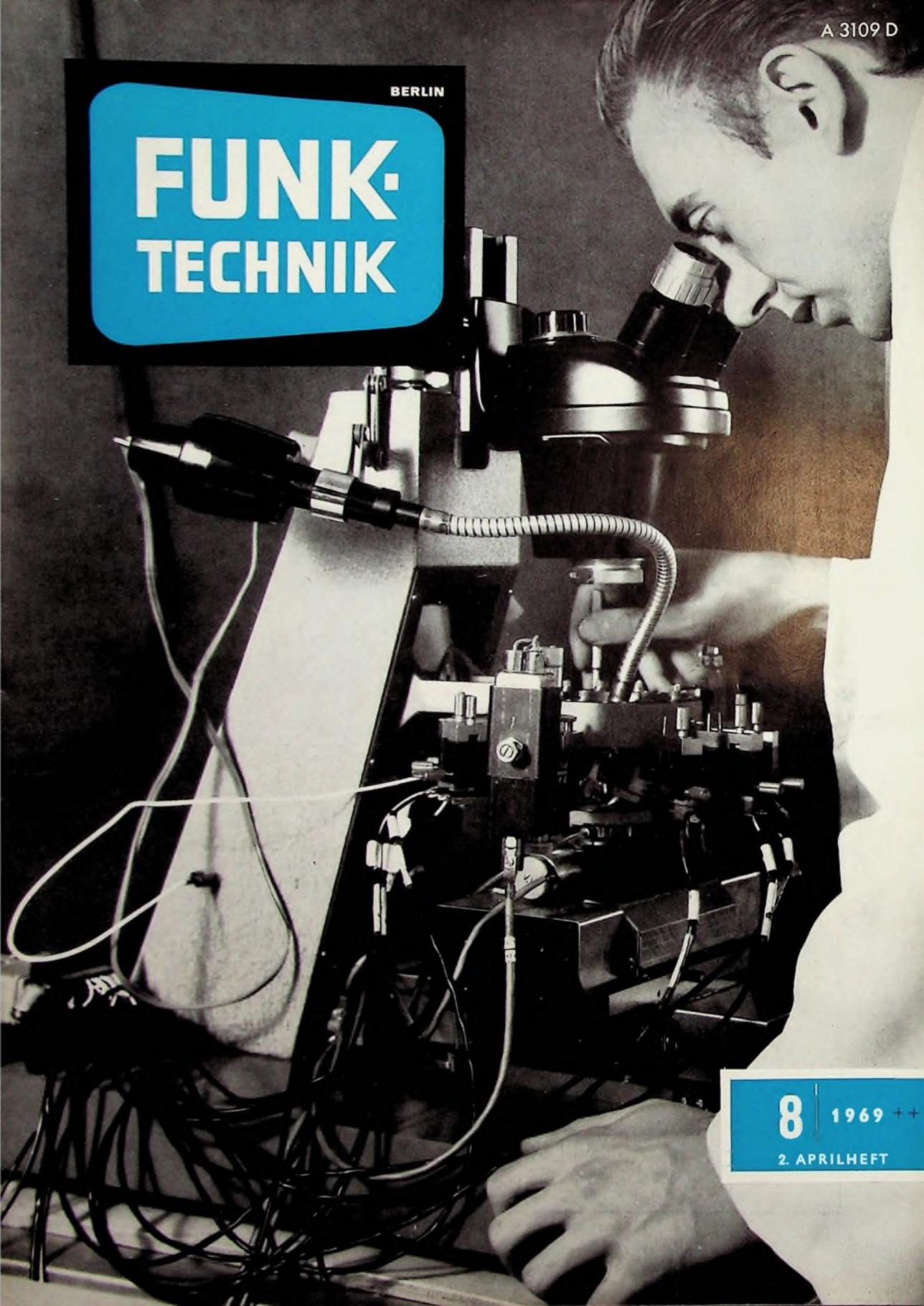


BERLIN

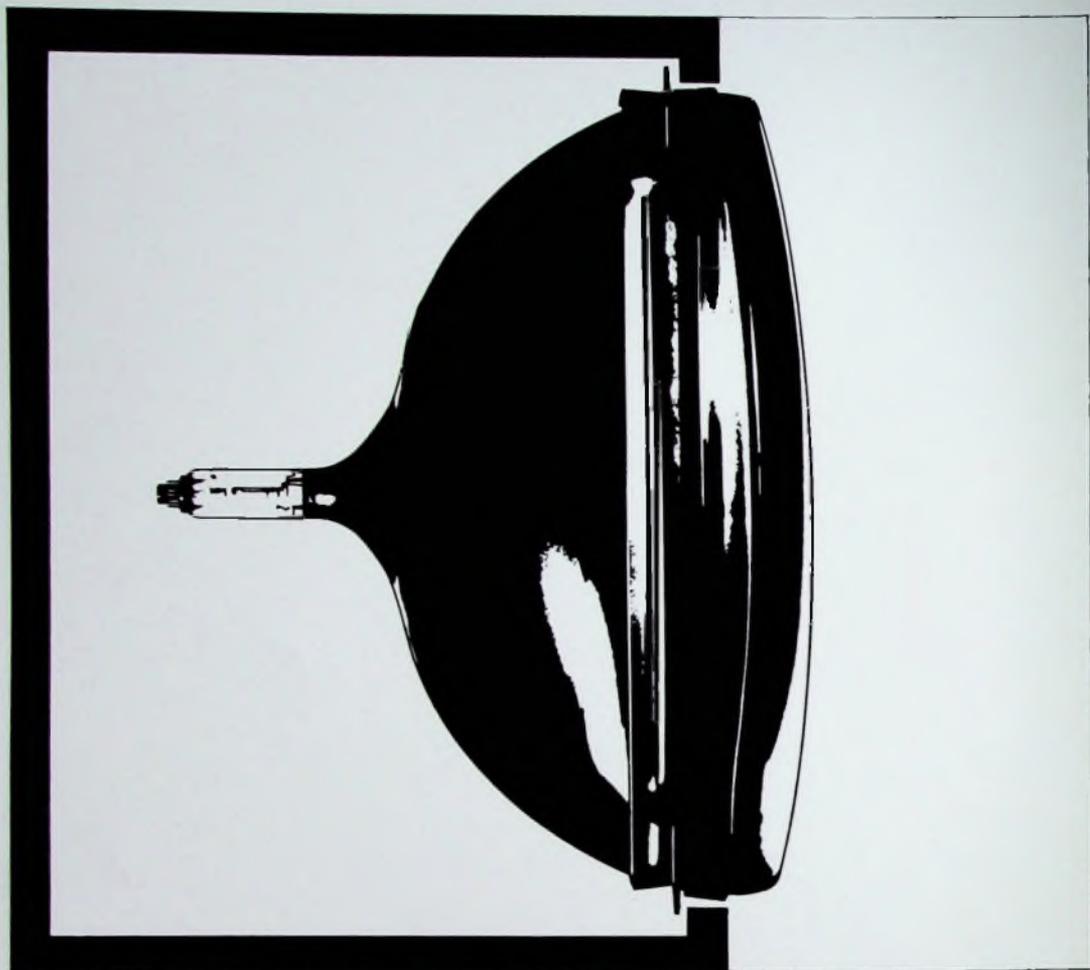
# FUNK- TECHNIK



8

1969 ++

2. APRILHEFT



## 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 SEL-Bildröhren der Typen A 47-17 W, A 59-12 W und A 65-11 W sind elektrisch wie mechanisch gegen die SELBOND®-Röhren der Typen 19" A 47-27 W, 23" A 59-22 W und 25" A 65-13 W austauschbar.

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren  
7300 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



gelesen - gehört - gesehen .....	268
FT meldet .....	270
Fortschritte der Satelliten-, Reaktor- und Laser-technik .....	275
<b>Halbleiter</b>	
Durchbrucheffekte bei Halbleitern .....	276
<b>Fernsehen</b>	
Leistungsmultivibrator mit einem Transistor und der Endpen- tode PL 805 .....	279
Technik des Kabelfernsehens in den USA und Kanada .....	281
<b>Persönliches</b> .....	280
<b>Datenverarbeitung</b>	
Prinzipien schneller Datenspeicher .....	284
<b>Lautsprecher</b>	
Ein Abhörlautsprecher für halbprofessionelle Zwecke zum Selbstbau .....	285
<b>Zwei Repräsentanten der Rundfunkwirtschaft 65 Jahre</b> .....	286
<b>Für den KW-Amateur</b>	
Wenn Beam und Quad-Antenne nicht benutzt werden können .....	287
KW-Kurznachrichten .....	289
<b>Für Werkstatt und Labor</b> .....	289
<b>Sender und Programme</b> .....	289
<b>Digitale Elektronik - Praktische Einführung für den jungen   Techniker</b> .....	290
<b>FT-Bastel-Ecke</b>	
Thyristorsteuerungen für die Drehzahlregelung kleiner Universalmotoren und für Beleuchtungsregelungen .....	294
<b>Für den jungen Techniker</b>	
Der Oszillograf in der Service-Werkstatt .....	296

Unser Titelbild: Kompletter Meßplatz zum elektrischen Vorprüfen jeder einzelnen integrierten Schaltung auf der nach nicht zerlegten Siliziumscheibe (wafer) Die Kontaktierung erfolgt dabei systemseitig mit sehr feinen angeätzten Meßspitzen. Elektrisch schlechte Systeme werden mit einem Farbpunkt gekennzeichnet und können so später aussortiert werden, gelangen also nicht mehr zur Gehäuseanlage. Aufnahme: SGS Deutschland

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

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



## TELEFUNKEN- Tonregie-Anlagen sind Individualisten.

TELEFUNKEN - Tonregie-Anlagen stehen in den Funkhäusern der ARD, des ZDF und in vielen ausländischen Rundfunkanstalten\*. Man findet sie in Schallplatten-Produktionsstätten ebenso wie in Theatern und privaten Tonstudios auf allen Kontinenten.

Ihre Vorteile: Individuelle Konzeption  
Kompaktbauweise  
Ideale Raumaussnutzung  
Volltransistorisierte Steckarten-  
Verstärker (V-300-Technik)  
Standardisierte Steckansätze  
Übersichtlicher Aufbau  
Problemloser, schneller Service



Tonregie-Anlagen nach Maß von TELEFUNKEN

\* TELEFUNKEN-Tonregie-Anlagen arbeiten u. a. in Ägypten, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Guinea, Holland, Indonesien, Island, Italien, Japan, Luxemburg, Malawi, Norwegen, Polen, Schweden, Sudan, Togo, Türkei, Tunis, UdSSR, Ungarn, Venezuela.



### Mitgliederversammlung des Deutschen High-Fidelity Instituts e.V.

Das Deutsche High-Fidelity Institut e.V. (dhfi) führte am 25. Februar in Hofheim Taunus die Ordentliche Mitgliederversammlung 1969 durch. Nach eingehender Diskussion über die Frage, ob eine Hi-Fi-Ausstellung in Zukunft wieder als getrennte Veranstaltung oder gemeinsam mit der Funkausstellung durchgeführt werden sollte, wurde folgende Stellungnahme formuliert und der Mehrheitsbeschluss verabschiedet: Nachdem die überwiegende Mehrheit der Mitglieder des dhfi eine getrennte Hi-Fi-Ausstellung im Jahre 1970 wünscht, erhält der Vorstand den Auftrag, die Fachverbände 14 und 26 des ZVEI für die Mitträgerschaft zu gewinnen und dann die notwendigen Vorbereitungen in die Wege zu leiten. Sollte dieses Vorhaben mißlingen, so wird der Vorstand von der Versammlung beauftragt, das Thema „Hi-Fi-Ausstellung“ innerhalb von drei Monaten, das heißt bis Ende Mai, in einer außerordentlichen Mitgliederversammlung erneut zur Diskussion zu stellen.

Außerdem wurde beschlossen, vom 6.-10. Oktober 1969 ein weiteres Grund-Seminar durchzuführen. Anmeldungen zu diesem Seminar sowie für das Fortgeschrittenen-Seminar vom 11.-14. Mai und das Chef-Seminar vom 14.-17. Mai 1969, nimmt das Deutsche High-Fidelity Institut e.V., 6 Frankfurt/Main, Feldbergstraße 45, entgegen.

### Neue Stereo-Kopfhörer

An Stelle des Stereo-Kopfhörers „211“ für den Anschluß an Hi-Fi- und Tonbandgeräte wird von Grundig jetzt das neue Modell „211 a“ mit flüssigkeitsgepolsterten Ohrmuscheln geliefert. Die technischen Daten des Stereo-Hörers „211 a“ sind: Frequenzbereich 20 ... 17 000 Hz, Klirrfaktor 1 % oder besser bei einem Schallpegel von 120 Phon, Empfindlichkeit 0,15 W für 100 phon, Dauerbelastbarkeit 100 mW je System. Das 2,5 m lange Anschlußkabel ist mit zwei Lautsprecher-Kombinationssteckern für Mono- oder Stereo-Betrieb ausgestattet. Den Anschluß an Kopfhörerbuchsen nach dem neuen Normvorschlag ermöglicht ein beigegepacktes Übergangsstück.

### Tonbandkassetten nach dem „System DC-International“

Tonbandkassetten für das „System DC-International“ werden nach wie vor in großen Stückzahlen produziert. Ab Lager lieferbar sind die Kassetten „DC 90“ für 2 x 45 min und „DC 120“ für 2 x 60 min Spielzeit. Außerdem sind auch bespielte Musikkassetten bei der Autoplay-Musikkassetten GmbH, 851 Fürth/Bayern, Kurgartenstraße 11, erhältlich.

### Infrarot-Tastköpfe „foto-captor“

Die „foto-captoren“ der Weber-Elektronik KG, Sushörn, sind berührungslose Schalter zum Erfassen von Materialien mit einer Temperatur von wenigstens 360 °C und sprechen auf die Eigenstrahlung von warmem Material an. Störlicht und wechselnde Raumhelligkeit bleiben ohne Einfluß. Der Blickwinkel liegt wahlweise zwischen 25° (Erfassen eines strahlenden Körpers) und 1° (exaktes Erfassen der Kante eines strahlenden Körpers). Die untere Ansprechtemperatur kann zwischen 360 und 800 °C gewählt werden.

### Dämmerungsschalter „DS 30“

Der Dämmerungsschalter „DS 30“ der Elesta AG arbeitet mit einem Glimmerrelais-Verstärker, um hohe Lichtempfindlichkeit bei definiertem Schallpunkt zu erreichen. Eine Verzögerungsschaltung verhindert das Ansprechen auf kurzzeitige Lichtschwankungen, wobei eine unverzögerte Anzeige des Schaltzustandes die Einstellung der gewünschten Lichtempfindlichkeit (Einstellbereich 2000 ... 3000 Lux) erleichtert.

### Vielfachmeßgerät mit 28 Meßbereichen

Mit neuartigen, als Druckklemmen ausgeführten Anschlußklemmen ist das in einem ansprechenden AVI-Gehäuse (Abmessungen 165 mm x 95 mm x 64 mm) untergebrachte „Elavi 15“ von Elima ausgerüstet. Die Zahl der Bedienungsknöpfe wurde reduziert; der besonders abgesicherte Widerstandsmeßbereich benötigt keinen Potentiometerabgleich. Mehr 2 x 8 Meßbereiche (0,3 mA bis 6 A, 60 mV bis 600 V) dienen zur Messung von Gleichströmen und Gleichspannungen, 6 Meßbereiche (15 mA bis 6 A) zur Messung von Wechselströmen, 5 Meßbereiche (6 bis 600 V) zur Messung von Wechselspannungen und 1 Meßbereich (10 kOhm) zur Mes-

sung von Widerständen. Das „Elavi 15“ genügt in den Strom- und Spannungsmeßbereichen den Genauigkeitsansprüchen der Klasse 2,5 bei einem Innenwiderstand des Meßwerks von 3333 Ohm/V. Die Fehlergrenze im Widerstandsmeßbereich beträgt ± 5 %.

### Koaxialschalter mit 100 W Belastbarkeit

Eine neuer Koaxialschalter der Amphenol-Tuchel Electronics GmbH zeichnet sich durch große Belastbarkeit (100 W) und hohe Nebenpfeildämpfung (60 dB im Bereich 0 ... 12,4 GHz) aus. Das Stehwellenverhältnis bei 12,4 GHz liegt unter 1,5, die Durchgangsdämpfung beträgt max. 0,5 dB. Der Kontaktübergangswiderstand ist nur 60 mOhm und die Ansprechzeit 15 ms. Der Schalter ist für Stapelbauweise geeignet.

### Navigationshilfe für Kleinflugzeuge

Das Doppler-Navigationssystem „AD510“ von Marconi ist für Hubschrauber und Kleinflugzeuge bestimmt. Hierbei handelt es sich um eine in sich geschlossene Navigationseinrichtung, die die Flugzeuge von Bodenhilfsmitteln unabhängig macht. Niedrig fliegenden Hubschraubern bietet sie außerdem eine genaue Schwebekontrollreferenz.

### Computersystem für Londoner Krankenhaus

Im Londoner King's College Hospital soll das erste patientenorientierte Computersystem Großbritanniens installiert werden. Es wird den Ärzten ein verbessertes Hilfsmittel zur Eintragung klinischer Daten in die Krankenberichte bieten und gleichzeitig die Krankengeschichte sofort verfügbar machen. Kern des Systems wird ein Computer „ICT 1905E“ sein, der für Echtzeitbetrieb ausgelegt ist und auf Anfragen und Instruktionen in weniger als einer Sekunde antwortet.

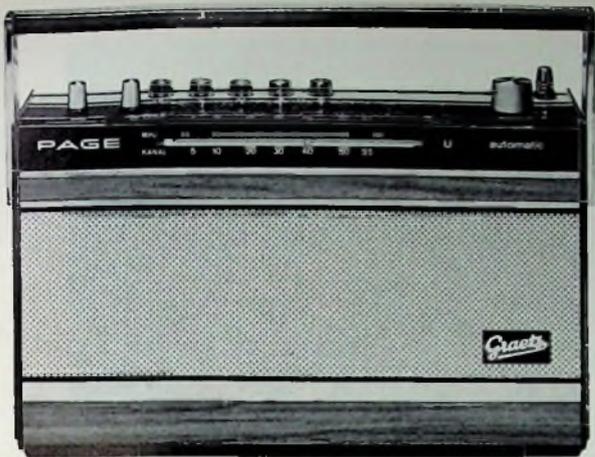
### Breitband-Antennenverstärker von FTE maximal

Die Firma FTE maximal (Fernsehtechnik und Elektromechanik GmbH), Mühlacker, hat jetzt fünf mit leistungsfähigen Siliziumtransistoren bestückte Breitband-Antennenverstärker für Dachbodenmontage im Vertriebsprogramm. Über das separate Universal-Netzgerät „BRV N 2068“ (Abmessungen 110 mm x 55 mm x 45 mm) läßt sich jeder der Verstärker entweder direkt (auch Netzgerät auf dem Dachboden montiert) oder über das Niederführungs-Koaxialkabel der Anlage (Netzgerät in Nähe des Fernsehempfängers montiert) mit Strom versorgen. Die wichtigsten Daten von vier Typen dieser Verstärker gehen aus nachstehender Übersicht hervor.

	BRV 2068 A	BRV 2068 B	BRV 2068 C	BRV 2068 D
Verstärkung in dB im Bereich				
I (47 ... 68 MHz)	27 ... 10		21	
II (87,5 ... 104 MHz)	28		21 ... 22	
III (174 ... 230 MHz)	20 ... 27	20 ... 27	20 ... 18	20 ... 18
IV/V (470 ... 860 MHz)	22 ... 15	22 ... 15	17 ... 10	17 ... 11
Eingänge	3	2	3	2
gemeinsame Ableitung (60 Ohm)	1	1	1	1
für bis zu Teilnehmern	10	10	5	5
Ausgangsspannung	100 mV, gemessen an 60 Ohm			
Intermodulationsabstand	60 dB bei 100 mV			
Stromversorgung	24 V, stabilisiert; 4 W			
Abmessungen	110 mm x 85 mm x 25 mm; Kunststoffgehäuse			

Je nach Frequenzbereich liegt die Rauschzahl der Verstärker zwischen 3,5 und 8 (beziehungsweise zwischen 3,5 und 10), das Rauschmaß zwischen 5 und 9 dB (beziehungsweise 5 und 10 dB) und der Welligkeitsfaktor zwischen 1,3 und 1,9.

Ein weiterer, mit zwei Transistoren bestückter und für bis zu drei Teilnehmern bestimmter Verstärker „BRV 2068 S“ verstärkt lückenlos den Bereich zwischen 47 und 790 MHz bei einer Verstärkung zwischen 16 und 20 dB, einer Rauschzahl zwischen 5 und 5,8, einem Rauschmaß zwischen 7 und 7,5 sowie einem Welligkeitsfaktor zwischen 1,5 und 1,9. Dieser Verstärker ist für einen einzigen Eingang und eine gemeinsame Ableitung (60 Ohm) ausgelegt. Ausgangsspannung, Intermodulationsabstand, Stromversorgung und Abmessungen entsprechen den Daten der übrigen Verstärker.



# Bei diesem Gerät denken wir an Ihre Kunden...

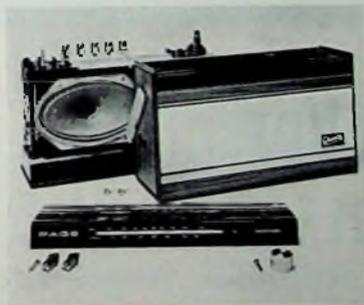
... an Ihre Kunden, die zu einem vernünftigen Preis ein erstklassiges Kofferradio kaufen wollen. Mit 4 Wellenbereichen. Mit eingelegtem Netzteil. Mit vielen Anschlußmöglichkeiten für Zusatzgeräte. Mit...  
Aber warum so viel erzählen. Schließlich kennen Sie den 'Page' und wissen, was in ihm steckt.

Sollten Sie es noch nicht wissen: Es genügt, ein paar Schrauben zu lösen – und der 'Page' zeigt Ihnen sein ganzes Innenleben. Viele reden von 'servicefreundlich'. Unsere Geräte sind es. Weil wir unsere Produkte sorgfältig planen. Wir denken also bei unserem 'Page' an Ihre Kunden... An Ihre Kunden...

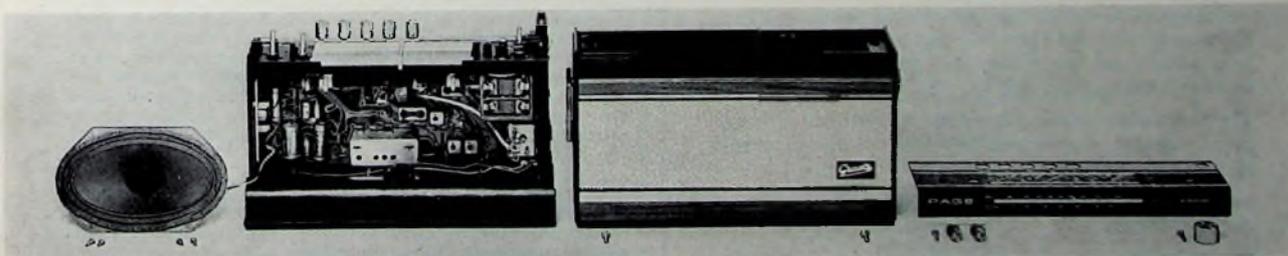
## ...und an Ihre Werkstatt:



Die Winkelskala lösen Sie so: Drehknöpfe abziehen, 2 Schrauben herausdrehen. Und schon löst sich die Skala abnehmen.



Das 'Stülpgehäuse' abzunehmen, ist eine Frage von zwei weiteren Schrauben. Mit einem Handgriff steht dann das 'nackte' Chassis vor Ihnen.



An die Teile unterhalb des Lautsprechers zu gelangen, ist kein Problem: Es brauchen nur noch vier Schraubchen gelöst zu werden. Gesamtdauer der Demontage: 3 Minuten. Nicht länger dauert auch der Zusammenbau. Das nennen wir 'servicefreundlich'!

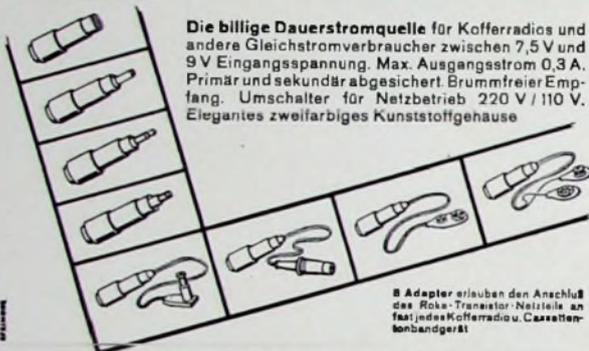


Es gibt keine bessere Qualität



**ROKA**

## TRANSISTOR- NETZTEIL



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

3 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteils an fast jedes Kofferradio, Cassettenspielerbandgerät

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

HANNOVER-MESSE: Halle 11, Stand 11

Neuerscheinung – Neuerscheinung – Neuerscheinung!

# Funktechnische Tabellen

Von **Georg Rose**. 272 Seiten, haltbarer Linseneinband, 19,50 DM.

Der bekannte Autor von Lehrbüchern der Radio- und Fernsichttechnik sowie der Elektronik legt hiermit ein spezielles Tabellenbuch der drahtlosen Nachrichtenübermittlung vor. Es umfaßt die Gebiete Radio – Fernsehen – Funktechnik.

**Alle Zahlenwerte in einem Band:** denn außer den fachbezogenen Tabellen enthält das Buch die üblichen mathematischen Zahlentafeln.

**Der Pädagoge hilft:** Beispiele leiten zum richtigen Gebrauch der Tabellen an.

Die **Gliederung** deutet die Fülle des Stoffes nur an: Mathematische Grundlagen – Zahlentabellen – Größen und Einheiten – Chemie und Werkstoffkunde – Technisches Zeichnen – Bauteile – Röhren und Halbleiter – Wechselstrom – Funkbetrieb – Elektro-Akustik – Normen – Formeln.

Eine Fundgrube für jeden Fachmann und jeden Amateur!

**GEBRÜDER JÄNECKE VERLAG**

Hannover · Osterstraße 22

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

### Grundig baut in der Westpfalz

In Rammelsbach, Kreis Kusel, wird Grundig einen Zweigbetrieb des Werkes 14 (Miesau) errichten. Der Bau der neuen Fabrik, die in der ersten Ausbaustufe etwa 400 Arbeitsplätze aufweisen wird, soll im Sommer dieses Jahres beginnen. Die Produktion von Einzelteilen für Fernsehgeräte kann dann Anfang 1970 dort aufgenommen werden. Schon jetzt sind in gemieteten Räumen des Kreisstadt benachbarten Ortes etwa 100 Mitarbeiter tätig. In dem neuen Zweigwerk wird eine Lehrlings-Ausbildungsabteilung eingerichtet, die den Nachwuchs an Facharbeitern für beide Werke sicherstellen soll.

### Philips-Umsatz stieg 1968 um 12 Prozent

Im Geschäftsjahr 1968 betrug der Umsatz der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken einschließlich der United States Philips Trust 9,721 Milliarden Gulden. Der Umsatz ist im Vergleich zum Vorjahr (8,695 Milliarden Gulden) um 12 Prozent (im Vorjahr 8) gestiegen. Das Betriebsergebnis beträgt 1121 Millionen Gulden (im Vorjahr 901 Millionen Gulden), der Reingewinn 439 Millionen Gulden (im Vorjahr 355 Millionen Gulden).

Der am 2. Mai 1969 abzuhaltenden ordentlichen Hauptversammlung soll vorgeschlagen werden, für das Geschäftsjahr 1968 eine Dividende von 8,4 Prozent (im Vorjahr 8,4) für kumulative gewinnberechtigte Vorzugsaktien und von 18 Prozent (im Vorjahr 18 Prozent) für Stammaktien auszuschütten.

