

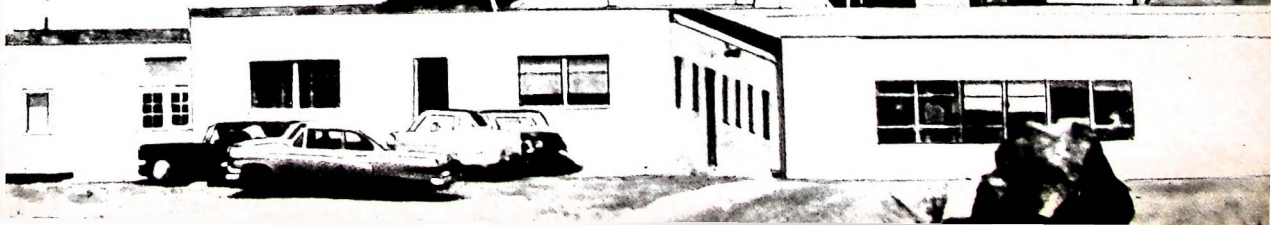
BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

15 | 1965 +

1. AUGUSTHEFT



**Im August**

noch vor Beginn der Deutschen Funkausstellung 1965 · Stuttgart

**erscheint das**



Herausgegeben  
vom Verband Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fach-  
großhändler (VDRG) e. V.

Bearbeitet von der Redaktion der FUNK-TECHNIK

# HANDBUCH DES RUNDfunk- UND FERNSEH- GROSSHANDELS

**1965/66**

Der Katalog enthält auf annähernd 500 Seiten technische Daten, Abbildungen und, soweit kartellrechtlich zugelassen, auch Preisangaben für Geräte nachstehend aufgeführter Gruppen:

Fernseh-Empfänger  
Fernseh-Kombinationen  
Rundfunk-Tischempfänger  
Kombinierte  
Rundfunk-Empfänger  
Koffer-Empfänger  
Taschen-Empfänger  
Auto-Empfänger

Omnibus-Empfänger  
Zerhacker  
Wechselrichter  
Wechselgleichrichter  
Phonogeräte  
Tonabnehmer  
Phonomöbel  
Tonbandgeräte

Tonbänder  
Spulen und Kassetten  
Antennen  
Batterien  
Röhren  
Halbleiterdioden  
Transistoren  
Halbleitergleichrichter

Änderungen vorbehalten

Preis DM 8,50 DM je Exemplar zuzüglich 1,50 DM Versandkosten bei Voreinsendung des Betrages auf das Postscheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, BERLIN WEST 76 64

Für den Großhandel bzw. bei Großabnahme Sonderpreis

Das Handbuch 1965/66 ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch der Angehörigen der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft bestimmt

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

BERLIN-BORSIGWALDE

**Katalog-Abteilung** · Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167



## AUS DEM INHALT

1. AUGUSTHEFT 1965

gelesen · gehört · gesehen .....	572
FT meldet .....	574
Elektronik und Kommunikation .....	577
Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen und Drahtfernsehen .....	578
Europäische Raumfahrtprojekte .....	581
Praxis der Mischung bei Tonaufnahmen .....	582
Vereinfachte Schaltungsberechnung nach der Zweipoltheorie .....	585
Die Rundfunk- und Fernsehindustrie auf der IVA .....	587
Kollektorloser Gleichstrom-Kleinstmotor .....	588
Ein 2 x 8-W-Stereo-Verstärker mit UKW-Teil und Decoder .....	589
FT-Bastel-Ecke	
Mikrofonverstärker-Baustein .....	591
Meßtechnik	
Universalmessgerät mit dauergespeistem Transistorver-	
stärker und logarithmischer Anzeige .....	592
Diodennetzwerk für quadratische Gleichrichtung .....	594
Für den KW-Amateur	
Einfacher 2-m-Transverter für SSB-Kurzwellen-Sender ...	595
Internationales Bodensee-Treffen der Funkamateure ....	597
Für die Werkstatt	
Tips zur Funkentstörung im Auto .....	599
Vom Sender zum Bildschirm	
Moderne Fernsehempfangstechnik .....	600
Aus Zeitschriften und Büchern	
Einfacher Wandler zur Erzeugung einer frequenzpropor-	
tionalen Gleichspannung .....	601

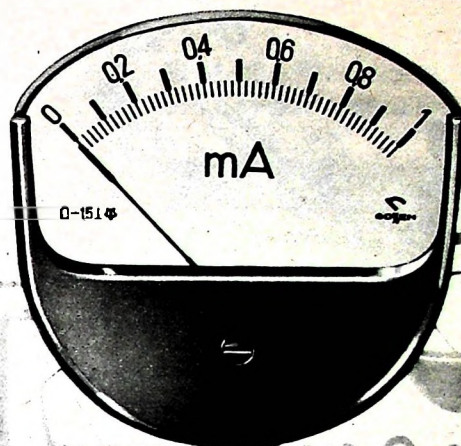
Unser Titelbild: Die Mikrowellenantenne „Haystack“ („Heuschöber“) in Tyngsboro/Mass., USA, hat einen Durchmesser von 40 m und wiegt zusammen mit ihrer Trägerkonstruktion etwa 190 t. Sie ist in einer Metallrahmenkuppel mit einem Durchmesser von 50 m untergebracht. Mit einer Antennenleistung von 100 kW kann die „Heuschöber“-Antenne noch Verbindung mit Raumschiffen in über 150 Mill. km Entfernung aufnehmen. Die Steuerung der Antenne durch einen „Univac 490“-Elektronenrechner ist eines der modernsten Beispiele der engen Verflechtung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen mit der Nachrichtentechnik im Weltraum

Werkaufnahme: Univac

Aufnahmen: Verfassers, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfassers. Seiten 570, 575, 576, 602–604 ohne redaktionellen Teil

# EM-COLORS

moderne Meßgeräte



harmonisch in  
Farbe und Form

## Meßgeräte mit vielen Vorzügen:

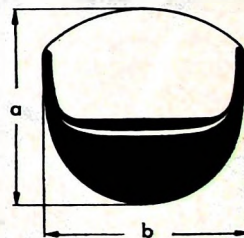
**Flutlichtgehäuse** haben schattenfreie Skalen- und erlauben ein müheloses Ablesen auch bei schwacher Beleuchtung.

**Größere Skalenbogen, größere Zahlen und größere Zeiger** als bei normalen Geräten gleicher Größe.

**7 Farben und 3 Größen** erleichtern die Wahl für jede Verwendung als Drehspul-Meßgeräte mit oder ohne Gleichrichter, für Strom- und Spannungsmessungen in Gleich- und Wechselstrom.

Maße in mm

	a	b
MM 1	44,5	44,5
MM 2	69	69
MM 3	89	89



## EM-COLORS

schon in richtiger Farbkombination das Auge und steigern die Leistung.

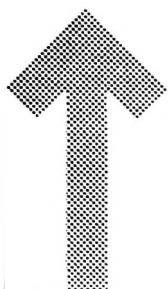
## EM-COLORS

geben durch die Leuchtkraft ihrer Farben einen vorzüglichen Kontrast zur Frontplatte.

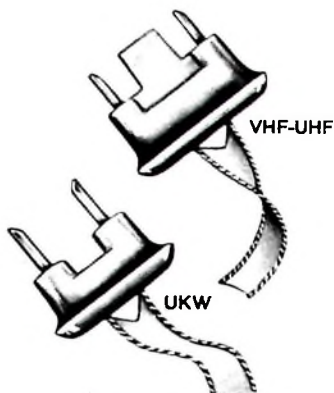


Bitte fordern Sie Angebote an!

**GOSSSEN** Erlangen/Bayern



ROKA



## ANTENNENSTECKER

*für schraub- und  
lötfreie Montage*

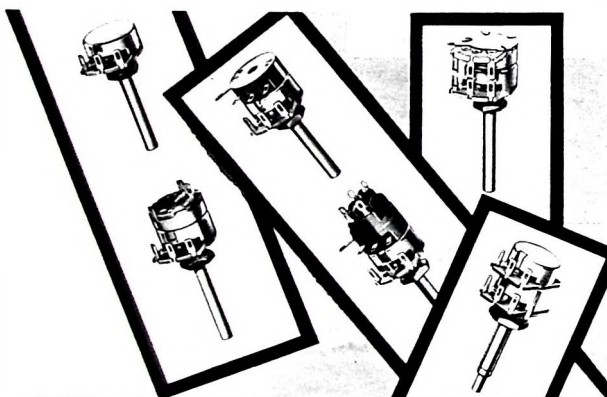


Antenne  
Erde

nach der neuen  
internationalen IEC-  
und DIN-Norm

**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNESSENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 58 36 · TELEX 018 3057

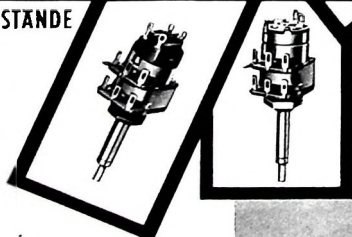


**Preh**

BAUELEMENTE

### SCHICHTDREHWIDERSTÄNDE

DRAHTDREHWIDERSTÄNDE  
STUFENSCHALTER  
STECKERVERBINDUNGEN  
KONTAKTFASSUNGEN  
DRUCK- U. SCHIEBE-TASTEN



**Preh**

ELEKTROFEINMECHANISCHE WERKE  
874 BAD NEUSTADT/SAALE · BAY.



gelesen · gehört · gesehen



### Neues Tonband-Kassetten-System

Unter der Bezeichnung „System DC International“ wird noch in diesem Jahr ein neues Tonband-Kassetten-System auf den Markt kommen. Hierbei handelt es sich um Tonband-Doppelkassetten, die eine Spieldauer von maximal zwei Stunden haben. Die Firmen Grundig, Telefunken und Blaupunkt liefern hierfür geeignete Kassetten-Tonbandgeräte, die etwa 300 DM kosten und einen sehr guten Tonumfang haben. Die ersten Geräte werden zur Funkausstellung Ende August dieses Jahres der Öffentlichkeit vorgestellt und geliefert. Zugleich liegt auch ein umfangreiches Repertoire von Tonband-Kassetten der Schallplattenmarken Telefunken, Decca und RCA Victor vor.

### Nationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme 1965 (Deutscher NWT)

Als Vertreter Deutschlands in der Fédération Internationale des Chasseurs de Son (FICS) hat der Ring der Tonbandfreunde alle deutschen Tonbandamateure zur Teilnahme am Deutschen NWT 1965 als Vorentscheidung für den internationalen Wettbewerb der besten Tonaufnahme (IWT) 1965 aufgerufen. Teilnahmeberechtigt ist jeder Tonbandbesitzer in Deutschland. Die neutrale Jury, die sich aus namhaften Vertretern der Phono-Industrie, der Fachpresse und der deutschen Rundfunkanstalten zusammensetzt, wird am 25. und 26. September 1965 im Funkhaus Hannover des NDR zusammentreten. Einsendeschluß ist der 1. September 1965. Einsendeadresse: Deutscher NWT 1965, Rechtsanwalt Dr. Ernst Weisbach, 3 Hannover, Hildesheimer Straße 73.

### Rundfunk-Stereophonie auf der IVA

Die Rundfunk-Stereophonie zählt auf der IVA zu den wichtigsten Ausstellungsthemen in der Halle 9 (s. S. 587). Die technische Einrichtung und Betreuung der gesamten Stereo-Anlagen in der Halle 9 übernahm Siemens als ortsansässige Firma.

### Urheberrecht und Tonbandstreit

Auch der Bundestag hat jetzt (ein Vermittlungsverfahren wurde inzwischen durchgeführt) das neue Urheberrecht gebilligt. Nach Inkrafttreten des Gesetzes (1.1.1966) ist zur Abgeltung urheberrechtlicher Ansprüche für Tonaufnahmen geschützter Werke eine einmalige Pau-

schalabgabe von 5% des Verkaufserlöses vom Hersteller oder Importeur von Tonbandgeräten zu zahlen. Ein weiterer Anspruch der Gema entfällt.

### 1800-W-Ela-Anlage für das Münchner Ausstellungs- und Messegelände

Anlässlich der Internationalen Verkehrsausstellung erhielt das Münchner Ausstellungs- und Messegelände ein neues, zentral arbeitendes Beschallungssystem mit 1800 W Verstärkerleistung, das von Philips entwickelt und geliefert wurde. 18 Messehallen, 2 Restaurants und das ausgedehnte Freigelände werden durch 28 Unterzentralen mit je 70 W Leistung versorgt. Die Unterzentralen können sowohl zentral gegebene Programme als auch Eigenprogramme wiedergeben. Zur Beschallung des Freigeländes dienen spezielle Größtgruppenstrahler mit einer Belastbarkeit von 100 W.

### EDV-Service in München

Die Gesellschaft für Organisation und elektronische Datenverarbeitung mbH eröffnete am 1. Juni 1965 in München einen Lohnarbeits-Service, der Lochkartenorganisationen und elektronische Datenverarbeitung für Klein- und Mittelbetriebe durchführt. Der Betrieb ist mit einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage „Gamma 10“ von Bull General Electric, zwei Sortiermaschinen für 42 000 beziehungsweise 60 000 Karten je Stunde, einem Kartendoppler mit Lochstreifenleser, einem Kartenmischer, einem Lochschriftübersetzer, drei Lochern und zwei Prüfern ausgerüstet.

### Erste Datenübertragung über „Early Bird“

Am 9. Juni 1965 erfolgte zum erstenmal eine Datenschnellübertragung von Europa nach den USA über den Satelliten „Early Bird“. Trotz der hohen Telegrafiergeschwindigkeit von 160 Zeichen je Sekunde (1200 Baud) wurde für die Übertragung nur ein normaler Fernsprechkanal benötigt, der vom Werk Pforzheim der SEL über Frankfurt - München - Satellitenbodenstation Raisting - „Early Bird“ - Andover/Maine nach New York führte. An beiden Endstellen waren je ein normaler Fernsprechapparat und ein komplettes SEL-Schnellfernschreibsystem „LO 2000“ an die Übertragungsline angeschlossen. Die Zuverlässigkeit der Übertragung war trotz des komplizierten Übertragungsweges überraschend groß: Bei 313 500 übermittelten Zeichen ergab sich eine Fehlerrate von nur  $4,25 \cdot 10^{-4}$ .





gelesen · gehört · gesehen



#### Richtfunkanlagen für Holland und Skandinavien

Von der holländischen Postverwaltung erhielt die Telefunken AG einen Auftrag für den Aufbau eines Richtfunknetzes in Holland. Hierbei werden Geräte des neuen Richtfunksystems „FM 600-TV/7400“ zum Einsatz kommen, die bis auf ein Klystron in der Sendestufe ausschließlich mit Transistoren bestückt sind und wahlweise 600 Gespräche oder ein Fernsehbild mit Ton übertragen können. Außerdem wird Telefunken im Auftrage der schwedischen und dänischen Postverwaltungen eine Richtfunkstrecke über den Öresund zwischen Malmö und Hilleröd errichten. Mit dem hier vorgesehenen System „FM 1800-TV/6000“ lassen sich entweder 1800 Gespräche oder ein Fernsehbild mit bis zu vier Tonkanälen übertragen. Da die Strecke über See führt, wird zur Erhöhung der Übertragungssicherheit Raumdiversity angewendet.

