicher zu vermeiden, muß auch der Oszillator sorgfältig dimensioniert werden. Der Oszillatortransistor T4 arbeitet in Basisschaltung. Die Rückkopplung über C19 direkt zum Kollektor von T4 verhindert die Einspeisung von Oberwellen. Sie entstehen zum Beispiel durch die nichtlineare Kennlinie der Emitter-Basis-Diodenstrecke. Um Frequenzänderungen des Oszillators durch Transistor-Parameterschwankungen zu verringern, liegt der Kollektor von T4 an einer Anzapfung des Oszillatorschwingkreises.

Der UKW-Baustein hat zum Regeln der Vorstufe einen eingebauten Regelspannungsverstärker mit den Transistoren T6 und T7. Die Regelspannung erhält man durch Gleichrichten der von der Antennenspannung abhängigen ZF-Spannung am 1. ZF-Kreis mit D9.

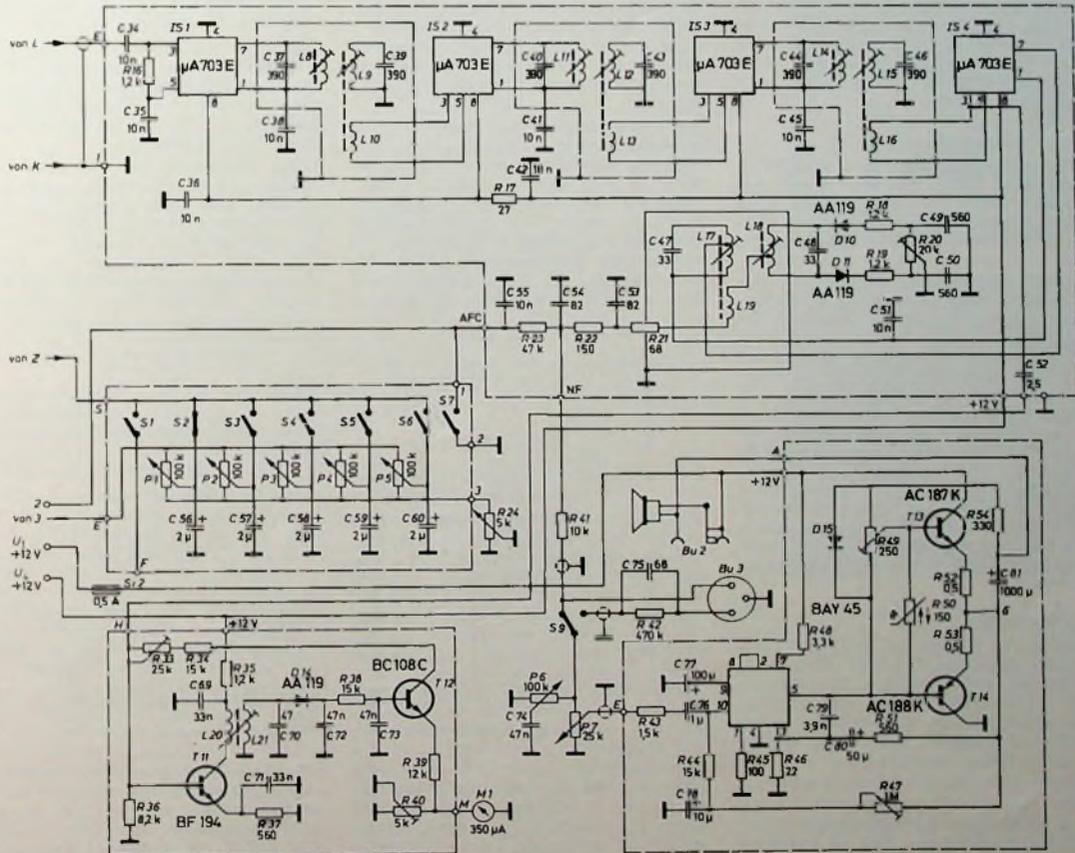
Die von dem ZF-Verstärker kommende Nachstimmspannung beeinflusst über T5

die Abstimmspannung für die Diodenabstimmung. Dadurch werden bei eingeschalteter Scharfabstimmung - sie läßt sich mit S7 ausschalten - neben dem Oszillatorkreis auch das HF-Bandfilter und der Eingangskreis nachgestimmt.

Die Sender werden durch Ändern der Gleichspannung mit den Potentiometern P1 bis P5 in der Abstimmbarkeit „Preomat“ abgestimmt. Sie lassen sich mit den Schaltern S2 bis S6 einschalten. Mit dem Einstellregler R24 kann man die Fußpunktspannung und somit das untere Frequenzbande einstellen.

### ZF-Verstärker

Der 10,7-MHz-ZF-Verstärker ist mit vier integrierten Schaltungen aufgebaut. Man erreicht dadurch gute Begrenzungseigenschaften sowie hohe Selektion und Kurventreue auch bei hohen Eingangsspannungen, wie sie für einwandfreie Wiedergabe wichtig sind. Die im ZF-Baustein verwendeten integrierten Schaltungen (Bild 3) bestehen aus je fünf Transistoren und zwei Widerständen. Es handelt sich in der Gesamtfunktion um einen Differenzverstärker, der durch TIII und TIV gebildet wird. Der Arbeitspunkt ist durch die Reihenschaltung der als Dioden geschalteten Transistoren T1 und T2 zusammen mit R1 festgelegt. T5 stabilisiert den Arbeitspunkt des Differenzverstärkers. Da der Transistor TIV nicht bis in die



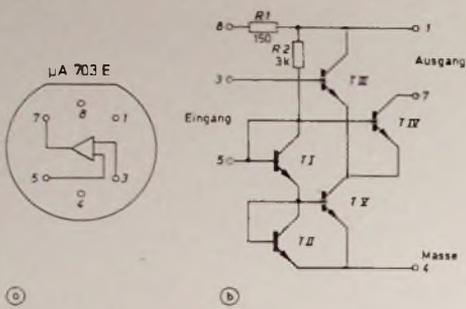


Bild 3. Anschlußfolge a) und Innenschaltung b) der integrierten Schaltung  $\mu A 703 E$

R 50 sorgt für die Temperaturkompensation des Ruhestroms. Mit dem verhältnismäßig großen Auskoppelkondensator C 81 wird eine

Sättigung gesteuert wird, erhält man eine ausgezeichnete Begrenzung. Die Anschlüsse 3 und 5 sowie 1 und 7 bilden jeweils den Eingang und den Ausgang der IS.

Das Eingangssignal wird dem ZF-Verstärker über den Punkt E zugeführt und in den vier integrierten Schaltkreisen verstärkt. Wegen der stufenweise wirkenden selbsttätigen Begrenzung des ZF-Signals konnte eine spezielle Regelung des ZF-Verstärkers entfallen und eine mögliche Regelrückwirkung vermieden werden. Das Signal für den Anzeigeverstärker wird im Sekundärkreis des dritten ZF-Bandfilters über C 52 ausgekoppelt. Der niederohmige Radiodetektor ist symmetrisch geschaltet. Mit R 20 läßt sich die AM-Unterdrückung einstellen. Über L 19 wird das demodulierte NF-Signal ausgekoppelt. ZF-Reste werden durch die RC-Glieder R 21, C 53 und R 22, C 54 ausgesiebt. Die AFC-Spannung wird von der NF-Spannung abgeleitet, mit R 23, C 55 nochmals abgesiebt und dem Tuner zugeführt.

**Anzeigeverstärker**

Zur Feldstärkeanzeige mit dem Meßinstrument M 1 ist ein zusätzlicher Anzeigeverstärker eingebaut. Die erste Stufe mit T 11 als zusätzlichem ZF-Verstärker ist über den Koppelkondensator C 52 im ZF-Teil an den ZF-Verstärker lose angekoppelt. Mit dem Einstellregler R 33 läßt sich die Basisvorspannung und damit auch die Verstärkung in gewissen Grenzen einstellen. Der Emitterwiderstand R 37 erzeugt eine Stromgegenkopplung und stabilisiert den Arbeitspunkt von T 11. Im Kollektorkreis dieses Transistors liegt ein weiteres ZF-Filter. Die durch die Diode D 14 positiv gleichgerichtete ZF-Spannung steuert nach doppelter Siebung durch C 72, R 38, C 73 und vollständiger Befreiung von HF-Resten den Gleichstromverstärker-Transistor T 12 an. Im Emitterkreis liegt das Meßinstrument M 1 für die Feldstärkeanzeige.

**NF-Verstärker**

Der NF-Verstärker ist mit der integrierten Schaltung TAA 151 (Bild 4) bestückt. Sie besteht aus drei Transistoren sowie vier Widerständen und arbeitet als gleichspannungsggekoppelter dreistufiger Verstärker mit einer oberen Grenzfrequenz von etwa 600 kHz. Mit der verwendeten NF-Schaltung erreicht man bei 12 V Betriebsspannung etwa 2,5 W Ausgangsleistung an 4 Ohm Ausgangswiderstand. Der Klirrfaktor

hat dabei Werte um 1 %. Der NF-Verstärker läßt sich mit der IS TAA 151 voll durchsteuern. Die Leistungsverstärkung ist dabei etwa 95 dB.

Das NF-Signal gelangt über den Schalter S 9 und den Lautstärkereglern P 7 an den Verstärkereingang. Mit S 9 kann dabei wahlweise der Rundfunkteil oder eine externe NF-Spannungsquelle über die Buchse Bu 3 angeschlossen werden. Der Widerstand R 42 erhöht dabei den Eingangswiderstand, während C 75 den Spannungsabfall bei hohen Frequenzen kompensiert. Der Klang läßt sich durch P 6 im Zusammenhang mit C 74 beeinflussen.

Der Widerstand R 43 im NF-Verstärkereingang verhindert HF-Schwingungen des Verstärkers. Über C 76 gelangt das Signal zur Basis des ersten Transistors der IS. Durch den unüberbrückten Emitterwiderstand R 45 erhöht sich der Eingangswiderstand. Am Anschluß 5 wird das verstärkte Signal ausgekoppelt und der Endstufe mit den Komplementärtransistoren T 13 und T 14 zugeführt.

Der Kondensator C 79 bewirkt eine frequenzabhängige Gegenkopplung und setzt die obere Frequenzgrenze herab. Mit C 80, R 51 wird eine starke Gegenkopplung des Verstärkers vorgenommen und damit ein verhältnismäßig niedriger Klirrfaktor erreicht. Mit R 47 können die Mittenspannung und der Arbeitspunkt der integrierten Schaltung eingestellt werden. Die Mitten-

niedrige untere Grenzfrequenz und dadurch in Zusammenwirken mit dem eingebauten Lautsprechersystem gute Tiefenwiedergabe erreicht.

**Netzteil**

Der primärseitig für 220 V ausgelegte Netzteil ist elektronisch stabilisiert und liefert neben der 12-V-Spannung für den NF-Verstärker auch die Abstimmspannung für die Kapazitätsdioden sowie die Betriebsspannungen für den Tuner, ZF-Verstärker und Anzeigeverstärker. Die Leerlaufgleichspannung von etwa 38 V am Ladekondensator C 62 wird aus den in Reihe geschalteten Transformatorwicklungen für 15 V und 12 V gewonnen. Das beleuchtete Feldstärkeinstrument ist gleichzeitig Betriebsanzeige. Die im Instrument eingebaute Lampe wird mit 5 V betrieben. Diese Spannung erhält man an den Abgriffen für 10 V und 15 V.

Um eine verhältnismäßig hohe NF-Ausgangsleistung bei niedrigem Klirrfaktor zu erreichen, wird die Betriebsspannung für den NF-Verstärker stabilisiert. Als Referenzspannungsquelle dient die Z-Diode D 12.