### Olympia-Gruppe konzentriert ihre Aktivität auf dem Datenerfassungs-Sektor

Zur Intensivierung der Entwicklungs- und Vertriebstätigkeit und zum weiteren Ausbau der Marktposition wird die Olympia-Gruppe ihre Aktivität auf dem Gebiet der Datenerfassung in der Olympia-Bürosysteme GmbH (OBS) konzentrieren. Zu diesem Zweck wurde die Eichner Organisation GmbH (Neuenhain bei Frankfurt), eine 100%ige Tochtergesellschaft der Olympia-Werke AG, in Olympia-Bürosysteme GmbH umfirmiert. Die Aktivitäten des Stammhauses auf dem Gebiet der Datenerfassung werden in die neue Gesellschaft eingebracht und ausgebaut. Die Geschäftsleitung der neuen Firma liegt bei Dipl.-Volkswirt Gerhard Wussow, der auch bereits die Geschäfte der Eichner-Organisation GmbH leitete. Sitz der neuen Firma ist Frankfurt.

### Jahresergebnis 1968 der IBM Deutschland

Die IBM Deutschland, Internationale Büro-Maschinen Gesellschaft mbH, Sindelfingen, hat im Geschäftsjahr 1968 ihren Gesamtumsatz auf 2,073 Milliarden DM erhöht. Das entspricht einer Umsatzsteigerung von 349 Millionen DM oder 20% gegenüber dem Vorjahr (1967: 1,724 Milliarden DM). In der Summe von 2,073 Milliarden DM sind 499 Millionen DM (382 Millionen DM) Umsätze mit ausländischen IBM-Gesellschaften enthalten. Die Investitionen betragen 428 Millionen D-Mark (501 Millionen DM). Die Gesamtbelegschaft der IBM Deutschland wuchs bis zum Jahresende 1968 um 1252 neue Mitarbeiter auf 17 710 (16 458).

### Neuorganisation des GEC-Konzerns

Nach der Fusion der Firmen General Electric Company (GEC), Associated Electrical Industries (AEI), English Electric Company (EE) und Elliot-Automation Ltd. (EA) kam es während der letzten Monate zu einer Neugruppierung und Neuorganisation dieses Großkonzerns mit über 250 000 Mitarbeiter und mehr als 100 Werken. Für die dabei ebenfalls umgebildeten Gruppen Automatisierung, Elektronik, Meß- und Regelgeräte sowie Fernmeldetechnik wurden folgende Firmenbezeichnungen festgelegt:

Automatisierung (Prozeßregelungstechnik, Analysetechnik, Qualitätskontrolle, integrierte Automationssysteme einschließlich Prozeßrechner für alle Industriezweige, Verkehrsautomation für Straße und Schiene, Schiffsautomation, Kerntechnik usw.): GEC-Elliot Automation Ltd.

Elektronik (Geräte und Systeme für Luft- und Raumfahrtstechnik, Radar- und Waffentechnik, On-Line-Computer, Funk- und Fernsehtechnik, Satelliten-Kommunikationssysteme, Mikroschaltkreise usw.): GEC-Marconi Electronics Ltd.

Meß- und Regeltechnik (Geräte, Anlagen und Systeme für die Heizungs-, Lüftungs-, Klimatechnik, elektrische, pneumatische, elektronische, elektromechanische Meßgeräte, Regler, Bauelemente usw.): GEC-Electrical Components Ltd.

Fernmeldetechnik: GEC-AEI Telecommunications Ltd.

# HANNOVER-MESSE

## 1969

26. April bis 4. Mai

### AEG-TELEFUNKEN

GESCHÄFTSBEREICH BAUELEMENTE

Halle 11 Obergeschoß

Stand 1404



## AEG-TELEFUNKEN Bauelemente für Elektronik und Nachrichten-Technik

Empfänger- und Verstärkerröhren  
Fernsehbildröhren für schwarz-weiß  
und Farbe  
Verzögerungsleitungen und Bauteile  
für Farbfernsehen  
Ablenkmittel für Fernsehbildröhren  
Spezialverstärkerröhren  
Stabilisatoren / Thyratrons /  
Kalkathodenröhren  
Zifferanzeigeeröhren  
Mikrowellenröhren  
Senderöhren  
Vakuumkondensatoren  
Elektronenstrahlröhren  
für Oszillographen  
Bildwandlerröhren  
Bildverstärkerröhren  
Bildaufnahmeröhren  
Fotozellen  
Silizium-Transistoren  
Germanium-Transistoren  
Silizium-Dioden  
Germanium-Dioden

Digitale integrierte Schaltungen  
Lineare integrierte Schaltungen  
Sonderbauelemente  
Fotoelektrische Bauelemente  
Tantal-Kondensatoren  
Elektrolyt-Kondensatoren  
Kunststoffolien-Kondensatoren  
Keramik-Kondensatoren  
Drehkondensatoren  
Trimmerkondensatoren  
Kohleschichtfestwiderstände  
NTC-Heißleiterwiderstände „NEWI“  
Trimpotentiometer  
Potentiometer  
Dickfilmschaltungen  
Gedruckte Schaltungen  
Schiebetasten  
Schalter  
Fernsehkanaleschalter  
UHF-Tuner  
Allbandwähler  
Tastenkombinationen  
Potentiometertasten

**AEG-TELEFUNKEN** WIR FREUEN UNS AUF IHREN BESUCH

# Fachliteratur von hoher Qualität



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

<b>I. Band</b> .....	728 Seiten · 646 Bilder · Ganzleinen
<b>II. Band</b> .....	760 Seiten · 638 Bilder · Ganzleinen
<b>III. Band</b> .....	744 Seiten · 669 Bilder · Ganzleinen
<b>IV. Band</b> .....	826 Seiten · 769 Bilder · Ganzleinen
<b>V. Band</b> Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen .....	810 Seiten · 514 Bilder · Ganzleinen
<b>VI. Band</b> .....	765 Seiten · 600 Bilder · Ganzleinen
<b>VII. Band</b> .....	743 Seiten · 538 Bilder · Ganzleinen
<b>VIII. Band</b> .....	ca. 760 Seiten · 537 Bilder · Ganzleinen

## Oszillografen-Meßtechnik

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

## Fundamente der Elektronik

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

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch  
von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBDZIJA  
156 Seiten · 103 Bilder · Ganzleinen

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

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

## Mikrowellen

Grundlagen und Anwendungen der Höchsthochfrequenztechnik  
von HANS HERBERT KLINGER  
223 Seiten · 127 Bilder · 7 Tabellen · 191 Formeln · Ganzleinen

## Elektrische Nachrichtentechnik

von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER

**I. Band:** Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke  
650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen · Ganzleinen

**II. Band:** Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von Sinusschwingungen  
603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen · Ganzleinen

## Handbuch der Elektronik

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

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

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

## Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER  
254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen · Ganzleinen

## Dioden-Schaltungstechnik

Anwendung und Wirkungsweise der Halbleiterventile  
von Ing. WERNER TAEGER  
144 Seiten · 170 Bilder · 9 Tabellen · Ganzleinen

## Elektrotechnische Experimentier-Praxis Elementare Radio-Elektronik

von Ing. HEINZ RICHTER  
243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche · Ganzleinen

## Praxis der Rundfunk-Stereophonie

von WERNER W. DIEFENBACH  
145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen · Ganzleinen

## Prüfen · Messen · Abgleichen Fernsehempfänger-Service

von WINFRIED KNOBLOCH  
108 Seiten · 39 Bilder · 4 Tabellen · Ganzleinen

## Kompendium der Photographie

von Dr. EDWIN MUTTER

**I. Band:** Die Grundlagen der Photographie  
Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage  
358 Seiten · 157 Bilder · Ganzleinen

**II. Band:** Die Negativ-, Diapositiv- und Umkehrverfahren  
334 Seiten · 51 Bilder · Ganzleinen

**III. Band:** Die Positivverfahren ihre Technik und Anwendung  
304 Seiten · 40 Bilder · 27 Tabellen · Ganzleinen

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

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

1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)



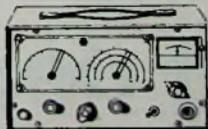
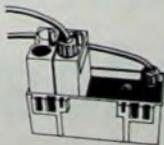
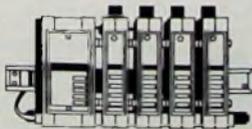
## Meinen Dank an alle . . .

. . . an alle unsere Kunden, an Rundfunk- und Fernsehfachleute und Installateure, an Architekten und Bauherren.

Weil SIE es waren, weil SIE mitgeholfen haben, die KATHREIN-WERKE zu dem zu machen, was sie heute sind. Weil SIE, als unsere Kunden, alle Entwicklungen während dieser 50 Jahre erst ermöglicht haben. Durch das Vertrauen, das SIE zu KATHREIN hatten. Wie wir zu Ihnen. Unser 50jähriges ist auch Ihr Verdienst.

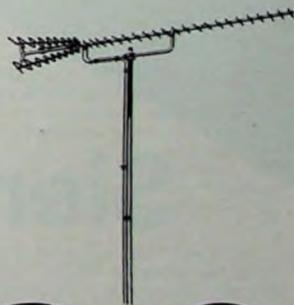
2 Werke sind es heute . . . und 1 Programm von Weltruf . . .

Antennen und Elektronik: Rundfunk- und Fernseh-Antennen für Einzel- und Gemeinschaftsempfang, Sende- und Empfangs-Antennen für stationären und mobilen Einsatz, Antennen-Servicegeräte, Überspannungs-Ableiter.



# KATHREIN

Antennen · Elektronik 82 Rosenheim 2



KATHREIN

F 026

Unsere neuesten Entwicklungen zeigen wir Ihnen in Hannover. Bitte besuchen Sie unseren Stand Nr. 40 in Halle 11. Dort haben wir auch eine besondere Überraschung für Sie.



**SIEMENS**



**Neue Siemens Radio- und  
Fernsehgeräte für zu Hause –  
Neue Siemens Portables für Unterwegs  
... BILDMEISTER FK 14**

mit 31-cm-Rechteckbildröhre, volltransistorisiert,  
Anschluß für die Autobatterie ... TURNIER RK 16 Electronic,  
weltweiter Empfang mit 10 Wellenbereichen, eingebautes Netzteil ...  
CORDLY<sup>®</sup> RK 20, kleiner leistungsstarker Taschensuper für Mittelwelle und UKW ...

# **Siemens-Neuheiten- Programm 1969 auf der Messe Hannover**

**Wir freuen uns  
auf Ihren Besuch –  
Halle 11, Stand 47**



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Fortschritte der Satelliten-, Reaktor- und Lasertechnik

Im Bereich der Technik spielt die Wissenschaft heute eine größere Rolle denn je. So kann eine neue Entdeckung zu einer völlig neuen Technik führen, die bisherige Methoden ablösen vermag. Aber auch die wissenschaftliche Durchleuchtung führt zu neuen Anwendungsmöglichkeiten und fördert den technischen Fortschritt. Ein typisches Beispiel der ersten Gruppe ist beispielsweise der Transistor. Für die zweite Gruppe mag eine zweijährige Untersuchung gelten, die in den USA über den Bau von Nutzsatelliten von der Nationalen Akademie der Wissenschaften unter Mitwirkung von rund 200 Sachverständigen der Industrie und Wissenschaft durchgeführt wurde. Demnach gelten Satelliten als die jüngste Hilfsquelle mit bedeutsamen volkswirtschaftlichen Auswirkungen. Deshalb sollen bis zu 300 Millionen Dollar allein für das neue Nutzsatellitenprogramm bereitgestellt werden.

Bei diesem Projekt der rentablen Nutzsatelliten kommt den Wetterforschungssatelliten vom Typ Nimbus und den ATS-Mehrzweckgeräten besondere Bedeutung zu. Die ATS-Modelle lassen sich sogar für vielseitige Aufgaben benutzen: für die Walkenfeldbeobachtung sowie für Navigations-, Funk- und Fernsehendungen. Auch den künftigen Bodenforschungssatelliten werden große Chancen eingeräumt. So kann man nach Auffassung namhafter Wissenschaftler mit Nutzsatelliten weltweite Probleme direkt angehen. Es lassen sich die Bildungs- und Informationssysteme verbessern, regionale Bildungsprogramme speziell für Entwicklungsländer einführen oder die Struktur der Agrarwirtschaft und die Raumordnung in Industrie- und Entwicklungsländern modernen Erfordernissen anpassen. Damit steht eine wirksame Waffe im Feldzug gegen den Hunger zur Verfügung. Ebenso wichtig ist es ferner, neue Rohstoffquellen zu erschließen und das tatsächliche Ausmaß der Zivilisationschäden in der Natur zu erfassen, um mit entsprechenden Maßnahmen der Umwelthygiene reagieren zu können.

Seit der kommerziellen Nutzung haben Nachrichtensatelliten bereits einen Sonderstatus. Die leistungsfähigsten Geräte dieser Art — hierauf wurde schon verschiedentlich hingewiesen — sind die Intelsat-III-Satelliten mit 1200 Kanälen und 130 W Strahlungsenergie. Die für 1971 geplanten Modelle der Serie Intelsat IV — sie verfügen über eine Leistung von 500 W — erschließen für den Fernmeldebetrieb je nach Benutzungsschema 3600 bis 9000 Kanäle. Übrigens sind mehr als ein Drittel der Entwicklungsaufträge von der NASA an das Ausland vergeben worden, darunter auch an deutsche Firmen.

Man hat auch Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit der Nachrichtensatelliten im Vergleich zu herkömmlichen Fernmeldeverbindungen angestellt. Etwa 70 Millionen Dollar kostete das 1970 zwischen Rhode Island und der iberischen Halbinsel zu verlegende Transatlantikkabel. Die Kosten eines Intelsat-III-Satelliten in etwas abgewandelter Form mit Richtstrahlern nach Europa und Nordamerika und siebenfacher Kapazität der üblichen Bodenverbindungen belaufen sich auf rund 15 Millionen Dollar. Außerdem sind 4,5 Millionen Dollar für Startkosten und 12 Millionen Dollar für den Bau zweier geeigneter Bodenstationen für Sendung und Empfang aufzuwenden. Sollte in den nächsten 20 Jahren die Satellitentechnik nicht weiter verbessert und der Satellit alle fünf Jahre ersetzt wer-

den, wären dennoch neue transozeanische Verbindungen via Welt-raum erheblich billiger als neue Kabel. Gegenwärtig sind in 14 Ländern 19 Bodenstationen in Betrieb. Aber schon im nächsten Jahre wird sich ihre Zahl in der ganzen Welt auf 40 erhöhen. Selbst die Monatsmiete je Sprechleitung ist über den Satelliten etwa um die Hälfte billiger als über Seekabel.

Man hat auch errechnet, daß der Zuverlässigkeitsgrad für Satelliten 100%, für die Bodenstationen 99,37% und für Bodenleitungen 99,14% erreicht. Diese Zahlen rechtfertigen es, ein internationales Standardnetz anzustreben mit Planungen, die weit in die Zukunft reichen. An der bis Ende März 1969 abgehaltenen internationalen Konferenz für Fernmeldesatelliten in Washington waren 67 Mitgliedsstaaten des Konsortiums Intelsat beteiligt. Ferner entsandten 15 weitere Staaten Beobachter.

Von Wissenschaft und Forschung lebt auch die Nutzung der Kernenergie. Obwohl an Leistungsreaktoren viele Verbesserungen gelangen, ist der Idealtyp noch nicht gefunden, denn Uran wird in den bisherigen Anlagen nur zu einem geringen Prozentsatz — nicht mehr als 1 bis 3% — für die Energieerzeugung genutzt. Deshalb haben in Forschung und Entwicklung die Brutreaktoren und besonders die schnellen Brüter Vorrang. Man nimmt an, daß sie in der Lage wären, mindestens 60 bis 90% des eingesetzten Urans zu nutzen und durch Elementumwandlung mehr Kernbrennstoff zu erzeugen, als sie selbst verbrauchen. Da sich mehrere Atombehörden für den Brutreaktor mit seinen verschiedenen Entwicklungsrichtungen entschieden haben, werden sich in den nächsten Jahren Wissenschaft und Forschung mit Reaktoren von niedriger und hoher Brutrate zu befassen haben. Der natriumgekühlte Brutreaktor wird dabei wohl in den Vordergrund rücken.

Im Bodenversuch konnte in den USA der bisher leistungsfähigste Raketenreaktor „Phoebus 2 A“ erfolgreich erprobt werden. Dabei überschritt das Aggregat während 12 von 32 Minuten Betriebszeit die Leistungsstufe von 4000 MWe und produzierte wesentlich mehr Energie als im Rahmen des Nerva-Projektes für nukleare Triebwerke gefordert wird. Nach Dr. Wernher von Braun könnte man damit die Tragkraft der Oberstufe einer Mondrakete vom Typ „Saturn V“ um den Faktor 100 erhöhen. Vor allem der Planeten-forschung würden dadurch ungeahnte neue Möglichkeiten erschlossen.

Auch die Laserstrahlen beschäftigen nach wie vor viele Wissenschaftler. So gelang es Westinghouse, ein neues Lasermaterial zu entwickeln (Festkörper auf der Basis von Fluorapatit), das bei Raumtemperaturen kohärentes Licht leichter als alle anderen Laserkristalle erzeugt. Forscher des Honeywell Systems and Research Center schufen beispielsweise einen CO<sub>2</sub>-Laser für Sendee- und Empfangsexperimente mit Sprech-, Funk- und Fernsehendungen. Dieses neue System zeichnet sich aus durch Stabilität und Klarheit der Signale sowie durch eine extreme Aufnahmeempfindlichkeit. Nach Angaben eines beteiligten Wissenschaftlers soll es möglich sein, ein Signal von einem zehnrillionstel Watt Energie aufzunehmen, das von einem Satelliten in 80 Millionen km Entfernung abgestrahlt würde.

Werner W. Diefenbach

# Durchbrucheffekte bei Halbleiter

## 1. Allgemeines

Durchbruchserscheinungen setzen der Anwendung von Halbleitern einerseits eine natürliche Grenze, andererseits bietet die Ausnutzung dieser Effekte gute Möglichkeiten zur Spannungsstabilisierung beziehungsweise zur Erzeugung sehr steiler Impulse (Avalanche mode operation).

Dieser Beitrag erläutert in kurzer Form die elektrischen Vorgänge beim Zener- und beim Avalanchedurchbruch. Anschließend werden der sogenannte 2. Durchbruch und Schaltmaßnahmen zu seiner Verhinderung behandelt. Zum Schluß findet der Leser noch einige Meßschaltungen.

## 2. Der Zenerdurchbruch

Dieser Durchbruch tritt auf an dünnen niederohmigen PN-Übergängen und ist ein Feldemissionseffekt: Infolge hoher Feldstärken werden Valenzbindungen aufgerissen, so daß zusätzliche Ladungsträger entstehen, die zu einem starken Ansteigen des Sperrstromes führen. Die auftretenden Durchbruchspannungen liegen bei Silizium in der Größenordnung von  $< 4,5$  V. Der Temperaturkoeffizient der Zenerspannung ist stromabhängig und beträgt  $-10^{-3} \dots -10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ . Das im Zenerbereich auftretende Rauschen ist relativ gering.

Der Zenerdurchbruch wird ausgenutzt bei den als Zenerdioden bezeichneten Bauelementen, sofern ihre Stabilisierungsspannung  $< 4,5$  V beträgt. Bei höheren Spannungen überwiegt der anschließend erläuterte Avalanchedurchbruch, so daß dann die Bezeichnung Zenerdiode nicht zutrifft. Genormt wurde wohl auch aus diesem Grunde die Bezeichnung Z-Diode.

Ein echter oder zumindest teilweiser Zenerdurchbruch (je nach Durchbruchspannung) kann auch an der Basis-Emitter-Sperrschicht von Siliziumtransistoren auftreten.

## 3. Der Avalanchedurchbruch

Seine Bedeutung ist weit größer als die des Zenerdurchbruchs. Es handelt sich dabei um einen Trägermultiplikationseffekt, der der Stoßionisation bei Gasentladungsröhren ähnelt. Durch Beschleunigung der Ladungsträger in starken elektrischen Feldern können bei Zusammenstoßen mit neutralen Atomen neue Ladungsträgerpaare entstehen, die ihrerseits weitere Ladungsträger abspalten, was zu einem lawinenartigen Stromanstieg führt. Um die notwendige Beschleunigung zu erreichen, ist eine bestimmte Weglänge erforderlich, so daß der Effekt nur in relativ dicken Sperrschichten auftritt.

Ebenso wie beim Zenerdurchbruch, hängt die Durchbruchspannung bei abrupten Übergängen nur vom spezifischen Widerstand der hochohmigen Sperrschichtseite ab. Näherungsweise gilt auch für lineare Übergänge für die Durchbruchspannung  $U_B$  in V dann folgende Beziehung

$$U_B \approx 40 \cdot \rho^{0,75}$$

bei Silizium mit hochohmigem P-Gebiet und

$$U_B \approx 83 \cdot \rho^{0,81}$$

bei Germanium mit hochohmigem N-Gebiet, wobei  $\rho$  in  $\text{Ohm} \cdot \text{cm}$  der spezifische Widerstand des Halbleitermaterials ist.

Im Unterschied zum Zenerdurchbruch ist beim Avalanchedurchbruch der Temperaturkoeffizient der Durchbruchspannung positiv und nur wenig stromabhängig; das auftretende Rauschen ist stärker.

Grundsätzlich können Halbleiter im Zener- oder Avalanchedurchbruch betrieben werden, wenn durch Strombegrenzung eine Überlastung verhindert wird. Bei Durchbruchspannungen von etwa 5 V treten sowohl Zener- als auch Lawinendurchbruch gemeinsam auf, so daß sich hier der minimale Temperaturkoeffizient (TK) der Durchbruchspannung ergibt.

Am Rande erwähnt werden soll die Möglichkeit, den positiven TK eines Avalanche-Überganges durch die Reihenschaltung einer in Durchlaßrichtung betriebenen Diode, deren Durchlaßspannung einen negativen TK besitzt, zu kompensieren. Technisch ist das leicht zu verwirklichen, und zwar durch Vorwärtspolung der Kollektor-Basis- und Sperrpolung der Emitter-Basis-Sperrschicht bei geeigneten Siliziumtransistoren.

## 3.1. Avalanchedurchbruch bei Sperrschichttransistoren

Für den Multiplikationsfaktor  $M$  (Verhältnis der Anzahl der von der Sperrschicht austretenden Ladungsträger zu der Anzahl der in die Sperrschicht eintretenden Ladungsträger) gilt die empirische Gleichung

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{U_B}{U}\right)^m} \quad (1)$$

Hier ist  $U_B = U_{CB0}$ , also die Kollektor-Basis-Sperrspannung bei offenem Emitter,  $U$  die an die Sperrschicht angelegte Spannung und  $m$  eine empirische Konstante mit  $m = 8$  für P-Silizium,  $m = 4$  für N-Silizium,  $m = 3$  für N-Germanium und  $m = 6$  für P-Germanium.

Bei in Vorwärtsrichtung betriebener Basis gilt für den Kollektorstrom

$$I_C = \frac{M}{1 - h_{FB} M} (h_{FB} I_B + I_{CB0}) \quad (2)$$

worin  $h_{FB}$  die Stromverstärkung in Basisschaltung,  $I_B$  der Basisstrom und  $I_{CB0}$  Kollektorreststrom bei offenem Emitter ist. Wird nun  $I_B = 0$  (offene Basis) und  $h_{FB} \cdot M = 1$ , so geht entsprechend Gl (2)  $I_C \rightarrow \infty$ . Wird  $h_{FB} \cdot M = 1$  in Gl (1) eingesetzt, dann ergibt sich

$$U = U_B \left( \frac{1}{1 - h_{FE}} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (3)$$

(Dabei wurde zugleich die Stromverstärkung in Emitter-schaltung  $h_{FE}$  nach der Beziehung

$$h_{FB} = \frac{h_{FE}}{1 + h_{FE}}$$

Den Ausstellungsstand der **FUNK-TECHNIK** auf der

**Hannover-Messe 1969** finden Sie in **HALLE 11 · STAND 31**

Wir würden uns freuen, Sie dort begrüßen zu können



VERLAG FÜR RADIO · FOTO · KINO · TECHNIK GMBH  
HELIOS-VERLAG GMBH · 1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)

eingeführt.) Gl. (3) ist ein Ausdruck für  $U_{CE0}$ , die Kollektor-Emitter-Durchbruchspannung bei offener Basis. Man kann daher schreiben

$$U_{CE0} = U_{CB0} \left( \frac{1}{1 + h_{FE}} \right)^{\frac{1}{m}}$$

$U_{CE0}$  ist also der Stromverstärkung  $h_{FE}$  umgekehrt proportional.

Die Praxis zeigt eine Abhängigkeit des  $U_{CE0}$ -Wertes von  $I_C$  (Bild 1). Man kann diesen Kennlinienverlauf mit der Abhängigkeit des  $h_{FE}$ -Wertes von  $I_C$  erklären. Im Maximum von  $h_{FE}$  ergibt sich das Minimum von  $U_{CE0}$ . Mit weiter steigendem  $I_C$  wird allerdings diese Abhängigkeit durch Nebeneffekte (zum Beispiel Ladungsträgerüberschwemmung von Basis und Kollektorraum) überdeckt.

Bei Überbrückung von Emitter- und Basisanschluß durch einen Widerstand  $R_{BE}$  erhält man für die Durchbruchspan-

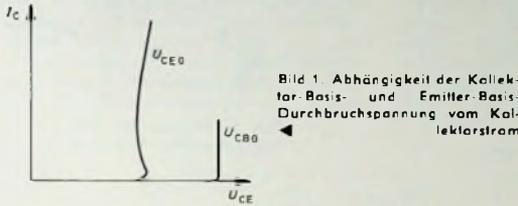


Bild 1. Abhängigkeit der Kollektor-Basis- und Emitter-Basis-Durchbruchspannung vom Kollektorstrom

nung  $U_{CER}$  Zwischenwerte zwischen  $U_{CE0}$  und  $U_{CB0}$ . Eine Näherungsformel (bei großen Kollektorströmen gültig) lautet

$$U_{CER} = U_{CB0} \left( 1 - \frac{h_{FE} \cdot R_{BE}}{R_{BE} \cdot R_E} \right)^{\frac{1}{m}}$$

darin ist  $R_E$  der äußere Emitterwiderstand. Bei  $R_{BE} = 0$  ist  $U_{CER} = U_{CB0}$ , bei  $R_{BE} \rightarrow \infty$  ist  $U_{CER} = U_{CE0}$ . Im ersten Fall erfolgt fast vollständige Rekombination im Basisraum; die Stromverstärkung ist sehr klein. Im zweiten Fall ist keine Rekombination möglich; die Stromverstärkung wird sehr groß.

Eine Erhöhung der Durchbruchspannung gegenüber  $U_{CE0}$  ergibt sich durch Anlegen einer Sperrspannung an den Basis-Emitter-Übergang. Man kann dabei bis auf Werte nahe  $U_{CB0}$  kommen. Allerdings ist die Kennlinie bereits bei kleinen Strömen stark rückläufig, so daß sich beim Schalten des Transistors leicht Berührungspunkte zwischen Kennlinie und Schaltpfad ergeben, was zum zweiten Durchbruch und zur Zerstörung des Transistors führen kann.

#### 4. Der zweite Durchbruch

Der zweite Durchbruch tritt auf als Folge von lokalen Stromkonzentrationen in der Kollektorsperrschicht, wodurch thermisches Weglaufen erfolgt. Er ist gekennzeichnet durch ein plötzliches Zusammenbrechen der Kollektorspannung bei gleichzeitigem starkem Stromanstieg. Im Gegensatz zum Avalanchedurchbruch, bei welchem sich eine relativ konstante Spannung einstellt, ergibt sich beim zweiten Durchbruch eine sehr starke Stromabhängigkeit der Durchbruchspannung. Bei Überschreitung einer bestimmten Energiemenge ergeben sich dauernde Veränderungen der Transistordaten, insbesondere werden Sperrspannungen und Stromverstärkung verringert. Weitere Energiezufuhr führt zur Zerstörung des Transistors durch Kollektor-Emitter-Kurzschluß. Wegen ihrer dünnen aktiven Basisschicht sind mehrfach diffundierte sehr schnelle Schalttransistoren besonders gefährdet.