#### Diktiergerät im Taschenformat

Das neue IBM-Diktiergerät „IBM 224“ für Batterie- und Netzbetrieb zeichnet sich durch Handlichkeit (Abmessungen 15,5 cm × 12 cm × 4 cm) und geringes Gesamtgewicht (794 g) aus. Der Tonträger, eine Magnetmanschette, paßt in jedes IBM-Diktiersystem. Für die Übertragung können Fußschalter und Ohrhörer angeschlossen werden.

#### Präzisions-Festwiderstände

Höchste Konstanz und Zuverlässigkeit erreichen die von Siemens neuentwickelten Edelmetallschichtwiderstände (EMD-Widerstände). Diese Widerstände bestehen aus Hartglasröhrchen mit einer auf der Rohrinneinnenseite eingebrannten Gold-Platinschicht. Die Betriebstemperatur kann bei Dauerbetrieb im Bereich -70 bis +165°C (kurzzeitig bis +200°C) liegen.

#### „Jubiläe“-Tradition wird fortgesetzt

Trotz des allgemeinen Trends zum Stereo-Rundfunkgerät besteht noch immer eine große Nachfrage nach einfachen Mono-Geräten. Telefunken setzt deshalb die erfolgreiche „Jubiläe“-Serie fort und bringt eine neue „Jubiläe“ in konventioneller Gehäuseform mit drei Wellenbereichen (UML) auf den Markt.

#### Europa-Netzstecker für Geräte der Klasse II

Für den Export von elektrischen Geräten in das europäische Ausland werden acht verschiedene Netzsteckertypen

benötigt. Dieses Problem ist für Geräte der Klasse II mit einem Stromverbrauch von maximal 2,5 A bei 250 V jetzt durch den neuen Europa-Netzstecker „BB 6706“ (im Vertrieb der Granus Werke) gelöst, der sich in jede Steckdose einführen läßt und dabei sehr guten Kontakt gibt. Der angespritzte Netzstecker wird mit verschiedenen Kabelausführungen geliefert und ist bereits in vielen europäischen Ländern zugelassen, in denen die Vorschriften der CEE-Kommission gelten.

#### Elektronische Morse-Schreibmaschine

Die elektronische Morse-Schreibmaschine „Keymaster 650“ der fast electronic, Bensberg-Frankenforst, ermöglicht es auch Personen, die nicht als Funker ausgebildet sind, Telegrafiebetrieb durchzuführen. Das kann erforderlich sein, wenn mit Funkstationen kleiner Leistung, zum Beispiel auf kleinen Schiffen, größere Entfernungen überbrückt werden müssen oder wenn der ausgebildete Funker plötzlich ausfällt. Die Gegenstation kann dagegen meistens in Telefonie antworten, da sie im allgemeinen über leistungsfähige Sender verfügt. Der „Keymaster 650“ ist mit einer Schreibmaschinentastatur ausgerüstet



und gibt bei Betätigung einer Taste das entsprechende Morsezeichen über ein Reed-Kontakt-Relais ab. Die Telegrafiergeschwindigkeit läßt sich zwischen 20 und 200 Zeichen je Minute stetig regeln. Ein eingebauter 1000-Hz-Generator ermöglicht das Mithören des Morsezeichens über Kopfhörer.

#### Trimmerkondensatoren aus Glasrohr

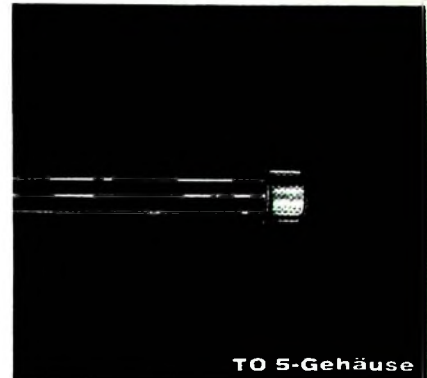
Mit Hilfe eines neuartigen Verfahrens gelang es dem Jenaer Glaswerk Schott & Gen., Mainz, Glasrohr mit einer Unrundheit des Innendurchmessers von maximal 2 µm herzustellen. Dieses Glasrohr ermöglicht den Bau von Präzisions-Trimmerkondensatoren, die in elektrischer und mechanischer Hinsicht höchsten Anforderungen genügen. Das vorläufige Typenprogramm umfaßt Einfach-, Doppel- und Differentialtrimmer.



DITRATHERM

BF 140

NPN - SILIZIUM -  
PLANAR-TRANSISTOR



#### Wofür eignet sich der Typ BF 140?

Der BF 140 ist für den Einsatz als Video-Verstärker entwickelt worden. Im Gegensatz zu seinem bekannten Vorgänger BF 108 ist der BF 140 in Planar-Technik aufgebaut.

#### Charakteristikum

Der BF 140 zeichnet sich aufgrund der Tatsache, daß er in Planar-Technik aufgebaut ist, durch besonders große Zuverlässigkeit aus. Die hohe Kollektor-Emitter Spannung ( $U_{CE}$  > 135 V) ermöglicht Steuerspannungen für die Bildröhre von 90 bis 110 V.

#### Weitere Daten:

$P_{tot}$	max	0,8 Watt
$h_{21E}$	min	20
$f_T$	min	40 MHz
$C_{22b}$	max	3 pF



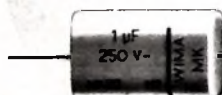
DITRATHERM

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE TORK & CO.-KG  
8300 LANDSHUT / BAYERN  
Ludmillastraße 23-25 · Postfach 588/89 · Telefon 3085

## WIMA-MKS



## WIMA-MKB



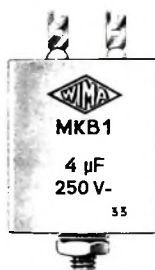
**Metallisierte Kunststoff-Kondensatoren.**

**Spezialausführung für Leiterplatten in rechteckigen Bauformen mit radialen Drahtanschlüssen.**

**Vorteile:**

- Geringer Platzbedarf auf der Leiterplatte.
  - Exakte geometrische Abmessungen.
  - Genaue Einhaltung des Rastermaßes.
  - Kein Vorbiegen der Drähte vor dem Einsetzen in Leiterplatten.
  - Unempfindlich gegen kurzzeitige Überlastungen durch Selbstheileneffekt.
  - HF-kontaktsicher und induktionsarm.
  - Verbesserte Feuchtesicherheit
- Betriebsspannungen:**  
250 V- und 400 V-;  
 $U_N = 100$  V- in Vorbereitung.

## Moderne Bauelemente für die Elektronik



**Metallisierte Kunststoff-Kondensatoren in Becherausführung.**

Mit hohem konstantem Isolationswiderstand und bisher unerreicht kleinen Bauformen bei größeren Kapazitätswerten.

**Zwei Ausführungen:**

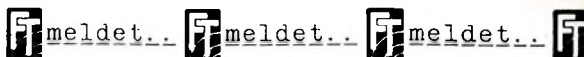
**MKB 1:** Im rechteckigen Alu-Becher mit Lötösen und Schraubbolzenbefestigung. Gießbarverschluß.

**MKB 2:** Mit axialen Anschlußdrähten im ovalen Alu-Becher.

**Betriebsspannungen:** 250 V- (bis 16 µF) und 400 V- (bis 6 µF).

**Prospekte über unser gesamtes Fabrikationsprogramm auf Anfrage.**

**WIMA WILH. WESTERMANN**  
SPEZIALFABRIK F. KONDENSATOREN  
68 MANNHEIM POSTFACH 2345



### Ton- und Fernseh-Rundfunk-genehmigungen

Die Anzahl der Fernseh-Rundfunkgenehmigungen im Bundesgebiet und West-Berlin erhöhte sich im Juni 1965 um 55 419 (Vormonat: 65 506, gleicher Vorjahresmonat: 51 367) auf 10,755 Millionen am 1. Juli 1965. Gleichzeitig nahm die Anzahl der Ton-Rundfunkgenehmigungen um 10 108 (Vormonat: 20 404, gleicher Vorjahresmonat: 9934) auf 17,693 Millionen zu.

### Technisch-Photographischer Kongreß

Unter dem Leitgedanken „Photographie hilft der Technik“ werden die Deutsche Gesellschaft für Photographie (DGPh) und der VDI gemeinsam während der nächsten „photokina - Weltmesse der Photographie“ (1.-9. Oktober 1966) in Köln den „1. Internationalen Kongreß für Photographie und Film in Industrie und Technik“ veranstalten. Führende Fachleute werden neue Methoden der Anwendung von Photo und Film in Forschung, Entwicklung und Produktion vorstellen. Gleichzeitig wird in einer Sonderschau gezeigt, wie sich diese neuen Verfahren in der Praxis einsetzen lassen.

### Jahrestreffen der Verfahrens-Ingenieure verlegt

Das Jahrestreffen 1965 der Verfahrens-Ingenieure in Nürnberg wird auf die Zeit vom 17. bis 20. Oktober 1965 verlegt. Auskünfte erteilt die Geschäftsstelle der Verfahrenstechnischen Gesellschaft im VDI, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10250.

### 25 Jahre Telefonen Radiotécnica Ibérica

Die Telefonen Radiotécnica Ibérica S.A. in Madrid konnte jetzt ihr 25jähriges Bestehen feiern. In der mit modernen Produktionseinrichtungen ausgestatteten Fabrik des Unternehmens werden Rundfunk- und Fernsehgeräte für den spanischen Markt und für den Export hergestellt. Mit den Mitarbeitern der sechs spanischen Geschäftsstellen für den Inlandsvertrieb der Geräte beschäftigt die Telefonen-Ibérica gegenwärtig mehr als 1200 Personen.

### Trüb, Täuber & Co. AG rationalisiert

Die Rationalisierungsmaßnahmen der Trüb, Täuber & Co. AG, Zürich, mit denen eine Konzentration auf die Fertigung von

elektrischen Meßinstrumenten angestrebt wird, haben dazu geführt, die wissenschaftlichen Abteilungen von der Firma abzutrennen. Die Elektronengeräte-Abteilung wurde am 1. Juni 1965 von der Balzers Aktiengesellschaft für Hochvakuumtechnik und dünne Schichten, Balzers, Fürstentum Liechtenstein, übernommen, während die Kernresonanz-Abteilung unter dem Namen Spectrospin AG, Zürich, verselbstständigt wurde.

### Kolloquium zum Stereo-Rundfunk

Das Institut für Rundfunktechnik veranstaltete Ende Juni/Anfang Juli in Hamburg drei mehrtägige Kolloquien über die Probleme des Stereo-Rundfunks, an denen etwa 150 Mitarbeiter aus dem Bereich der Technik und aus den Programmabteilungen der Rundfunkanstalten sowie Vertreter der Schallplattenindustrie und des Tonfilms teilnahmen. An den ersten beiden Tagen wurden jeweils die Grundlagen der Stereophonie und die verschiedenen Stereo-Verfahren und -Geräte behandelt sowie praktische Erfahrungen ausgetauscht. Der letzte Tag diente zur Aussprache zwischen Vertretern der Technik und der Programm-Abteilungen.

### Rechenanlage für die TH Stuttgart

Im Recheninstitut der Technischen Hochschule Stuttgart wurde jetzt eine Telefonen-Großrechenanlage „TR 4“ in Betrieb genommen. Die Anlage, die allen Hochschulinstituten zur Verfügung steht, wird unter anderem zur Lösung von Aufgaben auf den Gebieten der Festkörperphysik und Kernenergie eingesetzt werden.

### E. Krissel 60 Jahre

Am 25. Juli 1965 wurde Erwin Krissel, Mitinhaber der Firma Held & Krissel, Frankfurt a.M., 60 Jahre. Herr Krissel, der seit 1924 in der Rundfunkbranche tätig ist, gründete 1935 zusammen mit den Herren Otto und Held eine eigene Firma, aus der Herr Otto aber bereits 1936 ausschied. Heute gehört die Firma Held & Krissel zu den führenden Großhandelsunternehmen der Branche im hessischen Raum. Seit mehr als zehn Jahren ist E. Krissel auch Vorstandsmitglied des VDRG und seit dem 5. März 1965 noch zusätzlich 1. Vorsitzender des VDRG-Bezirks Rhein-Main.

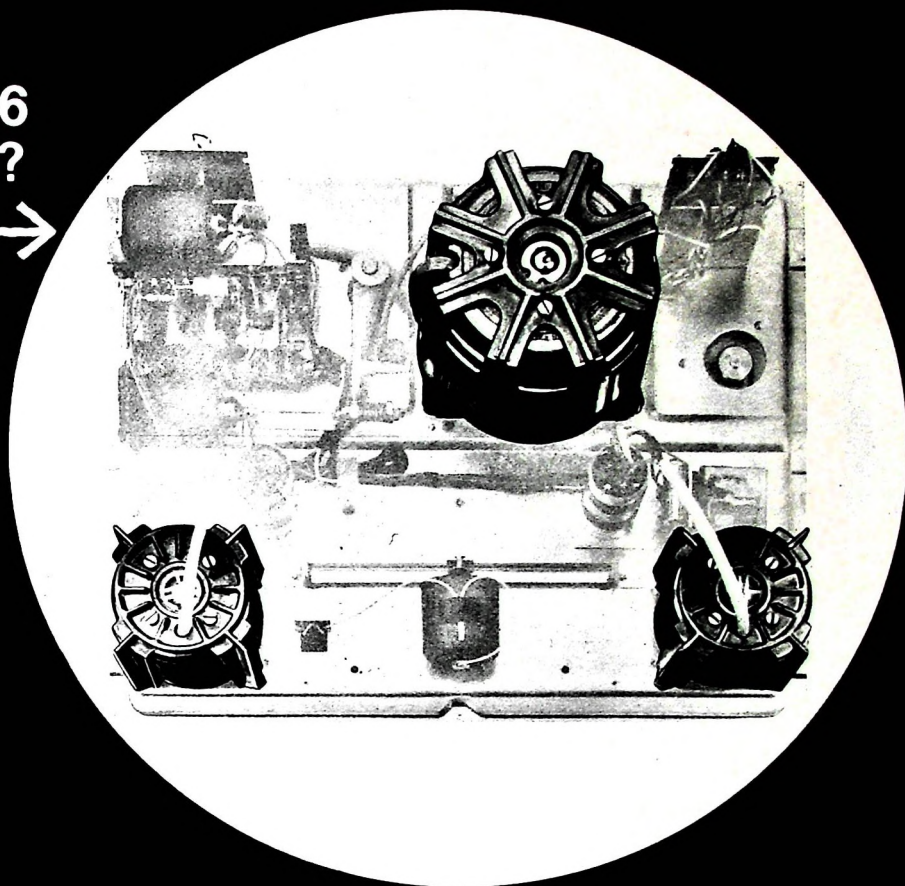


Zu dem umfangreichen Rahmenprogramm der Deutschen Funkausstellung 1965 gehören auch zwei „Leckerbissen für Feinschmecker“. Für die Freunde guter Musik gibt das Stuttgarter Kammerorchester unter der Leitung von Professor Münchinger in der Stuttgarter Liederhalle ein Konzert mit Werken von Johann Christian Bach, Wolfgang Amadeus Mozart und Joseph Haydn. Solist des Abends ist Werner Haas, Klavier.