Zum Abstimmen benötigt man eine Spannung hoher Konstanz und Brummfreiheit. Eine Brummspannung würde den Oszillator frequenzmodulieren und am Radiodetektor-Ausgang eine entsprechende Brummspannung liefern. Ein stabilisierter Netzteil mit den Transistoren T 9 und T 10 in bewährter

Bild 4. Anschlußfolge a) und Innenschaltung b) der integrierten Schaltung TAA 151

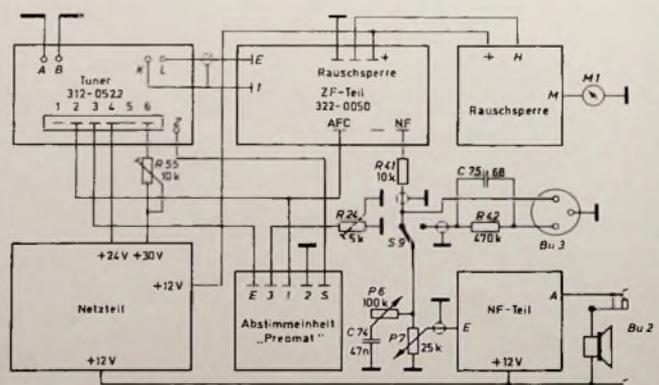
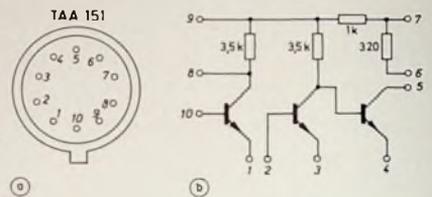


Bild 5. Zusammenschaltung der Bauteile des Empfängers

spannung bleibt auch bei sich stark ändernder Betriebsspannung etwa gleich der halben Betriebsspannung. Mit R 49 kann man den Ruhestrom der Endstufe auf 6 mA einstellen. Der Heißleiter

Schaltung erfüllt alle Anforderungen an hohe Konstanz und Brummfreiheit. Als Längstransistor arbeitet T 9, der von T 10 angesteuert wird. Die Z-Diode D 13 liefert die Referenzspannung von

15 V. Mit dem Einstellregler R 29 kann die Ausgangsspannung der gesamten Regelschaltung verändert werden. C 65 und C 66 verringern die Brummspannung am Ausgang. Die Betriebsspannungen für Tuner, ZF-Verstärker und Anzeigeverstärker werden ebenfalls aus der 30-V-Spannung gewonnen und mit den RC-Gliedern R 31, C 67 und R 32, C 68 entkoppelt.

#### Zusammenschalten der einzelnen Bausteine

Bild 5 zeigt, wie die einzelnen Bausteine zusammengeschaltet werden. Dabei ist zu beachten, daß die Leitungs-

den, müssen sämtliche Bausteine eine einwandfreie Masseverbindung haben. Der Schutzwiderstand R 26 für den Längstransistor T 9 im Netzteil wurde unterhalb der Netzteilplatte angeordnet.

#### Mechanischer Aufbau

Der UKW-Rundfunkempfänger mit Stationstasten findet in einem pultförmigen Metallgehäuse mit den Abmessungen 360 mm x 200 mm x 110 mm (größte Höhe) Platz. Die Höhe an der Vorderkante ist 75 mm. Für die Seitenteile und das Bodenblech des Gehäuses verwendet man 1,5 mm dickes verzinktes Eisenblech. An der Rückwand wird der

überzogen. Es hat sich bewährt, zuerst die Seitenteile mit einem langen Stück Folie entsprechender Höhe zu bekleben. An den Gehäusekanten wird die Folie dann nach innen umgeklappt und anschließend auch der Boden beklebt.

Die Lautsprecherblende besteht aus 6 mm dickem Sperrholz. Die Abmessungen gehen aus der Maßskizze der Metallfrontplatte (Bild 7) hervor. Die Ausschnitte für das Bedienungsfeld und die Schallaustrittsschlitze wurden aus der Sperrholzplatte gesägt. Die Blende wird danach grundiert und mit entsprechendem Lack lackiert oder gespritzt.

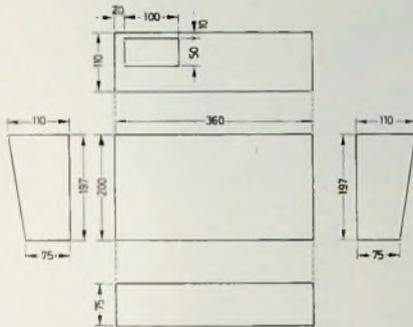


Bild 6. Maßskizze des Metallgehäuses

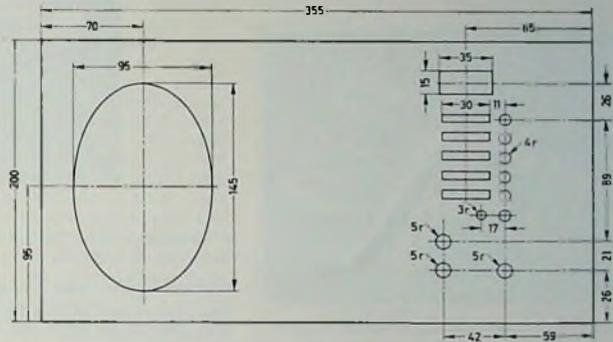


Bild 7 (oben). Abmessungen, Bohrungen und Ausschnitte der Metallfrontplatte des Empfängers

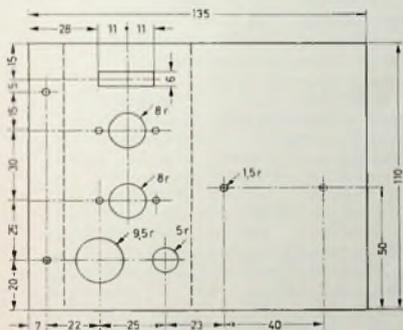
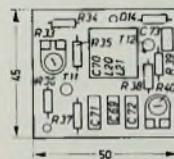
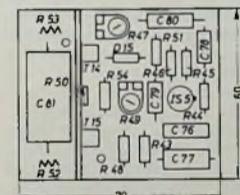


Bild 8. Bohrplan des Metallwinkels zum Befestigen von Buchsen, Sicherungshalter, Kabeldurchführung und NF-Verstärker-Baustein



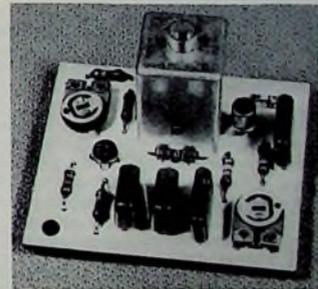
a

Bild 9 (links und rechts). Anzeigeverstärker: a) Bauleiheanordnung, b) fertiger Baustein

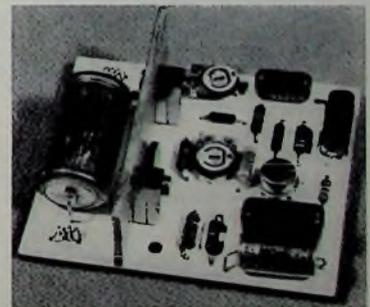


a

Bild 10 (links und rechts). NF-Verstärker-Baustein: a) Bestückungsplan des NF-Verstärkers, b) fertiger Aufbau



b



b

führung möglichst kurz ist und daß die gekennzeichneten Leitungen abgeschirmt werden. Es bewährt sich, nebeneinanderliegende Leitungen zu einem Kabelbaum zusammenzufassen.

Für die Antennenzuleitung eignet sich normales 240-Ohm-Bandkabel. Beim Einbau der Netzantenne mit C 3, C 61 ist auf Berührungssicherheit zu achten. Deshalb müssen die Kondensatoren C 3 und C 61 entsprechend hohe Prüfspannungen haben (1000 V.). Für die Verbindung vom Tuner-Baustein zum ZF-Verstärker ist ein dünnes Stück Koaxialkabel (60 Ohm) empfehlenswert.

Ferner ist wichtig, daß die Abschirmung der Leitungen von der Buchse Bu 3, vom Ratiodektektor und vom NF-Teil nur an einem Ende an Masse führen. Sonst können Masseschleifen entstehen, die zu Netzbrummen führen. Der Kondensator C 74 ist direkt am Potentiometer P 6 verdrahtet. Um wilde Schwingungen und Brummschleifen zu vermei-

Ausschnitt für Buchsen, Netzkabel und Sicherungshalter ausgesägt.

Bild 6 zeigt die Maßskizze des Metallgehäuses. Die Seitenteile lötet man zu einem stabilen Rahmen zusammen. Die äußeren Lötstellen werden mit der Feile bearbeitet und die dabei entstehenden scharfen Kanten gebrochen. Dann legt man den Rahmen auf die Bodenplatte - ihre Abmessungen sind etwas größer als die des Gehäuserahmens - und lötet ihn mit einem starken Lötcolben an. Das überstehende Blech wird anschließend abgefeilt und die Kanten gebrochen. Zum Befestigen der Frontplatte muß man noch Winkel aus 1,5 mm dickem Eisenblech an die Seitenteile des Gehäuses löten.

Das Gehäuse wird mit einer selbstklebenden Kunststoffolie (Nußbaum Dekor)

Sämtliche Bausteine sind auf einer Frontplatte aus 2 mm dickem verzinktem Eisenblech befestigt. Der ZF-Verstärker und der Anzeigebaustein werden senkrecht auf einem Blechwinkel montiert. Der NF-Verstärker und der Sicherungshalter für Si 2 sind auf dem Blechwinkel (Bild 8) zum Befestigen der Buchsen, der Kabeldurchführung und des Sicherungshalters für die Netzsicherung angebracht.

Beim UKW-Baustein werden die Laschen am Metallgehäuse entfernt und

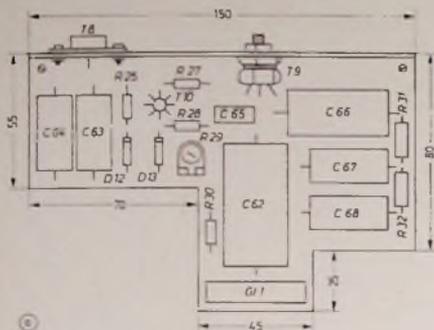


Bild 11 Elektronisch stabilisiertes Netzteil:  
a) Einzelteilanordnung, b) fertiger Baustein

der Deckel auf die Metallfrontplatte gelötet. Man kann so bei Reparaturen die UKW-Einheit leicht von der Metallfrontplatte entfernen. Die Drucklaste S9 wird ebenfalls an einem kleinen Blechwinkel befestigt. Der Lautsprecherausschnitt hat etwa die Form der Lautsprechermembran und wird aus der Metallplatte gesägt. Ebenso verfährt man mit den Skalenausschnitten für das Abstimmaggregat „Preamat“ und für das Feldstärkeinstrument.

Die einzelnen Bausteine – ausgenommen der UKW-Eingangsteil – ferner Lautsprecher, „Preamat“, Netztransformator und die einzelnen Blechwinkel sind mit Senkkopfschrauben montiert. Bei genauer Bearbeitung des Ausschnitts für das Feldstärkeinstrument kann man auf eine zusätzliche Befestigung verzichten.

NF-Verstärker, Anzeigeverstärker und Netzteil sind auf je einer weißen, doppelschichtigen Resopalplatte aufgebaut. Die Abmessungen der einzelnen Platten sowie ihre Bestückung zeigen die Bilder 9, 10 und 11. Im Bild 12 ist noch der Gesamtinnenaufbau des UKW-Empfängers dargestellt. Zur besseren Kühlung sind die Endstufentransistoren T13, T14 und die beiden Längstransistoren T8, T9 auf Kühlblechen aus 2 mm dickem Aluminium montiert. Die Abmessungen des Kühlblechs für die Endstufentransistoren sind 60 mm × 17 mm, die des Kühlblechs für die Längstransistoren 150 mm × 35 mm. Der

Transistor T8 muß isoliert auf dem Kühlblech befestigt werden.

Das ZF-Bandfilter L20, L21 im Anzeigeverstärker wird selbst gewickelt. Als Spulenkörper eignet sich der Bandfilter-Bausatz „D 21-1634“ (Vogt). Der Schwingkreis Kondensator C70 ist im Abschirmbecher untergebracht. Die

gegebenfalls nachgestellt werden. Anschließend wird der gesamte NF-Teil mit einem Sinusgenerator und einem Oszillografen überprüft. Die Sinusspannung am NF-Ausgang sollte bei Übersteuerung symmetrisch abkappen. Kleine Korrekturen sind mit R47 möglich.