Der zweite Durchbruch tritt vorwiegend beim Abschalten induktiver Lasten auf. Am Ende der Einschaltperiode ist in der Induktivität  $L$  die Energie  $E = \frac{1}{2} LI^2$  gespeichert. Der

Strom  $I$  kann nicht plötzlich Null werden, sondern muß sich stetig ändern. Als Folge der Stromänderung tritt an der Spule die Spannung  $U_L = L \frac{di}{dt}$  auf, so daß die am Transistor

stehende Spannung die Batteriespannung übersteigen kann. Bild 2 zeigt den Abschaltvorgang bei verschiedenen Belastungen. Bei entsprechender Basisspannung in Sperrrichtung verläuft der Abschaltpfad auf der sicheren Seite, das heißt, die den zweiten Durchbruch markierende Kennlinie wird nicht

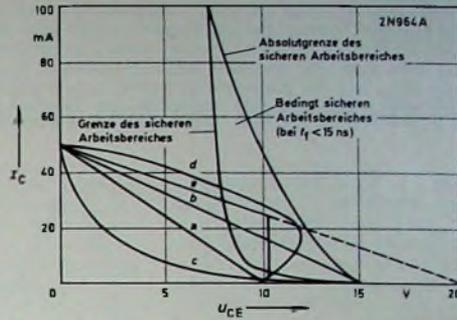


Bild 2. Verlauf des Abschaltpfades bei verschiedenen Belastungen; a Schaltplad bei Widerstandslast im sicheren Arbeitsbereich, b wie a, jedoch im bedingt sicheren Arbeitsbereich (bei  $t_f < 15$  ns), c Schaltplad bei kapazitiver Last, d Schaltplad bei induktiver Last, e wie d, jedoch mit Klemmdiode

erreicht. Würde sie geschnitten, so hinge es von der Zeitdauer dieses Vorganges ab, ob ein Hängenbleiben (latch up) auftritt, das zum zweiten Durchbruch führt.

Im Gegensatz zur induktiven Last wirkt eine kapazitive Last dem zweiten Durchbruch entgegen: Der Kollektorstrom verringert sich schneller als die Kollektorspannung ansteigt.

Mit verschiedenen Maßnahmen läßt sich die Gefahr des zweiten Durchbruchs vermeiden oder zumindest verringern. Die einfachste Methode zeigt Bild 3. Durch die Klemmdiode  $D$  wird erreicht, daß  $U_{CE}$  die Spannung  $U_{CL}$  ( $U_{CC}$ ) beim Abschalten nicht übersteigt. Je nach Verlauf des Abschaltpfades (Größe von  $I_C$  bei Erreichen von  $U_{CE}$ ) ist jedoch auch hier die Gefahr des latch up gegeben. Eine Verbesserung bringt die Schaltung nach Bild 4. Beim Einschalten wird  $C_1$  über  $R_1$  aufgeladen. Beim Abschalten des Transistors erfolgt

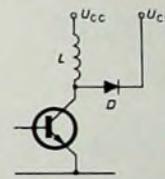
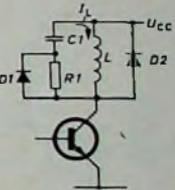


Bild 3. Verhinderung des zweiten Durchbruchs mit Hilfe einer Klemmdiode

Bild 4. Gegenüber Bild 3 verbesserte Schaltung



Entladung von  $C_1$  durch den Strom  $I_L$ , wobei  $R_1$  durch  $D_1$  kurzgeschlossen ist.  $C_1$  läßt sich so dimensionieren, daß der Transistor im sicheren Bereich abschaltet.

Der zweite Durchbruch kann bei gesperrter oder geöffneter Basis-Emitter-Strecke auftreten. Neben dem bisher behandelten Durchbruch bei gesperrter Basis hat die zweite Art geringere Bedeutung. Die Zeit bis zur Zerstörung des Transistors ist in diesem Fall größer, weil die Stromleitung in der Basis nicht auf enge Gebiete beschränkt wird.

Von den Halbleiterherstellern werden Sicherheitsbereiche gegen Auftreten des zweiten Durchbruchs angegeben. Beim zweiten Durchbruch mit geöffneter Basis gibt man den Strom als Funktion der Kollektorspannung für konstante Impulsdauer an. Das Gebiet unter der betreffenden Kennlinie ist

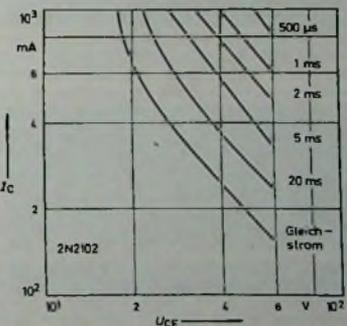


Bild 5. Zulässige Dauer des Stromflusses in Abhängigkeit von der Kollektorspannung bei Vorwärtsbetrieb der Basis

der sichere Bereich (Bild 5). Für Gleichstrombetrieb gilt dabei die normale Verlustleistungsangabe, wobei nach kleineren Spannungen die zulässige Verlustleistung größer wird. Zum Teil wird auch die maximal zulässige Energie  $E_{max} = U \cdot I \cdot t$  als Funktion der Kollektorspannung  $U_{CE}$  angegeben (Bild 6). Hieraus läßt sich für jedes  $U_{CE}$  das Produkt  $I \cdot t$  errechnen.

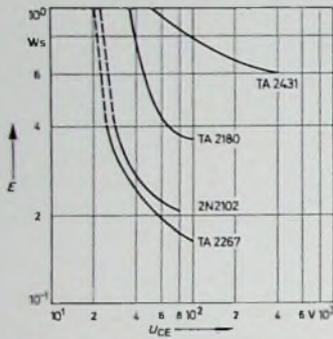


Bild 6. Zulässige Energie in Abhängigkeit von der Kollektorspannung bei Vorwärtsbetrieb der Basis

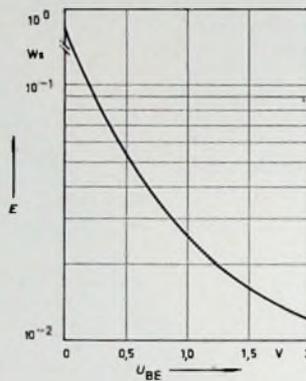


Bild 7. Zulässige Energie in Abhängigkeit von der Basis-Emitter-Spannung bei Sperrbetrieb der Basis

Beim zweiten Durchbruch mit gesperrter Basis gibt man die zulässige Energie als Funktion der Sperrspannung  $U_{BE}$  an der Basis an (Bild 7). Dabei spielt die Dauer des Eingangsimpulses keine Rolle, da das Verweilen im gefährdeten Gebiet vorwiegend von der Schaltzeit des Transistors und seiner Ausgangsimpedanz im Sperrzustand abhängt. Für die umgesetzte Energie setzt man wieder  $E = \frac{1}{2} L F$ . Den An-

Minimums nach größeren Strömen. Das Prinzip einer Meßschaltung hierfür zeigt Bild 8. Für die Prüfung des zweiten Durchbruchs werden von den Halbleiterherstellern relativ komplizierte Meßeinrichtungen eingesetzt. Andererseits ist es wegen der Vielfalt der Probleme schwierig, für jeden praktischen Anwendungsfall ein geeignetes Meßergebnis zu liefern. Im folgenden werden

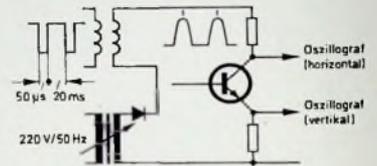


Bild 8 Messung der Avalanche-Durchbruchspannung

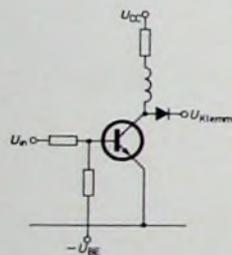


Bild 10. Impulsdigramme zu Bild 9; a) Eingangssignal, b) Kollektor-Emitter-Spannung ohne zweiten Durchbruch, c) Kollektor-Emitter-Spannung bei Auftreten des zweiten Durchbruchs

Bild 9. Prüfschaltung für den zweiten Durchbruch bei gesperrter Basis

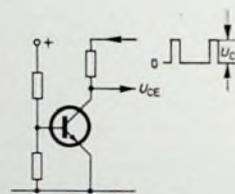
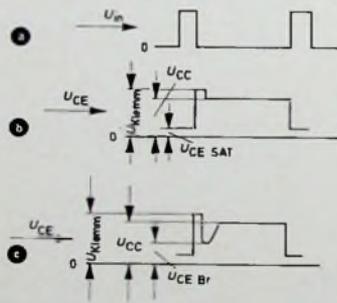


Bild 12. Impulsdigramme zu Bild 11; a) Kollektorversorgungsspannung, b) Kollektor-Emitter-Spannung ohne zweiten Durchbruch, c) Kollektor-Emitter-Spannung bei Auftreten des zweiten Durchbruchs

Bild 11. Prüfschaltung für den zweiten Durchbruch bei Vorwärtsbetrieb der Basis

gaben ist die höchste Kollektorspannung zu Grunde gelegt, so daß man bei niedrigeren Spannungen zu scharfe Grenzen erhält.

### 5. Meßschaltungen

Die Messung der Zener-Durchbruchspannung kann wegen der geringen Verlustleistung statisch erfolgen. Bei der Messung der Durchbruchspannung  $U_{BE0}$  von Basis-Emitter-Strecken sollte man jedoch die Meßdauer möglichst kurz halten, da bei länger dauernden Messungen eine Verschlechterung der Stromverstärkung bei kleinen Strömen bis zu 40% beobachtet wurde. Auch bei Schaltungen, in denen die Basis in Sperrichtung beansprucht wird, ist hierauf zu achten. Avalanche-Spannungen bei Dioden oder der Kollektor-Basis-Strecke von Transistoren ( $U_{CB0}$ ) werden ebenfalls statisch beziehungsweise mit dem Kurvenschreiber gemessen. Die Messung von  $U_{CE0}$ ,  $U_{CEX}$  (Spannung in Sperrichtung liegt an der Basis) und  $U_{CER}$  muß wegen der hohen Ströme impulsmäßig erfolgen. Wegen der bereits erwähnten Rückläufigkeit dieser Kennlinien bei hohen Strömen (negativer Widerstand) tritt hierbei leicht Schwingen auf. Man definiert und mißt daher diese Spannungen etwas oberhalb ihres  $U_{CE}$

$U_{CE}$  ohne und mit zweitem Durchbruch an. Zur Erweiterung des Bereichs kann  $U_{Klemm}$  noch über  $U_{CC}$  hinaus erhöht werden. Die Prüfung bei geöffneter Basis kann nach Bild 11 erfolgen. Die Impulsenenergie wird betriebsmäßig dem Kollektor zugeführt. Das Oszillogramm am Kollektor zeigt, ob ein zweiter Durchbruch auftritt (Bild 12).

### Schrifttum

Smith, H. S.: Switch high loads with power Transistors. Electronic Design 1967, Nr. 17, S. 224-233  
 Schiff, P.: Preventing second breakdown in transistor circuits. Electronics Bd. 37 (1964) Nr. 18, S. 66-67 u. 70-74  
 Paul, R.: Transistoren. Berlin 1965, Verlag Technik  
 Switching Transistor Handbook, Juli 1966 Druckschrift von Motorola  
 Chang, Z. F. u. Turner, C. R.: Characterisation of second breakdown in silicon power transistors. RCA-Application Note SMA-21  
 Schiff, P.: Second breakdown in transistors under conditions of cutoff. RCA-Application Note SMA-30  
 Schiff, P. u. Willson, R. L.: Detection techniques for non-destructive second breakdown testing. Trans. IEEE Electron Devices Bd. 13 (1966)

# Leistungsmultivibrator mit einem Transistor und der Endpentode PL 805

Die üblichen Vertikalablenkschaltungen in den Schwarz-Weiß-Fernsehempfängern arbeiten mit der Verbundröhre PCL 85 oder PCL 805. Als Ansteuerergenerator für die Endstufe verwendet man dabei je nach den Anforderungen eine Sperrschwingerschaltung oder einen astabilen Leistungsmultivibrator. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigten jedoch, daß in den Fernsehempfängern die stark belasteten Röhrenstufen besonders stör anfällig sind. Die bewährte PCL 85 wurde daher durch die stärkere Verbundröhre PCL 805 ersetzt. Im Zuge der Weiterentwicklung stehen heute Siliziumtransistoren mit hohen

aufgeladen. Dadurch entsteht dann die zur Aussteuerung der Endpentode benötigte sägezahnförmige Steuerspannung.

Das Prinzip der neuen Schaltung ist im Bild 2 dargestellt. An Stelle des Triodensystems im Bild 1 wird ein Schalttransistor verwendet. Im Ruhezustand ist der Transistor gesperrt. Damit die Schaltung anschwängen kann, muß der Transistor durch eine positive Basisspannung, die über R3 und R4 zugeführt wird, geöffnet werden. Diese mitlaufende Öffnungsspannung verhindert zugleich, daß die Kollektorspannung über den Wert  $U_{CE0max}$  anstei-

Schalttransistors wird am Spannungsteiler R313, R314 abgenommen und über R302, R301 und R308 der Basis zugeführt. Nach dem Prinzip der „halben Speisespannung“ erreicht man eine sehr wirksame Temperaturkompensation und Spannungsunabhängigkeit der Freilauffrequenz. Zum Beispiel beträgt die maximale Frequenzdrift  $\Delta f$  nach 150 min nur  $\pm 0,4$  Hz (Bild 6). R315 steuert zwar auch diesen Verlauf, sorgt aber hauptsächlich für eine weitere Bildhöhenstabilisierung. Bild 7 zeigt, daß die Bildhöhenänderungen unterhalb der bei guten Empfängern geforderten 2% bleiben. Mit dem Regel-

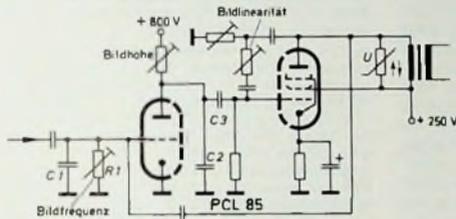


Bild 1. Prinzipschaltbild einer Röhren-Multivibratorschaltung

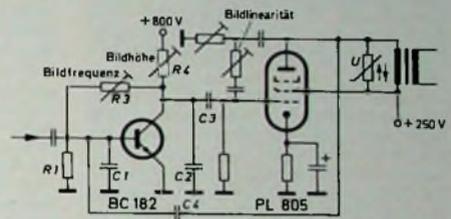


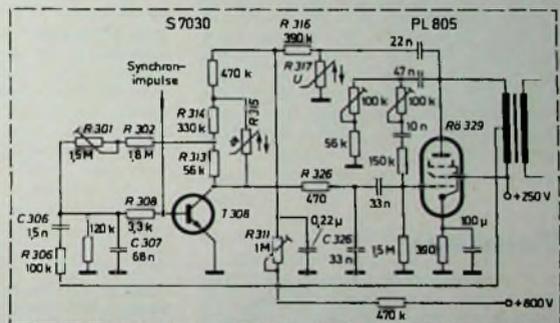
Bild 2. Schaltung des Transistor-Röhren-Multivibrators

zulässigen Kollektor-Emitter-Spannungen zur Verfügung, mit denen zusammen mit der neuen Einzelpentode PL 805 eine elegante Vertikalablenkschaltung aufbauen läßt. Dabei steht die Überlegung im Vordergrund, daß Einzelpentoden in der Endstufe zuverlässiger und alterungsbeständiger sein dürften. Im folgenden wird eine neue von Blaupunkt entwickelte Transistor-Röhren-Schaltung beschrieben, die die Vorteile, die der Transistor und die Einzelpentode bieten, ausnutzt.

Die Vorzüge einer Sperrschwingerschaltung als Vertikaloszillator sind die gute Frequenzkonstanz und Alterungsbeständigkeit. Außerdem lassen sich zur Synchronisierung positiv oder negativ gerichtete Impulse verwenden, und die Reststrahlungen der Zeilenfrequenz bleiben in weiten Grenzen ohne Wirkung auf den Zwischenzeileneinsatz.

Bei Multivibratorschaltungen mit einer Verbundröhre (Bild 1) werden die positiven Rückschlagimpulse von der Anode des Pentodensystems abgenommen und über ein Rückkopplungsnetzwerk dem Gitter des Triodensystems zugeführt. Der dann fließende Gitterstrom lädt den Kondensator C1 auf. Die Zeitkonstante des negativ aufgeladenen Kondensators und des Entladewiderstandes R1 bestimmen im wesentlichen die Folgefrequenz der Kipperschaltung. Das Triodensystem wirkt wie beim Sperrschwinger als Schalter. Der an der Anode der Triode angeschlossene Ladekondensator C2 wird dabei periodisch entladen und während der Hinlaufzeit über einen großen Widerstand wieder

Bild 3. Vollständiges Schaltbild der neuen Vertikalablenkung



gen kann. Dadurch vermeidet man einen Betrieb des Transistors im Bereich der maximalen Kollektor-Emitter-Spannung.

Bild 3 zeigt die vollständige Schaltung. Die Vertikal-Endstufe besteht aus der neuen Einzelpentode PL 805, dem Ausgangsübertrager und dem Linearisierungsnetzwerk. Der VDR-Widerstand R317 kappt die während der Bildrücklaufzeit entstehenden positiven Spannungsspitzen und erzeugt infolge des Gleichrichtereffektes eine negative Gleichspannung. Diese Spannung wird über R316 in den Bildhöhenregelkreis eingespeist und stabilisiert die vertikale Ablenkamplitude.

Der Transistor T 308 arbeitet als Schalter, der den Kondensator C326 über R326 entlädt (Bild 4). R326 sorgt für eine zuverlässige Begrenzung, so daß der maximal zulässige Kollektorstrom nicht überschritten werden kann. Bild 5 läßt den Verlauf des Kollektorstroms erkennen. Die Öffnungsspannung des



Bild 4. Verlauf der Sägezahnspannung am Kondensator C 326



Bild 5. Kollektorstrom des Schalttransistors

Ing. Werner Riechmann ist Mitarbeiter in der Fernsehentwicklung der Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim.

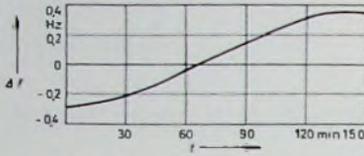


Bild 6. Freilauffrequenz in Abhängigkeit von der Einschaltdauer

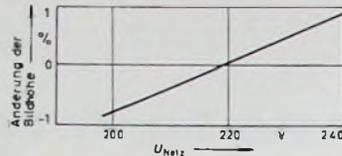


Bild 8. Stabilisierung der Bildhöhe in Abhängigkeit von der Netzspannung

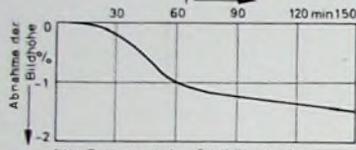


Bild 7. Verlauf der Bildhöhe in Abhängigkeit von der Einschaltdauer



Bild 9. Spannung am Ladekondensator C 307

widerstand  $R 311$  läßt sich die Amplitude der Ladespannung an  $C 326$  und damit zugleich die Bildhöhe in den erforderlichen Grenzen einstellen. Die Änderung der Bildhöhe in Abhängigkeit von der Netzspannung ist im Bild 8 dargestellt.

Der Basisvorwiderstand  $R 308$  hat eine Doppelfunktion. Er trennt zunächst den Einspeisepunkt des Synchronimpulses von dem bei den hier vorliegenden Frequenzen niederohmigen Ladekondensator  $C 307$ . Diese Maßnahme ermöglicht es den von einer hochohmigen Quelle gelieferten und zuvor integrierten Synchronimpuls an den Transistoreingang besser anzupassen. Das gilt besonders für den Beginn der Synchronisierung. Außerdem bewirkt  $R 308$  eine Basisstrombegrenzung während der Schaltphase. Die Basis-Emitter-Diode würde sonst durch den Ladestrom, der in den Kondensator  $C 307$  fließt, überbeansprucht (Bild 9).

Von der Anode der Endröhre werden die Rückschlagimpulse über den Kondensator  $C 306$  und den Widerstand  $R 306$  zur Basis des Schalttransistors geführt. Der Widerstand  $R 306$  begrenzt den Steuerstrom des rückgekoppelten Impulses auf ein Maß, das ein sofortiges und sauberes Durchschalten des Transistors sicherstellt. Außerdem wirkt  $R 306$  in Verbindung mit  $C 307$  als Siebglied für zeilenfrequente Anteile auf den Rückkoppelimpulsen. Die günstige Zeitkonstante erlaubt es, auf einen besonderen Tiefpaß oder Leitkreis im Rückkopplungszweig zur Unterdrückung von störenden Zeilenimpulsen zu verzichten.

Das Kriterium eines guten Vertikaloszillators ist der saubere Zwischenzeileneinsatz. Die neue Schaltung erfüllt die hier gestellten Anforderungen völlig. Sie ist wirtschaftlich und läßt wegen der Einzelpentode eine lange Lebensdauer erwarten.

## Senatorenwürde für R. Hirschmann

Richard Hirschmann, Gründer und Besitzer der Firma Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk in Eßlingen, wurde vom Graßen Senat der Universität Stuttgart zum Senator E. h. ernannt.

## K. Eberhardt 65 Jahre

Oberingenieur Kurt Eberhardt, Leiter des Röhrenwerkes der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken in Ulm/Danau, wurde am 9. 3. 1969 65 Jahre.

Nach Absolvierung einer Fachschule und kurzer Tätigkeit in einem Laboratorium für Röhren-, Geräte- und Funktechnik kam er zu Osram in Berlin und leistete Pionierarbeit auf dem damals expansiven Gebiet der Produktion von Rundfunk- und Spezialröhren. Später baute er unter anderem eine Röhrenversuchsstelle auf und übernahm in Ulm nach 1944 die Führung des Qualitätsüberwachungslabors der Röhrenfertigung. Nachdem er seit 1945 den Wiederaufbau des jetzigen Ulmer Röhrenwerkes als Betriebsleiter durchgeführt hatte, wurde er 1948 zum Oberingenieur ernannt. 1966 übernahm er die technische Leitung des Ulmer Röhrenwerkes.

## K. Thomsen 65 Jahre

Dipl.-Kfm. Dr. Klaus Thomsen, Geschäftsführer und kaufmännischer Leiter der Körling Radio Werke GmbH, Grassau/Chiemgau, wurde am 24. März 1969 65 Jahre.

Nach Lehre als Werkzeugschlosser und Kaufmannsgehilfe studierte er Betriebswirtschaft. Anschließend war er in leitenden Stellungen bei verschiedenen Industriefirmen tätig, bis er im Januar 1953 Geschäftsführer und kaufmännischer Leiter der Körling Radio Werke GmbH, Grassau/Chiemgau, wurde. Ende 1969 scheidet Dr. Thomsen wegen Erreichung der Altersgrenze aus den Diensten der Firma aus. Sein Nachfolger wird Dipl.-Volkswirt Bernhard Zumkeller, der bereits am 1. Januar 1969 seine Tätigkeit im Hause Körling aufnahm.

## A. Schultz 50 Jahre

Albrecht Schultz, Vorstandsmitglied der Braun AG, vollendete am 25. Februar 1969 das 50. Lebensjahr. Er kam 1954 zu Braun, wurde 1960 Direktor und ist seit 1961 Vorstandsmitglied sowie Leiter des Artikelbereiches Rasierer und des Geschäftsbereiches Vertrieb.

## Neuer Leiter des SEL-Werkbereichs Berlin

Dr.-Ing. Martin Knabloch, Generalbevollmächtigter der Standard Elektrik Lorenz AG, wurde vom Vorstand in Personalunion zum Leiter des Werkbereichs Berlin und der Zentralstelle Berlin ernannt.

Dr. Knabloch löst den bisherigen Werkbereich- und Zentralstellenleiter Berlin, Dipl.-Ing. Herbert Kretzschmar, stellvertretendes Vorstandsmitglied von SEL, ab, der die Leitung der Technisch-Wirtschaftlichen Grundsatzplanung des Unternehmens in Stuttgart übernahm.

## Neue Geschäftsführer bei Graetz und ITT Schaub-Lorenz

Ernst Käfer und Friedrich Sommer wurden zu Geschäftsführern der Graetz Vertriebsgesellschaft mbH und der Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft mbH, Plarzhelm, berufen. E. Käfer zeichnet für den Gesamtvertrieb, F. Sommer für das Inlandgeschäft beider Marken verantwortlich.

Der bisherige Werbeleiter für die Marken Graetz und ITT Schaub-Lorenz, Hans Joachim Runge, wurde zum Leiter des Marketing-Service für beide Marken ernannt.

## Neue Geschäftsführer der Robert Bosch GmbH

Zum 1. Januar 1969 wurden Dr. Hans Bacher und Dr. Willi Hofmann zu ordentlichen Geschäftsführern der Robert Bosch GmbH bestellt.

## Dr. E. Sawall bei Braun

Seit Jahresbeginn ist Dr. Edmund Sawall Direktor und Leiter des Geschäftsbereichs Finanz- und Rechnungswesen der Braun AG, Frankfurt.

## Persönliches

### E. P. Pils †

Dipl.-Ing. Ernst Peter Pils ist am 19. März 1969 gestorben. Nach schwerer Krankheit hat der Tod den Oberingenieur und Abteilungsbevollmächtigten der Siemens AG nicht nur aus einem arbeitsreichen Leben voller Aktivität herausgerissen, sondern die technische Fachpresse Europas hat auch einen ihrer besten und profilierten Mittler zur Industrie verloren. Nur wenige Leiter technischer Pressestellen haben es wie er verstanden, eine Brücke von den vielseitigen und weitverzweigten Interessen eines Großunternehmens der elektrotechnischen und elektronischen Industrie zur technischen Fachpresse zu schlagen.

E. P. Pils, am 13. September 1916 in Stuttgart geboren, begann nach dem Studium seine berufliche Tätigkeit im Hause Siemens im Februar 1948 in dem Karlsruher Betrieb des Unternehmens. Der Weg führte ihn dort vom Entwicklungsingenieur schon nach kurzer Zeit zum Vertriebsingenieur für Rundfunk- und später auch für Fernsehgeräte. In dieser Position — an der Nahtstelle zwischen



Industrie und Öffentlichkeit — konnte sich seine Begabung für den technischen Journalismus zur hellen Flamme entwickeln. Seit 1962 war er als Pressemann in der Hauptwerbeabteilung des Hauses Siemens tätig und zuletzt Leiter der Gruppe Fachpresse innerhalb der Zentralstelle für Information. In Anerkennung seiner geleisteten Arbeit wurde er im April 1966 zum Oberingenieur und im Januar 1969 zum Abteilungsbevollmächtigten ernannt.

Über seine firmengebundene Tätigkeit hinaus war E. P. Pils übergeordneten Aufgaben gegenüber stets aufgeschlossen und stellte sein Wissen und seine Erfahrungen in ihren Dienst. Erwähnt seien hier nur seine Aktivität in der Pressekommission und im Funkausstellungsausschuß des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI und seine Mitarbeit in der Technisch-Literarischen Gesellschaft (TEL) und nicht zuletzt auch in der internationalen Fachjournalisten-Vereinigung Union Internationale de la Presse Radiotechnique et Electronique (UIPRE).

Die technische Fachpresse nimmt Abschied von Ernst Peter Pils. Sie nimmt aber nicht nur Abschied von einem Repräsentanten des Hauses Siemens, von einem Ingenieur hohen Grades und einem engagierten technischen Journalisten, sondern auch von einem hochgeschätzten Kollegen und guten Freund, dessen menschliche Qualifikationen und dessen Blick und Sinn für das Ganze oft mitgehalten haben, schwierige Probleme zu meistern und zu einem guten Ende zu führen. —h

# Technik des Kabelfernsehens in den USA und Kanada

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 7, S. 244

## 3.1.2 Kopplungswiderstand

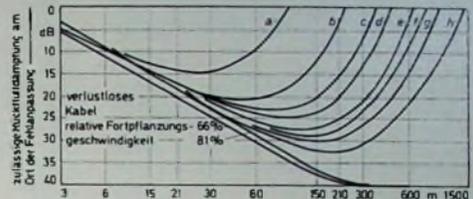
Der Kopplungswiderstand, der die elektrische Dichtigkeit, also die Abstrahlungs- und Einstrahlungsdichtigkeit der Kabel kennzeichnet, ist sehr niedrig, da fast ausschließlich Kabel mit verhältnismäßig dicken nahtlosen Aluminiummantein verwendet werden. Die Kabel müssen so dicht sein, daß das Signal auf der Manteloberfläche um mindestens 100 dB gegenüber dem Signal auf dem Innenleiter gedämpft ist. Das gilt entsprechend auch für alle anderen Bauteile der Hauptstammleitung. Kabel mit Geflechtmantel sind nur in einigen älteren kleineren Systemen anzutreffen. In modernen Anlagen werden konsequent nicht nur die Kabel der Hauptstammleitung und des Verteilersystems sowie die Hausanschlußkabel mit nahtlosem Aluminiummantel ausgerüstet, sondern auch die MATV (Master Antenna Television), also die Gemeinschaftsanlagen, in denen auch die Antennenanschlußdosens gut geschirmt sind. (In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß nach der FTZ-Vorschrift A 446 V 2036 vom August 1968 drahtgebundene Fernmeldeanlagen, also auch Gemeinschafts-Antennenanlagen, dann nicht als Funkanlagen anzusehen sind, wenn ein Grenzwert der Abstrahlung von  $10^{-10}$  W nach der vorgeschriebenen Meßmethode nicht überschritten wird.) Außer der hochwertigen Abschirmung sind für ein einwandfreies Arbeiten der Hauptstammleitung aber auch die Anpassung und - wie bereits erwähnt - der homogene Aufbau der Kabel sehr wichtig.