Am 4. September wird ebenfalls in der Liederhalle das Internationale Amateur-Tanzturnier um die Mitteleuropa-Meisterschaft 1965 in den Standardtänzen ausgetragen. Dem Sieger winkt der „Große Preis der Funkausstellung“. Veranstalter des Turniers ist der Amateur-Tanzclub Schwarz-Gelb Stuttgart, der vom International Council of Amateurdancing mit der Ausrichtung beauftragt wurde. Man erwartet Meisteranzugpaare aus Belgien, Holland, Italien, der Schweiz, Jugoslawien, Österreich, Frankreich, Dänemark und der Bundesrepublik.



Warum  
hat die  
Revox G 36  
3 Motoren?



zct

Weil diese Bauart eine hohe Gleichlaufeigenschaft, bei geringem Verschleiß und wenig Wartung, garantiert. Der Bandantrieb erfolgt durch einen polumschaltbaren Hysteres-Synchron-Motor für 9,5 und 19 cm/sec. Dieser ist über eine elastische Kupplung mit der Schwungmasse und der Capstan-Achse verbunden. Zwei Wickelmotoren vervollständigen das Laufwerk. Gleichlaufschwankungen bei 19 cm/sec max.  $\pm 0,1\%$ . Geschwindigkeitsabweichung vom Sollwert max. 0,3%. REVOX-Tonbandgeräte stehen seit vielen Jahren in berufsmäßigem Einsatz und erfreuen sich bei anspruchsvollen Amateuren wegen des robusten Aufbaus und der umfassenden Einsatzmöglichkeiten größter Beliebtheit und Anerkennung. Technische Daten: 3 Motoren-Laufwerk, Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 19 cm/sec; max. Spulengröße 26,5 cm = 1280 m Langspielband; elektromagnetische Steuerung aller Funktionen; Bandendabschalter; 2- bzw. 4-Spur-Stereo-Ausführung; 3 getrennte Tonköpfe; getrennte Aufnahme- und Wiedergabenverstärker; Mischpult eingebaut; Vor- und Hinterbandkontrolle; 6 Watt-Endstufe; Aussteuerungskontrolle durch geeichte VU-Meter; Frequenzgang bei 19 cm/sec 40-18000 Hz, bei 9,5 cm/sec 40-12000 Hz; Dynamik über Band 55 db bei 19 cm/sec; Fernbedienung. Empfohlener Verkaufspreis: DM 1660,- Kofferausführung DM 1632,- für Chassisausführung Lieferung über den Fachhandel. Bitte verlangen Sie die ausführlichen Unterlagen von der

**REVOX**  
TONBANDGERÄTE



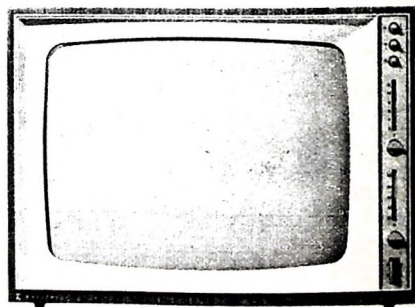
**REVOX GMBH., 78 FREIBURG/BRSG., LANGEMARCKSTRASSE 112**

Aufnahmen urheberrechtlich geschützter Werke der Literatur und Musik erfordern die Genehmigung der Urheber oder deren Interessenvertreter, z. B. Gema.



**Philips Fernsehgeräte  
sind zukunftsweisend**

Wie gut ist ein Fernseh-Gerät? So gut wie jedes seiner einzelnen Teile. Deshalb wird die Arbeit am Detail bei Philips so überaus ernst genommen. Hier ist unser Zeilentrafo, ein Standardtyp für alle Geräte einer Saison. Seine Vorzüge: Brandsicherheit durch schwer entflammables Material, niedrige elektrische Verluste, niedrige Eigentemperatur, hoher Wirkungsgrad, umpreßte Wickel – imprägniert gegen Feuchtigkeit. Wie jedes Einzelteil bei Philips – zuverlässig konstruiert. Philips Fernsehgeräte repräsentieren den neuesten Stand der internationalen Fernseh-Technik. Sie sind wertbeständig auf Jahre.



...nimm doch **PHILIPS** Fernsehen



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Elektronik und Kommunikation

Im 20. Jahrhundert entwickelte sich das Kommunikationswesen in einem Ausmaß, wie es nur wenige Phantasiebegabe voraussehen konnten. Ein Teil hiervon sind die modernen Land-, See- und Luftverkehrsmittel zur Personen- und Güterbeförderung, ein anderer Teil die drahtgebundenen und drahtlosen Nachrichtenmittel. Beide Gebiete sind über die Signal- und Sicherungstechnik sowie andere elektronisch gesteuerte Informations- und Energieübertragungssysteme eng miteinander verbunden.

An dieser Entwicklung hat das Post- und Fernmeldewesen einen großen Anteil. Einen Weg in die Zukunft weisen beispielsweise elektronisch gesteuerte Briefverteileranlagen. An einem Codierplatz werden die zumeist handschriftlich adressierten Briefe mit einem maschinell lesbaren Code aufdruck versehen, so daß die eigentliche Verteileranlage vollautomatisch arbeiten kann. Beim Fernsprechen gehört die Nebenstellentechnik nach dem Crosspoint-System mit Blindenbedienung und Gebührenerfassung zur neuesten Entwicklung. Selbstwähl-Fernschreibverbindungen rund um die Welt sind technischer Standard, ebenso wie man heute über Kontinente hinweg telefonieren oder telegrafieren kann. Ein wichtiges Projekt ist das bereits begonnene T-Schnellverkehrsnetz der Deutschen Bundespost. Bei dieser Datenschnellübertragung mit bisher 1600 Zeichen/min wird eine Geschwindigkeit von 9600 Zeichen/min angestrebt. Die im Aufbau befindliche weltweite Teilnehmer selbstwahl zeigt den hohen technischen Stand der Vermittlungseinrichtungen für das Auslandswählnetz der Post. Auch die teil- und vollelektronische Vermittlungstechnik ist im Fernsprechverkehr schon mancherorts üblich.

Das Vielfachfernsprechen über Draht oder über Richtfunkwege ist eine bedeutsame Errungenschaft der Trägerfrequenz-Übertragungstechnik. Moderne Einrichtungen der kommerziellen Funktechnik wie Einseitenband-Telefonieempfänger und Telegrafie-Diversity-Geräte sorgen für eine weltweite, sichere Nachrichtenübermittlung. In jüngster Zeit überbrücken Nachrichtensatelliten die Kontinente. Damit sind unter anderem Direktübertragungen von Fernsehsendungen möglich, wie beispielsweise aus den USA oder Japan und anderen weit entfernten Ländern. Über die Erdfunkstelle Raisting ist auch Deutschland an diesem internationalen Nachrichtenaustausch beteiligt.

Wer heute mit der Eisenbahn fahren will, findet schon beim Betreten des Bahnsteigs Anwendungen der Elektronik. Die neuesten Zuglaufanzeiger in kleiner und kompakter Bauweise können Abfahrzeit und Fahrziel für bis zu 128 Züge anzeigen. In einer Zentralstelle sind das Bedienungspult und der elektronische Lochkartenleser untergebracht, mit denen man alle Zuglaufanzeiger eines Bahnhofs schnell und mit geringem Personalaufwand steuern und überwachen kann.

In absehbarer Zeit will die Deutsche Bundesbahn Schnellzüge mit Höchstgeschwindigkeiten bis zu 200 km/h einführen. Auf der Strecke München—Augsburg werden zu diesem Zweck bereits Versuchsfahrten unternommen. Bei den hohen Geschwindigkeiten sind an die Signal- und Sicherungsanlagen verschärfte Anforderungen zu stellen. Dazu ist eine mit Linienzugbeeinflussung kombinierte Signalanlage entwickelt worden, die auch die Möglichkeit der Teil- oder Vollautomatisierung des Zugbetriebs einschließt. Die Verbindung des fahrenden Zuges mit der Strecke und der Zentrale stellt eine im Gleiskörper verlegte Leiterschleife, der sogenannte Linienleiter, her. Die Informationen nehmen ihren Weg durch diesen Linienleiter, über eine induktiv angekoppelte Doppelpfängerspule an der Unterseite der Lokomotive und von dort aus zu den Anzeigegeräten im Führerstand. Die Daten des Zuges, wie beispielsweise Stand-

ort, Bremsvermögen usw., nehmen den umgekehrten Weg zurück zur Zentrale. Das System arbeitet nach dem Zeitmultiplex-Übertragungsverfahren. Hierbei werden alle angeschlossenen Gleissicherungsmittel in schneller Folge nach ihrem jeweiligen Zustand abgefragt.

Auch im Straßenverkehr spielt die Elektronik eine bedeutende Rolle. So ist mit Hilfe von Elektronenrechnern eine verkehrsabhängige Steuerung der Signalanlagen möglich. Dabei übernehmen Ultraschall-Detektoren oder andere Aufnahmegeräte die Zählung der einzelnen Verkehrsmittel, so daß der Rechner stets über die Verkehrsdichte auf den einzelnen Straßenzügen informiert ist. Interessant sind auch eine Autobahn-Verkehrslenkung mit ferngesteuerten Anzeigegeräten und die Verkehrsüberwachung mit stationären, elektronisch gesteuerten fotografischen Überwachungsgeräten. Bei der Verkehrstrennung hat sich auch der Einsatz industrieller Fernsehanlagen — vor allem in Großstädten — gut bewährt.

Auf Schiffen gehört die Funkanlage mit Peileinrichtung zur selbstverständlichen Ausrüstung. Hinzu kommen oft Grenzwellen-Telefoniesender, Autolarmgeräte, Radaranlagen usw. Die größeren Passagierschiffe haben heute vielfach Fernsehempfänger in Kabinen und Aufenthaltsräumen, und es werden bordelgene Programme produziert. Telefonzentralen, die sich im Hafen an das jeweilige Ortsnetz anschließen lassen und elektroakustische Großanlagen für Unterhaltung und betriebstechnische Zwecke gehören ebenso zur Ausrüstung dieser Schiffe wie elektronisch gesteuerte Ruderanlagen und Feuerwarnsysteme.

Wenn man an Luftfahrt und Raumfahrt denkt, erkennt man, wie wichtig die Elektronik in ihren vielfachen Anwendungen geworden ist. Allein der Wetterdienst, der sich der Nachrichten- und Datenübermittlung über den Funk- oder Kabelweg bedient, ist eine über den ganzen Erdball verbreitete Organisation auf nationaler und internationaler Basis. Die Luftstraßen zur Sicherung des Luftverkehrs erfordern weitere Funknetze und Navigationssysteme. Viel Entwicklungsarbeit wurde hier zur Verbesserung von UKW-Drehfunkfeuern, Instrumenten-Landesystemen und auf dem Radargebiet (Dopplerradar) geleistet. Im Zeichen der Düsenteknik werden an die Schnelligkeit und Sicherheit der Nachrichtenverbindungen hohe Anforderungen gestellt. Auch in der Luftfahrt ist der Elektronenrechner unentbehrlich geworden, ob es sich nun um Platzbuchungsanlagen, um die Auswertung von Meßwerten verschiedener Art für die Flugsicherung, um Flugwegrechner oder ähnliche Anwendungen handelt. Bei allen Unternehmen der Weltraumfahrt und der Erforschung des Weltraums hat die Elektronik größte Bedeutung. Raketen, Satelliten und Raumfahrzeuge erfordern wegen der extremen Bedingungen hinsichtlich mechanischer und thermischer Beanspruchung sowie Kursgenauigkeit und Reichweite ganz neuartige Konzeptionen bei der Entwicklung datenverarbeitender Telemetriessysteme. Gerade von diesen Gebieten gingen schon viele Anregungen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus.

Zum Thema Elektronik und Kommunikation bietet die bis zum 3. Oktober 1965 dauernde Internationale Verkehrsausstellung (IVA) in München — sie ist die erste Weltausstellung dieser Art — umfangreiches Anschauungsmaterial. Besonderes Interesse verdienen hier die Abteilungen Luftfahrt und Raumfahrt. Große nationale Gemeinschaftsschauen der beteiligten Länder geben einen aufschlußreichen Einblick. Zu den Anziehungspunkten gehört auch eine Weltraumstation von 24 m Durchmesser und einem Gewicht von 12 t.

Werner W. Diefenbach



# Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen und Drahtfernsehen

DK 654.197:654.198

Im Zusammenhang mit der ständigen Zunahme der Fernsehteilnehmerzahlen ist es interessant, welche technischen Wege im In- und Ausland beschritten worden sind, um mit normalen Mitteln nicht versorgbare Gebiete für den Fernsehempfang zu erschließen, und welche technischen und wirtschaftlichen Vor- und Nachteile die verschiedenen Verfahren aufweisen. Damit gekoppelt ist auch die Versorgung jener Gebiete, die an sich bereits als versorgt gelten, die man aber statt über eine unschöne Vielzahl von Einzelantennen über möglichst wenige, im Grenzfall über eine einzige Empfangsantenne zentral versorgen möchte. Anlagen dieser Art werden oft – mangels eines treffenderen Ausdrucks – als Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen bezeichnet, wobei die Grenze zu den üblichen Haus-Gemeinschafts-Antennenanlagen hinsichtlich der Teilnehmerzahl und Ausdehnung des Kabelnetzes sehr verwischt ist.