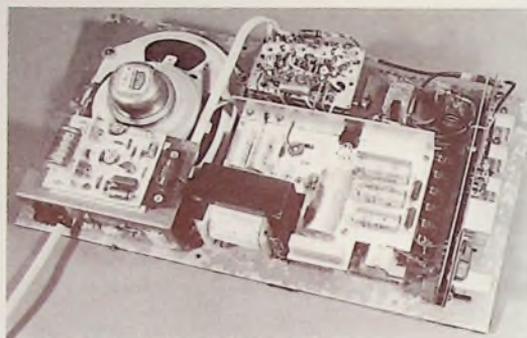


Bild 12 Vollständiger Innenaufbau

Wickeldaten der beiden Spulen sind Tab. I zu entnehmen.

#### Inbetriebnahme und Abgleich

Bei der Verdrahtungskontrolle sollte man prüfen, ob alle Bausteine einwandfreie Masseverbindung haben, keine Kurzschlüsse aufweisen und die selbstgebauten Bausteine sowie die externen Bauelemente richtig verdrahtet sind. Außerdem ist die Sicherung für den NF-Verstärker zu entfernen. Nach dem ersten Einschalten ist zu beachten, daß das Feldstärkeinstrument nicht auf Anschlag steht. Andernfalls kann es überlastet werden (Einstellung mit R40).

Da die HF-Bausteine schon vorabgeglichen sind, erübrigt sich ein Neuabgleich meist. Beim UKW-Eingangsteil müssen lediglich das obere und das untere Frequenzbandende justiert werden. Dazu koppelt man einen Meßsender lose an den Antenneneingang (Frequenz 108,5 MHz) und stellt mit R29 die Ausgangsspannung des Netzteils auf 30 V ein. Der Zeiger des gerade eingeschalteten Potentiometers im „Preamat“ steht dabei am linken Anschlag. Mit dem Einstellregler R55 werden nun die Tunerkreise auf 108,5 MHz abgeglichen. Für das untere Bandende ist der Regler R24 bestimmt. Der Meßsender muß jetzt auf 87 MHz und der entsprechende Zeiger im „Preamat“ auf Rechtsanschlag stehen.

Mit einem Wobbelsender und einem Oszillograf werden nun die ZF- und die Ratiotektor-Durchlaßkurve kontrolliert. Die beiden Kreise im Anzeigeverstärker werden bei 10,7 MHz auf maximalen Ausschlag am Anstrument M1 eingestellt. Mit Regler R40 stellt man das Instrument bei Ortssenderempfang knapp auf Vollauschlag ein.

Jetzt kann man die Sicherung für den NF-Verstärker einsetzen und den Endstufenruhestrom mit dem Einstellregler R49 auf etwa 6 mA einregeln. Zum Messen muß man die Kollektorleitung von T13 auftrennen und dort den Strommesser einschalten. Mit R47 stellt man die Mittenspannung des NF-Verstärkers ein (etwa 6 V). Danach muß der Ruhestrom nochmals kontrolliert und

#### Einzelteilliste

Tuner „312-0522“	(Rim)
ZF-Teil „322-0050“	(Rim)
Preamat	(Preh)
Feldstärke-Profilinstrument 350 µA, Best.-Nr. 45570	(Rim)
Netztransformator „EV 206“	(Engel)
Elektrolytkondensatoren	(Wima)
Elektrolytkondensator C 62, 70 V—	(Roederstein)
NTC-Widerstand „K 151“, 150 Ohm	(Siemens)
Kondensatoren „MKS“, 63 V— und „Tropylol F“, 400 V—	(Wima)
Trimmwiderstände „64 WTD“	(Dralowid)
Potentiometer „55 U“, 100 kOhm pos. log	(Dralowid)
Potentiometer mit Schalter „55 U DS“, 25 kOhm pos. log	(Dralowid)
Drucklaste „D 12.5 G-DGA 3u“	(Schadow)
Bandfilter-Bausatz „D 21-1634“	(Vogt)
Lautsprecher „P 1318 F“	(Isophon)
Kühlsterne und -halter	(Rim)
Sicherungshalter für S1, „19474“	(Wickmann)
Sicherungshalter für Si 2, Best.-Nr. 81380	(Rim)
Drehknöpfe „505 611“	(Mozar)
Einbaubuchse „Mab 3 S“, 3polig	(Hirschmann)
Lautsprecherinbaubuchse „LB 3“ mit Schalter	(Hirschmann)
Antenneneinbaubuchse „ABU 2“	(Hirschmann)
Z-Dioden ZF 12, ZF 15	(Intermetall)
Dioden AA 119, BAY 45	(Siemens)
Transistoren BD 109, BC 140, BC 107 B, BC 108 C, BF 194, AC 187 K, AC 188 K	(Siemens)
Integrierte Schaltung TAA 151	(Siemens)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Tab. I. Wickeldaten des Bandfilters L 20, L 21

Spule	Windungszahl	Induktivität	Draht
L 20	8	0,9 µH	0,2 CuL
L 21	20	4,4 µH	0,2 CuL

# Lautsprecherboxen für die 2x40 W-Hi-Fi-Stereo-Anlage

In den Heften 22, 23 und 24/1969 der FUNK-TECHNIK wurde ein Stereo-Verstärker mit 2x40 W Ausgangsleistung beschrieben. Nachstehend folgt nun die Beschreibung der zu dieser Anlage gehörenden Lautsprecherboxen.

## 1. Lautsprechersysteme

Die Auswahl der Lautsprechersysteme wird erheblich durch die akustischen Eigenschaften des Lautsprechergehäuses beeinflusst. Bekannte Gehäuseformen sind zum Beispiel das geschlossene Gehäuse, das Baßreflexgehäuse, das Exponentialgehäuse und das abgestimmte Schallrohr.

Für die hier beschriebene Lautsprecherbox wurde ein allseitig geschlossenes Gehäuse mit akustischem Sumpf verwendet (Prinzip der unendlichen Schallwand). Das Nettovolumen ist etwa 50 l. Der akustische Sumpf, der aus einer Füllung mit 1,2 kg Steinwolle besteht, verhindert Eigenresonanzen und stehende Wellen im Gehäusehohlraum. Außerdem wird durch die Füllung die Schallgeschwindigkeit erniedrigt und so einer Verlagerung der Resonanzfrequenz des Tieftonlautsprechers zu höheren Frequenzen etwas entgegengewirkt.

## 1.1 Tieftonlautsprecher

Die im Gehäuse eingeschlossene Luft wirkt dämpfend auf die verhältnismäßig großen Membranbewegungen des Tieftonlautsprechers und führt zu einer Erhöhung der Eigenresonanz des Tieftonsystems. Da nur bis etwa eine Oktave unterhalb der Resonanzfrequenz der Lautsprecherbox eine zufriedenstellende Tiefenwiedergabe möglich ist, wurde ein Tieftonsystem mit sehr niedriger Eigenresonanz verwendet (Saba-Hi-Fi-Tieftonlautsprecher „300“, 30 cm Durchmesser,  $f_{res} = 20$  Hz). Die Resonanzfrequenz des Tieftonlautsprechers steigt im Gehäuse auf etwa 50 Hz an, so daß die untere Grenzfrequenz der Box etwas oberhalb der ursprünglichen Resonanzfrequenz liegen dürfte.

## 1.2. Mitteltionlautsprecher

Den Mitteltönenbereich überträgt ein Isophon-Ovallautsprecher „P 1318 F“ (18 cm x 13 cm,  $f_{res} = 115$  Hz). Die Membran dieses Lautsprechers muß durch eine Abdeckung des Lautsprecherkorbes vor den Druckwellen des Tieftonsystems geschützt werden. Die Abdeckhaube besteht aus einem einseitig offenen Sperrholzkästchen, das mit Polsterwatte gefüllt ist. Die Füllung ist so zu verteilen, daß der Lautsprecherkorb gut Platz hat und das Kästchen nicht mit Gewalt angepreßt werden muß. Das Abdeckkästchen wird aus 5 mm dickem Sperrholz hergestellt und braucht nur wenig größer als der Lautsprecherkorb zu sein.

<sup>1)</sup> Kaiser, M.: 2x40-W-Hi-Fi-Stereo-Anlage Funk-Technik Bd 24 (1969) Nr. 22, S. 876-880, Nr. 23, S. 911-914, und Nr. 24, S. 946-950

## 1.3 Hochtonlautsprecher

Im Gegensatz zu Lautsprechern für tiefe und mittlere Frequenzen strahlt ein Hochtonlautsprecher vorzugsweise in Richtung seiner Achse (Richtwirkung). Um auch die hohen Töne in breiterer Fläche gleichmäßig zu hören, sind für den Hochtonbereich mehrere Lautsprecher nebeneinander angeordnet (Hochtonzeile). Die dadurch erreichte Hörfächenvergrößerung kann noch verbessert werden, wenn man die Hochtonlautsprecher so montiert, daß ihre Achsen geringfügig versetzt nach außen zeigen (gefächerte Lautsprecherachsen). Für den Hochtonbereich werden vier kleine Rundlautsprecher „7017-006“ (6,9 cm Durchmesser,  $f_{res} \leq 1,8$  kHz) von Grundig eingesetzt (als Ersatzteil für den Lautsprecherbausatz „I.S. 50a“ von den Grundig-Werksvertretungen zu beziehen). Diese Hochtonlautsprecher haben einen geschlossenen Korb und können daher ohne Abdeckhaube eingebaut werden. Sollten diese Typen nicht zu beschaffen sein, so kann man statt dessen SEL-Hochtonlautsprecher „LPH 65“ (Durchmesser 6,5 cm) verwenden. Da diese aber eine andere Impedanz als die Grundig-Typen haben, ändern sich geringfügig die Werte von L 2 sowie C 3 + C 4 im Hochtonzweig der Frequenzweiche.

## 2. Frequenzweiche

Da es praktisch unmöglich ist, unter Verwendung eines Einzellautsprechers eine gleichmäßig gute Wiedergabe (geradliniger Schalldruckverlauf) im gesamten Hörbereich zu erreichen, müssen mehrere Lautsprecher mit unterschiedlichen Eigenschaften zu einer Kombination zusammengefaßt werden.

## 2.1. Überlappungsfrequenzen

Die Überlappungsfrequenzen der Dreiwegfrequenzweiche liegen bei 300 Hz und 7 kHz. Die Filtersteilheit beträgt für den Tiefton- und Hochtonbereich 12 dB je Oktave und für den Mitteltönenbereich 6 dB je Oktave. Die Überlappungsfrequenzen wurden nicht nur aus theoretischen Überlegungen gewählt, sondern auch bei Hörversuchen mit Sprache und Musik durch mehrere Testpersonen für günstig befunden.

## 2.3. Aufbau und Verdrahtung der Frequenzweiche

Um die Verluste in der Weiche klein zu halten, wurden alle Induktivitäten auf Schalenkerne gewickelt (Wickeldaten s. Tab. I), und die Elektrolytkon-

Tab. I. Wickeldaten der Spulen

L 1:	2,8 mH;	Schalenkern „B65631-10250-A022“ mit Halterung „B65633-A0004-X000“ und Spulenkörper „B65632-A0000-P001“ (Siemens);
	105,5 Wdg.	0,9 mm CuL
L 2:	141 µH;	Schalenkern „B65701-L0250-A022“ mit Halterung „B65705-A0002-X000“ und Spulenkörper „B65702-A0000-M001“ (Siemens);
	24 Wdg.	0,9 mm CuL (für 172 µH: 26 Wdg.)

densatoren C 1 und C 2 sind bipolare Typen mit glatter Anode. (Als Ausweichtypen lassen sich auch „FBAZ“- oder „EGAZ“-Kondensatoren von Røderstein verwenden. Da diese Typen aber gepolt sind, müssen jeweils zwei Kondensatoren von doppelter Kapazität mit ihren Plus- oder Minusanschlüssen in Serie geschaltet werden.) Im In-

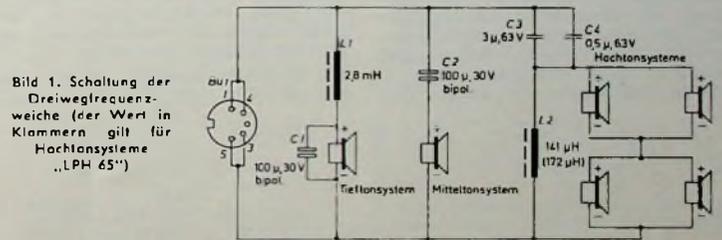


Bild 1. Schaltung der Dreiwegfrequenzweiche (der Wert in Klammern gilt für Hochtonsysteme „LPH 65“)

Nur so läßt sich eine optimale Lösung finden. Man kann hierbei entweder Doppelkonuslautsprecher beziehungsweise Koaxiallautsprecher benutzen, deren Preis aber oft recht hoch ist, oder man verwendet mehrere Einzelsysteme. Von der letzteren Lösung wurde hier Gebrauch gemacht.