## 3.1.3. Rückflußdämpfung

Die Antennenkabel müssen beim Fernsehen immer gut angepaßt werden, um außer Leistungsverlusten infolge Fehlanpassungen auch Leistungsgeister zu vermeiden. Das ist besonders schwerwiegend bei den sehr dämpfungsarmen Kabeln der Hauptstammleitung.

Es ist hier nicht der Platz, um auf Einzelheiten einzugehen. Darum sei hier nur an die Kurven von Mertz über die Abhängigkeit der Sichtbarkeit von Reflexionen in Fernsehbildern von Amplitude und Laufzeitdifferenz erinnert, die im wesentlichen besagen, daß störende reflektierte Signale stets um so stärker gegenüber dem Nutzsignal gedämpft sein müssen, je größer die Laufzeitdifferenz zwischen beiden Signalen ist. Das Zusammenwirken dieser Abhängigkeit mit der Kabeldämpfung ergibt eine kritische Kabellänge, bei der die Fehlanpassung an beiden Enden des Kabels sehr geringe (beziehungsweise die Rückflußdämpfung sehr hohe) Werte haben muß, damit die Reflexionen nicht als störend empfunden werden [4]. Diese kritische Länge hängt natürlich vom jeweiligen Kabeltyp ab und ist besonders ausge-

Bild 8 Zulässige Rückflußdämpfung an einer Störstelle in Abhängigkeit von der Entfernung der Störstelle vom Kabeleingang (a: RG-59/U, Kanal 13; b: RG-39/U, Kanal 2; c: 412, Kanal 13; d: 412, Kanal 13; e: 412, Kanal 13; f: 412, Kanal 2; g: 412, Kanal 2; h: 412, Kanal 2)



prägt bei sehr dämpfungsarmen Kabeln, wie sie in den Hauptstammleitungen verwendet werden.

Im Bild 8 ist die zulässige Fehlanpassung (ausgedrückt als zulässige Rückflußdämpfung am Ort der Fehlanpassung) in Abhängigkeit von der Entfernung bis zur Stelle der Fehlanpassung, also bis zum Ende des (sonst fehlerfrei gedachten) Kabels, unter Berücksichtigung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit dargestellt [2]. Aus diesen Gründen müssen Fehlanpassungen an den Enden der Kabel der Hauptstammleitung, also am Ausgang eines Breitbandverstärkers und besonders am Eingang des nächsten Verstärkers, sehr klein gehalten werden (Rückflußdämpfung > 20 dB). Grundsätzlich müssen alle eingeschalteten Bauteile nicht nur in Flußrichtung, sondern auch umgekehrt gut angepaßt sein; sie werden dann als „Backmatched“ bezeichnet.

Die Forderung nach Reflexionsfreiheit gilt aber nicht nur für Anfang und Ende des Kabels, sondern auch für Störstellen im Kabel selbst oder solche, die durch Abzweigungen künstlich erzeugt werden. Zum Beispiel muß nach Bild 8 die zulässige Rückflußdämpfung für ein Kabel von 1/2 Zoll Durchmesser im Kanal 2 bei der kritischen Länge von 150 m mindestens 30 dB betragen, entsprechend einer Welligkeit von 1,06. Diese Forderungen werden noch schärfer für dickere und damit dämpfungsärmere Kabel. Daher muß für diese Kabel im unbelasteten Zustand eine hohe Mindestrückflußdämpfung (> 30 dB bei 240 MHz) garantiert sein, und es dürfen natürlich nicht, vor allem bei den kritischen Längen, Abzweiger eingeschaltet werden, die Störstellen verursachen könnten. Diese wirken sich besonders dann sehr unangenehm aus, wenn sie sich in Mehrfachen von  $\lambda/2$  wiederholen. Daher verwendet man nur noch zum Anschluß der Hausanschlußkabel kapazitive, ohmsche oder transformatorische Abzweiger, die sogenannten Pressure-Taps, mit denen das Kabel an beliebiger Stelle angezapft werden kann und bei denen ein (isolierter) Stift unmittelbar auf den Innenleiter drückt.

Elektrisch günstiger sind hochwertige Richtkoppler (Multi-Taps), die meistens vier Ausgänge haben, um entsprechend viele Verteiler- oder Hausanschlußkabel anschließen zu können,

und deren Entkopplung häufig auch noch einstellbar ist. Der Frequenzgang der Richtkopplungsdämpfung wirkt sich günstig aus, weil er gegenläufig zur Dämpfung der abgezweigten Kabel verläuft. Die Verteilerkabel werden über Abzweiger mit hoher Entkopplung (Bridging Amplifier) an die Hauptstammleitung angeschlossen. Die Verlegung der Kabel erfolgt sehr häufig auf den Masten der Telefongesellschaften und oft auch gemeinsam mit den Starkstromleitungen. Bei Hochspannungsleitungen ist jedoch ein Mindestabstand von 1,8 m vorgeschrieben. Neuerdings verlegt man die Hauptstammleitung und das Verteilerkabel auch unterirdisch. Die Kabel werden in der Kanalisation mitverlegt und nur an den Verstärkerstellen herausgeführt. Es ist wohl selbstverständlich, daß man dazu nur völlig wasserdichte Kabel und Verstärkergehäuse verwendet. Die Verstärker sind, vor allem zur bequemeren Kontrolle, in Kunststoff- oder Betonrohren von etwa 40 bis 50 cm Durchmesser untergebracht, die rund 1 m über den Boden ragen.

## 3.2. Hauptstammleitungsverstärker

Die elektrischen Anforderungen an diese Breitbandverstärker sind besonders hoch, da sie die Bildqualität beim letzten Teilnehmer und damit die Reichweite des Systems entscheidend beeinflussen. Gerade die Fortschritte in der Entwicklung dieser ferngespeisten transistorbestückten Breitbandverstärker haben erst das lawinenartige Anwachsen der CATV-Anlagen ermöglicht. Es ist durchaus denkbar, daß diese Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist und zu gegebener Zeit Verstärker zur Verfügung stehen werden, die noch höher aussteuerbar sind als die derzeitigen.

Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften dieser Verstärker sind (außer der Verstärkung, dem Amplituden- und Phasengang sowie der Eingangs- und Ausgangsanpassung) das Rauschen und die Aussteuerungsgrenze, die von den für eine gute Bildqualität eben noch zulässigen nichtlinearen Verzerrungen abhängt. Diese beiden Daten bestimmen hauptsächlich die Grenzen der Verwendungsmöglichkeiten der Verstärker bei der Serienschaltung (Cascading) einer großen Anzahl von

Verstärkern, um auf einer gegebenen Strecke mit einer bestimmten Anzahl von Programmen Fernsehbilder einer definierten Qualität übertragen zu können. Die Qualität wird hier gekennzeichnet durch den Rauschabstand und durch den Abstand gegen die als noch zulässig erachteten linearen Verzerrungen, also gegenüber den Kreuz- oder Intermodulationsprodukten. Hier sind es vorwiegend die dritten Harmonischen, die die Aussteuerungsgrenze bestimmen.

Es kann hier nicht näher auf diesen Fragenkomplex eingegangen werden. Deswegen sei auf das diesbezügliche Schrifttum [5] verwiesen. Nur folgendes soll hier zusammenfassend gesagt werden: Die Brauchbarkeit eines Verstärkertyps für diesen Zweck kann durch sein Gütemaß (Figure of Merit, Dynamic Range) gekennzeichnet werden. Hierbei handelt es sich um das Verhältnis des Ausgangssignalpegels für einen zulässigen Kreuzmodulationsabstand zum Rauschpegel, die beide am Ausgang des Verstärkers gemessen wurden. Darin ist implizit auch die Verstärkung enthalten. Teilweise ist es jedoch auch üblich, das Verhältnis des maximalen zulässigen Pegels am Ausgang zum Rauschpegel am Eingang als Gütemaß zu bezeichnen [6].

### 3.2.1. Kanalanzahl

Bei Mehrkanalbetrieb dieser Verstärker, für den sie ja bestimmt sind, ist zu beachten, daß zwar das Rauschen dabei nicht zunimmt, sich aber die Aussteuerungsgrenze entsprechend der Kanalanzahl vermindert. Wenn die Anzahl der zusätzlich zu einem Nutzkanaal übertragenen Kanäle verdoppelt wird, wächst der Pegel der Kreuzmodulationsprodukte (bei zeitlicher Mittelwertbildung) um 3 dB; der

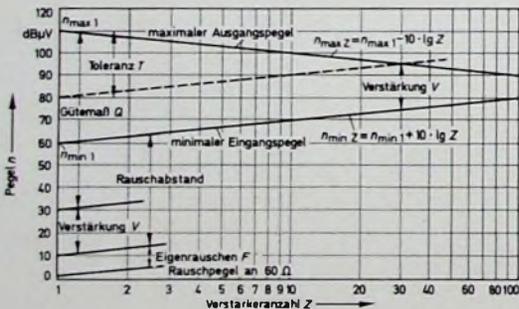
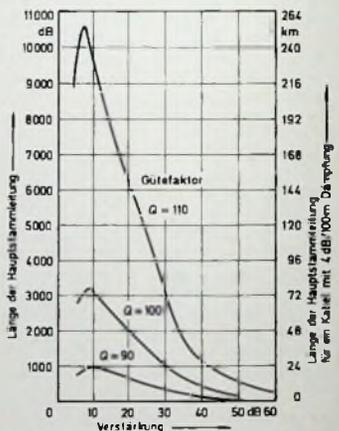


Bild 9. Pegelverlauf bei der Serienschaltung von Breitbandverstärkern

Bild 10. Maximal zulässige Länge der Hauptstammleitung in Abhängigkeit von der Verstärkung für verschiedene Gütefaktoren und 40 dB Rauschabstand



Der maximale Ausgangspegel für gleichen Kreuzmodulationsabstand an jedem der hintereinander geschalteten Verstärker vermindert sich proportional der Anzahl der Verstärker. Von dem maximalen Ausgangspegel eines Einzelverstärkers ist also der Kaskadenfaktor  $10 \lg Z$  abzuziehen. Dadurch ergibt sich eine V-förmige Begrenzung zwischen den minimalen Eingangspegeln und den maximalen Ausgangspegeln.

Aus Bild 9 kann man erkennen, wie groß die maximale Verstärkeranzahl oder die Länge der Hauptstammleitung (für einen gegebenen Kabeltyp) ist beziehungsweise welche Toleranzen für den Rausch- und den Aussteuerungsabstand für eine bestimmte Bildqualität bei einer gegebenen Verstärkeranzahl noch zur Verfügung stehen, wenn man Verstärker mit einem bestimmten Gütemaß  $Q$  verwendet. Rechnerisch läßt sich leicht zeigen, daß nicht - wie man zunächst annehmen könnte - für die Überbrückung einer möglichst langen Strecke eine möglichst hohe Verstärkung günstig ist, sondern daß vielmehr die theoretisch optimale Verstärkung  $8,69 \text{ dB} \triangleq 1 \text{ N}$  beträgt. Sie gilt universell für alle Verstärkersysteme mit Serienschaltung, zum Beispiel auch für Überseekabel und ähnliche Fälle.

Den für die Praxis wichtigen Zusammenhang zwischen Verstärkung und Gütemaß zeigt Bild 10. Hier ist die Länge der Hauptstammleitung in dB und in km für ein Kabel mit etwa 4 dB Dämpfung je 100 m bei etwa 220 MHz in Abhängigkeit von der Verstärkung mit dem Gütefaktor  $Q$  als Parameter dargestellt. Man kann erkennen, in welchem Maß die Länge der Hauptstammleitung mit wachsendem Gütefaktor zunimmt. Man ersieht ferner,

Verstärkung von 33 dB überbrückt werden kann.

Aus praktischen Gründen wählt man die Verstärkung, die der Dämpfung des zwischen zwei Verstärker geschalteten Kabels entspricht, und damit den Abstand der Verstärker meistens zu 20...25 dB (Low-Level-System). In einigen Anlagen mit kürzeren Hauptstammleitungen wird jedoch der Abstand auf bis zu 40 dB erhöht (High-Level-System). Das erfolgt vorwiegend aus wirtschaftlichen Gründen, weil eine geringere Verstärkeranzahl immer geringere Wartungskosten und höhere Zuverlässigkeit bedeutet.

Das Gütemaß der derzeitigen Transistorbreitbandverstärker erlaubt es, bis zu 40 Verstärker in Serie zu schalten, wobei immer noch die geforderte Mindestqualität beim letzten Teilnehmer aufrechterhalten werden kann. Einen Überblick über die maximal überbrückbaren Strecken bei 25 dB Abstand der Verstärker und Verwendung der erwähnten Kabel gibt Tab. I. Im Durchschnitt werden je Meile (1,6 km) 1 bis 4 Verstärker (je nach Verstärker- und Kabeltyp) in die Hauptstammleitung eingeschaltet. Dabei ist beachtlich, daß man in vielen Anlagen sämtliche 12 Kanäle der VHF-Bereiche, also auch Nachbarkanäle, überträgt. In neueren Anlagen werden das sogenannte Mid-Band (etwa 120 bis 170 MHz) und das Top-Band (etwa 220...240 MHz) benutzt, um zusätzliche Kanäle (insgesamt bis zu 25 Kanäle) zu übertragen.

Kreuzmodulationsabstand sinkt also um  $10 \lg N$  ( $N$  ist die Kanalanzahl) gegenüber dem Betrieb mit einem Kanal. Umgekehrt kann der gleiche Kreuzmodulationsabstand wiederhergestellt werden, wenn der Ausgangspegel um 1,5 dB bei Verdopplung der Kanalanzahl vermindert wird.

### 3.2.2. Serienschaltung der Verstärker

Bei der Serienschaltung von mehreren Verstärkern ist folgendes zu beachten: Die Rauschleistungen mehrerer hintereinander geschalteter (gleicher) Verstärker addieren sich. Zu dem Rauschmaß eines einzelnen Verstärkers ist daher  $10 \lg Z$  ( $Z$  ist die Verstärkeranzahl) als Kaskadenfaktor zu addieren (Bild 9).

Tab. I. Maximale Streckenlängen bei 25 dB Verstärkerabstand

Kabeldurchmesser	Dämpfung dB/100 m	Verstärkerabstand m	Streckenlänge bei einer Verstärkeranzahl von		
			20	30	40
1/2"	4	600	12 km	18 km	24 km
3/4"	3,1	800	16 km	24 km	32 km
1,6"	1,8	1350	27 km	40 km	54 km

daß zum Beispiel eine Strecke von 48 km (30 Meilen) entsprechend 2000 dB (für einen Rauschabstand von 40 dB) mit Verstärkern mit  $Q = 90$  überhaupt nicht, mit Verstärkern mit  $Q = 100$  mit einer Verstärkung von 20 dB und mit Verstärkern mit  $Q = 110$  mit einer

Eine Modellanlage der Kaiser CATV Corp. in Phoenix überträgt über eine Hauptstammleitung mit 32 in Serie geschalteten Breitbandverstärkern 19 Fernsehkanäle, den gesamten UKW-Bereich und einen Pilotträger. Zwei Fernsehempfänger mit Vorsatzkonver-

tern für das Mid-Band erlauben den direkten visuellen Vergleich der Bildqualität an der Kopfstation und beim letzten Teilnehmer. Die Anlage ist seit Jahren ohne jede Störung in Betrieb. Nach einem Bericht der Kaiser CATV konnte beim praktischen Versuch in einer CATV-Anlage der General Electric in Atwater in Californien beim Hinzufügen von sieben Mid-Band-Kanälen, dem gesamten UKW-Bereich und einem Pilotträger zu den bereits vorhandenen 12 Fernsehkanälen keine Bildqualitätsverschlechterung gemessen werden. Die Anlage umfaßt in der Hauptstammleitung von der Kopfstation bis zum Büro der Gesellschaft 32 und bis zum Ende des Systems 42 Verstärker.

### 3.2.3. Entzerrer

Die Einpegelung der Hauptstammleitung und die Forderung nach möglichst frequenzunabhängigen Pegeln beim Teilnehmer verlangt einen Ausgleich

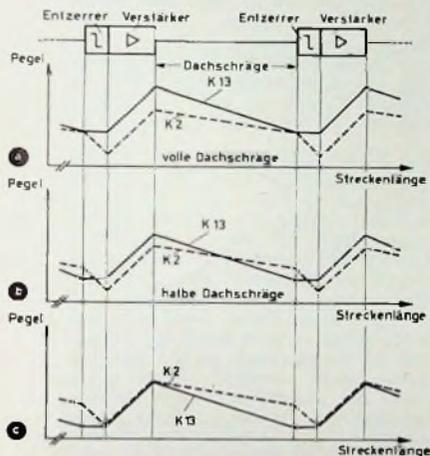


Bild 11. Pegeldiagramm einer CATV-Hauptstammleitung

des Frequenzganges der Kabeldämpfung zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Kanal. Dazu werden in jeden Verstärkereingang Entzerrer (Equalizer) eingeschaltet (Bild 11). Die Änderung der Dämpfung des Kabels (zwischen den Verstärkern) mit der Frequenz nennt man Dachschräge (Tilt) und die Änderung der Verstärkung des Verstärkers (einschließlich Entzerrer) mit der Frequenz Slope.

Man unterscheidet dabei die sogenannte volle Dachschräge (Full Tilt, a) und die halbe Dachschräge (Half Tilt, b). Bei der vollen Dachschräge steht der volle Pegelunterschied zwischen Kanal 2 und Kanal 13 am Ausgang des Verstärkers; der Unterschied am Eingang des nächsten Verstärkers verschwindet dann (das soll Vorteile für die Aussteuerung des Verstärkers haben). Bei halber Dachschräge wird diese am Ausgang des Verstärkers so eingestellt, daß in der Mitte des Kabels, das zum Eingang des nächsten Verstärkers führt, die Pegel für Kanal 2 und Kanal 13 gleich sind. Dann unterscheiden sich die Pegel am Ausgang des Verstärkers und am Eingang des nächsten Verstärkers für die genannten Kanäle

nur um den halben Betrag. Das soll eine gleichmäßigere Auskopplung auf den Verteiler oder die Hausanschlußkabel ermöglichen. Ferner können die Verstärkereingangspegel mit den Entzerrern so eingestellt werden, daß kein Pegelunterschied zwischen den genannten Grenzkanälen am Ausgang des Verstärkers steht (Bild 11c). Dann steht der volle Unterschied am Eingang des nächsten Verstärkers.

Schwankungen des Pegels auf der Hauptstammleitung, die vorwiegend durch Änderungen der Kabeldämpfung bei Temperaturänderungen hervorgerufen werden und die bei den im Freien auf Holzmasten verlegten Kabeln recht hohe Werte annehmen können, gleicht man durch eine Pilotfrequenz und eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) meistens bei jedem dritten Verstärker so aus, daß der Ausgangspegel nur um  $\pm 0,5$  dB schwankt, wenn sich der Eingangspegel um  $\pm 4$  dB ändert. In größeren Systemen wird durch eine zusätzliche Pilotfrequenz auch gleichzeitig die Dachschräge automatisch kontrolliert (ATC). Der Frequenzgang des Verstärkers selbst (ohne Entzerrer) ist auf  $\pm 0,25$  dB über den ganzen Frequenzbereich von 40 bis 240 MHz konstant. In kleineren Anlagen benutzt man an Stelle der Pilotregelung Thermistorbrücken als Temperaturfühler und Regelverstärker, die etwa bei jedem dritten Verstärker eingebaut werden.

Die Verstärker werden mit 30 V Wechselspannung gespeist, die über Spezialfilter über das Kabel zugeführt wird. Mit jedem Netzgerät lassen sich jeweils etwa sechs Verstärker nach beiden Richtungen der Hauptstammleitung speisen.

### 4. Verteilersystem

An das Verteilersystem und die Erweiterungsverstärker werden geringere Anforderungen gestellt, da im allgemeinen nur wenige Verstärker (höchstens 3 oder 4) in Serie geschaltet werden.

Ebenso können die Verteilerkabel eine höhere Dämpfung haben, da sie meistens nicht sehr lang sind. Daher treten auch hier nicht die beschriebenen Probleme auf, die für die Hauptstammleitung typisch sind.

### 5. Qualitätsdaten

Einen Anhaltspunkt für die von den CATV-Anlagen verlangte Qualität mag eine Auswahl folgender Spezifikationen geben, die für den Anschluß des Teilnehmers gelten:

1. Die Durchlaßkurve innerhalb eines (6 MHz breiten) Kanals muß bis auf  $\pm 1,5$  dB gleichmäßig sein.
2. Die Durchlaßkurve darf über die gesamte Bandbreite des Systems höchstens um  $\pm 3$  dB schwanken.
3. Der Signalpegel darf minimal 1 mV an 75 Ohm, maximal 3 mV sein; der Rauschabstand muß mindestens 40 dB betragen.
4. Der Kreuzmodulationsabstand muß (bei voller Kanalbelegung) auf der Hauptstammleitung mindestens 57 dB, beim Teilnehmer mindestens 51 dB betragen.
5. Um Störungen beim Nachbarkanalempfang zu vermeiden, soll der Bildträger im oberen Nachbarkanal nicht mehr als 6 dB höher, der Tonträger im unteren Nachbarkanal mindestens 10 dB niedriger sein als der gewünschte Bildträger.

### Weiteres Schrifttum

- [4] Köhler, A.: Über den Einfluß von Fehlanpassungen auf die Bildqualität von Fernsehbildern in Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 17, S. 604-607
- [5] Köhler, A.: Grundregeln für Fernseh-Breitbandantennenverstärker in Ortsgemeinschaftsanlagen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 23, S. 885-888
- [6] Jones, B. L.: A Proposed Quality Factor for Repeater Amplifier in CATV Systems TV Communications, März 1966, S. 63-65

## Fernsehkamera für bemannten Mondflug

Auf dem ersten bemannten Raumflug mit Landung auf dem Mond werden die „Apollo“-Astronauten auch eine Fernsehkamera mit sich führen, um damit direkt von der Mondoberfläche Fernsehbilder auf die Erde übertragen zu können. Diese Kamera wurde von Wissenschaftlern und Ingenieuren der Aerospace Division im Westinghouse Space Centre in Baltimore, Md. (USA), entwickelt. Bemerkenswert an dieser Konstruktion ist, daß sie — abgesehen vom Objektivwechsel — unverändert und ohne jede Nachjustierung sowohl im Inneren des Raumfahrzeugs als auch auf der Mondoberfläche benutzt werden kann und trotz der sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen voll betriebsfähig ist. Die Kamera-Elektronik macht von den neuesten Erkenntnissen der Festkörper-Technologie Gebrauch, und mehr als 80% der elektronischen Schaltungen bestehen aus integrierten Schaltungen (IS).

Als Kameraröhre wird ein bei Westinghouse entwickelter völlig neuer Typ verwendet, die SEC-Kameraröhre. Die Lichtverstärkung beruht hier auf dem Prinzip der Sekundärelektronenleitung (SEC = Secondary Electron Conduction). Das Bild wird optisch auf die Phalokalode (S-20) abgebildet. Die dort austretenden Elektronen werden durch eine hohe Potentialdifferenz zwischen

Phalokalode und SEC-Ziel beschleunigt. Das Ziel besteht aus drei Schichten: einer Aluminiumoxidschicht, einer sehr dünnen Aluminiumschicht und einem KCl-Film sehr geringer Dichte. In der KCl-Schicht löst jedes von der Phalokalode kommende Elektron etwa 200 bis 300 Sekundärelektronen aus. Sie fließen durch die sehr poröse Schicht und werden von der Rückseite des Zieles durch den abtastenden Elektronenstrahl als elektrisches Videosignal ausgelesen. Bemerkenswert ist, daß das Ziel dabei nahezu völlig entladen wird. Deshalb können die vom Vidikon und Orthikon her bekannten „Verschmierungen“ des Bildes bei niedrigen Beleuchtungsstärken nicht auftreten. Im Gegensatz zu den normalen Fernsehkameras arbeitet die „Apollo“-Fernsehkamera mit 320 Zeilen Abtastung, um in horizontaler und vertikaler Richtung ungefähr gleiche Auflösung zu haben.

Für den Bau der Kamera war äußerste Präzision erforderlich. So hat man beispielsweise, um auch unter den extrem schwankenden Umweltbedingungen keine Veränderung der optischen Scharteinstellung auftreten zu lassen, das Objektiv nicht, wie sonst üblich, mechanisch mit dem Kameragehäuse verbunden, sondern innerhalb der Kamera direkt mit der Kameraröhre. M. Larant

# Prinzipien schneller Datenspeicher

Im Zusammenhang mit der Datenverarbeitung durch Computer tauchen häufig Begriffe auf, die sich auf die Speicherung von Daten beziehen. Im folgenden Übersichtsbeitrag erhalten unsere Leser einen kurzen Überblick über die wichtigsten Grundbegriffe sowie über einige zur Zeit angewendete und zukünftige Speicherverfahren.

## 1. Grundbegriffe

Die heutigen Speicher richten sich in der Organisation der Speicherzellen nach dem Aufbau der Verknüpfungslogik. Als allgemein üblich gilt die Darstellung der Zahlenwerte im Binary Code Decimal (BCD), wobei jede Dezimalstelle (Digit) durch vier einzelne Speicherzellen (bit) dargestellt wird. Die Operationsbefehle des Programms bilden häufig ein ganzzahliges Vielfaches von vier bit. Eine Bit-Gruppe bildet ein Wort; die Wortlänge ist in den einzelnen Systemen sehr verschieden und reicht von vier bit - hier werden zur Speicherung einer mehrstelligen Dezimalzahl mehrere Worte benötigt - bis zu etwa 100 bit. Zu jedem Wort gehört eine Adresse, unter der die Information aus dem Speicher abgerufen werden kann. Je weniger Bit ein Wort enthält, desto flexibler ist die Organisation, da kleinste Speicherbereiche direkt anwählbar sind. Allerdings ist bei einem solchen System der Aufwand für die Anwahl der sehr zahlreichen Einzeladressen sehr hoch. Da bei jedem Auslesevorgang nur ein Wort auslesen wird, steigt darüber hinaus der Zeitaufwand für das Auslesen einer mehrstelligen Dezimalzahl.

Ein Speicher wird nach seiner Kapazität in Bit oder Byte ( $8 \text{ bit} = 1 \text{ byte}$ ;  $1024 \text{ byte} = 1 \text{ K}$ ) und nach seiner Zugriffszeit beziehungsweise Zykluszeit beurteilt. Bei Ferritkernspeichern wird die Information beim Auslesen zerstört, sie muß deshalb nach jedem Lesezyklus wieder eingeschrieben werden. Dafür ist eine entsprechende Zeit erforderlich. Die minimal mögliche Zeit von einem Auslesebefehl bis zum nächstfolgenden nennt man die Zykluszeit; sie liegt heute allgemein unter  $10 \mu\text{s}$ . Die Zugriffszeit ist die Zeit zwischen Auslesebefehl und Erscheinen der Information am Ausgang des Speichers.