## Öffentliche und private Gemeinschafts-Antennenanlagen

Die technischen Grenzen einer drahtlosen Vollversorgung mit Fernseh-Rundfunk in Deutschland sind bereits untersucht worden [1]. An Hand von Beispielen wurde gezeigt, daß der damals (1959) noch nicht für das Fernsehen erschlossene Dezimeterwellenbereich (UHF-Bereich) aus physikalischen und topografischen Gründen nicht immer geeignet ist, die Versorgungslücken der VHF-Bereiche zu schließen, weil trotz oft ausreichender Feldstärken Mehrfachbilder infolge Reflexionen unvermeidbar sind. Daher führt auch der Einsatz von Frequenzumsetzern mit Wiederausstrahlung in diesen Fällen nicht zum gewünschten Ziel, ganz abgesehen davon, daß diese immer nur ein einziges Programm übermitteln können.

Als Ausweg wird die Errichtung von leitungsgebundenen Verteilersystemen empfohlen. Die Konsequenz waren die vorläufigen technischen Bedingungen der Deutschen Bundespost für öffentliche Gemeinschafts-Antennenanlagen (ÖG.An.), und das Resultat war eine Fernseh-Ortsnetzanlage [2]. Als Prototyp wurde eine Versuchsanlage in Spiegelberg (Württemberg) errichtet.

Die technischen Anforderungen, die nach den Vorschriften der Bundespost an diese Anlagen gestellt werden, sind zweifellos außerordentlich hoch, so daß diese Anlagen mehr unter die kommerzielle Nachrichtentechnik einzureihen sind als unter Rundfunk-Empfangsantennenanlagen, die dem Unterhaltungsbereich dienen. Zwangsläufig sind damit auch die Kosten erheblich höher als die einer Anlage in der üblichen Gemeinschafts-Antennen-Technik. Die Meinungen darüber, ob diese strengen Anforderungen und damit natürlich auch die hohen Kosten unbedingt notwendig sind, gehen auseinander.

An der Technik dieser Anlagen ist folgendes bemerkenswert [2]: In der abgesetzten, unbemannten Empfangsstation können maximal 3 Fernsehprogramme aufgenommen werden. Soweit sie im Bereich I empfangen werden, wird ein Verstärker, andernfalls ein Umsetzer, beide

mit automatischer Regelung und aktiver oder passiver Reserve, eingeschaltet. Alle 3 Programme in den nebeneinanderliegenden Kanälen 2, 3, 4 des Bereiches I werden über einen Summierverstärker zusammengeschaltet und einem Zubringerkabel (CCJ-Koaxialpaar) zugeführt, das gleichzeitig über eine Fernspeiseweiche die Betriebsspannungen für die Netzgeräte der Empfangsstation zuleitet und auch entsprechende Kontrollleitungen enthält, die in Überwachungsfeldern enden. Der koaxiale Kern des Kabels (2,6/9,5 mm) hat eine Dämpfung von 2,5 dB/100 m bei 50 MHz. Es können bis zu 2 km Strecke ohne Verstärker überbrückt werden. Bei längeren Kabeln werden volltransistorisierte, ferngespeiste, selbstregelnde Breitband-Leitungsverstärker für den Bereich I mit einem die Frequenzabhängigkeit der Kabeldämpfung ausgleichenden Verstärkungsgang eingeschaltet.

In einer zentralen Station innerhalb des Versorgungsbereiches ist die bemannte Verteilerzentrale untergebracht. Hier werden die HF-Spannungen vom Zubringerkabel über Zentralverstärker, Leitungsentzerrer und Fernspeiseweichen den Verteilerkabeln zugeleitet. Diese Station enthält auch eine Reihe von Zusatzgeräten wie Anschlußfelder, Leitungsnachbildungen, Überwachungs- und Bedienungsfelder, aktive oder passive Reserven für den Zentralverstärker, Netzteile mit Reserven sowie die Fernspeiseweichen, für die im nachfolgenden Verteilernetz eingeschalteten ferngespeisten Leitungsverstärker und Grundstücks-Anschlußverstärker. Alle Geräte in Gestellbauweise sind in großen Schränken untergebracht. Als Verteilerkabel wird ein Koaxialkabel 1,5/5,8 mm mit gewelltem Kupferrohrmantel und Stahldrahtgeflecht benutzt, das sowohl in der Erde verlegt als auch an Masten freitragend aufgehängt werden kann.

Auf den Grundstücken können jeweils über Haus-Gemeinschaftsanlagen bis zu 5 Teilnehmer angeschlossen werden. Es werden normale Fernsehempfänger verwendet. Voraussetzung ist hierbei allerdings, daß sie bestimmte Mindestselektionsbedingungen (Unterdrückung des Nachbarkanalträgers > 50 dB) im Bereich I erfüllen. UKW-Programme kann man über diese Anlagen nicht übertragen.

Die Anzahl der privaten Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen ist wahrscheinlich weit höher als den verstreuten Berichten in den Fachzeitschriften zu entnehmen ist. Diese Anlagen werden nahezu ausnahmslos mit den üblichen technischen Mitteln der Haus-Gemeinschafts-Antennentechnik erstellt. Technische Berichte über solche Anlagen sind daher meist nur dann zu finden, wenn sie irgendwelche interessante, individuelle Besonderheiten enthalten oder wenn der Umfang der Anlage sie für Werbezwecke besonders geeignet scheinen läßt, zumal derartige Anlagen vorwiegend von den Herstellern der Bauteile selbst oder doch wenigstens mit deren Hilfe geplant und eingepreist werden. Da die Bauteile der Haus-Gemeinschafts-Antennenanlagen ganz besonders auf Wirtschaftlichkeit ausgerichtet sind, leuchtet es ein, daß die Kosten für

die damit errichteten Anlagen ebenfalls in wirtschaftlichen Grenzen bleiben. Abweichend von dem üblichen Material werden allenfalls Leistungsverstärker und dämpfungsarme Kabel mit wirksameren Abschirmungen verwendet. Bei Anlagen für Sonderzwecke (beispielsweise für Ausstellungen) kommen noch entsprechende Kontroll- und Überwachungsgeräte hinzu, die dort aber durchaus gerechtfertigt sind.

Die Finanzierung dieser Gemeinschafts-Antennenanlagen (besonders in Neubauten) geschieht fast ausschließlich durch Wohnungsgesellschaften, die dann die Kosten für die Errichtung mit in die Bausumme aufnehmen und sie für die Unterhaltung der Anlage anteilig auf die Mieter umlegen. Die Erfahrung zeigte, daß die anteiligen Errichtungskosten mit der Teilnehmerzahl nur wenig, die Unterhaltungskosten aber sehr stark abnehmen. Genaue Angaben sind schwer möglich, da die Anlagen in der Anzahl der zu empfangenden Kanäle stark voneinander abweichen und außerdem die tatsächlichen Installationskosten im Gegensatz zu den Materialkosten nur schwer erfassbar sind. Einzelheiten über die Planung, den Aufbau, die Übergabe und die Wartung von Gemeinschafts-Antennenanlagen sind in den Richtlinien für Gemeinschafts-Antennenanlagen zu finden. Dort sind auch Hinweise auf die zu beachtenden technischen Vorschriften gegeben.

Selbst bei Anlagen mit abgesetzter Empfangsantenne sind die Zubringerleitungen selten so lang, daß man, wenn überhaupt, nur wenige Leistungsverstärker benötigt. Es liegt nahe, als Leistungsverstärker Breitbandverstärker einzusetzen. Die maximale Ausgangsspannung, die diese Verstärker abgeben können, liegt aber wegen der sonst störenden nichtlinearen Verzerrungen (Klirrfaktor, Kreuzmodulation, Intermodulation) sehr niedrig. Bei der relativ hohen Dämpfung der auch in Großanlagen bisher bei uns verwendeten, handelsüblichen HF-Kabel müßte dann eine entsprechend höhere Anzahl von Verstärkern eingesetzt werden. Günstiger ist es daher, Kanalverstärker zu verwenden, die mit ihren Ein- und Ausgängen über Kanalweichen zusammengeschaltet werden. Der Röhrenaufwand ist annähernd der gleiche wie bei den Breitbandverstärkern, aber die zusammengeschalteten Kanalverstärker geben auch dann noch wesentlich höhere, unverzerrte Ausgangsspannungen ab, wenn man die praktisch unvermeidbaren Verluste der Weichen berücksichtigt. Die Grenze für die Hintereinanderschaltung mehrerer Verstärker, und damit für den Umfang der Anlage überhaupt, ist durch die genannten Verzerrungen gegeben, die durch die derzeit verwendeten Röhren und Transistoren bedingt sind und mit schaltungsmaßiger Mitteln kaum noch nennenswert zu reduzieren sind. Der maximal ausnutzbare Dämpfungsbereich zwischen der Ausgangsspannung am Hauptverstärker (1,5 V) und der Empfängerereingangsspannung (1 mV) liegt bei den derzeitigen Anlagen bei etwa 64 dB. Die linearen Verzerrungen (Amplituden- und Phasengang) lassen sich durch entsprechende Abstimmung



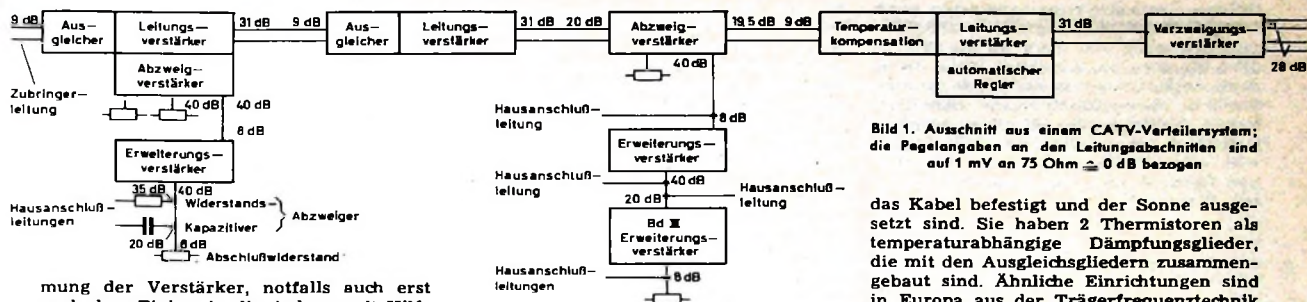


Bild 1. Ausschnitt aus einem CATV-Verteilersystem; die Pegelangaben an den Leitungsabschnitten sind auf 1 mV an 75 Ohm  $\pm$  0 dB bezogen

mung der Verstärker, notfalls auch erst nach dem Einbau in die Anlage, mit Hilfe von Wobbelgeräten hinreichend kleinhalten.

Die Technik der in den USA üblichen Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen dürfte, soweit Vergleiche überhaupt berechtigt sind, zwischen den eben beschriebenen privaten Gemeinschaftsanlagen und den öffentlichen Gemeinschafts-Antennenanlagen einzustufen sein.

### Cable Television

In den USA und in Kanada sind Fernsehverteilersysteme mit Koaxialkabeln unter der Bezeichnung Cable Television (CATV) weit verbreitet. Zunächst einige Bemerkungen zur wirtschaftlichen Seite dieser Systeme, deren Grundkonzept nicht ohne weiteres auf europäische Verhältnisse übertragbar ist, da die geografischen Voraussetzungen und die Organisationsformen des Fernsehens ganz andere sind. Nach neuesten amerikanischen Zeitungsberichten wird eine starke Zunahme dieser Anlagen für die nächste Zukunft erwartet. Das wird damit begründet, daß diese Anlagen, die ursprünglich zur Überbrückung größerer Entfernungen über den Versorgungsbereich der Fernsehsender hinaus oder zur Versorgung von geografisch ungünstigen Gebieten eingesetzt wurden, nun auch in die großen Städte wie zum Beispiel New York vordringen, wo der Fernsehempfang durch die stark zerklüftete Bebauung (manmade topographical conditions) in den „steil shielded canyons“ überaus schwierig ist. Man schätzt, daß in New York etwa 1/3 Million Fernseher keinen brauchbaren Empfang haben. Nach diesen Berichten werden Gemeinschafts-Antennenanlagen in Form von CATV gerade in Städten wie New York als technische Notwendigkeit angesehen und die dafür erforderlichen juristischen und verwaltungstechnischen Voraussetzungen lebhaft diskutiert. Zur Zeit gibt es mehr als 1,8 Millionen CATV-Teilnehmer in den USA, die an über 1350 CATV-Systeme angeschlossen sind, und 55 CATV-Gesellschaften. Weitere 39 haben um ihre Zulassung, zum größten Teil in New York, nachgesucht. Dabei ist noch zu bedenken, daß CATV-Systeme bisher nur in relativ dünn besiedelten Gebieten eingesetzt waren, sich aber jetzt die Großstädte mit extrem hoher Bevölkerungsdichte erobern, so daß der Anstieg der Teilnehmerkurve sehr steil sein dürfte.

An der Technik der CATV-Anlagen ist folgendes bemerkenswert: Sie sind Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen, deren Teilnehmerzahl und Ausdehnung des Kabelnetzes weit über die bisher bei uns errichteten Anlagen hinausgehen, so daß ein unmittelbarer Vergleich auch aus diesem Grunde nicht immer angebracht scheint. Die Anzahl der zu übertragenden Programme ist nicht durch das Sy-

stem, sondern auch durch die im low band (54...88 MHz, Kanäle 2 bis 6) und im high band (174...230 MHz, Kanäle 7 bis 13) verfügbaren Kanäle begrenzt, wobei meist sämtliche Kanäle belegt werden. Die Nachbarkanalübertragung wird dadurch erleichtert, daß der Tonträger jedes Kanals um etwa 15 dB unter den Bildträger (Synchronwert) abgesenkt und alle Kanäle auf gleichen Pegel gebracht werden. UHF-Kanäle werden zur Übertragung durch das CATV in die VHF-Bereiche umgesetzt.