Damit die Schalldruck-Frequenzgänge der einzelnen Lautsprecher einander angeglichen werden können, sind diese über die Frequenzweiche nach Bild 1 zusammengeschaltet. Dadurch wird dann jedem Lautsprecher nur der Frequenzbereich zugeführt, in dem er optimal, seinen Eigenschaften entsprechend, arbeiten kann.

teresse geringer Verzerrungen (Klirrfaktor) bei tiefen Frequenzen und großer Leistung wurde für L 1 ein sehr großer Schalenkern (47 mm  $\phi$  x 28 mm) gewählt. Da Elektrolytkondensatoren beachtliche Kapazitätstoleranzen aufweisen, wurden C 1 und C 2 aus mehreren 100-µF-Kondensatoren durch Messung herausgesucht. C 3 und C 4 sind Wima-,MKS“-Typen mit 63 V Betriebsspannung. Durch die Parallelschaltung läßt sich leicht der gewünschte Gesamtwert von 3,5 µF (beziehungsweise 2,9 µF bei Hochtonlautsprechern „LPH 65“) zu stellen.

Alle Bauelemente der Frequenzweiche sind auf einem Sperrholzbrettchen mon-

tiert. Die vollständige Weiche wird an der Rückwand der Lautsprecherbox neben der Eingangsbuchse Bu I angebracht. Bu I ist, abweichend von der Norm, eine fünfpolige Stereo-Buchse. Die zu den Lautsprechern führenden Leitungen sollten lang genug gewählt werden, damit die Rückwand bei eventuellen späteren Reparaturen oder Änderungen bequem abgenommen werden kann. Zur Verdrahtung der Verbindungen zwischen der Weiche und den Lautsprechern eignet sich NYFAZ 0,75 mm<sup>2</sup> (flexible Netzleitung). Diese Leitung ist in den Farben Weiß und Braun im Handel. Um Irrtümer bei der Verdrahtung auszuschließen, sollten alle Plusanschlüsse weiß und alle Minusanschlüsse braun verlegt werden. Daß die Lautsprecher phasenrichtig zusammen geschaltet werden müssen, dürfte allgemein bekannt sein. Trotzdem sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß man mit einer Taschenlampenbatterie leicht die Lautsprecherpolung überprüfen kann: Tritt bei Anlegen der Batterie an den Lautsprecher die Membran nach außen, so liegt der Pluspol der Batterie an dem des Lautsprechers. Allgemein wird der Pluspol der Lautsprecher von den Herstellern mit einer roten Markierung versehen.

### 3. Gehäuse und Lautsprechereinbau

#### 3.1. Gehäuse

Das Lautsprechergehäuse hat die Abmessungen von 65 cm × 35 cm × 30 cm und ein Bruttovolumen von etwa 68 l. Auf den Selbstbau wurde verzichtet und ein industriell gefertigtes Leergehäuse verwendet, das unter der Bezeichnung „RB 4 N 30“ von Radio-Rim, München, in amerikanisch Nußbaum natur oder Teak zu beziehen ist. Das Gehäuse wird ohne Schallwand, aber mit abnehmbarem Rückwand geliefert.

Als Schallwand verwendet man zweckmäßigerweise eine 19 mm dicke Preßspanplatte. Die Ausschnitte für die Lautsprecher sind vor dem Einbau der Schallwand anzubringen. Der Ausschnitt für den Mitteltonlautsprecher soll sich nach außen kegelförmig erweitern (Vermeidung des Rohreffekts). Alle Ausschnitte sind sinngemäß nach Bild 2a auszuführen. Das an den Sei-

Farbtönen für diese Zwecke angeboten wird. Das Bespannmateriel wird jedoch nicht direkt auf der Schallwand angebracht, sondern auf einen Rahmen (aus Leisten 10 mm × 12 mm) gespannt, der ebenfalls schwarz eingefärbt wurde. Die Verklebung des Bespannmateriels mit dem Rahmen erfolgt nur auf der Rahmenrückseite, um Klebeflecken zu vermeiden, da ja auch die bespannten Rahmenseiten sichtbar sind. Die Kunststoffgaze läßt sich sehr gut mit „Pattex“ kleben. Zur Versteifung des Rahmens wird in Höhe des Zwischenraumes zwischen dem Tieftonlautsprecher und dem Mitteltonlautsprecher eine Querstrebe eingesetzt (Bild 2b).

Ein sehr wichtiger Punkt ist das völlig luftdichte Einpassen der Schallwand in das Gehäuse. Eventuell vorhandene Schlitzlöcher sind mit „UHU-Hart“ auszugießen. Obwohl die Rückwand sehr gut schließt, sollte man ihre Innenfläche an den Rändern mit einem „Tesamoll“-Streifen bekleben.

#### 3.2. Lautsprechereinbau

Da Tief- und Mitteltonlautsprecher von Dämpfungsmaterial umgeben sind, müssen ihre Membranen vor Berührung mit diesem geschützt werden. Hierzu eignen sich sehr gut Mullwindeln guter Qualität (Doppelmullwindeln). Diese werden auf die Innenseite der Schallwand über den jeweiligen Lautsprecherausschnitt gelegt. Anschließend wird der Lautsprecher an der Schallwand festgeschraubt und die Windel haubenförmig über dem Lautsprecherkorb zusammengefaßt. Mit dünner Schnur schnürt man dann die Haube zwischen Korb und Magneten des Lautsprechers fest und schneidet die übrigen Mullreste oberhalb des Schnurbundes sauber ab. Danach wird die Lautsprechermembran wieder freigelegt, indem man (ohne die Membran zu beschädigen!) mit einem scharfen Messer entlang des Ausschnittes auf der Vorderseite der Schallwand die die Membran bedeckende Windelfläche herausschneidet. Anschließend wird die Abdeckhaube über den Mitteltonlautsprecher gestülpt und mit der Schallwand verleimt oder gut dichtend verschraubt.

Die Hochtonlautsprecher werden nicht wie der Tief- und der Mitteltonlaut-

sein muß, dürfte klar sein. Der Lautsprecher soll ja nicht „durch die Schallwand fallen“.

Sind alle Lautsprecher eingebaut und mit der Frequenzweiche verbunden, wird das Gehäuse mit 1,2 kg Steinwolle gefüllt. Die Steinwolle ist im Baustoffhandel erhältlich. Sie muß vor dem Einfüllen in die Box flockig gepulvt und von Schlackenresten (kleinen Steinchen) befreit werden (bei dieser Arbeit sollte man unbedingt Gummihandschuhe tragen). Es ist zweckmäßig, vor dem Einfüllen der Steinwolle das Gehäuse mit zwei quergespannten Mullstreifen in

#### Einzelteilleiste der Lautsprecherboxen

Tieftonlautsprecher „300“, Z = 4 Ohm	(Saba)
Mitteltonlautsprecher „P 1318 F“, Z = 4,5 Ohm	(Isophon)
Hochtonlautsprecher „7017-006“, Z = 4,5 bis 5 Ohm oder „LPH 65“, Z = 5,5 Ohm	(Grundig) (SEL)
bipolare Elektrolyt- kondensatoren mit glatter Anode „B 42220 A 100/30“, 100 µF, 30 V (C 1, C 2)	(Siemens)
Lautsprechergehäuse „RB 4 N 30“	(Rim)
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel.	

drei Kammern aufzuteilen, um ein Nachsacken der Steinwolle im Laufe der Zeit zu verhindern. Das gilt für den Fall, daß die Box aufrechtstehend betrieben wird, wofür sie ja auch von der Anordnung der Lautsprecher her bestimmt ist (Standbox).

Das Füllmaterial soll nicht in das Gehäuse gepreßt werden. Man läßt es vielmehr lose und gut verteilt in die Box fallen und drückt am Schluß leicht nach, um die 1,2 kg Steinwolle unterzubringen. Die Frequenzweiche sollte vor dem Einsetzen der Rückwand ebenfalls eine Mullhaube erhalten. Nach dem Schließen und Festschrauben der Rückwand ist die Lautsprecherbox betriebsbereit. Die Nennbelastbarkeit liegt bei 37 W, die Dauertonbelastbarkeit bei 30 W.

#### Schrifttum

- Schinnerling, P.: Konstruktionsmerkmale einer Hi-Fi-Lautsprecherbox. Funkschau Bd. 37 (1965) Nr. 2, S. 43-44  
 • Klinger, H. H.: Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für Hi-Fi. RPB-Band 105/105a München 1966. Franzis-Verlag

Hinweise auf einige frühere, in der FUNK-TECHNIK erschienenen Aufsätze über Lautsprecher und Lautsprecherboxen:

- Schinnerling, P.: Die technisch-akustischen Probleme der Lautsprecherboxen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 3, S. 81-83, u. Nr. 4, S. 109-110.  
 Jecklin, J.: Zur Bemessung hochwertiger Lautsprecherkombinationen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 16, S. 591-592  
 Roske, E.: Die Konstruktion von Lautsprechern. Funk-Techn. Bd. 24 (1969) Nr. 3, S. 83-86, Nr. 4, S. 127-129, Nr. 5, S. 173-174, Nr. 6, S. 211-212, u. Nr. 7, S. 249-252  
 Martini, H.: Elektrische Weichen zur Leistungsaufteilung in NF-Verstärkern. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 4, S. 111-114, u. Nr. 5, S. 143-145  
 Klinger, H. H.: Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für Hi-Fi-Wiedergabe. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 22, S. 791-792, u. Nr. 23, S. 823-824

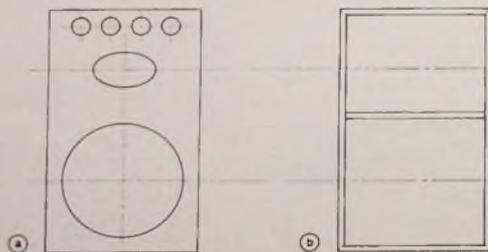


Bild 2 a) Anordnung der Lautsprecherausschnitte auf der Schallwand. b) Bespannungsrahmen der Boxen mit Querstrebe

tenwänden und der Rückwand angeklebte Dämpfungsmaterial (Glaswolle) ist zu entfernen. Die Vorderseite der Schallwand sollte vor der Montage der Lautsprecher einen matschwarzen Anstrich erhalten. Dadurch verhindert man, daß durch das Bespannmateriel hindurch die „Schatten“ der Lautsprechermembranen sichtbar sind. Als Bespannmateriel eignet sich sehr gut feine Kunststoffgaze, die in mehreren

sprecher an der Rückseite, sondern an der Vorderseite der Schallwand befestigt. Sie sind also „durchgesteckt“. Die hierbei eventuell entstehenden Schlitzlöcher zwischen der Schallwand und den Körben der Hochtonlautsprecher sind ebenfalls mit „UHU-Hart“ von der Korbseite her abzudichten. Daß auch bei dieser Befestigungsart der Schallwandausschnitt etwas kleiner als der Durchmesser des Lautsprecherkorbes

# 15-W-Verstärker in integrierter Hybridschaltung

Bereits seit längerer Zeit werden auf dem NF-Sektor integrierte Schaltelemente eingesetzt, die zu einer weitgehenden Verkleinerung und Verbilligung in der Gerätechnik führten. Der Anwendungsbereich beschränkte sich bisher jedoch hauptsächlich auf das Ge-



Bild 1. Ansicht des BHA-0002 in natürlicher Größe

biet der reinen Spannungsverstärkertechnik. Seit kurzem stehen nun auch integrierte Leistungsverstärker zur Verfügung, mit denen sich auf sehr einfache und billige Weise recht hochwertige NF-Leistungsverstärker aufbauen lassen. Auffallend ist der äußerst geringe Bedarf an externen Bauelementen. Ein Beispiel für Leistungsverstärker in integrierter Hybridschaltung ist die von der amerikanischen Firma Bendix (Vertrieb in Deutschland: Neumüller & Co. GmbH, 8 München 2) herausgebrachte Serie eines 2-, 5- und 15-Watt-Typs (BHA-0001, BHA-0004 und BHA-0002). Mit dem BHA-0002, der zu einem Preis von 52,20 DM erhältlich ist, lassen sich Verstärker aufbauen, die selbst höheren Ansprüchen genügen. Bei Messungen an drei verschiedenen Exemplaren des BHA-0002 wurden nur geringe Streuungen festgestellt. Die in den Datenblättern angegebenen Klirrfaktorwerte, die im Minimum unter 1 % lagen, konnten allerdings nicht bestätigt werden.