Schon bei relativ kleinen Datenverarbeitungsanlagen muß heute ein Kompromiß zwischen Speicherkapazität und Zugriffszeit geschlossen werden. Große Datenmengen ( $> 10^6 \text{ bit}$ ) werden in peripheren Speichern (Magnetband, Magnetkarte, Magnetplatte) gespeichert. Da die lange Zugriffszeit (50 ms bis zu mehreren Sekunden) einen Einzelabruf der so gespeicherten Daten unmöglich macht, werden ganze Datenblöcke zunächst in den Arbeitsspeicher (Random Access Memory) übertragen. Der Arbeitsspeicher besteht im allgemeinen

aus einem Ferritspeicher mit kleiner Zugriffs- und Zykluszeit. Daten aus diesem Speicher können mit hoher Geschwindigkeit abgerufen werden. Beim Rechner „IBM 360/85“ zum Beispiel wird außerdem zwischen Arbeitsspeicher und Rechenlogik ein Pufferspeicher (Notizblockspeicher) mit einer Zykluszeit von  $0,08 \mu\text{s}$  verwendet, um die Geschwindigkeit noch weiter zu erhöhen.

Um einen Begriff von der erforderlichen Speicherkapazität zu geben, sei das Beispiel eines Fakturier-Automaten herausgegriffen. Ein Programm von 8000 Befehlen mit je 8 bit erfordert eine Kapazität von 8 K. Um weiterhin 100 Zahlen mit je 12 Dezimalstellen speichern zu können, sind weitere 0,6 K erforderlich. Für die Speicherung von 500 Artikeln oder Konten mit je 20 byte ist ein Zusatzspeicher mit 10 K notwendig. Dieser Zusatzspeicher kann zum Beispiel ein Magnetband- oder Magnetplatten-Speicher sein.

## 2. Übersicht

### 2.1. Ferritkern-Speicher

Es werden Einheiten bis zu  $10^6 \text{ bit}$  eingesetzt. Die Kapazität ist allgemein in  $n$  Worte zu je 4 bis 100 bit aufgeteilt. Für die Anwahl der Adressen gibt es im wesentlichen drei verschiedene Systeme. Allgemein ist die Anwahl nach dem Koinzidenz-Prinzip gebräuchlich. Der Vorteil liegt in dem relativ kleinen Aufwand für die Ansteuer-Elektronik. Der Nachteil besteht in einer langen Zykluszeit und aufwendigen Leseverstärkern. Diese Nachteile werden bei der linearen Wortanwahl vermieden. Dieses System arbeitet nur im Schreibzyklus mit Stromkoinzidenz, so daß nur die auszulesenden Kerne eines Wortes vom Lesestrom angesprochen werden. Dadurch entfallen die beim Koinzidenz-System üblichen Störsignale, so daß die Leseverstärker sehr einfach aufgebaut sein können.

Der Nachteil dieses Systems liegt in dem großen Aufwand für die Ansteuer-Elektronik. Um diesen Aufwand zu reduzieren, ohne auf die Vorteile verzichten zu müssen, wurde das sogenannte  $2\frac{1}{2}$ -D-System eingeführt. Es bildet eine Kombination aus dem ersten und zweiten System. Der Vorteil der hohen Geschwindigkeit bleibt dabei erhalten, allerdings muß der Nachteil der größeren Störsignale auf den Leseleitungen in Kauf genommen werden. Auch dieses System wird bisher verhältnismäßig selten verwendet. Erst in neuerer Zeit gewann ein weiterer Vorteil der beiden letztgenannten Systeme entscheidende Bedeutung. Während beim Koinzidenz-System durch einen Kern vier Drähte - zwei Treiber-, ein Lese- und ein Inhibit-Draht - gefädelt werden müssen, entfällt der Inhibit-Draht beim zweiten und dritten System. Durch die Verwendung von kleineren Kernen mit einem Innendurchmesser von  $0,35 \text{ mm}$

kann dieser Faktor für die Kosten von entscheidender Bedeutung sein.

Die Zykluszeit beträgt heute bei Verwendung von Kernen mit  $0,8 \text{ mm}$  Außendurchmesser allgemein etwa  $2 \mu\text{s}$ . Eine Verkürzung dieser Zeit auf  $0,6 \mu\text{s}$  ist bereits erreichbar. Die Anordnung der Kerne bildet eine Matrix, von denen jeweils mehrere zu einem Speicherblock zusammengesetzt werden. Der Preis pro verdrahtetem Kern liegt zwischen 5 und 7 Pfennig.

In der nahen Zukunft ist von den sogenannten Dünnschicht-Speichern eine weitere Verkleinerung der Zykluszeit bis zu  $0,1 \mu\text{s}$  zu erwarten. Diese Speicher werden in den USA bereits vereinzelt eingesetzt, während in Europa diese Speicher bisher nur aus der Laborfertigung angeboten werden. Die Kapazität dieser Muster liegt bei einigen tausend bit, und der Preis ist mit etwa 1 DM/bit noch sehr hoch.

### 2.2. Monolithische Speicher

Die Entwicklung integrierter Schaltkreise hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht, so daß heute schon am Aufbau von Schaltkreisen mit mehreren hundert Gatterfunktionen gearbeitet wird. Durch die Einführung von Schaltkreisen mit Feldeffekttransistoren kann die Verlustleistung so weit reduziert werden, daß die Wärmeabfuhr keine Schwierigkeiten mehr bereitet. Damit wurde auch die Entwicklung von Arbeitsspeichern in dieser Technik interessant. Im Augenblick werden Schieberegister bis zu 200 bit angeboten. Speicher mit direktem Zugriff sind im nächsten Jahr zu erwarten, ihre Kapazität soll bis zu  $10^4 \text{ bit}$  betragen. Die Ansteuer-Elektronik ist Bestandteil der integrierten Schaltung, so daß keine zusätzlichen Kosten entstehen. Die Zugriffszeit liegt mit  $0,5 \mu\text{s}$  noch recht hoch. Der Preis für diese Neuentwicklungen wird eine breite Anwendung zunächst behindern.

### 2.3. Magnetplatten-Speicher

Die Kapazität dieser Speicher liegt zwischen  $10^6$  und  $10^9 \text{ bit}$ . Die Daten sind auf 100 bis 200 Spuren je Plattenseite blockweise geordnet. Die Zugriffszeit liegt zwischen 30 und 300 ms. Auf Grund der langen Zugriffszeit ist ein Einzelabruf der gespeicherten Daten unzuverlässig. Deshalb werden meist ganze Blöcke ausgelesen und für die Verarbeitung in einem Ferritkern-Speicher zwischengespeichert. Als Arbeitsspeicher ist dieses System nur in seltenen Fällen geeignet. Die Kosten liegen zwischen 0,05 und 0,2 Pfennig je bit und sind stark von der Kapazität abhängig, weil der mechanische und der elektrische Aufwand bei einer Steigerung der Kapazität nicht nennenswert erhöht werden. Bezüglich der Kosten pro bit in Verbindung mit der relativ kurzen Zugriffszeit gibt es im Augenblick kein Speichersystem, das

dem Magnetplatten-Speicher überlegen ist. Die Ansteuer-Elektronik ist im allgemeinen Bestandteil der Speichereinheit und wird vom Hersteller mitgeliefert

\*

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik wird der Ferritkern-Speicher für die nächsten Jahre die bevorzugte Speicherart bleiben. Neben den niedrigen Kosten im Vergleich mit anderen Systemen hoher Geschwindigkeit liegt der Grund hierfür in der auf langjährige Erfahrung gegründeten ausgefeilten Technik dieser Speicher. Die Zugriffs- beziehungsweise Zykluszeit

hält bisher mit den praktischen Anforderungen weitgehend Schritt, so daß der Nachteil der aufwendigen Ansteuerschaltungen vorläufig noch von den Vorteilen aufgewogen wird. Die Entwicklung auf diesem Gebiet tendiert allgemein dahin, mit Hilfe der Dünnschichttechnik die Geschwindigkeit noch weiter zu erhöhen und die Produktionsmethoden zu vereinfachen. Entwicklungen in dieser Richtung bilden der sogenannte Waffelspeicher und der Magnetdrahtspeicher.

Monolithische Speicher mit einer dem Ferritkern-Speicher vergleichbaren Kapazität werden in naher Zukunft kaum

zur Verfügung stehen. Der erforderliche Integrationsgrad solcher Einheiten ist noch zu groß und damit der Preis nicht konkurrenzfähig. Die für die nächste Zeit geplanten Speicher mit einer Kapazität von etwa  $10^6$  bit werden aus acht Einzelschaltkreisen zusammengesetzt (Hybridtechnik). Darüber hinaus ist die Zugriffszeit mit etwa  $0,5 \mu s$  noch zu lang.

Für größere Speicherkapazitäten zwischen  $10^4$  und  $10^6$  bit hat sich der Magnetplatten-Speicher als Zusatzspeicher durchgesetzt und wird in den nächsten Jahren das bevorzugte System bleiben.

H. H. KLINGER

Lautsprecher

## Ein Abhörlautsprecher für halbprofessionelle Zwecke zum Selbstbau

In jüngster Zeit wurden einige Lautsprechersysteme auf den Markt gebracht, die eine den Forderungen der Studioteknik entsprechende Qualität aufweisen und die auch dem Hi-Fi-Amateur zugänglich und preislich erschwinglich sind. Es handelt sich hier-

bei vor allem um die beiden Lautsprechersysteme „B 110“ und „T 27“ der englischen Firma KEF.

Als besonders günstig hat sich bei den Versuchen des Verfassers eine Kombination erwiesen, die als Tieftonlautsprecher das Modell „W 15/RS“ (Wharfedale), als Mitteltonlautsprecher den „B 110“ und als Hochtontonsystem den „T 27“ enthält. Bild 1 gibt die Schaltung dieser Kombination wieder. Die Übergangsfrequenzen sind etwa 300 Hz und 4 kHz. Der Übergang zwischen den einzelnen Lautsprechern erfolgt mit 12 dB je Oktave. Der Tieftonlautsprecher „W 15/RS“ hat folgende Daten: Durchmesser 36,2 cm, Schwingspulen Durchmesser 5,1 cm, magnetischer Gesamtfluß 180 000 Maxwell, Resonanzfrequenz etwa 25 Hz, Schwingspulenimpedanz 15 Ohm, Belastbarkeit 20 W

Bild 2 gibt den Schalldruck-Frequenzgang des „W 15/RS“ auf unendlicher Schallwand bei 5 W Eingangsleistung (1000 Hz) im freien Raum wieder, und zwar für die Grundwelle (a), für die erste Oberschwingung (b) und für die zweite Oberschwingung (c). Die Lautsprechermembran schwingt erst oberhalb 2000 Hz in Partialschwingungen. Um Klangverfärbungen zu vermeiden, sollte jedoch die Übergangsfrequenz 800 Hz nicht überschreiten. Bei einer Trennfrequenz von 300 Hz, wie sie bei der hier beschriebenen Kombination benutzt wird, treten Klangverfärbungen mit Sicherheit nicht auf.

Bild 3 zeigt den Schalldruckverlauf für den Mitteltonlautsprecher „B 110“ auf einer Schallwand mit der Größe  $90 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$  nach Messungen im echofreien Raum. Der Abfall unterhalb 200 Hz ist nicht durch das System bedingt, sondern durch die cut-off-Frequenz der Schallwand. Der axiale Schalldruck ist im Bereich von 200 bis etwa 4600 Hz innerhalb  $\pm 2 \text{ dB}$  linear und entspricht damit den Forderungen der Studioteknik. Die Klangverfälschung dieses Systems ist daher minimal. Die günstigste Übergangsfrequenz vom Mitteltonsystem auf den Hochtontonsystem liegt bei etwa 3,5 kHz. Um Klangverfälschungen zu vermeiden, darf sie nicht höher als 4 kHz bei 12 dB Dämpfung je Oktave sein. Hörversuche erwiesen deutlich die mit tieferer Übergangsfrequenz (3000 Hz) erreichbare Überlegenheit der Klangqualität.

Die gleiche hohe Qualität wie der „B 110“ weist auch das Hochtontonsystem

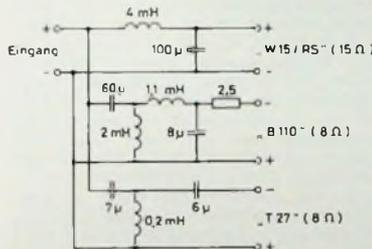


Bild 1. Schaltung der Frequenzweiche

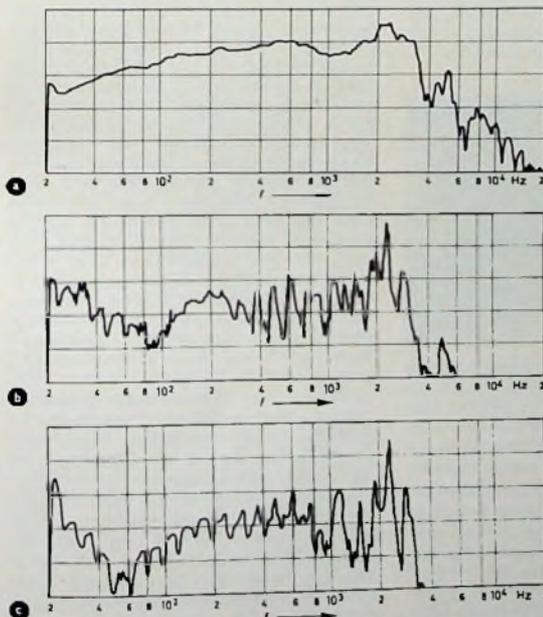


Bild 2. Schalldruck-Frequenzgang des Tieftonlautsprechers „W 15/RS“ auf der unendlichen Schallwand bei 5 W Eingangsleistung (1 kHz): a) Grundwelle, b) 1. Oberwelle, c) 2. Oberwelle

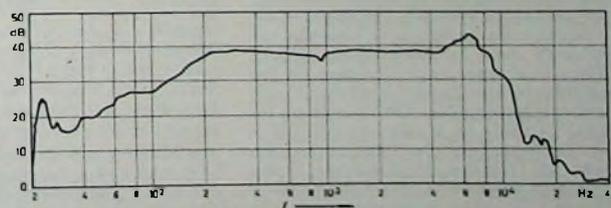


Bild 3. Schalldruckverlauf des Mitteltonlautsprechers „B 110“ auf offener Schallwand ( $90 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$ ) in 1 m Abstand vom Lautsprecher in Achsenrichtung im echofreien Schallmeßraum

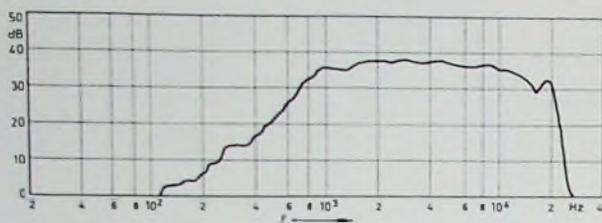


Bild 4. Schalldruckverlauf des Hochlautsprechers „T 27“ auf offener Schallwand (90 cm x 80 cm) in 1 m Abstand vom Lautsprecher

„T 27“ auf, dessen Schalldruck-Frequenzkurve aus Bild 4 hervorgeht. Dieser Lautsprecher hat eine gewölbte Kunststoffmembran von nur 2 cm Durchmesser, die eine diffuse Abstrahlung der hohen Töne ermöglicht. Die Eigenresonanz des Systems liegt bei 900 Hz; sein magnetischer Gesamtfluß beträgt 24 700 Maxwell. Der Übertragungsbereich reicht von etwa 3 kHz bis 20 kHz. Die Übergangsfrequenz zwischen Hochton- und Mitteltontsystem darf 3 kHz nicht unterschreiten, da sonst Klangverfälschungen auftreten. Bild 5 zeigt das Äußere der vom Verfasser gebauten Versuchsbox. Das Lautsprechergehäuse hat ein Volumen von etwa 160 l. Die Rückwand ist durchlöchert und mit einer Steinwollplatte als Strömungswiderstand abgedichtet.

Soll ein vollkommen geschlossenes Gehäuse benutzt werden, so darf bei Anwendung des Tieftonlautsprechers „W 15/RS“ das Gehäusevolumen 240 l nicht unterschreiten. Die Ausführung von Tieftongehäusen ist ausführlich in [1] behandelt.

Es ist wichtig, daß beim Nachbau die Daten der angegebenen Frequenzweiche genau eingehalten werden [1], denn bereits kleinere Abweichungen verschieben die Übergangsfrequenzen merklich, so daß die einzelnen Lautsprecher dann in Frequenzbereichen arbeiten, in denen ihre Eigenschaften ungünstig sind. Leider wird auf die richtige Auslegung von Frequenzweichen häufig zu wenig Wert gelegt, so daß schlechte Resultate erhalten werden. Es sind nur hochwertige Kondensatoren

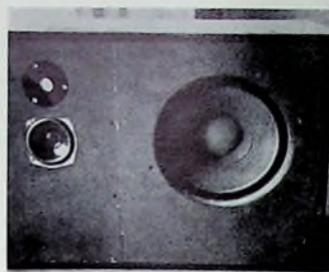


Bild 5. Außenansicht der Lautsprecherbox (rechts: Tieftonlautsprecher „W 15/RS“; links Mitte: Mitteltontsystem „B 110“; darüber Hochtonlautsprecher „T 27“)

mit engen Toleranzen zu verwenden. Gewöhnliche gepolte Elektrolytkondensatoren sind zum Aufbau von Trennfiltern für hochwertige Lautsprecherboxen völlig ungeeignet. Eine geeignete Frequenzweiche wird von KEF unter der Typenbezeichnung „DN 11“ geliefert.

#### Schrifttum

- [1] • K l i n g e r, H. H.: Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi. RPB-Band 105/105a. München 1966, Franzis-Verlag

## Zwei Repräsentanten der Rundfunkwirtschaft 65 Jahre

### O. Siewek



Otto Siewek, stellvertretender Aufsichtsratsvorsitzender der Grundig-Gruppe, wurde am 12. April 1969 65 Jahre. Sein Lebensweg ist mit der deutschen Rundfunkwirtschaft eng verbunden; ihren Anfang hat er miterlebt, den Aufstieg in späteren Jahren mitgestaltet. An marktpolitischen Entscheidungen von großer Tragweite wirkte er oft mit, war viele Jahre Mitglied des Beirates des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI und ist auch weiterhin Mitglied des Vorstandes des ZVEI. Freundliches, hilfsbereites Wesen, großer Sachverstand und praxisnahe Entscheidungen verhalten ihm zu einem großen Freundeskreis in allen Sparten der Wirtschaft.

Im Rheinland — in der Stadt Velbert — geboren, erlernte er den Kaufmannsberuf. Elf Jahre lang verkaufte er in einem bedeutenden Fachgeschäft in Wuppertal hinter dem Ladentisch Detektor- und Röhrenrundfunkgeräte sowie alles das an Zubehör, was seinerzeit zum Rundfunkbedarf gehörte. 1936 kam er dann nach Nürnberg als Geschäftsführer eines großen Rundfunk-Einzelhandelsunternehmens. 1943 wurde er für kurze Zeit Soldat und war nach bis 1945 in der Institutisleitung der Zentralversuchsstelle für Hochfrequenzforschung, Ulm-Dornstadt, tätig. Ende 1945 trat O. Siewek mit Max Grundig zusammen, der ihn ab 15. 2. 1946 mit dem Aufbau seiner Vertriebsorganisation betraute. Als ein „Mann der ersten Stunde“ gehört er seit dieser Zeit zu

den engsten Mitarbeitern von Max Grundig, der in Otto Siewek einen Verfechter seiner Marktpolitik fand. Seine Sachkenntnis, sein dynamischer Einsatz und seine engen Kontakte zu führenden Angehörigen des Groß- und Einzelhandels sowie zu anderen Zweigen der Wirtschaft und Verwaltung trugen für alle Teile gute Früchte. 1960 wurde er Generaldirektor der Grundig-Gruppe und war während der Zugehörigkeit der Triumph- und Adlerwerke AG zum Grundig-Konzern mehrere Jahre Mitglied des Aufsichtsrats beider Gesellschaften. Seit Anfang 1969 jetzt stellvertretender Vorsitzender der Grundig-Gruppe, wird er auch in Zukunft dem Unternehmen eng verbunden sein.

### K. Herenstein



Am 19. April 1969 vollendet Dipl.-Ing. Kurt Herenstein, Hauptgeschäftsführer der Deutschen Philips GmbH, sein 65. Lebensjahr. Fast 35 Jahre dieser Zeit war er wegweisend für die deutsche Rundfunk- und Fernsehbranche tätig, davon mehr als sieben Jahre (1952—1959) auch als Vorsitzender des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI und weiterhin bis heute als aktives Beirats-Mitglied des Verbandes.

Aus Neigung und Berufung Techniker, gelang es ihm stets, die technischen Gegebenheiten mit den jeweiligen wirtschaftlichen Fragen unserer Branche in Übereinstimmung zu bringen und daraus die richtigen Schlüsse zu ziehen. Sein Gespür für zutreffende langfristige Prognosen ist in der Fach-

welt genauso bekannt wie sein ganz besonderes Interesse für alle neuen Techniken und Probleme, die sich beispielsweise aus der Einführung des Schwarz-Weiß-Fernsehens, der Rundfunk-Stereophonie und des Farbfernsehens ergaben. So wie er dabei als am Tagesgeschehen sehr stark Anteilnehmender und am Sport begeisterter „Empfänger“ der Rundfunk- und Fernsehprogramme stets für mehr live in den Programmen eintrat, befürwortete er unter anderem auch immer eine äußerste Lebendigkeit der Funkausstellungen in Düsseldorf, Frankfurt, Berlin und Stuttgart. Sein beruflicher Werdegang begann von der Pike an. In Essen geboren, besuchte er Volksschule und Oberrealschule in Plorzhelm. Nach Ablegung der mittleren Reife absolvierte er 1919 bis 1921 die Elektromechanikerlehre und arbeitete anschließend als Geselle in einer Motorenfabrik und einer Maschinenfabrik. 1922 bis 1925 besuchte er dann das Staatstechnikum Karlsruhe (Ingenieurexamen: mit Auszeichnung). Es folgte anschließend eine über einjährige Tätigkeit als Ingenieur beim Elektrizitätswerk Plorzhelm, aber im Herbst 1926 ließ er sich schließlich an der TH Karlsruhe immatrikulieren, machte 1930 nach die Ergänzungsprüfung zum Abitur und errang 1931 den Dipl.-Ing. Jetzt ging er wieder zum Elektrizitätswerk Plorzhelm und trat damit auch in die Stadtverwaltung Plorzhelm ein. Dort wurde K. Herenstein Mitte Mai 1934 zur Radiafabrik Schaub delegiert, die in das Eigentum der Stadt übergegangen war. Das war der eigentliche Beginn seines vielfältigen Wirkens für die deutsche Rundfunkwirtschaft. 1938 wurde er städtischer Baurat auf Lebenszeit; als 1939 die Lorenz-Gruppe die Firma Schaub übernahm, blieb er jedoch weiterhin Chef des Plorzheimer Unternehmens, bis er schließlich am 1. 7. 1954 zur Deutschen Philips GmbH nach Hamburg kam, die er seit dem Ausscheiden von Theodor Graf von Westarp seit dem Frühjahr 1955 verantwortlich leitete.

## Wenn Beam und Quad-Antenne nicht benutzt werden können

Nicht jeder, der sich am Kurzwellenempfang oder Amateurfunk beteiligen oder mobil vom Auto oder Boot aus arbeiten möchte, ist in der Lage, sich eine Antenne mit entsprechender Länge aufzubauen. Auch die günstigste Höhe von etwa einer Wellenlänge kann in diesen Fällen nicht realisiert werden. Vielfach wird man dann zur vertikalen Wip-Antenne übergehen, die aber meistens noch verkürzt und daher mit Verlängerungsspulen ausgerüstet werden muß, um Resonanz zu erhalten.

Will man auch noch eine Richtwirkung und die damit verbundene Leistungssteigerung erreichen, so muß man zwei oder mehr ähnliche Antennenelemente verwenden. Das Strahlungsdiagramm einer solchen Antenne wird jedoch meistens durch in der Nähe befindliche Metallobjekte, zum Beispiel durch die Installationen im Haus, das Auto oder den Bootskörper, verändert. Trotzdem wurden mit solchen Antennen schon in Jahren maximaler Sonnenaktivität alle Kontinente in Telefonie erreicht, wenn die Gegenstelle wenigstens einen Beam hatte. Dabei lag das Signal allerdings 5 S-Stufen unter dem einer großen Heimstation.

Die Wip-Antenne ist schon in vielen Varianten aufgetaucht. Man befestigte sie an der Autostoßstange, auf dem Wagendach, so hoch wie möglich am Boot, am Fenstersims der Wohnung und am Schornstein. Die Probleme sind hierbei immer die gleichen: Der Strahler sollte möglichst eine Viertelwellenlänge lang sein. Ferner ist oft der Strahlungswiderstand recht gering (je kürzer die Antenne ist), womit der Wirkungsgrad schnell fällt, da auch bei sorgfältigstem Aufbau der Verlustwiderstand nur begrenzt gesenkt werden kann. Innenantennen hat man oft schon in Form von Langdrahtantennen ausgeführt, die entweder unter der Zimmerdecke einmal im Raum herum, wie ein offener Rahmen an einer Wand oder um ein großes Fenster ausgespannt wurden. Solche Drähte sind jedoch nicht als Sendeantenne geeignet.

Im folgenden sollen zwei Antennenformen beschrieben werden, die sich in verschiedenen Ausführungen in den beschriebenen Anwendungsfällen bewährt haben.

### 1. Eindraht-Dreiband-Cubical-Quad

Der Verfasser beschrieb die Grundlagen und die Anwendung (als Yagi-Beam) dieser Antenne bereits vor 10 Jahren [1]. Damals wurde nur angedeutet, daß sich wohl auch Cubical-Quad-Antennen mit der angegebenen Art der Dreibandabstimmung versehen lassen. Heute wird diese Innenantenne beim Verfasser besonders bei Contestes und Skeds als Empfangsantenne verwendet, wenn Regen und die damit

meistens verbundenen elektrostatischen Störungen (Entladung der Regentropfen an den Beam-Elementen) den Empfang mit dem Dreibandbeam unmöglich machen. Der Drahtrahmen hat etwa die Abmessungen einer 15-m-Cubical-Quad-Antenne, die an einer Zimmerwand im Shack ausgespannt ist. Sollte die Raumhöhe nicht ganz 3,6 m betragen, so kann zum Beispiel je ein 1 m langes Stück der senkrechten Drahtseiten zu einer

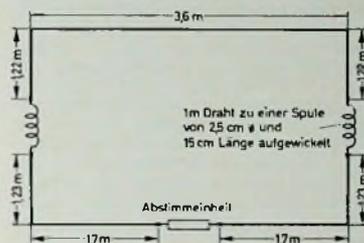


Bild 1. Eindraht-Dreiband-Cubical-Quad-Antenne

15 cm langen Spule von 2,5 cm Durchmesser aufgewickelt werden (Bild 1).

Unten in der Mitte des Drahtrechtecks wird ein Abstimmglied eingefügt. Dieses Abstimmglied besteht entweder aus einem Serienkreis mit parallel dazu liegendem Parallelkreis, oder man verwendet zwei verschiedene abgestimmte Parallelkreise (Bild 2). Diese als

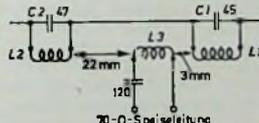


Bild 2. Schaltung der Abstimmereinheit

VK 2 AOU-Abstimmverfahren [2] bekanntgewordene Anordnung hat die Eigenart, daß die zwei Kreise nicht auf die Arbeitsfrequenz abzustimmen sind, da diese konzentrierten L- und C-Komponenten die verteilten L- und C-Komponenten des Antennendrahtes so ergänzen, daß gleichzeitig drei Resonanzfrequenzen für die Kombination auftreten, die man zum Beispiel durch entsprechende Wahl der L- und C-Werte sowie durch Verändern der Drahtlänge auf die Mitten des 10-m-, 15-m- und 20-m-Bandes legen kann.

Auf ähnliche Weise läßt sich auch eine Antenne bauen, die das 30-m-, 19-m- und 15-m-KW-Rundfunkband erfaßt.