Für die Verteilersysteme (Bild 1) werden in der Kopfstation Breitbandverstärker mit hoher (unverzerrter) Ausgangsspannung für den gesamten Bereich von 54 bis 216 MHz benutzt. Das sind zum Teil Kettenverstärker mit vielen parallel geschalteten Röhren, so daß der Ausfall einer Röhre nicht gleich den Gesamtausfall der Anlage bewirkt. Diese zum Ausgleich von Schwankungen der Empfangsfeldstärke automatisch geregelten Verstärker können wegen ihrer großen Ausgangsleistung selbst sehr lange Strecken ohne Leitungsverstärker versorgen. Der Frequenzgang dieser Verstärker ist auf  $\pm$  0,25 dB linear. Bei den Leitungsverstärkern wird durch Einschalten von Ausgleichsgliedern (equalizer) der Frequenzgang so geändert, daß er die Frequenzabhängigkeit der Kabeldämpfung kompensiert, die gemessen in dB etwa mit der Wurzel aus der Frequenz ansteigt. Die in die oft sehr langen Zubringerleitungen (Verstärkerabstand etwa 500 m) eingeschalteten Leitungsverstärker (maximale Ausgangsspannung 30 mV) werden in größeren Anlagen von der Kopfstation aus über eine Pilotfrequenz geregelt, und zwar wird jedem Verstärker die Pilotfrequenz in der Lücke zwischen Kanal 5 und 6 (73,5 MHz) etwa 15 dB unter dem Bildträgerpegel über das HF-Kabel zugeführt. Die Regelung mit Hilfe einer besonderen Pilotfrequenz geschieht, um von möglichen selektiven Schwankungen eines Kanals unabhängig zu sein. Alle anderen Leitungsverstärker kann man von Hand einpegeln. Sämtliche Geräte der Kopfstation und alle Leitungsverstärker sind aus geregelten Netzgeräten gespeist. Die Leitungsverstärker werden im allgemeinen nicht ferngespeist, sondern jeweils aus dem örtlichen Netzanschluß betrieben. Interessant ist, daß bei diesen Anlagen mit sehr großen Kabellängen von oft mehreren Meilen besondere Maßnahmen zum Ausgleich der Abhängigkeit der Kabeldämpfung von der Temperatur getroffen werden müssen, um eine möglichst gleichmäßige HF-Spannungsversorgung bei allen Teilnehmern und in allen Kanälen sicherzustellen. Da sich die Kabeldämpfung um etwa 1 % je Grad ändert, werden Temperaturkompensatoren an jedem dritten Verstärker angebaut, die am Tragseil für

das Kabel befestigt und der Sonne ausgesetzt sind. Sie haben 2 Thermistoren als temperaturabhängige Dämpfungsglieder, die mit den Ausgleichsgliedern zusammengebaut sind. Ähnliche Einrichtungen sind in Europa aus der Trägerfrequenztechnik bekannt, wo temperaturgesteuerte Zwischenverstärker zur selbsttätigen Entzerrung auf Luftkabeln eingesetzt werden.

An die Zubringerleitungen können nach Bedarf Abzweigverstärker für Verteilerleitungen angekoppelt werden (bridging amplifier, maximale Ausgangsspannung 100 mV). Bei sehr langen Verteilerleitungen können mit Hilfe zusätzlicher Endverstärker (line extender, maximale Ausgangsspannung ebenfalls 100 mV) weitere Teilnehmer versorgt werden. Als Kabel für die Zubringerstrecken sind sehr dämpfungssarme Koaxialkabel mit doppelter Kupfergeflechtsabschirmung oder mit durchgehendem Aluminiummantel geeignet, die störende Abstrahlungen verhindern. Die Dämpfung liegt für 200 MHz bei etwa 3...5 dB/100 m. Die Auswahl des dämpfungssärmsten und zugleich preiswertesten Kabels für die Zubringerleitungen bestimmt die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage entscheidend.

Die Bauteile der Verteilersysteme sind nicht nur in Flußrichtung gut angepaßt, sondern auch umgekehrt (backmatched). Das ist bei den langen, dämpfungssarmen Kabeln wegen der großen Laufzeit und der großen Amplituden von reflektierten Signalen notwendig, um Leitungsreflexionen zu unterdrücken. Es wird angegeben, daß von Stoßstellen (Fehlanspassung) reflektierte Signale im low band mindestens 24 dB, im high band mindestens 18 dB unter dem Nutzsignal liegen sollen.

Die Verteilerkabel sind ebenfalls doppelt abgeschirmt und haben Dämpfungen von etwa 5...10 dB/100 m bei 200 MHz. Sie sind mit Stahlilitzentragseilen ausgerüstet und werden soweit möglich auf den (gemieteten) Masten der Elektrizitätswerke oder Telefongesellschaften verlegt oder auch unter der Erde geführt.

Die Hausanschlußkabel (house-drops) sind normale Koaxkabel mit maximal 20 dB/100 m bei 200 MHz. Die Abzweigungen von den Verteilerkabeln zum Hausanschluß können an jeder beliebigen, geeigneten Stelle des bereits verlegten Verteilerkabels mit Hilfe von Abzweigvorrichtungen besonderer Konstruktion (pressure taps) vorgenommen werden, ohne daß das Verteilerkabel unterbrochen werden muß. Diese Abzweiger sind in der Nähe von Leitungsverstärkern mit Widerständen, in größerer Entfernung davon über Kondensatoren entkoppelt, um den Frequenzgang der Kabeldämpfung auszugleichen. Durch diese Abzweiger ist das Verteilersystem erweiterungsfähig, und man kann nach Bedarf zu jeder Zeit Teilnehmerleitungen anschließen oder abschalten.

Die Teilnehmeranschlüsse enthalten eine Weiche für Fernsehen und UKW-Rundfunk (die LMK-Bereiche werden in den USA grundsätzlich nicht über Antennenanlagen verteilt) und geben über



bifilare Symmetriertransformatoren (nach Guanella) eine garantierte Empfängereingangsspannung von 2 mV an 300 Ohm in allen Kanälen ab. Auf diese Weise ist es dann möglich, daß man am Empfänger von Kanal zu Kanal schalten kann, ohne Helligkeit, Kontrast oder Abstimmung nachstellen zu müssen. In jedem Falle erhält man ein Bild, das frei ist von Rauschen und Geistern oder von Zünd- und anderen Störungen.

Das CATV ist in Gebieten mit schwacher Fernsehversorgung auch deshalb besonders attraktiv, weil es nicht nur die bisher nötigen aufwendigen Einzelantennen überflüssig macht, sondern weil es noch weitere Programme bietet, die sonst in diesen Gebieten gar nicht zu empfangen wären. Ferner wird eine Anzahl von Hörfunk-Programmen zum Stereo-Multiplex-Empfang mit übertragen, die drahtlos im Verteilergebiet sonst nicht zu empfangen sind. Schließlich bieten die CATV-Gesellschaften noch eine Reihe von Sonderdiensten, wie zum Beispiel lokale Fernsehsendungen und Durchsagen sowie einen ständigen Fernseh-Wetterdienst (weather-scan-unit), bei dem von einer Fernsehkamera die Angaben über Zeit, Luftdruck, Temperatur usw. zusammen mit der Hintergrundmusik eines FM-Kanals übertragen werden.

#### Drahtfernsehen

Die bisher beschriebenen Antennenanlagen haben Verteilersysteme, die mit (abgeschirmten) Koaxialkabeln aufgebaut sind. Diese Anlagen werden oft verwechselt mit den in der Schweiz, in Holland und in England weit verbreiteten Drahtfernsehsystemen, für die kennzeichnend ist, daß sie meist über nichtabgeschirmte, symmetrische Leitungen mit oder ohne Bleimantel oder Kupfergeflechtsschutzmantel große Gebiete mit Niederfrequenz, Rundfunk im Langwellenbereich und Fernsehen versorgen. Bei der Verlegung dieser Leitungen stützt man sich möglichst auf vorhandene Leitungswege, die für andere Zwecke (Telefon) benutzt werden [4].

Außer 3 NF-Kanälen werden in der Schweiz 6 Rundfunkkanäle im Langwellenbereich und 3 Fernsehprogramme übertragen. Die Fernsehprogramme werden auf einen gemeinsamen 6,85-MHz-Bildträger (Tonträger 12,35 MHz) mit  $\frac{1}{4}$  Zeilenoffset umgesetzt, so daß der Abstand der umgesetzten Bildträger von dem aus einem der 3 Programme abgeleiteten Bezugssignal + 10,4 kHz beziehungsweise - 10,4 kHz beträgt. Die Signale werden dann über die 3 Adernpaare des Kabelnetzes verbreitet und beim Teilnehmer über eine Spezialanschlußweiche sowie einen Symmetriertransformator mit Programmwähler entnommen und schließlich dem zusätzlich in normale Heimempfänger eingebauten, auf den genannten Bereich abgestimmten Kanalwählerstreifen zugeführt.

Die Kabel sind papierisoliert und haben Dämpfungen von etwa 35 ... 60 dB/km bei 7 MHz. Störungen durch erdunsymmetrische HF-Spannungen von Kurzwellensendern auf dem Blei- oder Kupfergeflechtsschutzmantel werden durch sehr gute Symmetrie der Leitungssysteme ebenso unterdrückt (> 40 dB) wie das Übersprechen zwischen den Fernsehkanälen selbst und zwischen ihnen und den anderen übertragenen Diensten. Die Nutzschnnungen für den Empfänger liegen bei 4 mV. Bei einer Ausgangsspannung der Zentrale von 20 V können daher etwa 74 dB Gesamtdämpfung

bis zum Empfänger zugelassen werden. Die Versorgungsreichweite bei der gegebenen Kabeldämpfung, den Verlusten in den Verteilerdosen für die Hausblöcke und Haussteigeleitungen (10 dB) sowie der Entkopplungsdämpfung in den Blockanschlußdosen (30 dB) liegt bei etwa 700 m. Falls das nicht ausreicht, können auf den Hauptkabeln Relaisverstärker eingeschaltet werden.

Die Abhängigkeit der Kabeldämpfung von der Frequenz zwischen 6,85 und 12,35 MHz ergibt einen Unterschied von etwa 14 dB, der durch eine entsprechende lineare Vorentzerrung in der Zentrale weitgehend kompensiert wird. Das ganze Verteilersystem ist so aufgebaut, daß überall gute Anpassung besteht. Bei den verwendeten Kabeln erwies sich eine Reflexionsdämpfung von 26 dB als ausreichend. Das Kabelnetz ist der am wenigsten aufwendige Anteil der Anlagen. Dafür muß man aber bei den Teilnehmern einen gewissen Mehraufwand in Form der erwähnten Anschlußweichen und des zusätzlichen Kanalwählerstreifens in Kauf nehmen.

Der Vorteil dieser Anlagen liegt in ihrer hohen Wirtschaftlichkeit und Störfreiheit, ihr Nachteil außer in der Begrenzung auf 3 Fernsehprogramme und der Sondermaßnahmen am Empfänger in dem relativ hohen Aufwand in der Zentrale. Die dort empfangenen 3 Programme werden jeweils auf einen Umsetzer gegeben, hinter dem Bild und Ton (vor allem zur Vermeidung von Kreuzmodulation) getrennt und für sich verstärkt werden. Später werden die Bild- und Tonträger wieder über Gabelfilter zusammengeschaltet. Von einem der Umsetzer wird aus dem Bildträger der lokalen Fernsehsenders sowie einem (quarzgesteuerten) Hilfsoszillator die Bezugsfrequenz (6,85 MHz) erzeugt und mit einem Quarzgenerator verglichen. Über ein kompliziertes Regelsystem mit Verstärker und Diskriminator werden mittels Reaktanzstufen die Oszillatorfrequenzen der beiden anderen Umsetzer so geregelt, daß der Abstand ihrer Bildträger zu dem des Bezugs-Umsetzers + 10,4 kHz beziehungsweise - 10,4 kHz beträgt. Das ergibt bei einer Oszillatorstabilität von  $10^{-4}$  für 200 MHz eine maximale Abweichung von 20 kHz und einen hieraus resultierenden Fehler der Offsetfrequenz von  $\pm 40$  Hz. Das Regelsystem ist mit einem automatisch arbeitenden Suchlaufgenerator ausgestattet.

Das Drahtfernsehen in England ist sehr stark in mittleren und größeren Städten verbreitet (beispielsweise in Hempstead und Crawley). Eine eingehende Beschreibung des englischen Drahtfernsehens sowie ein Vergleich zwischen den sogenannten VHF-Anlagen - das sind Gemeinschafts-Antennenanlagen, bei denen die Programme in den VHF-Bereichen über ein Koaxialkabel verbreitet werden - und den HF-Anlagen, also den eigentlichen Drahtfernsehsystemen, wird in [5] gegeben. Dort werden auch Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit, verglichen mit den VHF-Systemen, angestellt, wobei das Drahtfernsehen sehr günstig abschneidet. Allerdings besteht ein praktisch schwer überwindbares Hindernis darin, daß zur Teilnahme am Drahtfernsehen ein Spezialempfänger gebraucht wird. Dieser hat an Stelle eines VHF- oder UHF-Tuners einen HF-Verstärker mit zwei Pentoden. Das Gerät ist zwar einfacher und kostet nur etwa  $\frac{1}{4}$  eines normalen Heimempfängers für drahtlosen Empfang, aber der-

artige Spezialempfänger, die nur von wenigen Herstellern gebaut werden, sind im Bedarfsfall nicht für drahtlosen Empfang verwendbar. Umgekehrt kann man mit normalen Heimempfängern das Drahtfernsehen nur dann empfangen, wenn ihnen ein spezieller Umsetzer (Inverter) vorgeschaltet wird. Außerdem ist eine besondere (relativ aufwendige) Teilnehmeranschlußdose mit Programmwählschalter für jeden Teilnehmer notwendig. Die Schwierigkeiten liegen weniger bei der Technik als vielmehr bei juristischen Fragen; zum Beispiel kann ein Hausbesitzer einen Mieter, der bereits einen normalen Heimempfänger hat, nicht zwingen, sich einen Inverter anzuschaffen oder seinen Empfänger gegen einen Spezialempfänger für Drahtfernsehen einzutauschen.

Die Technik weicht in einigen Punkten von der des Schweizer Drahtfernsehens ab. Die Anzahl der zu versorgenden Fernsehteilnehmer ist größer, und derzeit können 5 Fernsehprogramme und 4 Hörfunkprogramme verbreitet werden. Es ist aber leicht möglich, auf 6 Fernsehprogramme (einschließlich ihrer Tonträger) und 3 Hörfunkprogramme umzustellen, die auf einem 9paarigen Kabel übertragen werden, wobei 6 Adernpaare für Fernsehen und 3 für den Hörfunk Verwendung finden. Durch Phantomschaltungen könnten weitere Stereo-Programme übertragen werden. Die technischen Voraussetzungen sind vorhanden, um auf jedem Adernpaar statt eines Fernsehprogramms deren zwei übertragen zu können, so daß die Gesamtzahl der Kanäle mindestens die gleiche sein könnte wie die bei den VHF-Gemeinschafts-Antennenanlagen.

Der ausnutzbare Frequenzbereich liegt zwischen 3 und 20 MHz. Für das 405-Zeil-Fernsehen wird ein 8,5-MHz-Träger, für die 625-Zeil-Fernsehnorm ein 5-MHz-Träger verwendet. Bild 2 zeigt den Querschnitt durch das Übertragungskabel mit insgesamt 6 Fernseh-Adernpaaren und 3 Hörfunk-Adernpaaren.