Der Laboraufbau des Verstärkers erfolgte auf einer 160 mm × 160 mm × 3 mm großen Aluminiumplatte, um bei der großen Dauertonleistung für eine ausreichende Wärmeabfuhr zu sorgen. Alle Messungen wurden an einem ohmschen Lastwiderstand vorgenommen. Für die gehörmäßige Qualitätsprüfung bei Musikübertragung wurde eine Kompaktbox „KSB 12/8“ von Iso-phon eingesetzt, die trotz des naturgemäß geringen Wirkungsgrades ausgezeichnete Ergebnisse und ausreichende Lautstärkereserve lieferte. Bei der kritischen Beurteilung eines Verstärkers bezüglich seines Klirrverhaltens sollte man immer berücksichtigen, daß die Hörbarkeit eines Klirrfaktors sehr von seiner Oberwellenzusammensetzung abhängig ist.

Ing. Udo Schmidt ist Abteilungsleiter für Tontechnik bei der C. Lindström/ Electrola GmbH in Köln-Braunsfeld.

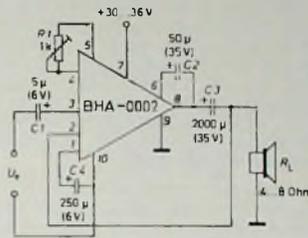


Bild 2. Gesamtschaltung des Verstärkers

Eine Vorstellung von den Abmessungen des BHA-0002 vermittelt das Bild 1 (Originalgröße). Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung des Verstärkers mit allen erforderlichen externen Bauelementen. Die vom Ausgang auf den Punkt 2 zurückgeführte Leitung stellt die Gegenkopplung dar. Durch Zwischenschaltung eines komplexen Netzwerkes läßt sich leicht eine Frequenzgangbeeinflussung vornehmen. Mit dem Regler R1 sind Überlappungsfehler der positiven und negativen Halbwelle zu kompensieren. Die Einstellung erfolgt am günstigsten mittels eines Oszillografen bei sehr geringer Aussteuerung. Ist der Verstärker nur für den Anschluß von 8-Ohm-Laut-

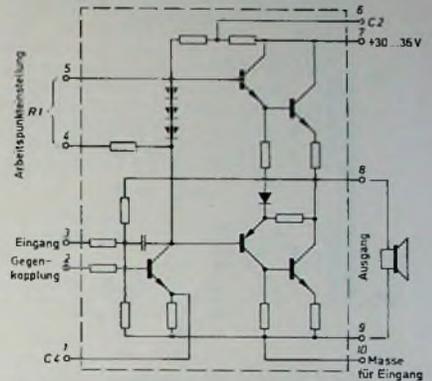


Bild 3. Äquivalentschaltung des BHA-0002

Tab. I. Eingangsimpedanzen als Funktion der Frequenz und des Lastwiderstandes

f / Hz	Eingangsimpedanz $R_c$ bei 4 Ohm Last / kOhm	Eingangsimpedanz $R_c$ bei 8 Ohm Last / kOhm
250	17,8	16,5
1000	17,8	16,3
4000	17,5	16,0

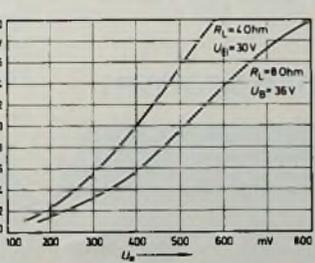
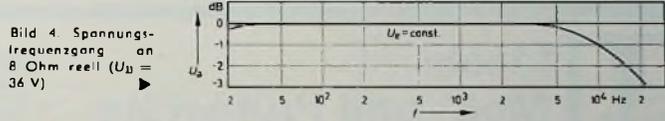


Bild 5. Ausgangsleistung als Funktion der Eingangsspannung bei  $f = 1$  kHz

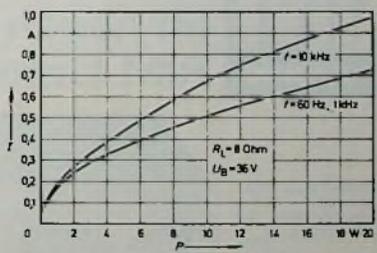


Bild 6. Stromaufnahme als Funktion der abgegebenen Leistung und Frequenz für  $R_L = 8$  Ohm

sprechen vorgesehen, dann ist für C3 eine Kapazität von 1000 µF ausreichend. Um einen besseren Überblick über die Funktion des Bausteins zu haben, ist im Bild 3 die Äquivalentschaltung gezeichnet. Die mit dem Lastwiderstand etwas schwankende Eingangsimpedanz  $R_c$  in Abhängigkeit von der Frequenz ist in Tab. I angegeben. Man erkennt deutlich, daß die Eingangsimpedanz fast frequenzunabhängig ist, was auf einen überwiegend realen Anteil schließen läßt.

Den Spannungsfrequenzgang zeigt Bild 4. Er verläuft zwischen 20 und 15 000 Hz annähernd linear. Der -3-dB-Punkt liegt bei 23 kHz. Welche Eingangsspannung für eine bestimmte Aus-

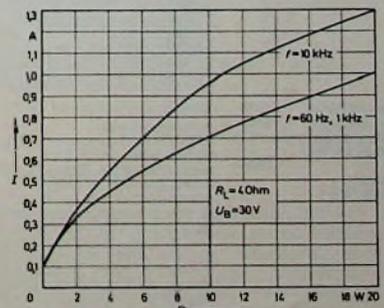


Bild 7. Stromaufnahme als Funktion der abgegebenen Leistung und Frequenz für  $R_L = 4$  Ohm

gangsleistung erforderlich ist, zeigen die Kurven im Bild 5. Der Lastwiderstand  $R_L$  ist dabei Parameter. Für eine Ausgangsleistung von 15 Watt sind danach etwa 500 mV für einen 4-Ohm- und etwa 650 mV für einen 8-Ohm-Lautsprecher erforderlich. Die Stromaufnahme als Funktion der Ausgangsleistung, der Lastwiderstände und der Frequenz läßt sich aus den Kurven der Bilder 6 und 7 entnehmen.

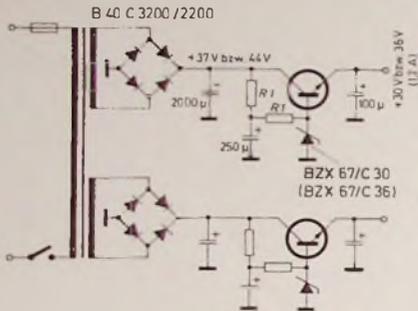


Bild 8. Schaltung des stabilisierten Netzteils für den 2x15-W-Verstärker;  $R_L = 220 \text{ Ohm}$  bei  $U_a = 36 \text{ V}$  oder  $150 \text{ Ohm}$  bei  $U_a = 30 \text{ V}$

Das für diesen Verstärker einzusetzende Stromversorgungsteil sollte in der Lage sein, bei geringem dynamischen Innenwiderstand einen Strom von 1,2 A zu liefern. Das Bild 8 gibt ein Beispiel für den Aufbau eines solchen Netzgerätes für einen Stereo-Verstärker. Die vor der Stabilisierungseinheit liegende

Gleichspannung sollte für eine Ausgangsspannung von 36 V mindestens 44 V betragen, um eine ausreichende Regelreserve zu haben. Als Z-Diode sind die Typen BZX 67/C 30 beziehungsweise BZX 67/C 36 geeignet. Diese haben ohne Kühlblech eine zulässige Verlustleistung von 1,3 W, mit  $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$  großem Kühlblech 10,7 W. Bei Verwendung eines Transistors mit 20-facher Gleichstromverstärkung  $B$  ergibt sich für die Z-Diode bei 15 W Dauerleistung eine Belastung von maximal 1,8 W (4 Ohm Lastwiderstand) beziehungsweise 1,6 W (8 Ohm Lastwiderstand), so daß die Z-Diode in den meisten Fällen ( $B > 20$ ) ohne Kühlfläche betrieben werden kann.

Als Transistor eignet sich jeder NPN-Typ, der eine Verlustleistung von mindestens 20 W und einen maximal zulässigen Kollektorstrom von mindestens 2 A hat. Als Netzgleichrichter kann ein recht preiswerter Siliziumflächgleichrichter in vorgesehener Ausführung eingesetzt werden, der ohne Kontaktkühlung einen Strom von 2,2 A liefert.

Einen Überblick über den Gesamtklirrfaktor als Funktion der Ausgangsleistung, der Frequenz und des Lastwiderstandes vermitteln schließlich die Bilder 9 und 10. Durch Vorsetzen einer rauscharmen Verstärkerstufe läßt sich sowohl die Eingangsimpedanz als auch die Eingangsempfindlichkeit beliebig erhöhen.

Über die Dimensionierung von Vorverstärkern wurde beispielsweise in den FUNK-TECHNIK-Heften 20/1968, S. 769 bis 772 sowie 21/1968, S. 807-814 und

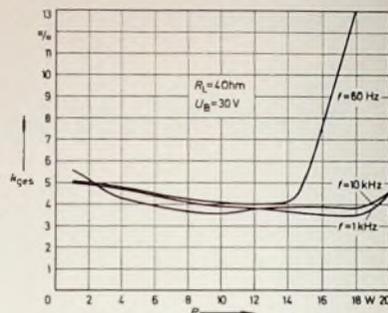


Bild 9. Gesamtklirrfaktor als Funktion der abgegebenen Leistung und Frequenz für  $R_L = 4 \text{ Ohm}$

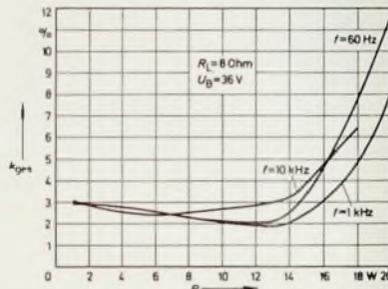


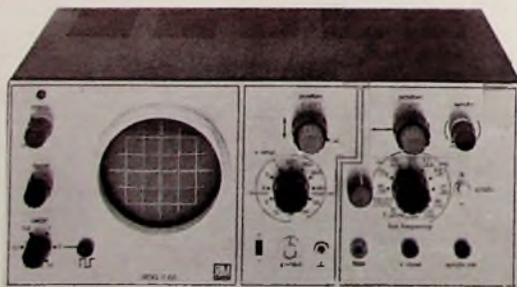
Bild 10. Gesamtklirrfaktor als Funktion der abgegebenen Leistung und Frequenz für  $R_L = 8 \text{ Ohm}$

2/1969, S. 53-54 berichtet. Die dort beschriebenen Verstärker sind zum Anschluß der verschiedensten NF-Quellen geeignet.