Tab. I enthält die Wickelraten der Spulen. Als Spulenkörper wurde ein keramischer Rippenkörper von 37 mm Durchmesser und 70 mm Länge verwendet. Die Festkondensatoren sind keramische Senderkondensatoren für

10 kVA; man kann aber auch Luftdrehkondensatoren verwenden. Mit der Kopplungsspule L3, die nahe an L1 gewickelt ist, und mit dem 120-pF-Serienkondensator konnte bei einer 70-Ohm-Speiseleitung ein geringes Stehwellenverhältnis 1:1 bis 1:1,3 auf

Tab. I. Wickelraten der Spulen

Spule	Wdg.	Draht	Spulendurchmesser mm	Spulenlänge mm
L1	7	1,6 mm CuAg	37	16
L2	4	1,5 mm CuAg	37	16
L3	4	1,5 mm CuAg	37	9

allen drei Bändern erreicht werden. Die Abstimmkreise hatten ohne angehängte Antenne Resonanz bei 29,2 MHz (L2, C2) und 17,1 MHz (L1, C1) während die komplette Anordnung Resonanzen bei 14,15 MHz, 21,23 MHz und 28,72 MHz zeigte. Es ist besonders bemerkenswert, daß diese Antennenabstimmung keine weiteren Resonanzen hat im Gegensatz zu den üblichen Antennen, die auf alle ungeradzahigen Harmonischen ebenfalls ansprechen. Die Feinabstimmung kann bei 14 MHz mit der Drahtlänge oder mit L1 erfolgen, bei 21 MHz mit C1 oder L2 und bei 28 MHz mit C2.

Es ist durchaus möglich, noch ein weiteres Element als Direktor oder Reflektor in 2 bis 3 m Abstand von dem beschriebenen Rahmen an einer gegenüberliegenden Wand anzubringen. Man wird dann die Drahtrahmen gleichartig ausführen, so daß nur die Abstimmglieder ausgetauscht zu werden brauchen, wenn man die Empfangs- oder Senderichtung um 180° ändern möchte. Die Feinabstimmung erfolgt dann so, daß die Resonanzen eines Direktors 3% über und die eines Reflektors 3% unter denen des Strahlers liegen. Nachstimmen auf maximalen Empfang und maximales Vorwärts-Rückwärts-Verhältnis ist wie bei jeder Richtantenne auch hier möglich, und zwar ohne daß man dabei etwa 20 m hoch auf einem Turm oder Mast zu stehen braucht.

Die hier benutzte, immer noch recht große Drahtlänge im Verhältnis zu den Wellenlängen ergibt einen verhältnismäßig guten Wirkungsgrad der Antenne. Man sollte natürlich bestrebt sein, den Drahtrahmen so anzuordnen, daß Elektro- oder Wasserinstallationen sowie Metallfensterrahmen nicht in der Nähe und parallel zu den Drähten verlaufen, da diese dann erhebliche HF-Energie vom Sender aufnehmen würden, was neben Verlusten auch BCI und TVI bringen könnte. Eine solche Antenne wurde mit 600 W PEP Input erfolgreich betrieben.

## 2. Allband-Loop-Antenne

Nachdem Patterson die US Army Loop-Antenne [3] beschrieben hatte, hat es nicht lange gedauert, bis die verschiedensten Ausführungen auch durch Funkamateure verwendet wurden. Hierbei handelt es sich um eine einzige Windung, die die Induktivität eines Parallelschwingkreises darstellt, wobei die Länge des Leiters oft sogar erheblich kürzer als  $\lambda/4$  ist (Bild 3). Der Kreis

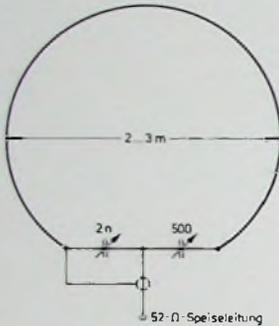


Bild 3 Allband-Loop-Antenne

wird durch einen teilweise mehrteiligen Kondensator abgestimmt. Durch Wahl der Kapazität konnte zum Beispiel der Bereich von 3,5 bis 29 MHz erfaßt werden, ohne daß die Induktivität verändert wurde. Es liegt auf der Hand, daß alle bekannten Grundsätze des Antennenbaues hier ebenfalls gelten, das heißt, der Wirkungsgrad und der Strahlungswiderstand verringern sich, wenn die Windung klein und weniger rund ausgeführt wird. Die Verluste werden schnell untragbar, wenn man den Oberflächenwiderstand (Hauteffekt) und eventuell vorhandene Übergangswiderstände nicht genügend klein halten kann. Selbst die erfahrenen HF-Fachleute der A R R L hatten diese Faktoren offenbar unterschätzt [4].

Um einen Sender oder Empfänger an den Rahmenschwingkreis anzupassen, ist es nötig, die Abstimmkapazität so aufzuteilen, daß an dem größeren Kondensator etwa 50 Ohm für die Senderspeiseleitung entstehen. Der kleinere Serienkondensator muß dann so gewählt werden, daß der Kreis für die jeweils gewünschte Arbeitsfrequenz auf Resonanz abgestimmt werden kann. Bei niedrigen Arbeitsfrequenzen wird jedoch das L/C-Verhältnis sehr klein, die Kreisströme nehmen hohe Werte an, und das Verhältnis von Strahlungs- zu Verlustwiderstand kann sich verschlechtern.

Sehr interessant ist die Version von K1 KLM [5], der eine solche Antenne etwa 40 cm über dem Wagendach anbrachte, wobei die Kondensatorabstimmung mit kleinen Elektromotoren fernbedient vom Fahrersitz aus erfolgte. Der Rahmen war hier rechteckig (2,5 m  $\times$  1,25 m) und bestand aus Dachrinnenniederführungsrohr aus verkupferten Aluminium. Das Gebilde sieht wie ein großer Bilderrahmen aus, der über dem Autodach angebracht ist. K1 KLM berichtet, daß ihm 1 bis 3 S-Stufen mehr als mit der konventionellen Wip-Antenne bei QSOs auf den verschiedensten Bändern gemeldet wurden,

was sehr wesentlich ist. Eine Richtwirkung konnte nicht festgestellt werden. Warum sollte man nicht einen derartigen Rahmen in dekorativer Aufmachung auch an einer Zimmerdecke anbringen können?

Bei den tieferen Frequenzen muß man Drehkondensatoren den Festkondensatoren parallel schalten, die nicht nur genügend HF-Spannungsfest, sondern auch ausreichend verlustarm für die hohen HF-Ströme sind, mit denen man rechnen muß, wenn einige hundert Watt PEP der Antenne angeboten werden. Es wurden auch Fälle bekannt, in denen drei Kondensatoren zur Abstimmung beziehungsweise Anpassung in Serie liegen, an die dann die Rahmenenden geführt werden. Hier scheint kein grundsätzlicher Unterschied vorzuliegen, da der Rahmen an einer Stelle geerdet werden kann.

Diese Antenne wurde mehrfach als Innenantenne verwendet, wobei der Rahmen aus 20...30 cm breiter Aluminiumfolie gebildet wurde. W6 WXU benutzte ein Kreuz aus zwei 3 m langen Bambusstangen und spannte über die Ecken eine Art „Seil“ (oder Wurst) aus zusammengerollter Aluminiumfolie als Spulenwindung. Rapporte von S7 bis S9 wurden mit dieser Antenne erhalten, während eine Verkürzung des Rahmens auf 1 m Kantenlänge die Signale auf S3 abfallen ließ. Im Vergleich dazu konnten diese Stationen mit einer 12 m langen und 3 m hoch angebrachten Drahtantenne nicht gehört werden. W3 TOB stellte aus Aluminiumfolie eine kunstvolle Wandverzierung her, indem er 30 cm breite Aluminiumfolie in Vieleckform anbrachte. Lokal- und auch DX-QSOs auf 10 m bis 80 m wurden mit dieser Antenne bei 50 W Senderleistung durchgeführt.

Ein Kreis von so hoher Güte hat naturgemäß eine geringe Bandbreite, so daß die Antennenabstimmung kritisch wird. Deshalb sollte man für Außenbetrieb auch eine mechanisch feste Anordnung wählen, die nicht durch Wind verstimmt werden kann. Solche Antennen lassen sich auch unter sowie über dem Dach anbringen, ohne von der Straße aus sichtbar zu sein. Bei Mehrbandbetrieb dürfte dann aber Fernabstimmung der beiden Drehkondensatoren zweckmäßig sein.

## 3. Ferrit-Sendeantenne

Es ist verständlich, daß eine Empfangsantenne um so wirksamer ist, je mehr Oberfläche sie hat, da dann mehr Energie vom Feld des zu empfangenden Senders die Antenne trifft. Umgekehrt liegen offenbar die Verhältnisse bei einer Sendeantenne, bei der es nur auf möglichst verlustarme Abstrahlung der Sendeenergie in die gewünschte Strahlrichtung ankommt, was auch mit einer räumlich kleinen Antenne möglich ist. Die Ferritantenne hat längst bewiesen, daß auch eine kleine Empfangsantenne sehr wirksam sein kann. Da es nicht immer möglich ist, die etwa 2,5 m lange Stabantenne der 27-MHz-Funksprengeräte zu verwenden, so lag der Gedanke nahe, auch für einen solchen Kleinsender eine Ferritantenne zu benutzen. In dem vorliegenden Fall war es außerdem notwendig, die Richtwirkung der üblichen Ferritantenne zu vermeiden. Daher wurde eine turn-

stile-ähnliche Form gewählt, die aus zwei gekreuzten Ferritstäben für maximal 55 MHz bestand (Bild 4). Die Abstimmung und Senderanpassung wurden ähnlich wie bei der Allband-Loop-Antenne ausgeführt. Bei den Versuchen wurden Ferritstäbe von 6 mm Durchmesser und 10 cm Länge sowie auch solche von 2,5 cm Durchmesser und

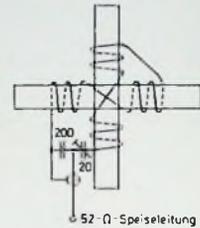


Bild 4 Ferrit-Kreuzantenne

20 cm Länge verwendet, die durch Araldit zu einem Kreuz verbunden und dicht über dem Funksprechgerät (Transistor-FM-Gerät mit 50 mW Output) angebracht waren. Jeder der vier Kreuzarme erhielt zwei Windungen, die fortlaufend und mit gleichem Wicklungssinn aufgebracht wurden. Diese Spule ergänzten zwei Kondensatoren zu einem Parallelschwingkreis. Auch hier erfolgte die Anpassung durch einen größeren Kondensator (etwa 200 pF) und die Abstimmung durch einen Trimmer (maximal 20 pF).

Das größere Kreuz, das eine Spule aus 1,5 mm dickem Draht trug, wurde an einem Sender mit 200 W Trägerleistung betrieben, wobei sich ein Stehwellenverhältnis von besser als 1:2 ergab. Wegen damals nicht vorhandener 10-m-Funkwetterlage wurde jedoch kein QSO versucht. Beide Antennen wurden aber an gleichen Funksprechgeräten mit 50 mW Output etwa 1,5 m über dem Boden auf einem Sportplatz erprobt, wobei eine gute Verbindung über 150 m Entfernung möglich war. Außerdem hatte die kreuzförmige Anordnung die gewünschte, rechte gute Rundstrahlcharakteristik (in Form eines vierblättrigen Kleeblattes). Für den vorliegenden Anwendungsfall genügte die damit erreichte Entfernung.

Eine solche Anordnung könnte zum Beispiel für den Funkverkehr beim Tunnelbau oder in Bergwerken eingesetzt werden, wo eine lange Wip-Antenne nicht untergebracht werden kann. Auch zum Fernsteuern eines Garagentoröffners und für viele andere Anwendungszwecke dürfte eine so kompakte Station gut geeignet sein.

## Schrifttum

- [1] Rückert, H. F.: Eine Betrachtung zur Multiband-Antennenfrage. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 16, S. 596-600 u. Nr. 17, S. 637-639, 642
- [2] Rothammel, K.: Antennenbuch. 2. Aufl. Stuttgart 1963, Franckh'sche Verlagshandlung
- [3] Patterson, H. P.: Down-to-earth army antenna. Electronics Bd. 40 (1967) Nr. 17, S. 111-114
- [4] McCoy: The army loop in ham communication. QST, März 1968
- [5] Bridges, W. S.: The „Mabal“-antenna. QST, Juli 1968

### Funkamateure-Lehrgänge der Münchener Volkshochschule

An der Münchener Volkshochschule (Klenzeshule, München, Klenzestr. 48) finden im Sommerlehrrabschnitt 1969 an zehn Lehrgangsabenden (montags) unter der Leitung von Dipl.-Geophysiker H. Pratsch, DL 9 PR, Vortrags- und Übungskurse sowohl für Anfänger als auch für Fortgeschrittene statt. Teilnahmegebühr je Kursus 13,- DM (Schüler, Studenten, Lehrlinge die Hälfte). Anmeldungen: Münchener Volkshochschule, München, Reinberger Str./Sendlinger Str. oder in den Kursen. Es können je nach Ausbildungsstand auch beide Kurse gleichzeitig belegt werden.

**Der Funkamateure I:** Vortrags- und Übungskurs für Anfänger: Wegweiser zum Erwerb einer privaten Sende- und Empfangsgenehmigung für eine Amateurfunkstelle von der Bundespost, Lizenzklassen A, C; Morsen (CW) bis Tempo 30 B/min, Gesetzeskunde, Bauelemente und Schaltungen von Funkgeräten, Vorführung von Amateurfunkverkehr, Betriebstechnik  
21. 4.-7. 7. 1969 (26. 5. und 2. 6. fallen aus); montags 17.40-19.10 Uhr.

**Der Funkamateure II:** Vortrags- und Übungskurs für Fortgeschrittene: Wegweiser zum Erwerb einer privaten Sende- und Empfangsgenehmigung für eine Amateurfunkstelle von der Bundespost, Lizenzklassen A, C; Morsen (CW) bis Tempo 60 B/min (auf Wunsch höher); Gesetzeskunde, Antennentechnik, Meßgeräte, Beispiele von ausge-

fürten Sendern und Empfängern, praktische Vorführung moderner Amateurfunkstationen.  
21. 4.-7. 7. 1969 (26. 5. und 2. 6. fallen aus); montags 19.15-20.45 Uhr.

### Der DARC auf der Funkausstellung Stuttgart 1969

Auf deutschen Funkausstellungen werden vorwiegend die Erzeugnisse unserer Industrie gezeigt, aber seit Jahrzehnten ist es in Deutschland zur schönen Gewohnheit geworden, daß auch jene Gremien ausstellen, die nichts zu verkaufen haben, die aber der drahtlosen Technik ihr Gepräge verleihen. Neben den Sendegesellschaften, der Bundespost und den Berufsverbänden sind das traditionsgemäß auch die Funkamateure. In guter Erinnerung sind noch die Ausstellungen des DARC auf den letzten Funkausstellungen in Berlin und in Stuttgart.

In diesem Jahr steht den Amateuren in Stuttgart wieder die Parkhalle zur Verfügung, diesmal aber in ihrer gesamten Ausdehnung. Eine der dort eingerichteten Stationen wird auf den Bändern 10 m, 15 m und 20 m weltweiten Verkehr abwickeln, eine weitere arbeitet auf 40 m und 80 m im Deutschland- und Europaverkehr. Die dritte Station bedient sich des 2-m-UKW-Bandes im Nahverkehr, und eine vierte Funkstelle zeigt praktisches Amateurfernsehen. Geplant ist ein weiterer Arbeitsplatz für Funkfernsehen.

montiert ist und von zwei 8-W-Miniaturleuchtstoffröhren beleuchtet wird. Das Objekt wird hinter einem durchscheinenden Lichtschild gehalten, wobei



dann das vergrößerte Bild gegen einen weißen Hintergrund im Spiegel betrachtet wird.

## Sender und Programme

► Am 17. März 1969 wurde vom Bayerischen Rundfunk ein neuer Fernseh-Grundnetzsender des Bayerischen Rundfunks mit 400 kW Strahlungsleistung auf dem Büttelberg, nordwestlich von Ansbach, in Betrieb genommen. Im westlichen Mittelfranken konnte durch den neuen Sender eine größere Versorgungslücke des 1. Fernsehprogramms geschlossen werden. Die Station ist farbtauglich und arbeitet im Fernsehkanal 55 (UHF). Das Versorgungsgebiet des neuen Senders umfaßt etwa 175 000 Einwohner, das sind 1,75 % der Einwohner Bayerns. Nunmehr beträgt die Fernsehversorgung durch das Sendernetz des Bayerischen Rundfunks im 1. Fernsehprogramm etwa 87 % der Einwohner.

► Ein 10/1-kW-Fernsehsender wurde von Rohde & Schwarz für die Fernsehstation Osnabrück im Auftrag der Deutschen Bundespost geliefert. Der farbtaugliche und fernbedienbare Sender strahlt seit Ende Februar das 3. Fernsehprogramm im Bereich V, Kanal 56, aus.

Die neue Anlage besteht aus einem Funktionswechsellender mit passiver Vorstufenreserve für Bild und Ton. Fällt die Bild-Endstufe aus, dann übernimmt die Ton-Endstufe deren Funktion; dabei vermindert sich die Bildleistung von 10 kW auf etwa 2 kW, der Tonsender wird auf die Vorstufe zurückgeschaltet, die Tonleistung sinkt von 1 kW auf 400 W.

► Am 1. März 1969 wurde der Mittelwellensender Hof, der bisher auf der Frequenz 1602 kHz (187 m) das 1. Hörfunkprogramm des Bayerischen Rundfunks verbreitet, auf die Frequenz 520 kHz (577 m) umgestellt.

► Am 13. März 1969 wurde vom Bayerischen Rundfunk ein Fernsehumschalter zur Versorgung der Stadt Ebermannstadt (Standort Wallerturm östlich von Ebermannstadt) in Betrieb genommen. Der neue Füllsender strahlt mit 10 W (horizontal polarisiert) im Fernsehkanal 10 das Programm des Deutschen Fernsehens (1. Programm) und die Regionalsendungen des Bayerischen Rundfunks aus.

## Für Werkstatt und Labor

### Batteriebetriebene Lötpestle

Eine 40-Watt-Lötpestle, die von einer wiederaufladbaren Nickel-Cadmium-Batterie gespeist wird, wurde von Ets. Leon Guilbert Fils, Paris, auf den Markt gebracht. Mit diesem Gerät lassen sich je Aufladung über hundert Lötverbindungen herstellen. Das Heizelement besteht aus der Nickel-Chrom-Heizleiterlegierung 80/20, die gegen Hochtemperaturoxydation beständig ist und gute mechanische Eigenschaften aufweist. Die Lötspitze ist aus Reinickel, das vom Lötzinn gut benetzt wird. Die Lötpestle wird mit zwei Spitzen verschiedenen Durchmessers geliefert. Die gasdichte Nickel-Cadmium-Batterie braucht zum Aufladen nicht ausgebaut zu werden.

### Präzisions-Miniatur-Kipptaster

Bei der Betätigung normaler Druckknopf-Taster reicht das Gewicht miniaturisierter Geräte oft nicht aus, der waagerechten Betätigungskraft standzuhalten. Dann ist ein Arretieren des Gerätes wenigstens während der Betätigung des Tasters erforderlich, um eine einwandfreie elektrische Funktion dieses Bauteils zu ermöglichen. Bei dem von Semco, Paris (Deutsche Vertretung: Retron GmbH, Göttingen), entwickelten Kipptaster wird dagegen der Betätigungsdruck ebenso wie bei einem Schalter in vertikaler Richtung auf das Gerät übertragen. Die Taster, die ihre Nullstellung in der Mittellage haben,

können in zwei Taststellungen gebracht werden und sind ein- oder zweipolig in Miniaturbauweise mit einer Gesamtlänge von 41 mm (Befestigungsgewinde 10 mm  $\varnothing$ ) sowie in Subminiaturbauweise mit einer Gesamtlänge von 34 mm (Befestigungsgewinde 6,35 mm  $\varnothing$ ) lieferbar. Für die Subminiaturausführung stehen aufsteckbare farbige Isolierkappen zur Kennzeichnung der Funktion zur Verfügung.

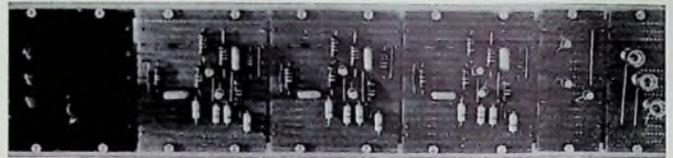
Eine Variante zu der in beiden Richtungen tastenden Ausführung bildet der Kipptaster-Schalter, der (ebenfalls mit Nullstellung in der Mittellage) in einer Richtung als Taster und in der anderen Richtung als Schalter arbeitet.

### Sechsfache Vergrößerung ohne Linsen

Mit dem neuen preisgünstigen Instrument „Catoptric Magnifier AL 6“ der britischen Firma P. W. Allen and Co. (Deutsche Vertretung: Classen & Co., Hamburg) ist mit bloßem Auge eine sechsfache Vergrößerung möglich. Das ohne optisches Linsensystem arbeitende Gerät eignet sich zum Prüfen von Gegenständen bis zu 25,4 mm Durchmesser, so beispielsweise für transparente elektronische Bauelemente in der Massenfertigung, für in Großserie produzierte Kleinteile und für durchscheinende kleine Plastikteile.

Das Instrument enthält einen speziell berechneten und in seiner Oberfläche fein bearbeiteten versilberten Spiegel (50 mm  $\times$  101 mm), der in Schräglage

# Digitale Elektronik



Praktische Einführung für den jungen Techniker

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd 24 (1969) Nr. 7, S. 255

**8. Ansteuerung mit sich stetig ändernden Signalen**

**8.1. Verhalten der digitalen Schaltungen bei sich stetig ändernden Signalen**

Bisher wurden die Eingänge der einzelnen Bausteine immer mit Signalen angesteuert, die sprunghaft von „O“ nach „L“ oder umgekehrt wechselten. In der Praxis ist diese Voraussetzung jedoch nicht immer gegeben. Gerade bei Steuer- und Regelschaltungen

schen seinen beiden Anschlägen hin und her, so wird sich am Zustand des Flip-Flop nichts ändern, obwohl doch das Signal ständig zwischen „O“ und „L“ wechselt. Man sieht also, daß man mit einem schleichenden Übergang des Eingangssignals den Flip-Flop-Baustein nicht beeinflussen kann.

**Versuch 13**

Mit der Schaltung nach Bild 41 soll untersucht werden, wie sich eine ODER-Schaltung bei kontinuierlich sich änderndem Eingangssignal verhält. Der Montagerahmen enthält den Signalgeber, den Impedanzwandler-Baustein, den ODER-Baustein und den Anzeigebaustein. Der Impedanzwandler wird hier deshalb verwendet, weil der niederohmige Eingang des ODER-Bausteins schlecht über das verhältnismäßig hochohmige Potentiometer angesteuert werden kann.

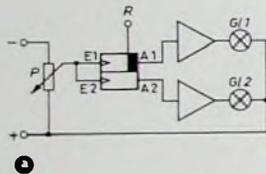
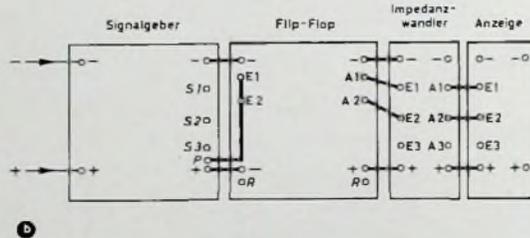


Bild 40 Versuch 12; a) Schaltung, b) Aufbau auf dem Rahmen



kommt es vielfach vor, daß sich die Eingangssignale nicht nach einer Sprungfunktion, sondern kontinuierlich verändern. An einigen Beispielen soll daher untersucht werden, wie sich eine digitale Schaltung in solchen Fällen verhält. Zur kontinuierlichen Ansteuerung wird das im Signalgeber-Baustein vorhandene Potentiometer verwendet.

**Versuch 12**

Auf dem Montagerahmen werden nach Bild 40b der Signalgeber, ein Flip-Flop-Baustein, der Impedanzwandler-Baustein und der Anzeigebaustein aufgebaut. Die Anordnung ähnelt dem Versuch 9. Hier werden lediglich die zusammengefaßten Eingänge E1, E2 des Flip-Flop nicht über eine Taste, sondern über den Mittelabgriff des Potentiometers P angesteuert. Die Rückleitung wird für diesen Versuch nicht benötigt.

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung wird zunächst eine der beiden angeschlossenen Glühlampen aufleuchten, während die andere dunkel bleibt. Der Flip-Flop nimmt eine stabile Betriebslage ein. Dreht man nun das Potentiometer langsam zwi-

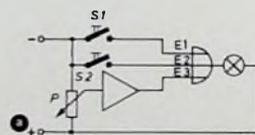


Bild 41 Versuch 13; a) Schaltung, b) Aufbau auf dem Rahmen

Vor Versuchsbeginn wird das Potentiometer P in seine linke Anschlagstellung gebracht. Schaltet man die Betriebsspannung ein, so wird die am Ausgang des ODER-Bausteins angeschlossene Glühlampe zunächst nicht aufleuchten. Durch Drücken der Tasten S1 oder S2 kann man die Glühlampe ansteuern. Dreht man jedoch das Potentiometer langsam von einem zum anderen Anschlag, dann leuchtet die Glühlampe ebenfalls kontinuierlich heller oder dunkler. Man kann also den Ausgang einer ODER-Schaltung durch stetig veränderbare Eingangsspannung zwar beeinflussen, eine definierte Anzeige am Ausgang ist jedoch nicht möglich.

**8.2. Impulsformung**

Um mit stetig veränderlichen Signalen digitale Schaltungen definiert ansteuern zu können, benötigt man Impulsformer. Darunter versteht man Schaltungen, die aus Eingangssignalen mit beliebiger Form einen definierten Spannungssprung erzeugen. Meistens verwendet man hierzu einen sogenannten Schmitt-Trigger, dessen Prinzipschaltung im Bild 42 dargestellt ist. Diese Schaltung ähnelt dem bistabilen Multivibrator. Tatsächlich handelt es sich auch um eine Kipperschaltung, wenn auch mit etwas anderer Arbeitsweise. Die beiden Transistoren T1 und T2 sind gleichstrommäßig über den Spannungsteiler R6, R7 verbunden und über den gemeinsamen Emittterwiderstand R5 rückgekoppelt. Solange das Signal „O“ am Schaltungseingang steht, leitet der Transistor T1 nicht. Am Kollektor von T1 tritt somit ein hohes Potential gegenüber Masse auf, das über den Spannungsteiler R6, R7 der Basis des Transistors T2 zugeführt wird. T2 ist daher leitend. Der Spannungsabfall am gemeinsamen Emittterwiderstand R5 bewirkt auch ein negatives Potential am Emittter von T1, so daß dieser Transistor sicher gesperrt ist. Führt man nun dem Eingang E eine stetig ansteigende negative Spannung zu, so wird bei einem bestimmten Potential der sogenannte „Einschaltsschwellwert“ der Schaltung erreicht, und der Transistor T1 beginnt dann zu leiten. Sein Kollektor

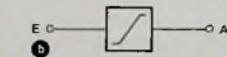
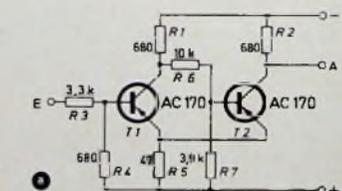
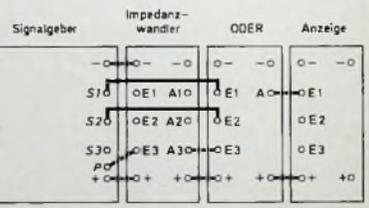


Bild 42 Impulsformer; a) Schaltung in konventioneller Darstellung, b) Symbol

torpotential sinkt, wodurch T2 weniger Basisspannung erhält. Wie beim bistabilen Multivibrator, schaukelt sich der Vorgang lawinenartig auf, so daß die Schaltung beim Überschreiten des Schwellwertes plötzlich umkippt, wobei T1 leitend und T2 nichtleitend wird. Nachdem zuvor - beim Eingangssignal „O“ - am Schaltungsausgang ebenfalls das Signal „O“ auftrat, erscheint hier jetzt sprunghaft das Signal „L“. Wird die Spannung am Eingang E wieder langsam zurückgenommen, so kippt die Schaltung beim Unterschreiten des „Ausschaltsschwellwertes“ - der etwas niedriger als der „Einschaltsschwellwert“ ist - in ihre Ruhelage zurück. Dabei entsteht ein Spannungssprung am Ausgang von „L“ nach „O“. Der Spannungsteiler R3, R4 am Eingang E soll verhindern, daß die Schaltung bereits bei sehr niedrigen Spannungen aus vorangehenden Baugruppen, die noch das Signal „O“ bedeuten, anspricht.