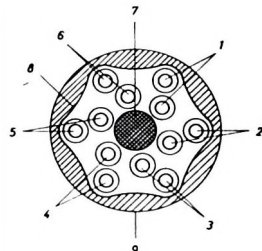


Bild 2. Querschnitt eines Übertragungskabels für das englische Drahtfernsehen: 1 bis 6 symmetrische Adernpaare, 7 Kernader (oder 3 NF-Paare), 8 Schirmfolie, 9 Kabelmantel

Die Zentrale ist ähnlich aufgebaut wie die des Schweizer Drahtfernsehens. Wegen der größeren Anzahl der Programme werden hier aber an Stelle der synchronen Umsetzung ohne Demodulation die Ausgangssignale der Umsetzer demoduliert, einem Paar von Ringmodulatoren zugeführt und so der quartzgesteuerten Trägerfrequenz aufmoduliert. In einem neueren System wird (ähnlich wie man beim Farbfernsehen den Farbhilfssträger im Empfänger aus dem Farbsynchronsignal wiedergewinnt) ein Teil der von den Umsetzern ausgehenden Signale durch Filter und Begrenzer unterdrückt und das Restsignal einem Komparator zugeführt, wo die Phasenlage mit dem Signal eines quartz-



gesteuerten Oszillatoren verglichen wird. Eine aus dem Phasenvergleich abgeleitete Gleichspannung regelt über Reaktanzen die Frequenz und Phase des ursprünglichen Signals. Mehrere Umsetzer können so gleichzeitig nach Frequenz und Phase geregelt und mit  $1/2$ - oder  $1/3$ -Zeilen Offset betrieben werden. Eine geschickte Wahl des Präzisionsoffsets ist wegen des Nebeneinanders der 405- und der 625-Zeilen-Norm notwendig. Dabei sind auch die Seitenbänder so vertauscht, daß beim 8,5-MHz-Träger das untere, beim 6-MHz-Träger das obere Seitenband übertragen wird und beide ineinandergeschachtelt werden. Bei exakter Synchronisation sind noch etwa 32 ... 44 dB Entkopplung zwischen den Adernpaaren nötig, um Übersprechen zu vermeiden.

Bemerkenswert ist ferner, daß man in der Zentrale mittels umschaltbarer Ausgleichsnetzwerke mit mehreren Verzögerungsgliedern dem empfangenen Signal, das mit störenden reflektierten Anteilen behaftet ist (Geister), amplitudengleiche, aber entgegengesetzt gepolte Signale zufügt, so daß die störenden Signale kompensiert werden, ein Aufwand, der bei einem einzelnen Empfänger nicht getrieben werden kann, aber bei der großen Anzahl der zu versorgenden Teilnehmer durchaus berechtigt ist.

An jedem zweiten oder dritten Leitungsverstärker (50 dB Verstärkung, 15 V Ausgangsspannung) wird eine Korrektur der Gruppenlaufzeit mit umschaltbaren Gruppenlaufzeitgliedern vorgenommen und der Frequenzgang der Kabeldämpfung ausgeglichen.

Als Hauptvorteil der HF-Systeme gegenüber den VHF-Systemen wird angegeben, daß im ersten Fall etwa 7mal weniger Verstärker notwendig seien. Ein Verteilerverstärker kann etwa 13 km Verteilerleitung speisen und so 1000 bis 1500 Häuser versorgen (Ausgangsspannung 15 V, Empfängeranfangsspannung 15 mV). Für kleinere Wohnbezirke werden auch Transistorverstärker eingesetzt (Ausgangsspannung 1 V). Diese können rund 2,7 km Leitung versorgen, sind ferngespeist und mit einer Pufferbatterie ausgerüstet. Die Verteilerverstärker sind keine Breitbandverstärker, sondern Kanalverstärker, die am Ein- und Ausgang über Filter zusammengeschaltet werden. Aus der Hausinstallationsleitung können über Verteiler bis zu 4 Teilnehmeranschlüsse versorgt werden.

Die Möglichkeit, Farbfernsehen über diese Verteilersysteme zu verbreiten, soll bei der Linearität der Verteilerverstärker und der Korrektur der Gruppenlaufzeit berücksichtigt sein, so daß keine Schwierigkeiten zu erwarten sind, unabhängig davon, welches Farbfernsehverfahren eingeführt wird.

#### Schrifttum

- [1] Scholz, W.: Die technischen Grenzen einer drahtlosen Vollversorgung mit Fernseh-Rundfunk in Deutschland. *Elektrot. Z. A. Bd. 80* (1958) Nr. 16, S. 548 bis 550.
- [2] Fernseh-Ortsnetzanlage. *Telefunken-Druckschrift "AW/Wb 603 T"* vom April 1964.
- [3] Frye, J.: A modern broadband CATV-System. *Electronics Wld. Bd. 71* (1965) Nr. 2, S. 37-40.
- [4] Klemperer, G.: Drahtfunk und Drahtfernsehen. *Radio Mentor Bd. 28* (1962) Nr. 2, S. 111-114.
- [5] Kinross, R. I.: Television distribution by wire. *Wireless Wld. Bd. 70* (1964) Nr. 10, S. 495-502, u. Nr. 11, S. 555-559.

## Europäische Raumfahrtprojekte

Was muß Europa auf dem Gebiet der Raumfahrt tun, und wie kann es die Erfahrungen der USA nutzen? Das war das Zentralthema einer amerikanisch-europäischen Konferenz der EUROSPACE, des Verbandes der europäischen Raumfahrtindustrie, Ende April dieses Jahres in Philadelphia. Über die Vorschläge der an EUROSPACE beteiligten Unternehmen für ein europäisches Raumfahrtprogramm referierte dort — nachstehend einige Auszüge — das Vorstandsmitglied der Telefunken AG, Dr. phil. Erhard Löwa, als Mitglied des Präsidiums des Bundesverbandes der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V. sowie des Verwaltungsrates von EUROSPACE.

Die Raumfahrtaktivität beginnt mit dem Bau von Trägern. Europa hat sich in der ELDO (European Launcher Development Organisation = europäische Organisation für die Entwicklung von Satelliten-Trägerraketen) zusammengetan, um eine eigene europäische Trägerrakete zu entwickeln und zu bauen, die aus drei Stufen besteht, von denen England die erste, Frankreich die zweite und Deutschland die dritte Stufe baut. Als Abschubbasis steht die Station Woomera in Australien zur Verfügung.

Für die Trägerrakete ELDO-A war bewußt ein Trägersystem gewählt worden, das weitgehend auf allgemein bekannten Konstruktionsprinzipien beruht. Daneben wurden aber auch schon Studien für ein zukünftiges Programm begonnen. Das Zukunftsprogramm der ELDO sieht für seine erste Phase die Entwicklung einer Trägerrakete ELDO-B für eine größere Nutzlast als der derzeit vorgesehenen Umlaufbahn vor. Ferner soll die Rakete geeignet sein, eine äquatoriale synchrone Umlaufbahn in 36 000 km Höhe mit entsprechender Nutzlast zu erreichen, wobei insbesondere an die Verwendung für Nachrichtensatelliten gedacht ist. Dafür stellt man sich die Verwendung hochenergetischer Treibstoffe wie zum Beispiel die Kombination Flüssig-Wasserstoff/Flüssig-Sauerstoff vor.

#### Raumtransporter für 50 Starts in 2 Jahren

Außerdem werden Überlegungen zur Wiedergewinnung des Trägersystems oder von Teilen desselben angestellt.

Man denkt dabei an Raumflugsysteme, die Start und Landung ähnlich wie bei Flugzeugen erlauben, also gleichzeitig wiedergewinnbar und wiederverwendbar sind. Unter der Arbeitsbezeichnung „Raumtransporter“ hat EUROSPACE in einem Bericht vom September 1964 zum erstenmal gemeinsame Gedanken der europäischen Industrie dazu dargelegt.

Im Rahmen dieser Überlegungen ist die Frage der Startbasen von besonderer Bedeutung. Ein Träger, der etwa wie ein Flugzeug starten und landen kann, könnte von Europa aus eingesetzt werden und müßte nicht — wie derzeit noch, wenn große Trägerraketen gestartet werden sollen — erst per Schiff um die halbe Welt fahren, um zum Abschub gebracht werden zu können.

Angestrebt wird: ein Raumflugsystem aus zwei steuerbaren Stufen, mit einer auf ungefähr 2,5 g beschränkten Maximalbeschleunigung; Start von einer in Europa befindlichen Basis mit einem maximalen Gesamtgewicht von etwa 200 Tonnen; Rückkehr jeder Stufe zu einer vorbestimmten Basis (möglichst der Startbasis) in kürzester Zeit sowie Wiederverwendbarkeit jeder Stufe, und zwar mindestens 50mal in zwei Jahren. Gedacht ist an ein Raumfahrzeug mit zwei Mann Besatzung und einem für eine Nutzlast von 2,5 t zur Verfügung stehenden Raum von 10 Kubikmetern in einer Kreisbahn von 300 km Höhe.

#### Wachsender Bedarf an Nachrichtensatelliten

Die Entwicklung einer Trägerrakete und der Bau bemannter Raumflugsysteme ist unerlässlich, wenn Europa seine technologischen Kräfte auf dem Gebiet der Raumfahrt entfalten und weiterentwickeln will. Diese Vorhaben schließen freilich ein Zusammenwirken zwischen den USA und Europa nicht aus, im Gegenteil. Die europäischen Staaten haben sich finanziell mit 30,5 % (etwa 60 Millionen Dollar) an der Erstellung der ersten Phase des weltweiten Nachrichtensatellitensystems der amerikanischen Gesellschaft COMSAT (Communication Satellite Corporation) beteiligt und dadurch

ein Recht an der Benutzung der COMSAT-Nachrichtensatelliten, von denen der „Early Bird“-Synchrone Satellit für die Nachrichtenübermittlung zwischen USA und Europa bereits gestartet ist. Doch während für amerikanische Interessen der Ost-West-Transatlantikverkehr die weitaus überwiegende Rolle spielen dürfte, sind die europäischen Benutzer eines Nachrichtensatellitensystems auch am Nord-Südverkehr interessiert. Deshalb sollte das neue Kommunikationsmedium durch Teilsysteme europäischer Herkunft ausgebaut und erweitert werden.

Wegen der geringen Zeitverzögerungen bei Fernsprechübermittlungen — die jetzigen Synchrone Satelliten mit ihrer Umlaufbahn in 36 000 km Höhe bringen eine Zeitverzögerung von etwa 300 ms in einer Richtung mit sich — verdient das von französischer Seite vorgeschlagene System von 12 oder 15 Satelliten mit kreisförmiger Umlaufbahn in 20 000 km Höhe besonderes Interesse, da von 1968 bis 1975 mit einer ständig steigenden Verkehrsdichte zu rechnen ist und dementsprechend mehr Kanäle (etwa 250 % auf den Hauptlinien und bis zu 200 % auf den Nebenlinien) erforderlich werden dürften.

Die an EUROSPACE beteiligte Industrie fühlt sich auch verpflichtet, die Regierungen Europas auf die notwendige Beherrschung der Satelliten-Techniken und die zunehmende Bedeutung der zukunftssträchtigen Neuerungen hinzuweisen. Ein Gebiet, dem man sich in Europa zuwenden sollte, sind aktive Fernsehsatelliten mit hoher Sendeleistung. Die damit verbundenen Antennenprobleme und die Fragen der gegenseitigen Frequenzbeeinflussung mit Rundfunkstationen auf der Erde sowie die Probleme der Energieversorgung wären schneller zu lösen, wenn von seiten der Regierungen solchen Aufgaben entsprechende Priorität zuteil würde.

#### Noch kein europäisches Gesamtprogramm

Die Forschungsarbeiten der ESRO (European Space Research Organisation = Europäische wissenschaftliche Organisation für die Weltraumforschung) beginnen mit relativ konventionellen Satelliten für meteorologische Beobachtungen. Die europäische Industrie wird aber im Laufe der Zeit mit der Forderung nach interplanetarischen Sonden, großen und vielseitigen Satelliten und vielleicht sogar eines Tages mit dem Wunsch konfrontiert werden, eine bemannte Raumstation für wissenschaftliche Zwecke aufzubauen.

Auf Grund der heute vorliegenden in den USA und der UdSSR gewonnenen Erfahrungen könnte Europa die Zeit nutzen, um möglichst hochspezifizierte Programme durchzuführen. Die Konzeption des Raumtransporters mit seiner relativ niedrigen Beschleunigung ermöglicht den Transport gesunder Personen in den erdnahen Raum, die nicht erst hartem Spezialtraining ausgesetzt werden müßten.

Eine eigene Arbeitsgruppe von EUROSPACE widmet sich allen Fragen der Bodenanlagen. Bei der Erstellung mehrerer aktiver Bodenstationen mit Spiegeln von etwa 25 m Durchmesser in England, Frankreich, Deutschland und einigen weiteren Stationen in Skandinavien, Italien und Spanien konnte auf amerikanische Erfahrungen zurückgegriffen werden, doch wurden teilweise auch schon eigene Techniken entwickelt. Was die Grundlagenforschung und Erarbeitung fortgeschrittener Techniken auf dem Gebiet der eigentlichen (extraterrestrischen) Raumfahrttechnik betrifft, so wurden dafür bislang nur Arbeiten im Rahmen mehrerer nationaler Programme durchgeführt. Ein europäisches Gesamtprogramm dafür existiert bisher noch nicht.



## Praxis der Mischung bei Tonaufnahmen

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 20 (1965) Nr. 14, S. 552

### 3. Gestaltungsmöglichkeiten durch die Mischung

Zur Gestaltung einer Tonbandaufnahme bietet die Mischung fast unbegrenzte Möglichkeiten. Der künstlerische Wert liegt dabei darin, daß durch die Mischung vielfach die natürlichen Bedingungen nachgeahmt und teilweise sogar besser, als es sonst möglich wäre, übertragen werden können. Trotzdem sollte man Mischungen sinnvoll anwenden; eine akustische Überladung des Klangbildes ist unter allen Umständen zu vermeiden.

#### 3.1. Einblendung

Die Einblendung ist (ebenso wie auch die Ausblendung) keine eigentliche Mischung, sondern gehört nur zu den Grundformen der Intensitätsbeeinflussung, die bei einer Mischung beachtet werden müssen.

Am einfachsten ist das Einblenden von Musik oder Geräuschen. Die Einblendung ergibt am Anfang eines Hörspiels oder beim Szenenwechsel einen gleitenden Übergang. Bei der Musikeinblendung ist zu beachten, daß ihr Beginn auch musikalisch stimmt, das heißt, daß mit der Einblendung das Thema oder eine Überleitung beginnt. Wahloses Ein- und Ausblenden einer Musik wird von musikalischen Menschen oft als störend empfunden. Bei der Geräuscheinblendung bestehen diese Schwierigkeiten nicht, jedoch muß man auch hier empirisch die Stelle der günstigsten Einblendungsmöglichkeit suchen.