## Ideale Meß- und Prüfgeräte im neuen RIM-Lieferprogramm

Preise „ROG 7 GL“ DM  
 Kompl. Bausatz 547,-  
 RIM-Baumapfe dazu 6,-  
 Betriebsfertiges Gerät 650,-  
 Steckkarte Reckleck-Eichgenerator fertig 45,-



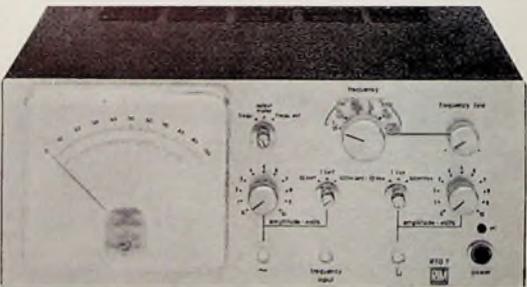
Preise „RTG 7“ DM  
 Kompl. Bausatz 450,-  
 RIM-Baumapfe dazu 6,-  
 Betriebsfertiges Gerät 558,-  
 Lieferbar ca. Ende März 1970

### Breitband-Oszillograf „ROG 7 GL“

Hauptmerkmale  
 Y-Breitband-Gegentakl-Gleichspannungsverstärker mit einer Bandbreite von 0-8 MHz (-3 db) mit Transistor-Gegentakl-Endstufe. Hohe Empfindlichkeit von 30 mVss/cm  
 12stufiger Eingangsteiler, frequenzkompensiert. Kontinuierlicher Abschwächer bis ca. 2 MHz. Horizontal-Gegentaklverstärker mit einem Frequenzbereich von 3 Hz - 600 kHz. Hohe Verstärkerempfindlichkeit von 150 mVss/cm. Außerordentlich große Y- und X-Lageverschiebungsmöglichkeit. Kippfrequenzteil bis 550 kHz - 11stufig einschl. Stellung für „Bild- und Zeilen“, zusätzlich externer Anschluß. Positive u. negative Synchronisation. Rücklaufverdunkelung. Extern herausgeleiteter Sägezahnanschluß. Einsetzbarer Rechteckgenerator für Eichzwecke mit eigenem stabilisierten Netzteil. 10 kHz/10 Vss mit 5stufigem Abschwächer. Ri-1 k $\Omega$  als Zubehör lieferbar. Abgeschirmte Kathodenstrahlröhre. Gedruckte Schaltungstechnik. Aufbau nach dem Baugruppenprinzip u. a. mehr.

Lieferbar in Bausatzform und betriebstüchtig. Einzelheiten im neuen RIM-Electronic-Jahrbuch '70, 644 Seiten, Schutzgebühr 5,- DM + 1,- DM für Porto. Nachnahme, Inland 6,80 DM, Vorkasse Ausland 7,20 DM (Postcheckkonto München 137 53). Prospekte „RIM-Prüfgeräte“ auf Wunsch Postkarte genügt!

Sämtliche RIM-Preise verstehen sich einschl. MwSt. Beachten Sie, daß sämtliche Preise unter DM 800,- liegen und daher bei der Einkommenssteuer sofort voll absetzbar sind und keiner Investitionssteuer unterliegen, wenn sie für berufliche und gewerbliche Zwecke eingesetzt werden.



### Sinus- und Rechteck-Tongenerator mit Frequenzmesser „RTG 7“

Hauptmerkmale  
 Durchstimmbar mit Drehkoabstimmung, Sinus von 1 Hz - 1 MHz, Rechteck von 1 Hz - 100 kHz. Frequenzmesser 1 Hz - 1 MHz, auch extern verwendbar, Mindesteingangsspannung 1,5 Veff. Direkte Frequenzanzeige über Frequenzmesser. Meßinstrument umschaltbar auf Sinus-Ausgangsspannungskontrolle. Getrennte Ausgänge für Sinus und Rechteckoutput mit getrennten Abschwächern max. 10 Vss. 3stufiger Abschwächer für Sinus mit zusätzlichem Feinregler. 3stufiger Abschwächer für Rechteck mit zusätzlichem Feinregler. Niedriger Klirrfaktor. Frequenz-Volltransistorisiert mit Siliziumtransistoren, integriertem Schaltkreis. Gedruckte Schaltung. Steckkarten-Funktionsbaugruppen. Netz 110/220 V~, Maße: L 300 x H 126 x T 222 mm.



Abt. F 2, 8 München 15, Bayerstr. 25 am Hauptbahnhof, Telefon 08 11 / 55 72 21, Telex 05-28 166 rarim-d

# Elektronische Diebstahlsicherung für Kraftfahrzeuge

## 1. Anforderungen

Die Sicherungsanlage soll dem Autobesitzer die Möglichkeit geben, sie im Fahrzeug in Betrieb zu setzen und dann das Fahrzeug zu verlassen und zu verschließen. Hierzu dürfte eine Zeit von etwa 20 bis 30 s ausreichen. Danach soll die Anlage „scharf“ sein, und dieser Zustand soll zur Kontrolle optisch angezeigt werden. Wird eine Wagentür zu einem späteren Zeitpunkt wieder geöffnet, so muß der Besitzer die Möglichkeit haben, die Anlage in angemessener Zeit (20 ... 30 s) wieder außer Betrieb zu setzen. Als Erinnerungstütze soll eine weitere optische Anzeige vorhanden sein.

Wird die Anlage innerhalb dieser Zeit nicht außer Betrieb gesetzt, was bei gut verstecktem Geheimschalter einem Uneingeweihten nicht möglich ist, so soll sie für etwa 5 min Alarmsignale (optisch oder akustisch) geben und danach wieder in den scharfen Betriebszustand zurückschalten. Bleibt die Wagentür aber geöffnet, dann sollen die Alarmsignale ununterbrochen fortgesetzt werden. Die Zeit von 5 min wird als ausreichend angenommen, um auch die hartnäckigsten „Autoknacker“ zu vertreiben. Sollten sie jedoch zurückkehren, so ist die Anlage sofort wieder alarmbereit.

## 2. Schaltung

Aus diesen Anforderungen, die an die Alarmanlage zu stellen sind, ergibt sich die Blockschaltung nach Bild 1. Die Stufen 1 bis 3 müssen nacheinander einschalten und diesen Zustand beibehalten. Der Zeitimpulsgeber 4 übernimmt nur die Abschaltung eines Teils der Anlage, wobei die erste Stufe eingeschaltet bleibt. In der herkömmlichen Schaltungstechnik wurden dazu Thermorelais oder Relais mit einer elektronischen Zeitschaltung verwendet. Hier werden an Stelle der Relais Thyristoren eingesetzt, da sie kleiner und heute auch nicht mehr teurer als entsprechende Relais sind. Außerdem benötigen sie zum Schalten in Gleichstromkreisen nur einen Impuls auf das Gate und keinen Dauerstrom, wie er zur Erregung eines Magneten oder einer Heizwicklung erforderlich ist.

Da die Zeitschaltung dieser Schaltungsvereinfachung nicht nachstehen sollte, wurde eine Schaltung mit einem Unijunktions transistor gewählt. Dadurch kommt man mit vier Bauelementen für die Zeitschaltung aus. Liegt am Emitter E eines Unijunktions transistors eine Spannung  $U_E$ , die niedriger als etwa 50 % der Spannung  $U_{B1-B2}$  zwischen den Basen B1 und B2 ist, so fließt über die Strecke B1-B2 nur ein geringer Reststrom. Übersteigt  $U_E$  50 % von  $U_{B1-B2}$ , dann werden die Strecken E-B1 und B1-B2 niederohmig und leiten. Der Transistor bleibt leitend, bis die Steuerspannung an E verschwindet. Die Schaltung des Zeitrelais 1 ist im Bild 2 dargestellt. Wird die Betriebs-

spannung eingeschaltet, so lädt sich der Kondensator C1 über R1 auf. Beim Erreichen der für den Unijunktions transistor typischen Zündspannung am Emitter entlädt sich C1 über die Strecke E-B1 und ruft an R2 einen Spannungssprung hervor, der über C2 als Zündimpuls dem Thyristor Th1 zugeführt wird. Die Schaltung des Zeitrelais 3 entspricht der des Zeitrelais 1.

nung an das Gate des Thyristors zu legen. Da diese Stufe über den Türkontakt der Innenbeleuchtung geschaltet werden soll, dieser aber bei geschlossener Tür eine positive Spannung und bei geöffneter Tür Massepotential führt, muß der Thyristor über eine Umkehrstufe angesteuert werden (Bild 3). Diese Umkehrstufe hat noch den weiteren Vorteil, daß der Steuereingang hoch-

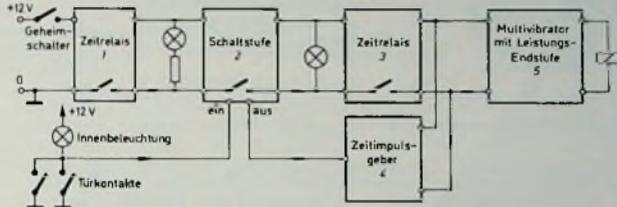


Bild 1. Blockschaltung der elektronischen Diebstahlsicherung

Bild 2. Schaltung des Zeitrelais 1 der Alarmanlage

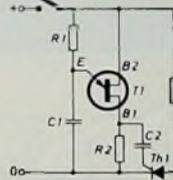
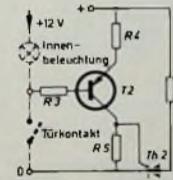


Bild 3. Schaltung der Schaltstufe 2 der Alarmanlage



ohmig wird. Dann haben selbst stark verschmutzte Türkontakte keinen Einfluß auf die einwandfreie Funktion.

Ein gezündeter Thyristor (mit Ausnahme der Thyristortetrode) läßt sich nur in den nichtleitenden Zustand bringen, wenn man den hindurchfließenden Strom unter einen für den Thyristor typischen Minimalwert erniedrigt. Dies wird bei der Zeitschaltung ausgenutzt, die nach 5 min die Alarmsignale unterbrechen soll. Hierzu dient wieder ein Zeitimpulsgeber mit Unijunktions transistor, der jetzt jedoch einen Transistor steuert, der einen Thyristor überbrückt. Der Transistor übernimmt dann kurzzeitig den vorher durch den Thyristor fließenden Strom, so daß der Thyristor löscht.

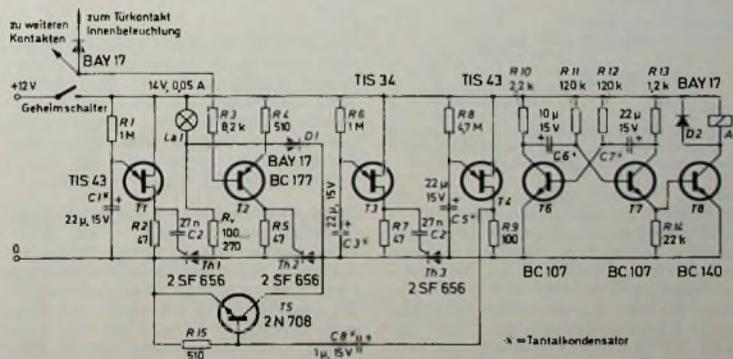


Bild 4. Gesamtschaltung der elektronischen Diebstahlsicherung

Da ein Thyristor nicht nur durch einen Impuls, sondern überhaupt durch jede gegenüber der Kathode positive Gate-spannung gezündet wird, wenn der sich dabei einstellende Gatestrom zur Zündung ausreicht, braucht man in der Schaltstufe 2, die ohne Verzögerung arbeitet, nur eine entsprechende Span-

Als letzte Stufe könnte jetzt ein Relais folgen. Da aber ein Dauersignal nicht so auffällig wie ein periodisch unterbrochenes Signal ist, wurde noch eine astabile Multivibratorstufe eingesetzt, die einen Leistungstransistor steuert. Damit kann man jetzt direkt ein normales Relais oder ein schon im Fahr-

zeug vorhandenes Hupen- oder Licht-hupenrelais schalten, um optische oder akustische Alarmsignale zu geben.