Die im Bild 42 dargestellte Schaltung wird auf einer schmalen „Veroboard“-

platte eine Flip-Flop-Schaltung anzu- steuern. Mit dem Versuch 12 hatten wir festgestellt, daß das ohne besondere Vorkehrungen nicht möglich ist. Für den jetzt folgenden Versuch 15 muß man den Signalgeber, den Impulsformer, einen Flip-Flop-Baustein, den Impedanzwandler-Baustein und den Anzeigebaustein auf dem Montagerahmen nach Bild 45 aufbauen und verdrahten. Die Eingänge E1, E2 des Flip-Flop können unmittelbar mit dem Ausgang des Impulsformers verbunden werden. Der Eingang des Impulsformers wird über das Potentiometer P angesteuert. Vor Versuchsbeginn wird das Potentiometer in seine linke Anschlagstellung gebracht. An den Aus-

gängen des Flip-Flop ist über je einen Impedanzwandler eine Glühlampe angeschlossen. Schaltet man die Betriebs- spannung ein, so nimmt der Flip-Flop zunächst eine beliebige Betriebslage ein. Mit der Rückstelltaste S3 kann man die Ruhelage erreichen; die Glühlampe G1 leuchtet dann auf. Nun wird das Potentiometer langsam nach rechts gedreht. Bei einer bestimmten Stellung kippt dann der Flip-Flop-Kreis um, und die beiden Glühlampen G1 und G2 wechseln ihre Betriebszustände. Der am Eingang des Flip-Flop vorhandene Impulsformer hat also das lang- sam und kontinuierlich ansteigende Eingangssignal in einen definierten Signalsprung umgeformt, der den Flip-Flop beeinflusst. Beim Zurückdrehen des Potentiometers ändert sich am Betriebszustand des Flip-Flop natürlich nichts.

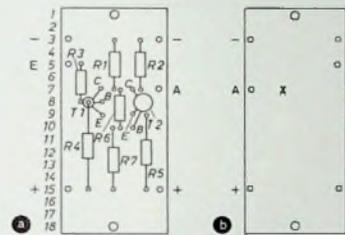


Bild 43. Aufbau des Impulsformer-Bausteins; a) Bauteilseite, b) Leiterbahenseite, c) fertiger Baustein

platte nach Bild 43 aufgebaut. Mit dem folgenden Versuch überprüfen wir zunächst ihre Funktion.

#### Versuch 14

Der Signalgeber, der Impulsformer-Baustein, der Impedanzwandler-Baustein und der Anzeigebaustein sind nebeneinander auf dem Montagerahmen aufzubauen (Bild 44). Der Eingang E des Impulsformers wird vom Mittelabgriff des Potentiometers P gespeist. Vor Versuchsbeginn ist das Potentiometer ganz in seine linke Anschlagstellung zu bringen. Führt man die Betriebsspannung zu, dann bleibt die über den Impedanzwandler am Ausgang des Impulsformers angeschlossene Glühlampe zunächst dunkel. Nun dreht man das Potentiometer langsam nach rechts. Die Eingangsspannung des Impulsformers nimmt dabei kontinuierlich zu. Am Betriebszustand der Glühlampe ändert sich aber noch nichts. Erreicht das Eingangssignal jedoch den Einschaltsschwellwert, so leuchtet die Glühlampe plötzlich mit voller Helligkeit auf und bleibt auch in diesem Zustand, wenn man das Potentiometer noch weiter nach rechts dreht. Vermindert man nun das Eingangssignal wieder durch Linksdrehen des Potentiometers, dann wird die Glühlampe nach Unterschreiten des Ausschaltsschwellwertes genauso plötzlich wieder gelöscht.

#### Versuch 15

Der Impulsformer wird hier eingesetzt, um mit kontinuierlich ansteigendem Si-

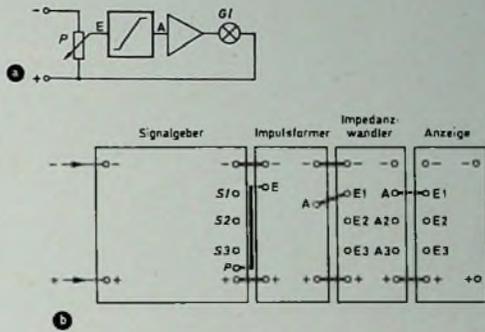
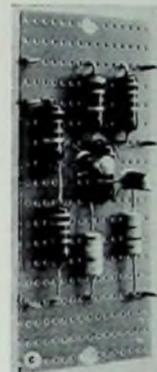


Bild 44. Versuch 14; a) Schaltung, b) Aufbau auf dem Rahmen

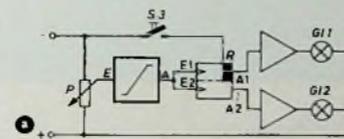


Bild 45. Versuch 15; a) Schaltung, b) Aufbau auf dem Rahmen

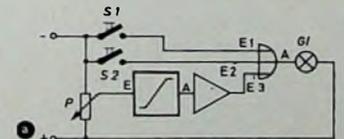
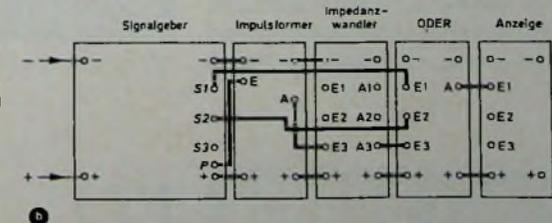


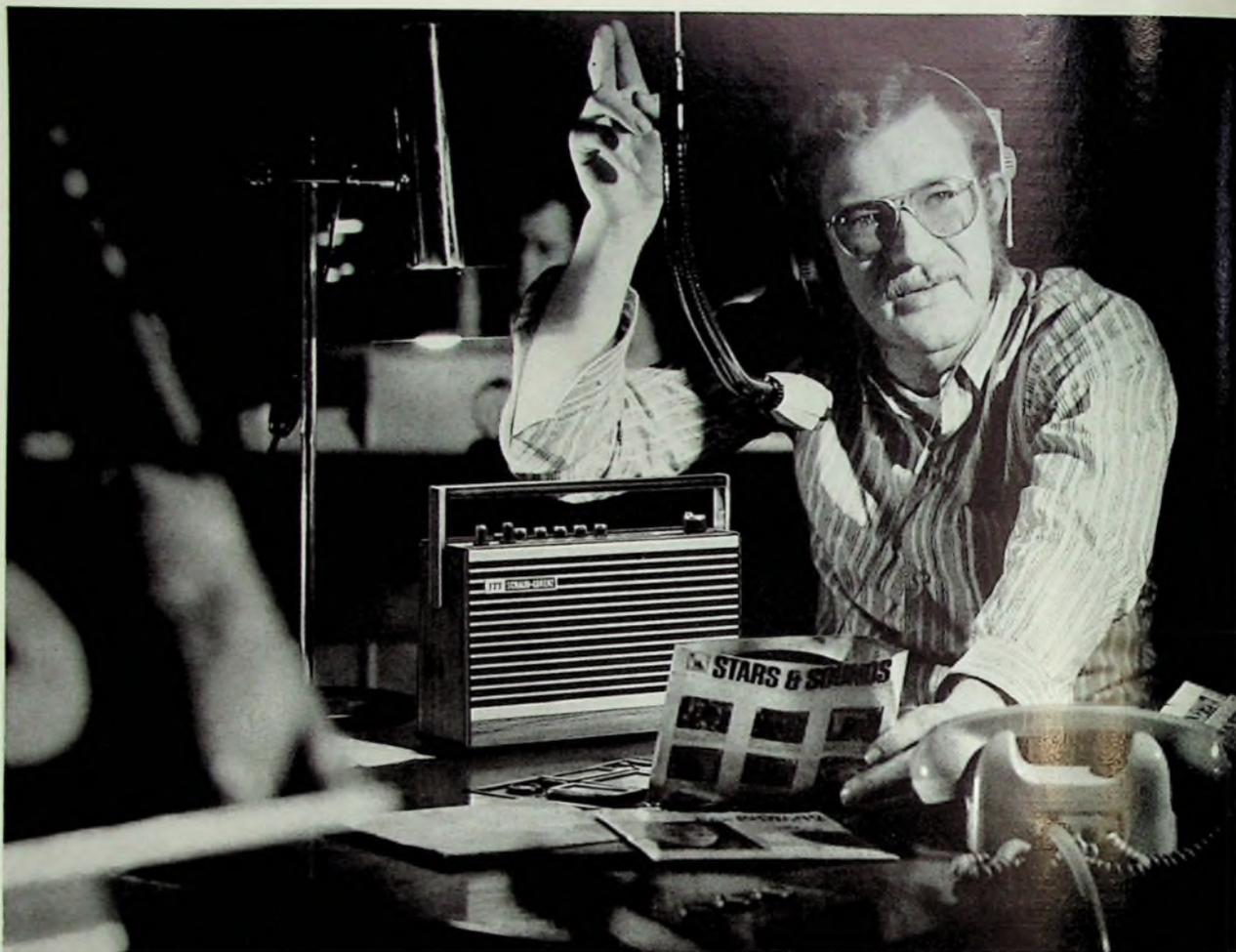
Bild 46. Versuch 16; a) Schaltung, b) Aufbau auf dem Rahmen

#### Versuch 16

Wir wollen nun noch eine ODER-Schaltung über den Impulsformer ansteuern. Mit der Versuchsschaltung 13 (Bild 41) waren keine definierten Verhältnisse zu erreichen. Hier ist jetzt zwischen dem Potentiometer und dem

Eingang E3 des ODER-Bausteins nach der Impulsformer eingefügt (Bild 46). Der Ablauf erfolgt nun genau wie beim Versuch 13. Mit den beiden Tasten S1 und S2 läßt sich die Glühlampe sofort ansteuern. Durch Rechtsdrehen des





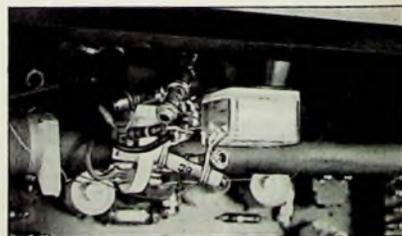
Nachtstudio Erich Werwie von der 'Europawelle Saar' gibt das Zeichen: Nächste Platte abfahren. Immer Musik. Und die neuesten Nachrichten. Rund um die Uhr. Das ist die neue Welt der Radiohörer — die Welt des 'GOLF europa'.

## Das Radio mit der Goldenen Taste:

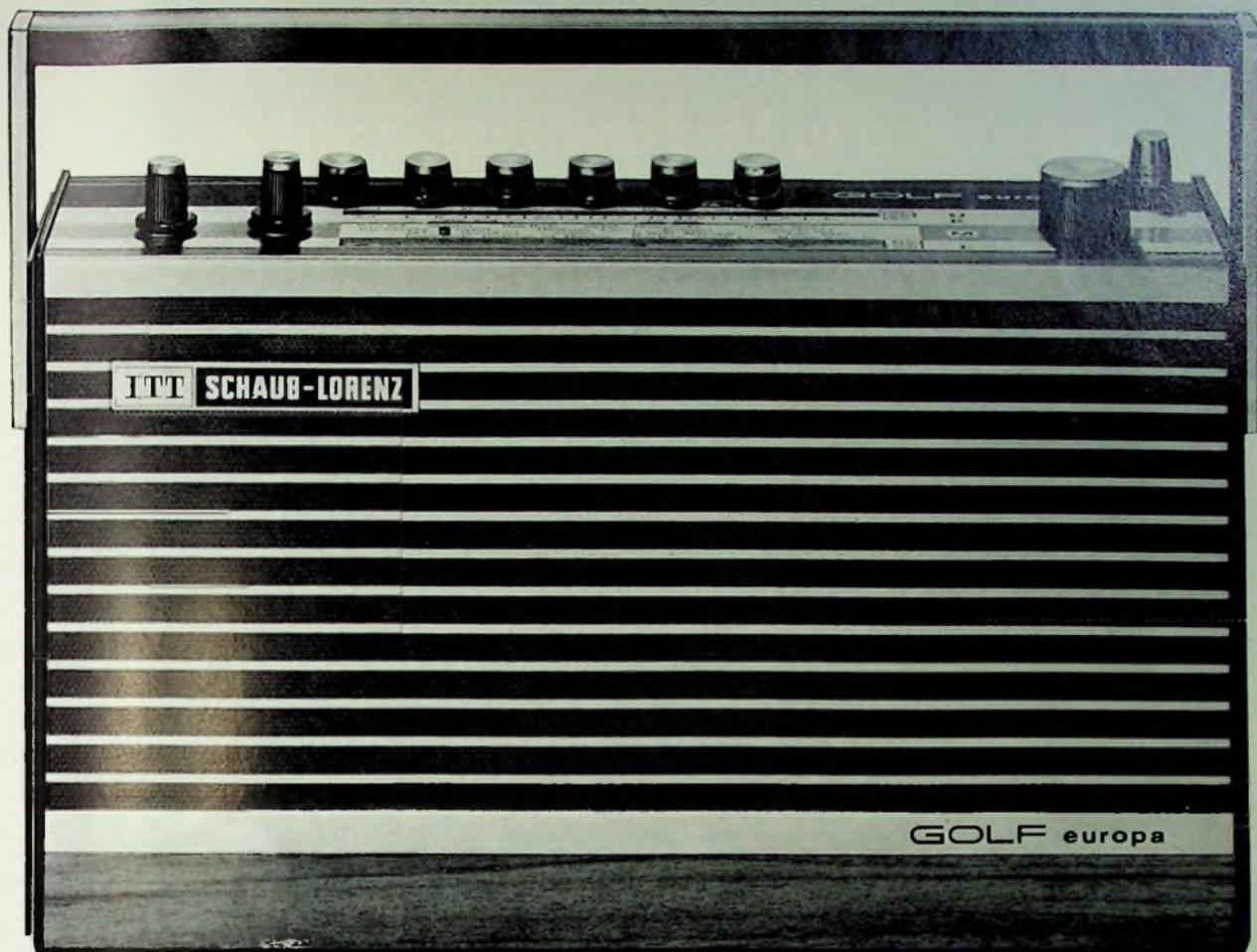
Das ist das Neue am 'GOLF europa': Ein Druck auf die Goldene Taste — und die 'Europawelle Saar' ist da — einer der beliebtesten europäischen Sender. Die Goldene Taste ist eine zusätzliche MW-Festsendertaste. Falls gewünscht, kann Ihr Kunde auch einen anderen Sender zwischen 1300 und 1620 kHz fixieren. Abgleichschlüssel ('Europa-Schlüssel') liegt dem Gerät

bei. Außerdem der 48seitige 'Reiseführer für Radiohörer' (alles bereits im Preis inbegriffen). 'GOLF europa' — ein Europäer für Europäer.

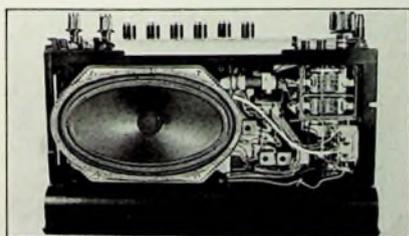
Im übrigen ist 'GOLF europa' ein attraktives Transistor-Koffergerät mit 4 Wellenbereichen und hoher Empfangsempfindlichkeit. Informieren Sie sich über die technische Daten bitte auf der gegenüberliegenden Seite.



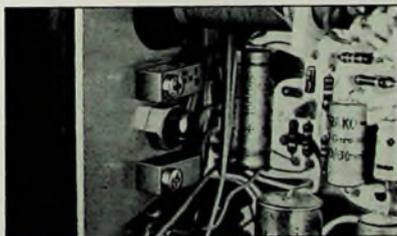
Trimmer für 'Goldene Taste'



## 'GOLF europa'



Servicegerechter Chassisaufbau



2-Watt-Gegentaktendstufe

'GOLF europa': Mit UKW, Kurzwelle (41-m und 49-m-Europaband), Mittelwelle und Langwelle. UKW-Abstimmautomatik. Gegentaktendstufe (2 W). Klangblende. 9 Transistoren und 8 Dioden. Teleskop- und Ferritantenne. Batteriebetrieb mit 6 Monozellen oder 2 Flachbatterien. Ein Netzanschlußgerät kann im Batteriefach bequem eingelegt werden.

Technik der Welt — Made in Germany



**SCHAUB-LORENZ**

Potentiometers  $P$  kann man jetzt auch dem Eingang  $E3$  des ODER-Bausteins ein definiertes Signal „L“ zuführen, so daß die Glühlampe an dessen Ausgang ebenfalls nur die eindeutigen Betriebszustände „ein“ und „aus“, aber keine Zwischenwerte mehr anzeigt.

### 9 Zusammenfassung

In der Digitaltechnik gibt es – im Gegensatz zur Analogtechnik – nur die beiden Betriebszustände „aus“ und „ein“; Zwischenwerte sind nicht möglich. In der Fachsprache hat man dafür die Bezeichnungen „O“ für „aus“ und „L“ für „ein“ eingeführt. Da die verwendeten Bauelemente jedoch meistens Verluste haben, kann man die genannten Idealzustände nicht immer erreichen. Man hat daher Grenzwerte festzulegen, die noch als „L“ beziehungsweise „O“ zu gelten haben. Die Anzeige der Signale kann, da es nur diese beiden Betriebszustände gibt, über einfache Bauelemente erfolgen, die nur „ein“ oder „aus“ angeben müssen. Kontinuierlich arbeitende Meßgeräte sind im allgemeinen nicht erforderlich.

Die Grundlage der digitalen Elektronik sind die sogenannten logischen Verknüpfungen. Bei diesen Schaltungen kann man durch ein bestimmtes Ein-

gangssignal oder eine Kombination von Eingangssignalen ein ganz bestimmtes Ausgangssignal erzeugen. Bei der logischen Schaltung UND muß man allen Eingängen  $E1$  und  $E2$  und  $E3$  usw. gleichzeitig das Signal „L“ zuführen, damit auch am Ausgang  $A$  das Signal „L“ entsteht. Bei der logischen Schaltung ODER genügt es, nur einen Eingang  $E1$  oder  $E2$  oder  $E3$  usw. mit dem Signal „L“ anzusteuern, um am Ausgang  $A$  das Signal „L“ zu erreichen. Die logische Schaltung NICHT (Verneinung, Negation) kehrt das Signal um. Führt man dem Eingang zum Beispiel das Signal „L“ zu, dann tritt am Ausgang das Signal „O“ auf und umgekehrt. Als Kombinationen erhält man noch die logischen Schaltungen NAND und NOR, die Umkehrungen zu den Schaltungen UND und ODER bilden.

Um die teilweise hochohmigen Ausgangswiderstände der Schaltungen nicht unzulässig zu belasten, benötigt man Impedanzwandler, die einen hohen Eingangswiderstand und einen kleinen Ausgangswiderstand haben. Diese Schaltungen kehren das Signal nicht um. Am Ausgang ist stets das gleiche Signal wie am Eingang vorhanden.

Neben den logischen Verknüpfungen gibt es in der digitalen Elektronik auch

Schaltungen, mit denen ein Signal gespeichert werden kann. Solche Schaltungen „merken“ sich ein zugeführtes Signal auch nach dessen Rückgang. Die Speicherschaltung wird elektronisch durch einen bistabilen Multivibrator (Flip-Flop) realisiert. Der Flip-Flop speichert das Eingangssignal und untersetzt die Anzahl der Eingangsimpulse im Verhältnis 2:1. Durch Reihenschaltung mehrerer Flip-Flop-Kreise kann man weitere Untersetzungen mit der Grundzahl 2 erhalten, so daß man zum Beispiel mit zwei Flip-Flop eine Gesamtuntersetzung von 4:1 und mit vier Flip-Flop eine solche von 16:1 erreichen kann. Auf dieser Tatsache beruht auch das elektronische Zählen, bei dem als Grundlage das binäre Zahlensystem mit der Grundzahl 2 verwendet wird.

Da digitale Schaltungen grundsätzlich nur bei definierten Spannungssprüngen von „O“ nach „L“ beziehungsweise umgekehrt einwandfrei arbeiten, benötigt man schließlich noch Impulsformer, wenn es sich um die Verwertung stetig veränderbarer Eingangssignale handelt. Solche Impulsformerschaltungen sprechen sprunghaft an, wenn das Eingangssignal ein bestimmtes am Impulsformer eingestelltes Niveau über- oder unterschreitet.

## FT BASTEL-ECKE

### Thyristorsteuerung für die Drehzahlregelung kleiner Universalmotoren und für Beleuchtungsregelungen

Mit Hilfe eines Thyristors läßt sich unter anderem auch eine einfache Phasenanschnittsteuerung aufbauen, die man zum Beispiel zur leistungsabhängigen Drehzahlregelung eines Einphasen-Universalmotors (Bohrmaschinen, Wickel- und Nähmaschinen oder dergleichen) oder auch zur Beleuchtungsregelung in Räumen einsetzen kann. Aus der Einphasen-Wechselspannung wird dabei nur der jeweils erforder-

werden kann. Ohne Kühlung ist die Schaltung für Leistungen bis etwa 260 W zu verwenden, mit ausreichender Kühlung der Bauelemente – insbesondere des Thyristors (Thyristor montiert auf einem Kühlblech 100 mm × 100 mm × 2 mm oder auf einem kleinen entsprechenden Spezialkühlkörper) – für Leistungen bis zu etwa 550 W.

Die Hauptgruppen der zwischen der zu regelnden Last  $R_{Last}$  und dem Netz ein-

nierte Stromrichtung sorgt. Um den Thyristor  $Th1$  zu zünden, müssen jedoch noch weitere Voraussetzungen erfüllt werden:

1. An seiner Anode ist eine gegen die Kathode positive Spannung erforderlich.
2. Dem Gate (Steuerelektrode des Thyristors) muß eine Steuerspannung  $\geq 3V$  gegen Kathode zugeführt werden.

Aufgebaut wird die Steuerspannung durch die aus den Transistoren  $T1$  und  $T2$  gebildete Zündschaltung. Mit Hilfe des veränderbaren RC-Gliedes  $R2, R3, C2$  läßt sich die Phasenverschiebung zwischen Emittor von  $T1$  und Verbindungspunkt von  $R4, R5$  einstellen. Dadurch kann die Zündung des Thyristors je nach der Einstellung von  $R2$  in jeder Sinushalbwelle zwischen 25 und 170 Grad erfolgen. Je nach Verwendung

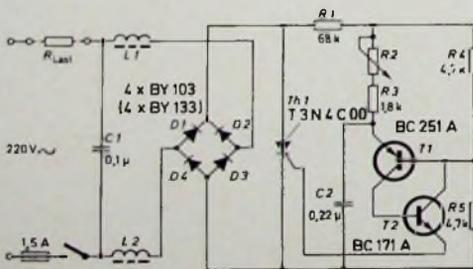


Bild 1: Schaltung der Thyristor-Phasenanschnittsteuerung

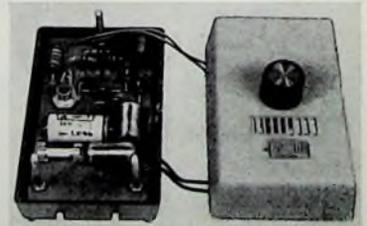


Bild 2: Ansicht des mit dem Bausatz aufgebauten Geräts

liche Anteil der Sinuswellen herausgeschnitten (bei großem Leistungsbedarf ein großes Stück, bei geringem Leistungsbedarf ein entsprechend kleineres Stück der Halbwellen).

ITT Schaub-Lorenz entwickelte hierfür eine Schaltung nach Bild 1, für die auch ein Bausatz (komplett mit allen Zubehörteilen einschließlich Gehäuse: 33,80 D-Mark) über Schaub-Lorenz, 7530 Pforzheim, Postfach 1570, bezogen

zufügend Schaltung sind der aus vier Siliziumdioden BY 103 oder BY 133 bestehende Brückengleichrichter mit Thyristor  $T3N4C00$ , die Zündschaltung für den Thyristor und schließlich die Funkenstörung

Der Thyristor  $Th1$  kann nur in einer Richtung leitend werden. Am Eingang der Schaltung liegt der aus den Dioden  $D1, D2, D3, D4$  gebildete Brückengleichrichter, der für die genau def-

der Schaltung sollte  $R2$  einen Wert von etwa 50 kOhm bis 500 kOhm haben (linear oder logarithmisch).

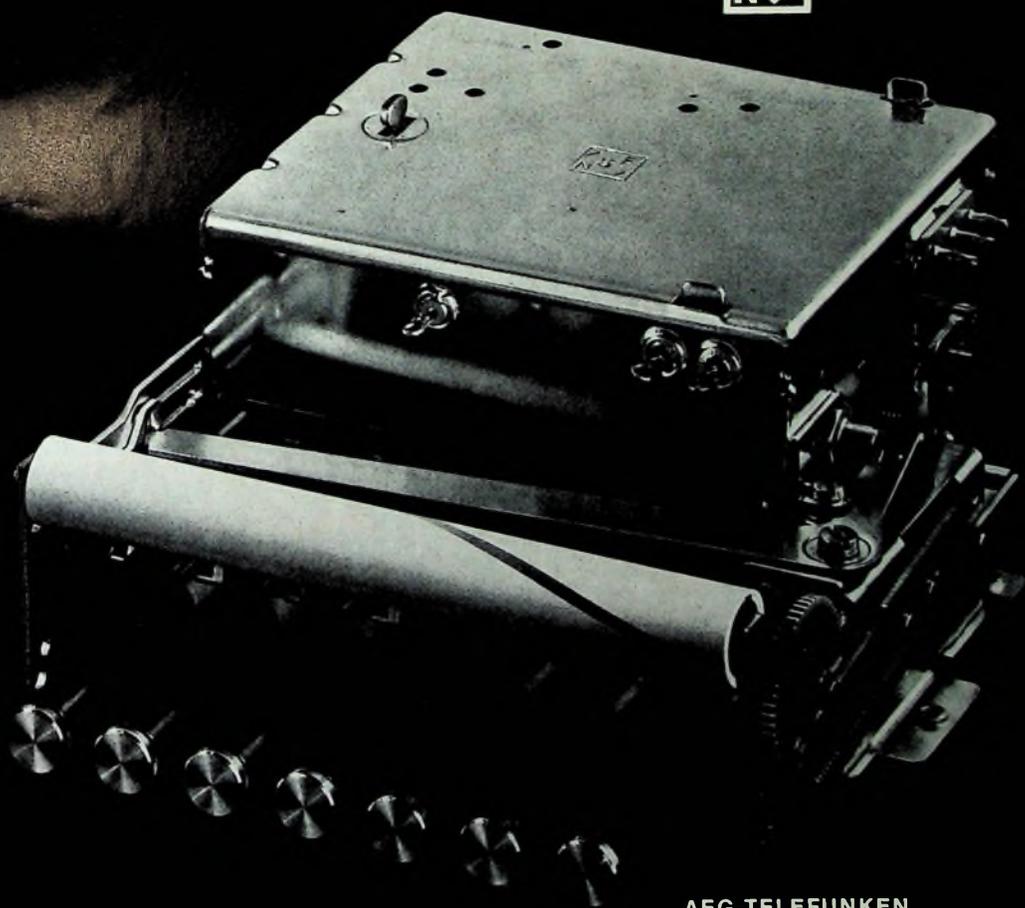
Die Entstörkette wird aus  $L1, L2$  und  $C1$  gebildet. Ohne diese Entstörglieder könnten sich Störungen, die durch die steilen Flanken der angeschnittenen Halbwellen hervorgerufen werden, in der Nachbarschaft bis in den MHz-Bereich hinein bemerkbar machen.

(nach Schaub-Lorenz-Unterlagen)

**Seine Vergangenheit war erfolgreich.  
Seine Gegenwart ist erfolgreich.**

**Seine Zukunft wird garantiert nicht  
anders aussehen.**

Das Herz eines Fernsehers muß robust und leistungsfähig sein — der NSF-Drei-Transistor-Tuner ist es. Das Herz eines Fernsehers muß ausgereift und preiswert sein — der NSF-Drei-Transistor-Tuner ist es. Das Herz eines Fernsehers soll reparabel und kompatibel sein — der NSF-Drei-Transistor-Tuner ist es. Jetzt wissen Sie, warum die Zukunft des NSF-Drei-Transistor-Tuners nicht anders aussehen kann als seine Vergangenheit und Gegenwart.