Eine Einblendung sollte sehr gleichmäßig erfolgen und ihre Dauer nicht unter einer Sekunde liegen. Sehr langsame Einblendungen, zum Beispiel des Beifalls vor einem Konzert, können ohne Bedenken bis zu fünf Sekunden dauern.

Bei Wortaufnahmen oder Hörspielen wird durch die Ein- oder Ausblendung oft eine Retrospektive (Rückschau oder Rückblende) angedeutet. Im Interesse der Wortverständlichkeit sollte hier die Einblendung nicht mit absoluter Stille beginnen, sondern der Anfang sollte etwa die halbe Lautstärke der sonstigen Darbietung haben.

#### 3.2. Ausblendung

Für die Ausblendung gilt prinzipiell das bei der Einblendung Gesagte. Bei Musik ist ebenfalls darauf zu achten, daß die Ausblendung dem Tempo und auch der Melodie des Stückes angepaßt sein sollte. Bei einer guten Ausblendung wird die Musik oder das Geräusch bis zum Schluß kontinuierlich leiser und reißt nicht etwa plötzlich ab. Unbedenklich kann eine Ausblendung zehn Sekunden lang dauern, wenn es zum Charakter der Aufnahme paßt. Starke Nebengeräusche bei älteren Aufnahmen (zum Beispiel bei alten Schallplatten) sollten sofort nach dem Verklingen des letzten Tons ausgeblendet werden.

#### 3.3. Überblendung

Bei der Überblendung wirken eine Aus- und eine Einblendung gleichzeitig zusammen. Wenn beispielsweise Musik langsam ausgeblendet und gleichzeitig Wellenplätze langsam eingeblendet wird, spricht man von einer Überblendung.

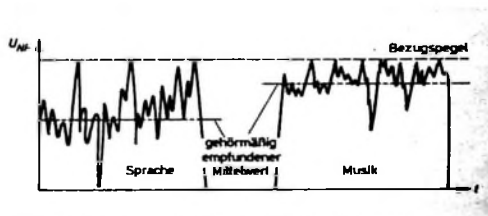
Ebenso wie die Bildüberblendung beim Film macht auch die Tonüberblendung einen Szenenwechsel deutlich. Wie stark sich die erste und die zweite Schallquelle überdecken sollen, hängt vom akustischen Geschehen ab. Die Überblendung ist eine echte Mischung zweier Schallereignisse und erfordert einen entsprechenden technischen Aufwand, insbesondere bei einem automatischen Ablauf!).

#### 3.4. Mischung von Wort und Musik

Wenn der Tonbandamateur Wort und Musik oder Wort und Geräusch mischen will, dann kann sich der technische Aufwand in Grenzen halten. Zur Mischung sind folgende Geräte erforderlich:

- ein Mikrofon für die direkte Wortaufnahme,
- ein Aufnahme-Tonbandgerät,
- ein Mischpult (in manchen Tonbandgeräten ist ein Mischpult für zwei Eingänge bereits eingebaut) und
- ein Plattenspieler oder Zweit-Tonbandgerät für die Musik- oder Geräuschwiedergabe.

Bild 4. Zeitlicher Verlauf der Größe einer Tonfrequenzspannung bei Sprache und bei Musik



Soll an bestimmten Stellen der Musik gesprochen werden, so ist die Musik an diesen Stellen herunterzublenzen und sofort mit dem Sprechen zu beginnen. Ein verzögerter Einsatz des Sprechers wirkt unschön, da das Herunterblenden bereits etwas Kommendes ankündigt. Ebenso ist die Musik nach dem letzten Wort sofort wieder auf den ursprünglichen Wert aufzublenzen. Zwischen zwei Sprechtexten muß der Mikrofonregler geschlossen sein, damit sich keine Nebengeräusche mit der Musik mischen können.

Beim Sprechen soll die Musik um etwa 24 ... 30 dB gedämpft sein, damit die Wortverständlichkeit nicht beeinträchtigt wird.

Der genaue Wert hängt stark von der Musik ab und ist durch Versuche zu ermitteln. Zweckmäßigerweise merkt man sich die entsprechende Reglerstellung und blendet die Musik an den betreffenden Stellen auf diesen Wert herunter. Bei Aufnahmen, in denen wechselweise Sprache und Musik zu hören ist, wird es oft als störend empfunden, daß die Musik scheinbar lauter ist als die Sprache, obwohl die Spitzen der Sprache wie auch die der Musik auf den gleichen Bezugspegel ausgesteuert wurden. Infolge des impulsähnlichen Charakters der Sprache ist ihr

gehörmäßig empfundener Mittelwert nämlich kleiner als der von Tanz- und Unterhaltungsmusik (Bild 4). Um eine gehörmäßige Lautstärkegleichheit zu erreichen, ist es daher empfehlenswert, die Musik so auszusteuern, daß ihre Spitzenwerte 4 bis 6 dB unter den Spitzenwerten der Sprache liegen.

#### 3.5. Mischung von Wort und Geräusch

Geräusche wird man zum gesprochenen Wort immer dann hinzumischen, wenn die Handlung in eine durch das Geräusch charakterisierte Umgebung verlegt werden soll. Einige Schallplattenfirmen bieten Geräuschschallplatten für Tonbandamateure an<sup>1)</sup>, wobei die Auswahl an Geräuschen erstaunlich groß ist. Das hat den Vorteil, daß zum Abspielen nur ein Plattenspieler erforderlich ist. Erfahrene Tonbandamateure nehmen auch teilweise selbst Geräusche auf, die sie dann von einem zweiten Tonbandgerät dem Mischpult zuführen. Viele Geräusche kann man auch synthetisch erzeugen oder nachahmen und bei der Wortaufnahme direkt oder über ein zweites Mikrofon aufnehmen.

Bei einer Wortszene, die mit einem Hintergrund-Geräusch unterlegt ist, wird man zuerst das Geräusch einblenden, dann den Text sprechen und am Schluß das Geräusch wieder ausblenden. Geräusche, die an eine bestimmte Textstelle gebunden sind, werden dagegen an der betreffenden Stelle einblendend.

Auch bei der Geräuschuntermalung gilt als oberster Grundsatz: Die Lautstärke des Geräusches darf nicht so groß sein, daß die Wortverständlichkeit darunter leidet. Das Überladen eines Hörspiels mit Geräuschen sollte möglichst vermieden werden; einer sinnvollen Anwendung der Geräusche ist stets der Vorzug zu geben.

#### 3.6. Mischung mehrerer Magnettonbandspuren (Duoplay)

Mit der Einführung der Parallelspurtechnik (Viertelspur- und Stereo-Geräte) ergaben sich für den Tonbandamateur neue Möglichkeiten zur Gestaltung und Herstellung seiner Tonaufnahmen. Hierbei ist es nämlich möglich, die beiden parallel laufenden Spuren zeitlich getrennt, das heißt nacheinander, mit verschiedenen

<sup>1)</sup> Kröner, K.: Ein automatisches Mischgerät mit Photowiderständen für vier Stereo-Kanäle. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 12, S. 481-484

<sup>2)</sup> Zum Beispiel die 30-cm-Stereo-LP „Sound effects“ (FBY 155 000) aus dem Vertriebsprogramm von Philips Ton (s. a. „Sound effects“ – eine mustergültige Schallplatte mit Geräuschen in Stereo. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 2, S. 55)



Schallquellen zu bespielen, sie jedoch gleichzeitig wiederzugeben (Bild 5). Bei der Dia- oder Filmvertonung kann also beispielsweise auf der ersten Spur abwechselnd Geräusch und Musik aufgenommen werden, während anschließend beim Abhören der ersten Spur auf der zweiten der Text aufgenommen wird. Bei einem Versprecher braucht man nun nicht mehr die gesamte Mischung zu wiederholen, sondern es genügt, die Textspur oder einen Teil davon neu aufzunehmen. Das ist ein Vorteil gegenüber der üblichen Mischtechnik, bei der sich – wie bereits erwähnt – das Mischprodukt nicht mehr trennen läßt. Die elektrische Mischung beider Spuren erfolgt beim monauralen Abhören durch Parallelschaltung beider Spuren im Wiedergabeverstärker des Tonbandgerätes. Es versteht sich von selbst, daß die Aussteuerung der Spuren einander angeglichen werden muß.

Als weiterer Vorteil kann angesehen werden, daß beim Bespielen der zweiten Spur

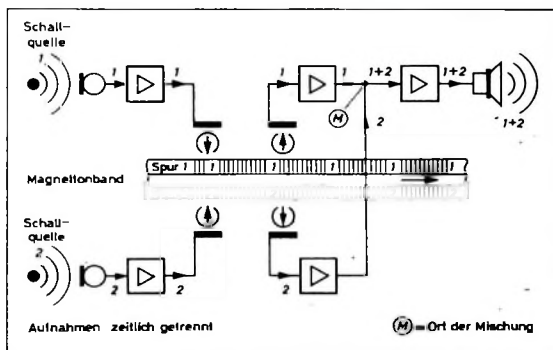
eine Aufnahme, die aus der Mischung von Gitarre und Klarinette besteht. Wenn diese Mischung gelungen ist, dann kann man die erste Spur für weitere Aufnahmen verwenden.

Der gleiche Vorgang (Abhören, Mischen und Neuaufnahme) kann nun wieder beginnen, jedoch mit dem Unterschied, daß jetzt die zweite Spur über das Mischpult auf die erste überspielt wird. Dabei kann dann ein weiteres Instrument, zum Beispiel eine Posaune, eingemischt werden (Bild 6c). Danach befindet sich auf der ersten Spur eine Mischung aus Gitarre, Klarinette und Posaune, und die zweite Spur ist für weitere Aufnahmen frei.

Dieses Verfahren läßt sich (theoretisch) beliebig oft wiederholen. In der Praxis wird jedoch der Tonbandamateur schon nach einigen Überspielungen feststellen, daß die Qualität der Aufnahme laufend abnimmt. Die Ursache hierfür liegt vor allem darin, daß der Frequenzgang üblicher Heim-Tonbandgeräte Überhöhungen und

Obwohl die technischen Möglichkeiten durch die verwendeten Tonbandgeräte bestimmt sind, hängen die Gestaltung und das Gelingen derartiger Aufnahmen doch auch von dem Tonbandamateur ab, der das Mischpult bedient. Bei allen Playback-Aufnahmen ist zu berücksichtigen, daß die einzelnen Aufnahmen nur Teile eines späteren Gesamtklangbildes sind. Die Festlegung der anteilmäßigen Stärke eines Instruments bei der Mischung ist eine Sache der Übung und kann meistens nur durch wiederholte Versuche festgestellt werden. Bei der ersten Aufnahme sollte man möglichst ein Instrument aufnehmen, das den Rhythmus spielt und dann bei den weiteren Aufnahmen als „Taktgeber“ dienen kann.

Die Playback-Technik erlaubt auch Aufnahmen, die sonst nur unter sehr großen Schwierigkeiten gelingen. Zum Beispiel kann eine zarte Singstimme bei nachträglicher Aufnahme lautstärkemäßig über einem Tanzorchester liegen, was bei gleich-



die erste über Kopfhörer oder Lautsprecher mitgehört werden kann und so eine synchrone Aufnahme der zweiten Spur möglich ist. Das ist wichtig, wenn Musik in mehreren Arbeitsgängen aufgenommen wird. Zu einer Orchesterfassung kann beispielsweise ein Gesangs- oder Instrumentalsolist hinzukommen, der aber bereits bei der Orchesteraufnahme technisch und musikalisch berücksichtigt werden sollte. Da zwei Spuren zum Bespielen zur Verfügung stehen, wird diese Technik „Duoplay“ genannt.

Ein ähnliches Verfahren wird von vielen Schallplattenfirmen bei der Musikproduktion angewandt. Allerdings wird hier mit vier Parallelschichten gearbeitet, die im Interesse einer guten Tonqualität je 3,8 mm breit sind. Das dazu erforderliche Tonband hat eine Breite von 25,4 mm (1 Zoll).

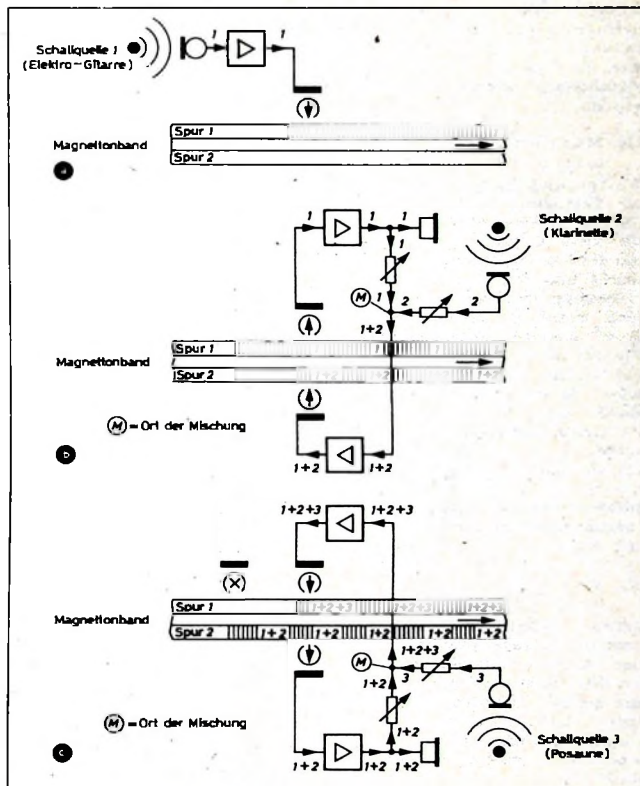
Bild 5 (oben) Mischung mehrerer Magnetbandspuren (Duoplay)

### 3.7. Multiplay

Auch das Multiplay-Verfahren erfordert zwei parallel laufende Spuren. Mit Tonbandgeräten, die für Multiplay-Aufnahmen geeignet sind, ist es möglich, ein sogenanntes „Ein-Mann-Orchester“ aufzunehmen. Der Aufnahmeablauf sieht dabei etwa folgendermaßen aus: Auf der ersten Spur wird ein Rhythmusinstrument (zum Beispiel Elektro-Gitarre) aufgenommen (Bild 6a). Dann spult man das Band zurück und nimmt beim Abhören der ersten Spur im Kopfhörer auf der zweiten Spur ein Melodieinstrument (zum Beispiel Klarinette) synchron auf. Über ein Mischpult wird dabei gleichzeitig die von der ersten Spur abgenommene Gitarre hinzugemischt (Bild 6b). Die zweite Spur trägt nun also

Bild 6. Mischung mehrerer Magnetbandspuren (Multiplay)

Absenkungen aufweist, die sich bei mehrmaligem Überspielen addieren können. Außerdem vergrößern sich von Überspielung zu Überspielung die nichtlinearen Verzerrungen, die Gleichlaufschwankungen und die Fremdspannungen. Diese Faktoren begrenzen die Anzahl der qualitätsmäßig guten Überspielungen. Es ist daher wohl selbstverständlich, daß für Multiplay-Aufnahmen immer die höchste zur Verfügung stehende Bandgeschwindigkeit verwendet werden sollte, denn nur dann läßt sich die Wirkung der Störquellen auf ein Minimum beschränken. Bei guten Geräten und 19 cm/s Bandgeschwindigkeit kann man wenigstens sechs Überspielungen bei guter Qualität erreichen.



zeitiger Aufnahme schon wegen der Blasinstrumente unmöglich wäre.