Aus der Gesamtschaltung (Bild 4) geht die Zusammenstellung der einzelnen Schaltstufen hervor. Der Löschtransistor T5 mußte über die Thyristoren Th1 und Th2 gelegt werden, da seine Restspannung nicht ausreicht, um einen Thyristor sicher zu löschen. Er löscht aber trotzdem nur Th2, da über Th1, R<sub>V</sub>,

Temperaturkoeffizienten (wichtig bei der 5-min-Zeitschaltung)

Mit dieser Anlage können alle Türen, die schon mit Türkontakten versehen sind, sowie auch Koffer- und Motorraum gesichert werden. Letztere müßten dafür entsprechende Kontakte erhalten. Außerdem muß dann in die Leitung zum Türkontakt der Innenbeleuchtung eine Diode geschaltet werden (siehe Bild 4), die verhindert, daß die

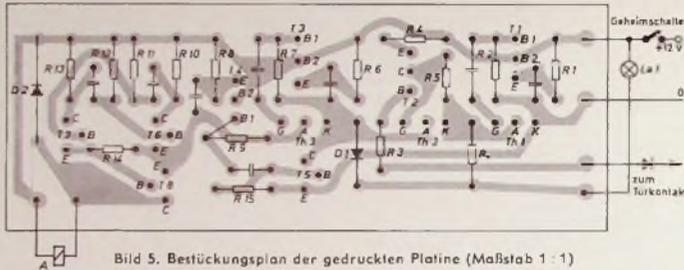


Bild 5. Bestückungsplan der gedruckten Platine (Maßstab 1:1)



Bild 6 (oben). Ansicht der fertiggestellten Platine in annähernd natürlicher Größe

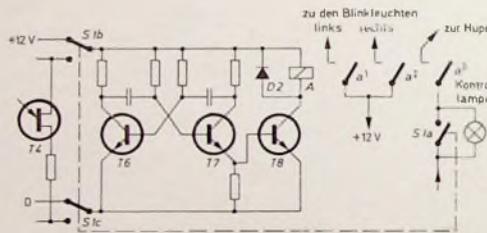


Bild 7. Verwendung der astabilen Kippstufe für eine Warnblinkanlage

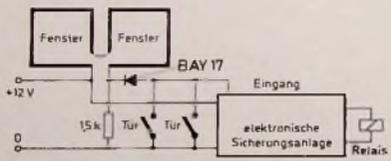


Bild 8. Verwendung als allgemeine Alarmanlage für Wochenendhäuser, Boote und dergleichen mit auf Fensterscheiben geklebten Folienstreifen

und die Kontrolllampe La1 noch ein Strom fließt. Die Knie-spannung der Th1-Diode kompensiert dabei die Restspannung des Transistors. Die vorgesehenen zwei Kontrolllampen für die Betriebszustandsanzeige wurden durch eine ersetzt, die über R<sub>V</sub> im ersten Schaltzustand (scharf) schwach und über die Diode D1 im zweiten Schaltzustand hell leuchtet und damit eine letzte Vorwarnung gibt.

Die gesamte Schaltung wurde auf einer gedruckten Platine mit den Abmessungen 80 mm x 35 mm untergebracht (Bild 5 und 6). Dies war möglich durch Verwendung von 1/10-W-Widerständen und Tantalkondensatoren. Diese Kondensatoren zeichnen sich nicht nur durch geringe Abmessungen aus, sondern auch durch minimale Restströme und kleinen

Innenbeleuchtung bei Betätigung der zusätzlichen Kontakte eingeschaltet wird.

Die astabile Kippstufe läßt sich eventuell auch noch für eine Warnblinkanlage einsetzen (Bild 7). Dazu wären dann allerdings ein Relais mit drei Arbeitskontakten notwendig und zusätzlich ein dreipoliger Umschalter. Der dritte Kontakt des Umschalters trennt in diesem Fall die Hupe vom Relais.

Der Verwendungszweck der Warnanlage ist jedoch nicht ausschließlich auf Kraftfahrzeuge beschränkt. Da die Stromaufnahme in Bereitschaftsstellung nur gering ist (etwa 20 mA), kann man sie auch für die Sicherung von Wochenendhäusern, Booten usw. benutzen. Ein normaler 12-V-Motorradakku würde auch für längere Zeiträume genügend Kapazität haben, um im Alarmfall noch lautstarke Sirenen zu speisen. Die Sicherungskontakte könnten dann in Türen und Fenster eingebaut werden. Auch der Anschluß auf die Scheiben geklebter Folienstreifen wäre in der im Bild 8 gezeigten Art möglich. Diese Anschlußart hat den Vorteil, daß der Sicherungskreis Ruhestrom führt und dadurch schwer zu „überlisten“ ist.

## Für den KW-Amateur

### Amateurfunk-Zentrum Baunatal

Der Deutsche Amateur-Radio-Club (DARC) erwarb in Baunatal bei Kassel ein 5000 m<sup>2</sup> großes Gelände, auf dem ein Amateurfunk-Zentrum (Afuz) entstehen soll. Zunächst werden dort die Geschäftsstelle, die QSL (Funkbestätigungskarten)-Vermittlung und die Rundspruchstation DL  $\phi$  DL untergebracht. Ferner sollen Schulungs- und Versammlungsräume eingerichtet werden. Ein ausgeschriebener Architekten-Wettbewerb wird bald klären, ob der Bau in einer oder mehreren Stufen erfolgen wird. Man hofft aber zuversichtlich, schon Anfang 1971 in Baunatal einzuziehen zu können. Die Baufinanzierung erfolgt teils aus clubeigenen Mitteln, teils aus einer Bausteinaktion, zu der Mitglieder und Freunde des Amateurfunks aufgerufen wurden.

Baunatal wurde unter neun Objekten der Vorzug gegeben, weil es nicht nur verkehrs-, sondern auch funkgünstig gelegen ist. Da die junge Stadt genau im Zentrum der Bundesrepublik liegt, wird später die Rundspruchstation von den Alpen bis zur Waterkant einwandfrei zu hören sein.

### Australischer Amateursatellit wird zusammen mit „Tiros M“ in seine Umlaufbahn gebracht

Ein 18 kg schwerer Satellit „Australis Oscar-A“ soll am 9. Januar 1970 zusammen mit einem „Tiros M“-Satelliten von der NASA in Kalifornien hochgeschossen werden. Radioamateure der australischen Universität Melbourne haben diesen Hucklepack-Satelliten gebaut. Vor dem Start wird der Satellit von der Amateur Satellite Corporation (AMSAT), einer Gruppe von USA-Amateuren, entsprechend den NASA-Forderungen geprüft und vorbereitet.

Seit 1961 haben an der pazifischen Küste arbeitende USA-Radioamateure vier Satelliten innerhalb des Oscar-Projektes in Umlauf gebracht. Diese früheren Oscar-Starts erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Department of Defense spacecraft. Der neue australische Satellit ist der erste Amateursatellit, der von der NASA als Zusatzlast bei einem programmäßigen Satellitenstart mitgenommen wird. Er wird nach geglücktem Erreichen seiner Umlaufbahn den Namen „Oscar-5“ erhalten. Seine vorgesehene Umlaufbahn in etwa 1460 km Höhe soll er mit Hilfe der zweiten Stufe einer „Thor-Delta“-Rakete erreichen. Die Umlaufbahn wird um 102° zum Erdäquator geneigt sein. Die vorgesehene Umlaufzeit ist 114 Minuten.

Der australische Amateursatellit soll Signale niedriger Leistung in zwei Amateurbändern senden (29,45 MHz im 10-m-Band und 144,05 MHz im 2-m-Band). Sie werden von Radioamateuren in aller Welt für Übungen im Verfolgen von Satelliten und für Wellenausbreitungsversuche benutzt. Eine Sendzeit von annähernd zwei Monaten wird durch eine etwa 9 kg schwere Batterie, die im Satelliten eingebaut ist, ermöglicht. Diese geschätzte Lebenszeit basiert auf Dauersendungen des 2-m-Senders und einem jeweiligen Betrieb des leistungsstärkeren 10-m-Senders an den Wochenenden.



Interferenzen durch den Tonträger vermieden werden. Schließlich ist noch ein Regelverstärker mit den beiden Transistoren *T 424* und *T 423* vorhanden, der durch Nachregeln des Bild-ZF-Verstärkers im Adapter auch bei schwankenden Empfangssignalen stets für gleichbleibende Videosignalamplituden am Adapterausgang sorgt.

Bei der Bandwiedergabe steht an *Bu 1*, Kontakt 2 das Videosignal des Recorders. Es gelangt über die Impedanzwandlerstufe *T 420* zum Transistor *T 411*, der es verstärkt und dem Emittierfolger mit *T 412* zuleitet. Da auf diesem Weg der Gleichspannungsanteil des Signals verlorengeht, klemmt die Diode *D 435* das Signal auf den Wert der Bildsynchronimpulse. Das entsprechend den Erfordernissen aufgearbeitete Videosignal wird über den Transistor *T 413* schließlich niederohmig einem ZF-Modulator (Transistor *T 414*) zugeführt. Der Oszillator schwingt auf 38,9 MHz, so daß das vom Recorder kommende Videosignal nun vom Bild-ZF-Verstärker des Empfängers weiterverarbeitet werden kann. Über die Bild-ZF-Übertrager *L 28* und *L 29* wird das Signal galvanisch getrennt und über die siebenpolige Verbindungsbuchse *Bu 2* zwischen den Kontakten 2 und 4 der ersten Bild-ZF-Stufe des Empfängers zugeführt. Der Videorecorder verarbeitet das genormte Videosignal. An *Bu 1*, Kontakt 2 steht daher bei Aufnahme und bei Wiedergabe das Videosignal mit 1,4 V<sub>SS</sub> an 75 Ohm.

Die Aufnahme- und Wiedergabe-Umschaltung im Bild-ZF-Adapter wird über die beiden Relais *X* und *Y* sowie über den elektronischen Schalter *T 422* vorgenommen; die Versorgungs- und Schaltspannungen zum Adapter werden vom Videorecorder geliefert. Die Umschaltung erfolgt automatisch durch Drücken der Aufnahme- oder Wiedergabelaste des Recorders. Am Kontakt 5 von *Bu 1* steht nach dem Einschalten des Recorders die feste Versorgungsspannung von +12 V. Die Spannung gelangt ferner zum Emittier des Schalttransistors *T 422*. Dieser Transistor arbeitet als elektronischer Schalter für die Versorgungsspannung des Bild-ZF-Adapters

punkte im Fernsehempfänger sind so gewählt, daß sie bei den meisten Empfängertypen leicht lokalisiert werden können. Der Adapter kann im Innern des Empfängers, am Gehäuseboden oder an den Seitenwänden befestigt werden. Das mitgelieferte Verlängerungskabel hat eine Steckbuchse, die an passender Stelle der Rückwand befestigt wird. Beim Entfernen der Rückwand kann das Verlängerungskabel aus dem Adapter gezogen werden, so daß keinerlei Lötarbeiten erforderlich sind. Bei kleinen tragbaren Empfängern sollte der Adapter dagegen an der Rückwand befestigt werden. Dann aber wird das Verlängerungskabel nicht benötigt, da sich das Verbindungskabel des Videorecorders direkt in die Adapterbuchse einstecken läßt. Ferner werden ein Winkel und ein Holzplättchen mit eingesetzten Muttern mitgeliefert. Die Holzplatte ist für das Anleimen in Kunststoffgehäusen gedacht, so daß auch hier eine problemlose Befestigung des Adapters möglich ist.

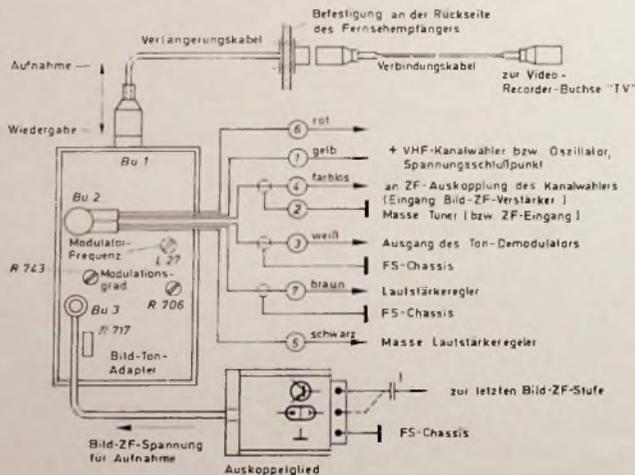
### 3. Anschließen des Adapters

#### 3.1. Allgemeines

Beim Anschließen des Adapters im Fernsehempfänger ist es sehr nützlich, in der beschriebenen Reihenfolge vorzugehen, denn nur bei der richtigen Einbaureihenfolge können eventuelle Verstimmungen der Empfänger-ZF-Kreise auf einfache Weise korrigiert werden.