**AEG-TELEFUNKEN**



# Der Oszillograf in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 24 (1969) Nr. 7, S. 259

## 3.6. Oszillogramme beim Farbträgeroszillator

Bild 76 zeigt einen Farbträgeroszillator mit angeschlossenem PAL-Schalter. Am Meßpunkt 308 erhält man das Oszillogramm der sinusförmigen Spannung des Oszillators. Die zugehörige Frequenz wird durch die Reaktanzröhre V303 beeinflusst. An ihrer Anode entsteht ebenfalls ein interessantes Oszillogramm, in dem bereits der Phasenwechsel zu erkennen ist. Der Farbträgeroszillator steuert den rechts dargestellten PAL-Schalter mit den Dioden Gr 316, Gr 315. An diesen Dioden stellt man eine Rechteckspannung fest, deren Dächern die Farbträgerspannung überlagert ist. Diese Rechteckspannung stammt vom Schaltimpulsgeber, auf den wir noch zurückkommen werden. Der Oszillograf eignet sich also, wie wir sehen, zur Überwachung des PAL-Schalters, da er deutlich die einzelnen Schaltimpulse zeigt. Selbstverständlich kann man noch an anderen Stellen der Schaltung oszillografieren, um zum Beispiel die richtige Arbeitsweise der Reaktanzstufe überwachen zu können.

Im Bild 76 unten ist nochmals der schon vom Bild 75 bekannte Teil des Tastimpulformers und des getasteten Verstärkers dargestellt. Wir sehen hier das Oszillogramm der Farbart-Signalspannung, mit der die Basis des Transistors T 301 angesteuert wird. Deutlich sind der Bildinhalt sowie der Burst zu sehen. Hinter dem Kondensator C 306 ergibt sich naturgemäß ein anderes Oszillogramm, und am Kollektor von T 301 erscheinen die schon vom Bild 75 her bekannten ausgestasteten Burstimpulse. Sie steuern im Bild 75 den Killer-Diskriminator. Gleichzeitig dient aber auch die Spule L 311 zur Steuerung des Phasendiskriminators, der seinerseits den Referenzträgeroszillator über die Reaktanzröhre beeinflusst. Auch an den beiden Dioden des Phasendiskriminators kann man oszillografieren und dort die Schwankungen erkennen, die durch den Burst verursacht werden. Am Emitter von T 301 entsteht, wie das eingetragene Oszillogramm zeigt, eine ins Negative verlaufende Sägezahnspannung, die mit dem Burst synchron verläuft. Zum Rücklauf dieser Spannung gehört jeweils ein Burstsignal.

Selbstverständlich muß auch in diesen Schaltstufen der Oszillograf hinreichend genug auflösen, da recht hohe Frequenzen auftreten.

## 3.7. Konvergenzteil

Sowohl im Vertikal- als auch im Horizontalkonvergenzteil (dynamisch) treten zahlreiche interessante Oszillogramme auf, die das Einstellen dieser wichtigen Einheiten außerordentlich erleichtern. So zeigt Bild 77 die Schaltung für die dynamische Vertikalkonvergenz. Die einzelnen Punkte, an die man den Oszillografen anschließen muß, sind genau wiedergegeben. Es handelt sich teils um Impulse, teils um sägezahnförmige Spannungen, die zueinander addiert werden und verschiedentlich zu anderen Kurvenformen führen.

Nur wenn diese Oszillogramme stimmen, arbeitet die Konvergenz in vertikaler Richtung einwandfrei. Der Oszillograf muß selbstverständlich mit der Vertikalfrequenz synchronisiert sein, wenn man diese Bilder auf dem Leuchtschirm stehend wiedergeben will. Auch hier bedient man sich zweckmäßigerweise der Zwischenschaltung eines Tastkopfes, um die teilweise recht hochohmigen Meßpunkte nicht unnötig zu belasten.

Im Bild 78 ist die Schaltung des horizontalen Konvergenzteils dargestellt. Man unterscheidet hier zwischen impuls-

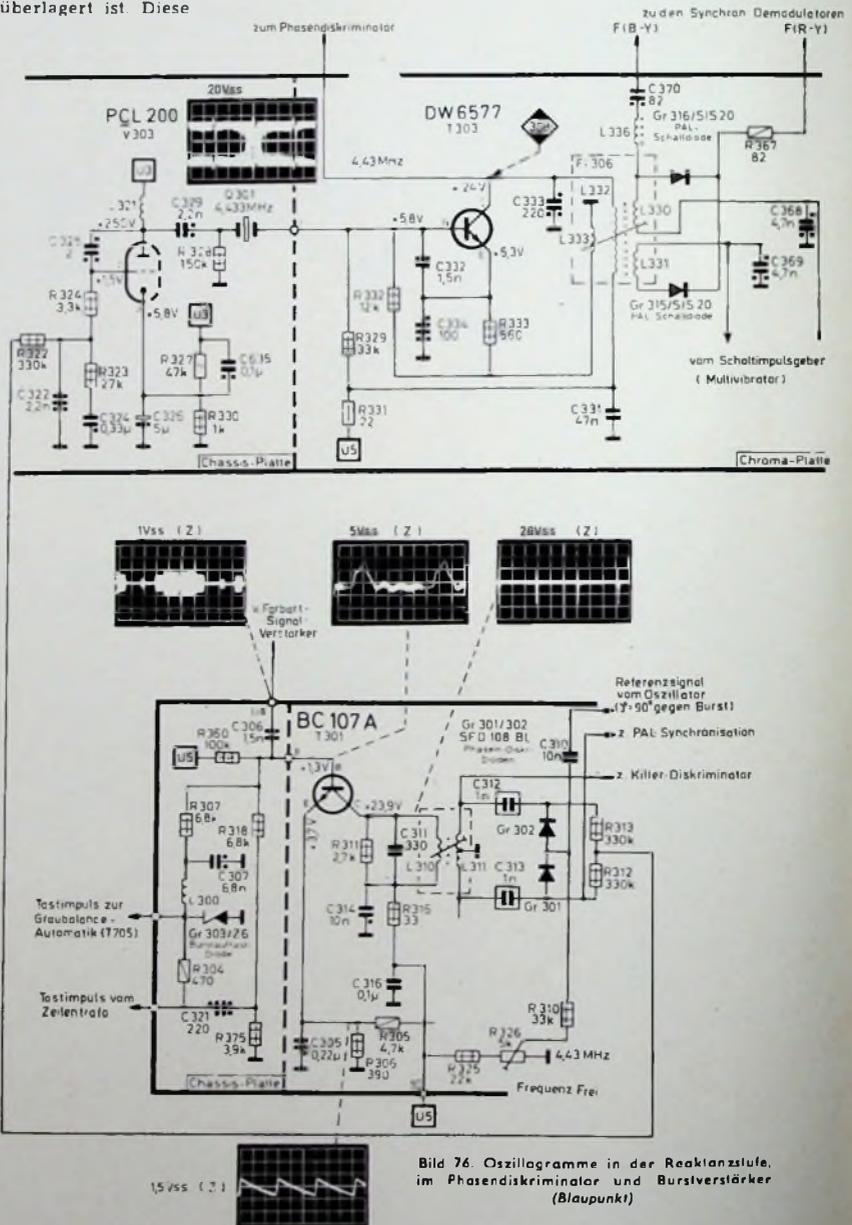


Bild 76. Oszillogramme in der Reaktanzstufe, im Phasendiskriminator und Burstverstärker (Blaupunkt)

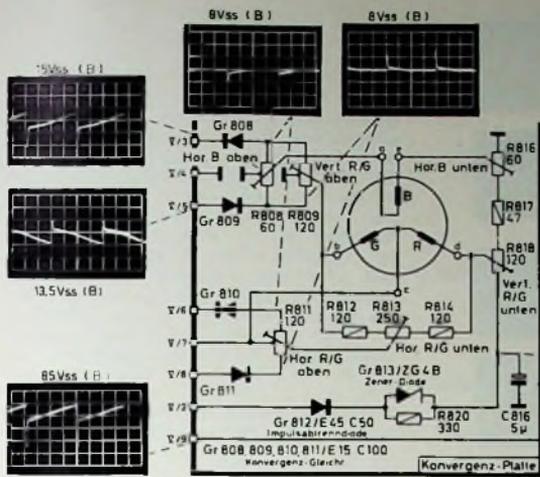


Bild 77. Oszillogramme in der dynamischen Vertikalkonvergenzschaltung (Blaupunkt)

artigen Spannungen, nahezu sinusförmigen Spannungen und sägezahnförmig verlaufenden Spannungen, die an den einzelnen Spulen beziehungsweise den zugehörigen Widerständen auftreten. Es werden nicht nur Spannungen, sondern auch Ströme oszillografiert, wie die Bezeichnungen an den Oszillogrammen aussagen. Will man die Ströme aufnehmen, so muß man in die betreffenden Leitungen kleine Meßwiderstände schalten, an denen ein Spannungsabfall auftritt, der dann oszillografiert werden kann. Wichtig ist immer, wie schon öfter erwähnt, daß diese Meßwiderstände klein gegenüber den eigentlichen Arbeitswiderständen sein müssen, damit keine Fehler auftreten.

### 38 Oszillogramme bei den PAI.-Stufen

Die PAL-Stufen sind einer oszillografischen Untersuchung besonders gut zugänglich, weil hier sehr viele impulsförmige Vorgänge eine Rolle spielen. Bild 79 zeigt den PAL-Synchronimpulsverstärker, den 7,8-kHz-Oszillator sowie den PAL-Schaltimpulsgeber. Die Diode Gr 301 kennen wir bereits aus Bild 76 und wissen, daß man dort eine Burstspannung abgreifen kann. Dadurch entsteht ein Sägezahn an Gr 301, der nun über ein RC-Glied zum Gitter der PAL-Synchronimpulsverstärkerröhre gelangt. Dieses Oszillogramm kann man sowohl am Gitter als auch an der Anode messen; es erscheint an der Anode in umgekehrter Phasenlage. Der richtige Verlauf dieses Oszillogramms ist wichtig, damit der darauffolgende 7,8-kHz-Oszillator einwandfrei synchronisiert werden kann. Der Spannungsverlauf an der Basis des zugehörigen Transistors T 306 ist ebenfalls angegeben. Die zwischen dem Synchronimpulsverstärker und dem Oszillator liegenden RC-Glieder dienen zur Ausiebung von Störimpulsen, so daß der Oszillator einwandfrei synchronisiert werden kann. Mit dem Oszillogramm kann man gut beurteilen, ob die Ausiebung dieser Störspannungen ausreichend erfolgt.

Nunmehr gelangt die Spannung des Oszillators über eine Diode zum PAL-Schaltimpulsgeber. Er liefert eine Rechteckspannung, die man zur Steuerung des PAL-Schalters nach Bild 76 benötigt. Wie man aus den Oszillogrammen im Bild 79 erkennt, tritt am Kollektor von T 306 zunächst eine sinusförmige Spannung mit halber Zeilenfrequenz auf. Hinter der Diode Gr 314 ergibt sich bereits eine Überlagerung dieser Sinusspannung mit einer Rechteckspannung, die auf das Arbeiten des Schaltimpulsgebers zurückzuführen ist. Dieser Schaltimpulsgeber erhält außer der 7,8-kHz-Spannung noch einen Tastimpuls aus dem Horizontaltransformator, um ein eindeutiges Arbeiten zu gewährleisten. Dieser Tastimpuls muß in einer bestimmten Phasenlage zu der mit halber Zeilenfrequenz auftretenden Spannung stehen. An dieser Stelle ist also wieder ein Zweifachoszillogramm nützlich, damit man die Zuordnung eindeutig erkennt.

Von Interesse sind weiterhin die Oszillogramme an den Kollektoren der Transistoren T 307 und T 308, an denen die von diesem bistabilen Multivibrator erzeugten Rechteckspannungen auftreten. Man beobachtet sie ebenfalls zweckmäßigerweise in einem Zweifachoszillogramm, um die richtige

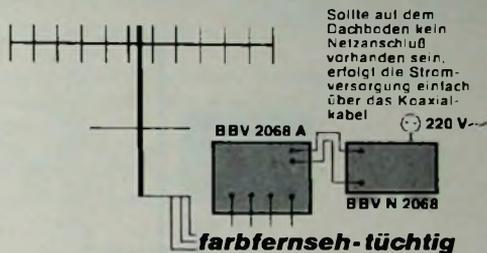
## Diamantklare Fernsehbilder im 1., im 2. und im 3. Programm.

Jetzt durch einen einzigen Antennenverstärker - durch den neuen Universal-Breitbandverstärker 2068 von FTE maximal.

Denn der neue Universal-Breitbandverstärker 2068 von FTE maximal - also ein einziges Gerät - verstärkt jetzt sämtliche Frequenzbereiche von 47-860 MHz.

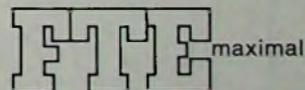
Und er erzielt dabei höchste db-Werte:

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



- Das Ergebnis: Diamantklare Fernsehbilder im 1., im 2. und im 3. Programm. Selbst noch im 10. Programm, wenn es mal eines geben sollte.
- Und die Montage? Schnell und einfach. Nur noch das Koax und das Netzgerät anschließen, fertig. Ohne Meßgeräte. Ohne Einstellen einzelner Kanäle.
- Und wie gesagt: Diamantklare Fernsehbilder im 1., 2. und im 3. Programm. Jetzt durch einen einzigen Antennenverstärker.

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



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

FTE maximal, 7130 Mühlacker, Postfach 346

Schicken Sie mir bitte kostenlos und unverbindlich Ihre aktuelle Prospektmappe „Der Fachhandel braucht problemlose Produkte...“

Informieren Sie mich bitte auch über Ihr weiteres Programm.

Name \_\_\_\_\_

Postleitzahl/Ort \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

335

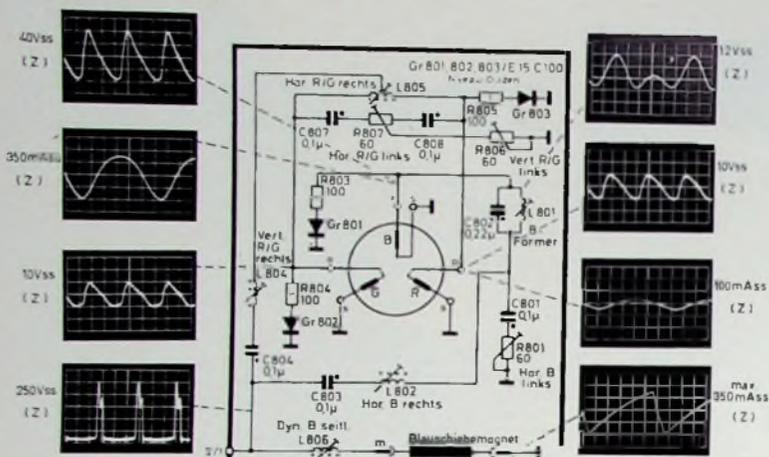


Bild 78 Oszillogramme in der dynamischen Horizontalankerschaltung (Blaupunkt)

Phasenzuordnung zu erkennen. Diese ist wichtig, damit der angeschlossene PAL-Schalter (Bild 76) einwandfrei arbeitet. Wenn man sich ein wenig in die hier dargestellten Oszillogramme hineindenkt, erkennt man sofort ihre große praktische Bedeutung sowohl zum Verständnis der Gesamtschaltung als auch für den Service.

3.9 Oszillogramme bei Synchrondemodulatoren  
 Bild 80 zeigt die Schaltung der Synchrondemodulatoren. Diese dienen zur Erzeugung der videofrequenten Farbdifferenzsignale, die eine Bandbreite von etwa 1,3 MHz aufweisen. Dazu wird den Seitenbändern, die vom Laufzeitdemodulator stammen, eine Hilfsspannung aus dem Farbrägeroszillator zugeführt. Diese Hilfsspannung kann man mit einem genügend leistungsfähigen Oszillografen darstellen. Ferner interessieren die Oszillogramme an den Demodulatordioden, vor allem jedoch die Ausgangsspannungen, deren Oszillogramme im Bild 80 dargestellt sind. Man sieht hier deutlich, wie sich das eine vom anderen Farbdifferenzsignal in seiner Form deutlich unterscheidet; hier erfolgt ja die exakte

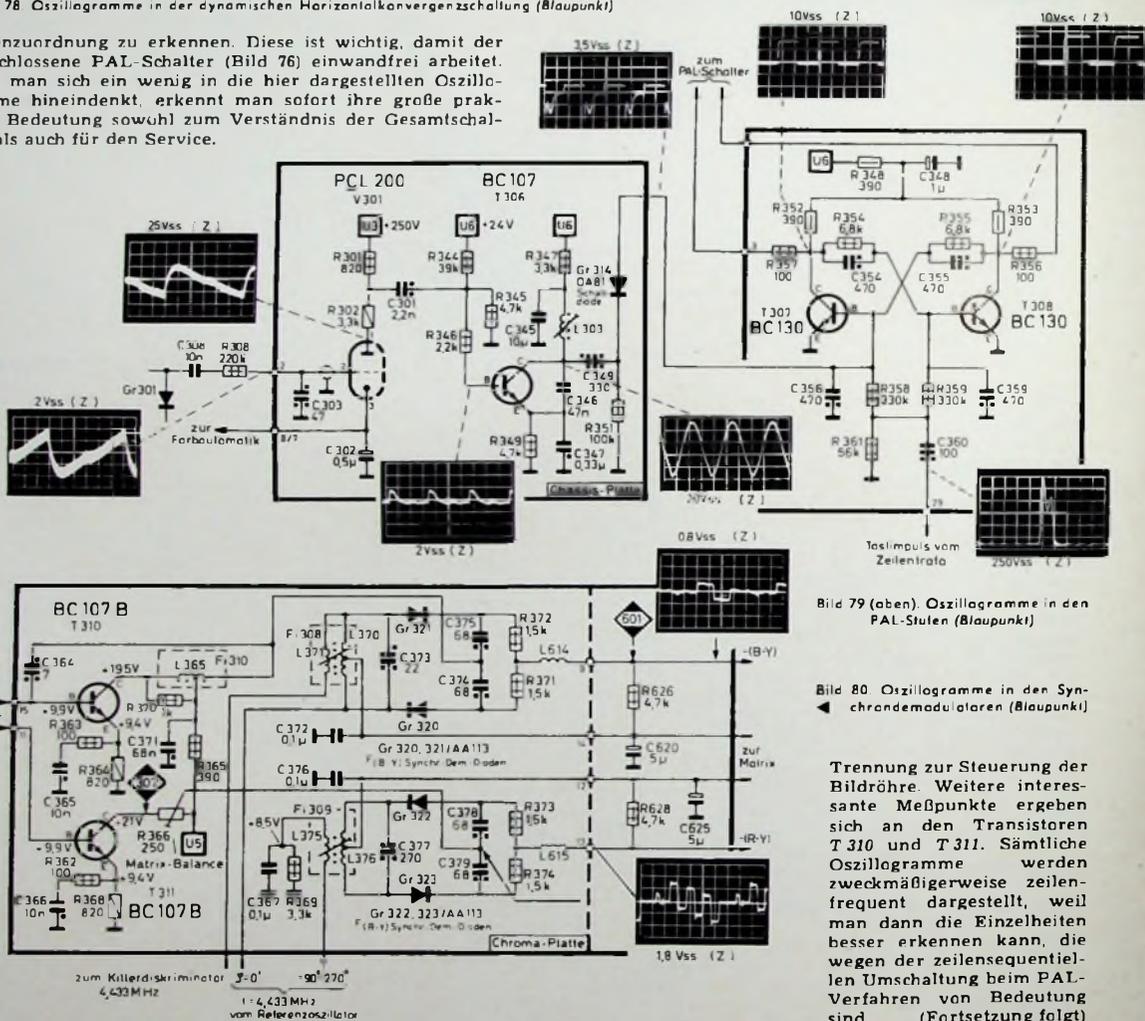


Bild 79 (oben). Oszillogramme in den PAL-Stufen (Blaupunkt)

Bild 80 Oszillogramme in den Synchrondemodulatoren (Blaupunkt)

Trennung zur Steuerung der Bildröhre. Weitere interessante Meßpunkte ergeben sich an den Transistoren T 310 und T 311. Sämtliche Oszillogramme werden zweckmäßigerweise zeilenfrequent dargestellt, weil man dann die Einzelheiten besser erkennen kann, die wegen der zeilensequentiellen Umschaltung beim PAL-Verfahren von Bedeutung sind (Fortsetzung folgt)



# EDV-Technik

Warum strebsame  
Nachrichtentechniker  
Radartechniker  
Fernsehtechniker  
Elektromechaniker

ihre Zukunft in der EDV sehen

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

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

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

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

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

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

## UNIVAC

Elektronische Datenverarbeitung

### RIM+ GÖRLER

HF/NF-Baugruppen

nach dem letzten Stand der Technik für Werkstätten - Labors - Amateure

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

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

Schutzgebühr DM 3,50; Nachh. Inland DM 5,20

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

8 München 15 • Postfach 275

Tel. 55 72 21 - FS 05-28 166 rarim-d

### Preiswerte Halbleiter



AA 116	DM - ,50
AA 117	DM - ,55
AC 122 gn	DM 1,26
AC 161 V	DM 1,80
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,95
AF 118	DM 3,36
BC 107 A:B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108 A:B;C	DM 1,10 10/DM 1,—
BC 109 B;C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM - ,95
BF 116	DM 3,20 10/DM 3,—
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,40
2 N 708	DM 1,65 10/DM 1,55
2 N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2 N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2 N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2 N 3702	DM 1,80 10/DM 1,60

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

**M. LITZ** elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Postfach 66

## Erfolg mit

### AEG



Für die Leitung einer größeren Werkstatt suchen wir einen erfahrenen

## Rundfunk- und Fernsehmeister

Für unsere Werkstätten stellen wir

## Rundfunk- und Fernsehtechniker

ein.

Interessierte Bewerber bitten wir, sich mit uns schriftlich in Verbindung zu setzen oder uns unter (07 11) 33 78 81 anzurufen.

## AEG-TELEFUNKEN

Büro Stuttgart  
Abt. Kundendienst  
7 Stuttgart-Wangen  
Ulmer Str. 210

### TUNER und CONVERTER

UT 83 Trans.-Tuner AF 239/139 mit Balunratra St 29,50 3 St. a 27,27 10 St. a 25,—

UT 60 Hopt.-Trans.-Einbau-Converter mit Ein- u. Ausg.-Symm.-Glied u. Schaltung AF 239/139 St. 29,50 3 St. a 27,27 10 St. a 25,—

ETC 19 A Trans.-Schnelleinbau-Converter AF 239, AF 139, anschließbar, verdrahtet mit Abdeckplatte, Antrieb u. sämtlichen Steckverbindungen St. 34,25 3 St. a 33,—

UC 340 Trans.-Converter in elegantem Gehäuse, Linearskala AF 239/139, Maße: 170x130x60 mm St. 53,40 3 St. a 50,50 10 St. a 48,25

UK 8 Orig.-Telef.-Einbau-Converter EC 86, EC 88, Feintrieb m. Ein- u. Ausg.-Symm.-Glied u. Heizratra für leichten Einbau 25,50

Orig.-Siemens-Valva-Transistoren 1. Wahl, gestampelt

AF 139 1 St. 2,75 10 St. a 2,45  
AF 239 1 St. 2,95 10 St. a 2,65

Vers. p. Nachh. ab Lager. Auflräge unter 25,—, Aufschlag 2 — Preise zuzüglich 11% Mehrwertsteuer.

Conrad 8452 Hirschau Fach FT 16  
Ruf 0 96 221 2 25 Anrufbeantworter

## Kaufgesuche

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

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

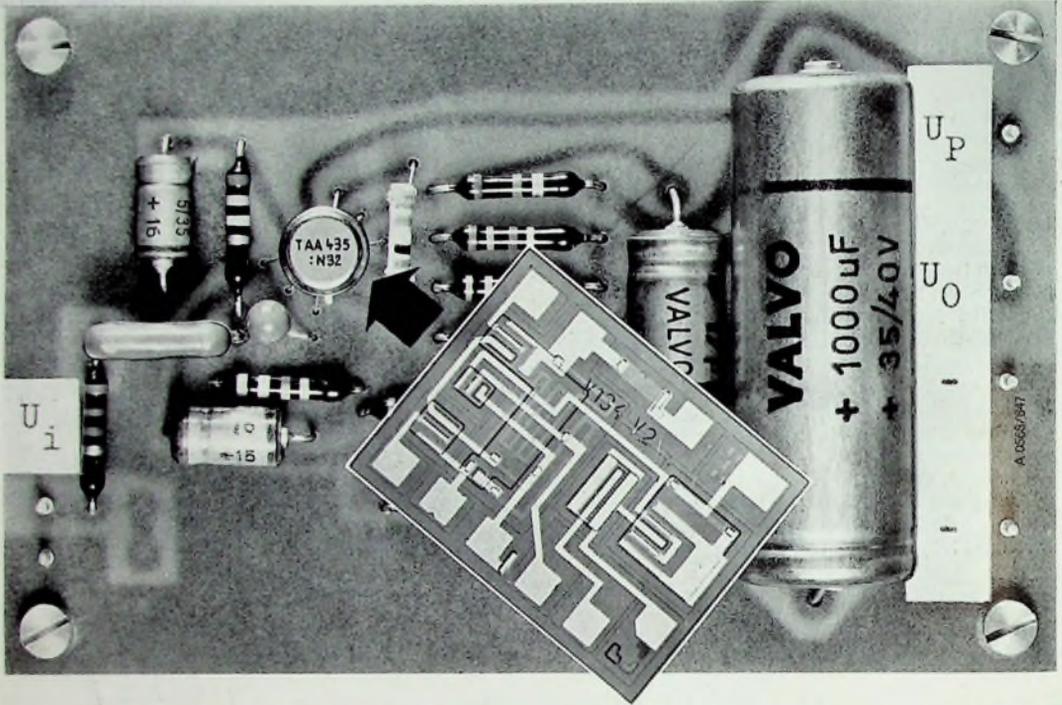
Hans Kaminsky  
8 München-Solln  
Spindlerstraße 17

Labor-Meßinstrumente aller Art, Charlottenburger Motoren, Berlin 30

10020

E.-Thälmann-Str.56

**VALVO**  
Bauelemente für  
die gesamte Elektronik



## Lineare Integrierte Schaltungen

### TAA 435

Die monolithische integrierte Schaltung TAA 435 erfüllt die Funktion einer Vor- und Treiberstufe zur Ansteuerung einer komplementären Gegentaktendstufe mittlerer Leistung.

#### Kurzdaten:

bei  $U_p = 14V$ ,  $\theta_U = 25^\circ C$

#### Ausgangsleistung

bei  $k_{ges} = 10\%$   $P_o \cong 4W$

#### Spannungsverstärkung

$v_u \cong 80 dB$

#### Breitbandrauschzahl

( $f = 60 Hz \dots 10 kHz$ ,

$R_g = 5 k\Omega$ )  $F = 6 dB$

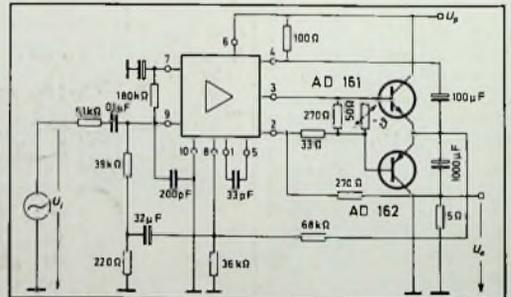
Umgebungstemperaturbereich  $\theta_U = -25^\circ C \dots +80^\circ C$

#### Metallgehäuse

TO-74 (10 Anschlüsse)

Die Speisespannung  $U_p$  darf in einem Bereich von 10...18V schwanken

In dem hier abgebildeten Schaltungsvorschlag ist sie mit einer Endstufe kombiniert worden, bestehend aus AD 161/162, deren Ausgangsleistung mehr als 4W beträgt.



NF-Leistungsverstärker mit TAA 435 und AD 161/162



VALVO GmbH Hamburg