#### 3.2. Bildadapter

Um einwandfreie Verhältnisse zu schaffen, wird die Bildauflösung des Empfängers zunächst mit einem Sendertestbild kontrolliert und die Feinabstimmung auf beste Bildwiedergabe gebracht. Der dem Adapter beiliegende Anschlusskabelbaum mit siebenpoligem Normstecker wird mit seinen teils abgeschirmten Kabeln in den Empfänger eingelötet. Dazu ist zuerst die Versorgungsspannung des Allbereichs beziehungsweise des VHF-Tuners aufzutrennen, wie es Bild 3 zeigt. Durch die Auftrennung der Versorgungsspannung wird in



◀ Bild 2. Anschlussschema für den Adapter

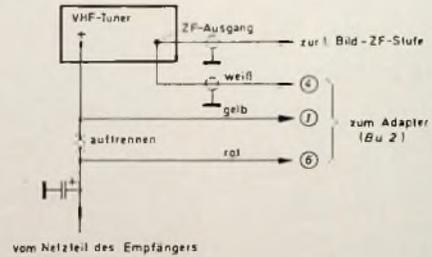


Bild 3. Anschließen des Adapters an den ZF-Ausgang des VHF-Kanalwählers

bei Aufnahmebetrieb. An seiner Basis entsteht eine automatische Vorspannung von 0,2 V gegenüber dem Emittier. Der Transistor schaltet durch, und an seinem Kollektor steht nun die Spannung +*U*<sub>B1</sub> mit 11,1 V zur Verfügung. Bei Wiedergabebetrieb liegt an der Basis von *T 422* die über +*U*<sub>B2</sub> vom Recorder kommende Schaltspannung mit 11,8 V, die den Transistor sperrt, denn die gleiche Spannung liegt dann auch am Emittier, so daß die Basisvorspannung fehlt. Der Aufnahmekanal ist dann wegen der fehlenden Betriebsspannung gesperrt. Die an *Bu 1*, Kontakt 1 bei Wiedergabebetrieb stehende Schaltspannung steuert auch die beiden bereits erwähnten Relais; gleichzeitig erhält der Impedanzwandler-Transistor *T 420* seine Basisvorspannung. Ferner wird +*U*<sub>B2</sub> zur Z-Diode *D 436* geführt, so daß die stabilisierte Spannung *U*<sub>B3</sub> mit 9,1 V entsteht, die den ZF-Modulator versorgt, um hohe Frequenzstabilität zu gewährleisten.

Der Adapter ist mit Steckverbindungen für alle Anschlusskabel zum Fernsehgerät wie auch zum Videorecorder hin ausgerüstet. Bild 2 zeigt das Anschlussschema. Die Anschluß-

Stellung „Wiedergabe“ des Recorders der VHF-Tuner-Oszillator abgeschaltet, und man unterbricht damit den Fernsehempfang. Die Anodenspannung wird zweckmäßigerweise am Einführungspunkt des Tuners unterbrochen; bei manchen Fernsehempfängern genügt es, die getrennt zugeführte Versorgungsspannung des VHF-Oszillators (also nicht des gesamten Tuners) aufzutrennen.

Die gelbe Leitung des Bild-ZF-Adapters ist direkt an den Spannungseinführungspunkt des VHF-Tuners und die rote Leitung an die vom Netzteil kommende, vom Tuner abgetrennte Leitung zu legen. Um eine Beschädigung der Adapterrelais durch Funkenbildung zu vermeiden, soll die Tunerspeisespannung stets hinter einem möglicherweise vorhandenen Siebkondensator unterbrochen werden. Die abgeschirmte weiße ZF-Leitung des Adapterkabels wird an den ZF-Ausgang des VHF-Kanalwählers gelegt. Bei steckbaren ZF-Anschlüssen zwischen Tuner und Bild-ZF-Verstärker empfiehlt es sich, das Adapterkabel parallel zur ZF-Leitung an den Eingang des Bild-ZF-Verstärkers zu legen.

(Fortsetzung folgt)

BERLIN

Technisch-wissenschaftlicher  
Fachliteraturverlag

sucht zur festen Anstellung

## Technische Redakteure

Kenntnisse in der HF- oder Elektrotechnik erwünscht

## und Wirtschafts-Redakteure

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften  
und Gehaltsanspruch erbeten unter F. K. 8528



Prospekt  
FT 12 gratis

### Achtung! Ganz neu!

Kleinanzagen - Amperemeter  
mit Voltmesser.

Md	Amp	Volt
A	5/25	150/300/600
B	10/50	150/300/600
C	30/150	150/300/600
D	60/300	150/300/600

nur 122,- DM + MW  
mit eingeb. Ohmmesser  
(300 Ω) 168,50 DM + MW

Elektro-KG - Abt. B 75  
6 Ffm. 50. A.E. Schlag 22

Elektronischer Zähler, Funk Technik  
Nr. 20-22, 1 Satz gedr. Platinen  
(6 Stück) 40,- DM einschl. Porto  
NN ZM 1020 u. BSW 69, BA 170,  
MIC 1890-5 D. Preise auf Anfrage  
NSE Lichtsteuergeräte

H. R. Burhop  
289 Nordenham, Hansingstr. 50

### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 117	DM	—,55
AC 187/188 K	DM	3,45
AC 192	DM	1,20
AD 133 III	DM	6,95
AD 148	DM	3,95
AF 239	DM	3,80
BA 170	DM	—,60
BAY 17	DM	—,75
BC 107	DM	1,20
BC 108	DM	1,10
BC 109	DM	1,20
BC 170	DM	1,05
BF 224	DM	1,75
BRV 39	DM	5,20
ZG 2,7	DM	—,85
1 N 4148	DM	—,85
2 N 708	DM	2,10
2 N 2219 A	DM	3,50
2 N 3055	DM	7,25

Alle Preise incl. MWSt.  
Kostenl. Bauteile-Liste anfordern  
NN-Versand

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

# MEINBURK



Die MEINBURK KG  
zählt zu den größten BOSCH-DIENSTEN  
Deutschlands.

Für unsere Abteilung

## Autofunk-Autotelefon

suchen wir versierte

## Funkmechaniker

und

## Radiomechaniker

Sichere Dauerstellung

5-Tage-Woche, Altersversorgung, Kantine!

Bei Wohnraumbeschaffung sind wir behilflich.  
Zimmer stehen zur Verfügung

Vertragsgroßhändler

**MEINBURK** der Robert BOSCH GMBH

8000 München 45, Ingolstädter Str. 43, Tel. 35 50 81



### GUTSCHEIN

für Briefmarkensammler

Starke Sammler erhalten geg. Einreichung dieses Gutscheins gratis und unverbindl. die Briefschere - Wie man Briefmarken richtig sammelt, eine Briefmarkenscheitelt sowie 10 Tage zur Ansicht eine mit System aufbereitete komplette Markenassortiment. Sie lernen durch Einwendung dieses Gutscheins, wie eine Sammlung aufgebaut sein muß, die neben Hobby auch eine wertvolle Kapitalanlage darstellt. Keine Marke oder Briefmarken! BRIEFMARKEN-WERDER, 8 Wiesbaden 29, Fach 488, Abt. CT

## Seltene Gelegenheit!

Tonstudio-Einrichtung zum Schneiden von Schallplatten. U a 1 Saueressig-Schneldapparat 33, 45 und 78 Umdrehungen; 1 Teladi-Schneidverstärker, 1 Saja-Schneidkoffer, 1 Phono-Rex-Bandgerät für 19 und 38 Umdrehungen, Mischpult, Mikrophone, Zubehörteile usw. für Selbsthörer. Preis nach Vereinbarung. Angebote unter F. N. 8529.

## Kaufgesuche

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

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

Hans Kaminsky

8 München-Solln

Spindlerstraße 17

Labor-Meßinstrumente aller Art, Charlottenburger Motoren, Berlin 30

## Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen



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



Fordern Sie Spezial-Katalog II/807

**NÖTHEL AG** Deutschlands großes  
Büromaschinenhaus

34 Göttingen - Markt 1 - Postfach 601

Telefon 6 20 08, Fernschreiber Nr. 096 - 893

## Engel-Löter — auf dem neuesten Stand der Löttechnik



- formschön
- blitzschnell
- selbstleuchtend

Fordern Sie bitte unsere Liste 163 an!



Engel GmbH Elektrotechnische Fabrik

6200 Wiesbaden-Schierstein Rheingaustraße 34—36

Telefon: 6 08 21, FS: 4186860

## Schenken Sie 3-fach Freude



Ihrer Familie eine Heim-Organ, Ihren Freunden Orgelmusik sich selbst das faszinierende Hobby, ein Meister im Organbau zu sein. Einfach, schnell preiswert. 60 seligen Farbkatalog gratis anfordern.

Dr. Behm bietet Ihnen mehr fürs Geld.

Wertbon An Dr. Behm, D-485 Minden,

Postfach 208/400

Ich erbitte wertvollen Gratiskatalog (kein

Vorbestellbesuch).

Name:

Anschrift:

# VALVO

Bauelemente  
für die gesamte  
Elektronik

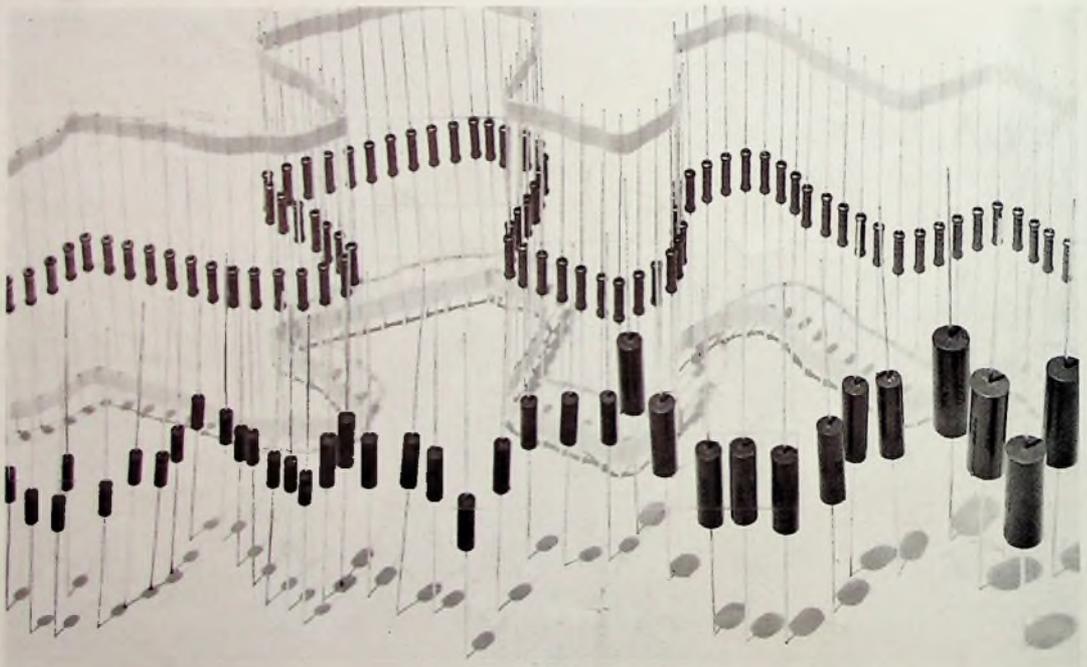
10020



E.-Thälmann-Str.56

## Metall- Schichtwiderstände für die industrielle Elektronik

Hohe Stabilität  
Kleiner Temperatur-  
koeffizient  
Geringe Abmessungen



	Typ	Toleranz %	Temperaturkoeffizient $10^{-6}/\text{grad}$	Abmessungen mm	
Lackierte Ausführungen, farbcodiert nach MIL-R-22684 B	MR 25	2 1	100	2,5 $\varnothing$ x 7	(0,25 W)
	MR 30	2 1	100	3 $\varnothing$ x 10	(0,50 W)
Umpreßte Ausführungen nach MIL-R-10509 F	Temperaturkoeffizienten:		100, 50, 25 $\cdot 10^{-6}/\text{grad}$		
	Toleranzen:		$\pm 1\%$ , $\pm 0,5\%$ , $\pm 0,25\%$ , $\pm 0,1\%$		
	Abmessungen:		ab 3,1 $\varnothing$ x 7 mm		

VALVO GmbH Hamburg

2 Hamburg 1  
Burchardstraße 19  
Telefon (0411) 33 91 31