### 3.8. Einband-Playback

Vor der Einführung der Parallelspur-Tonbandgeräte waren Multiplay-Aufnahmen mit einem Gerät nur dann möglich, wenn dieses Gerät eine Playback-Kopf-anordnung hatte. Dabei ist die Reihenfolge der Köpfe in Laufrichtung: Wiedergabekopf, Löschkopf, Aufnahmekopf.

Eine auf dem Band befindliche erste Aufnahme kann durch den Wiedergabekopf abgetastet, abgehört und über den Aufnahmekopf auf demselben Band wieder aufgenommen werden.

Dabei ist es möglich, ein weiteres Instrument oder eine weitere Stimme einzumischen. Da aber bei jeder Mischung die vorhergehende Aufnahme gelöscht wird, erfordert ein Versehen bei der Mischung oder der Neuaufnahme die Wiederholung aller Teilaufnahmen. Es ist also viel Übung erforderlich, um zeitraubende Wiederholungen zu vermeiden.

### 3.9. Zweiband-Playback

Wenn zwei Tonbandgeräte zur Verfügung stehen, können Playback-Aufnahmen auch ohne Parallelspergerät oder Playback-Kopfanordnung gemacht werden. Dabei gibt ein Gerät die bereits vorhandene Aufnahme wieder, und mit dem zweiten Gerät wird diese nach Mischung mit der Neuaufnahme aufgenommen.

Nach Möglichkeit sind hierbei nach jeder Aufnahme-Phase die Aufnahme-Wiedergabe-Funktionen der beiden Geräte zu vertauschen, da bei Heim-Tonbandgeräten erfahrungsgemäß die Wiedergabe auf dem Gerät am besten ist, auf dem die Aufnahme erfolgte. Dadurch werden auch gleichzeitig Ungenauigkeiten in der Einhaltung der Sollgeschwindigkeit ausgeglichen, die sich als Tonhöhen- und Tempoverfälschung störend bemerkbar machen würden.

### 3.10. Mischung mit drei Tonbandgeräten

Der Tonbandamateur, dem drei Bandgeräte zur Verfügung stehen, ist in der Lage, alle erdenklichen Mischungen auszuführen. Mit zwei Geräten wird wiedergegeben, und diese beiden Darbietungen werden gemischt und mit dem dritten Gerät aufgenommen. Das so entstandene Band kann dann ebenfalls wiedergegeben und mit einem weiteren Band gemischt werden. Wie bei einer Multiplay-Aufnahme, kann man diesen Vorgang mehrfach wiederholen, so daß aus einzelnen Geräusch-, Musik- oder Wortaufnahmen schließlich die Gesamtaufnahme entsteht. Bei Hörspielen ist es zum Beispiel dadurch möglich, alle Aufnahmen getrennt herzustellen und bei der anschließenden Mischung die Aufmerksamkeit ausschließlich auf das Zusammenwirken der einzelnen Elemente zu richten.

### 3.11. Mischung mehrerer Mikrofone

Mehrere Mikrofone wird der Tonbandamateur vorzugsweise bei Musikaufnahmen benutzen. Mit einem Mischpult können diese Mikrofone dann einzeln geregelt und gemischt werden. Hierbei hängt der Anteil, den die einzelnen Mikrofone zur Gesamtaufnahme liefern, jedoch weitgehend vom Charakter der aufzunehmenden Musik ab.

Bei Aufnahmen von ernster Musik sollte die Dynamik nicht mit den Mikrofonreglern nachgeregelt, sondern allein von den Musikern bestimmt werden. Die obere Aussteuerungsgrenze wird bei einer Fortissimo-Stelle (sehr laute Stelle) festgelegt. Beim Einstellen des Mischverhältnisses beginnt man mit dem Hauptmikrofon (hohe Streicher), zu dem dann im richtigen Verhältnis das Mikrofon über den tiefen Streichern und das vor den Holz- und Blechbläsern kommen. Wenn das Verhältnis der einzelnen Orchesterinstrumente untereinander stimmt, kann ein Solist über ein separates Mikrofon hinzugemischt werden. Je nach Auffassung kann der Solist dabei gehörmäßig auch etwas vor

Bild 7. Mikrofon- und Hallmischung bei einer Tanzorchesteraufnahme

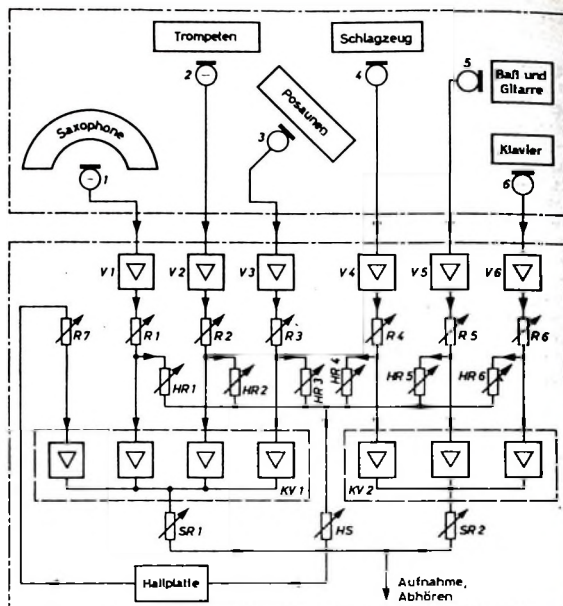
dem übrigen Orchester stehen; er sollte aber nicht aus dem Gesamtklang herausfallen.

Bei Tanzmusik und beim Jazz, wo es mehr auf besondere Effekte ankommt, liegen die Verhältnisse anders. Man wird hier zuerst die Rhythmusinstrumente einstellen und dann anteilmäßig die melodieführenden Instrumente hinzunehmen, ohne daß dadurch der Rhythmus verdeckt wird. Solisten werden wieder besonders hervorgehoben. Wichtig ist bei Tanzmusikaufnahmen, die einzelnen Musiker-Gruppen räumlich voneinander zu trennen und eventuell durch Zwischenwände zu isolieren. Mit dem Regler am Mischpult hat man dann jede Gruppe „in der Hand“ und kann Dynamikunterschiede leicht ausgleichen.

### 3.12. Nachhall

Künstlicher Nachhall, der den meisten Orchester- und Gesangsaufnahmen beige-mischt wird, läßt sich mit einem Hallraum (in dem ein Lautsprecher und ein Mikrofon stehen), mit einer Hallplatte oder mit Hallfedern erzeugen. Alle drei Systeme haben Vor- und Nachteile, die aber hier nicht erörtert werden sollen. In diesem Zusammenhang interessiert besonders die Mischung des Nachhalls mit dem Original. Zunächst ist es gleichgültig, ob ein oder mehrere Mikrofone (oder andere Signalquellen) verhallt werden sollen. Den zu verhallenden Anteil der Tonfrequenzspannung kann man vor oder hinter dem Mischregler abgreifen. Wird der Hallanteil vor dem Regler abgegriffen, so ist die Stärke des Nachhalls unabhängig von der Lautstärke der nicht verhallenden Darbietung. Hierbei kann man also den direkten (nicht verhallenden) Anteil laufend kleiner machen, während sich der Nachhall nicht ändert, und das ergibt eine scheinbare Entfernung der Schallquelle. Dagegen kommt die Schallquelle gehörmäßig näher, wenn dem Nachhall laufend mehr Direkt-schall zugemischt wird. Für Hörspieleffekte ist dieses Verfahren sehr brauchbar.

Bei Musikaufnahmen, bei denen der künstliche Nachhall den natürlichen Raumhall ersetzen oder unterstützen soll, ist es dagegen günstiger, den Hallanteil gleichmäßig mit dem direkten Anteil zu verändern, indem man erst hinter dem Mischregler einen Teil der Spannung verhallt. Wird der Regler hierbei etwas zugeregelt, so verringert sich auch der zu verhallende Anteil. Sollen mehrere Eingänge verhallt werden, so ist es erforderlich, die einzelnen Teilspannungen mit zusätzlichen Reglern rückwirkungsfrei zu mischen und die Summenspannung der Hallanordnung zuzuführen. Die Spannung, die vom Hallraum, von der Hallplatte oder den Hallfedern kommt, wird wie die jeder anderen Signalquelle einem Eingang des Mischpultes zugeführt und kann dadurch auch in ihrer Höhe variiert werden.



3.13. Mikrofonmischung bei einer Tanzorchesteraufnahme

Als Beispiel einer umfangreicheren Mischung soll an Hand der Blockschaltung im Bild 7 eine Tanzorchesteraufnahme dargestellt werden. Das Orchester besteht aus Saxophonen, Posaunen, Trompeten, Schlagzeug, Gitarre, Baß und Klavier. Auf Geigen, Bratschen, Celli und Gesangssolisten sowie auf besondere technische Einrichtungen zur Klangbeeinflussung (Kompressoren, Begrenzer, Entzerrer) sei hier bewußt verzichtet.

Im Aufnahmerraum ist den sechs Gruppen je ein Mikrofon zugeordnet. Über die Vorverstärker V1...V6 gelangen die Tonfrequenzspannungen zu den sechs Mischreglern R1...R6. Hinter diesen Reglern liegen die Abzweigungen mit den Hall-einspielreglern HR1...HR6. Über den Hall-Summenregler HS führt man den zu verhallenden Spannungsanteil der Hallplatte zu. Die direkte (nicht verhallte) Spannung gelangt zu den Knotenpunktverstärkern KV1 und KV2, an deren Summenausgängen je ein Summenregler (SR1, SR2) liegt. Mit dem Regler R7 wird die von der Hallplatte kommende Spannung den Mikrofoneingängen zugemischt. Mit diesem auf den ersten Blick vielleicht kompliziert wirkenden Mischfeld ist es möglich, sämtliche Instrumentengruppen getrennt zu regeln und auch getrennt zu verhallen.

Dieser Überblick über die Grundformen der Mischtechnik sowie ihre Voraussetzungen und Wirkungen sollte den Tonbandamateur anregen, seine Aufnahmen in dieser Richtung zu überprüfen beziehungsweise zu verbessern. Wenn auch die technische Einrichtung die Möglichkeiten vielfach begrenzt, sollte doch die Gestaltung einer Tonbandaufnahme neben der technischen Qualität im Vordergrund stehen. Der Tonbandamateur wird zwar kaum in der Verlegenheit kommen, eine Aufnahme in der Größenordnung der im Abschnitt 3.13. beschriebenen zu machen, er kann jedoch vielfach aus dem Prinzip der professionellen Technik wertvolle Ratschläge für den Entwurf und die Bedienung seiner Anlage entnehmen.



# Vereinfachte Schaltungsberechnung nach der Zweipoltheorie

Mit der Zweipoltheorie von Helmholtz und ihrem Satz von der Ersatzspannungsquelle wird ein wenig verbreitetes, eigentlich aber recht einfaches Hilfsmittel anschaulich erläutert, das die Berechnung der verschiedenen elektrischen Schaltungen oft wesentlich vereinfacht. In Beispielen wird gezeigt, wie sich diese Methode nicht nur auf Netzwerke (vermaschte Schaltungen) mit mehreren Spannungsquellen, sondern auch auf einfachere Schaltungen, etwa auf die Berechnung von Schaltvorgängen und auf die Berechnung von Wechselstromschaltungen, erfolgreich anwenden läßt.

DK 621.372.4.001.24

## 1. Aktiver und passiver Zweipol

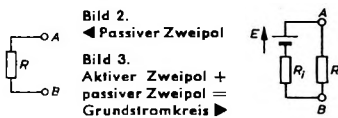
Bevor auf die eigentliche Zweipoltheorie eingegangen wird, sollen die Begriffe „aktiver“ und „passiver Zweipol“ geklärt werden.

Unter einem „aktiven Zweipol“ ist schlechthin eine Schaltung zwischen zwei Punkten  $A$  und  $B$  zu verstehen, die „aktive Schaltelemente“ enthält, das heißt eine oder mehrere Spannungsquellen, in beliebiger Zusammenschaltung enthält. Der einfachste aktive Zweipol



ist nach Bild 1 eine Spannungsquelle (Batterie, Generator), bestehend aus ihrer Ursprungspannung  $E$  (leider auch heute noch oft als „EMK“ bezeichnet) und ihrem Innenwiderstand  $R_i$ .

Unter einem „passiven Zweipol“ ist eine Schaltung zwischen zwei Punkten  $A$  und  $B$  zu verstehen, die nur „passive Schaltelemente“ enthält, das sind solche ohne Stromantrieb, also Widerstände und „Verbraucher“ beliebiger Art. Der einfachste passive Zweipol ist nach Bild 2 ein ohmscher Widerstand  $R$ .



Wird der aktive Zweipol aus Bild 1 mit dem passiven Zweipol aus Bild 2 zusammenschaltet, dann entsteht der einfachste Stromkreis, der sogenannte „Grundstromkreis“ nach Bild 3.

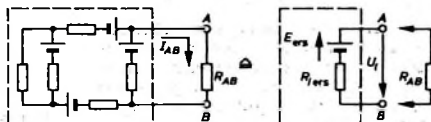
## 2. Satz von der Ersatzspannungsquelle

### 2.1. Qualitative Aussage

Der Satz von der Ersatzspannungsquelle, der auch theoretisch bewiesen ist, wurde von Helmholtz (1821–1894) aufgestellt; er besagt sinngemäß:

Zur Berechnung eines Stromes  $I_{AB}$  zwischen zwei Punkten  $A$  und  $B$  in einer Schaltung, die nur lineare (ohmsche) Widerstände enthält, läßt sich die gesamte Schaltung jenseits  $A$  und  $B$  in einen aktiven Ersatzzweipol umrechnen, der nur eine Ersatzursprungspannung  $E_{ers}$  und deren Ersatzinnenwiderstand  $R_{i,ers}$  enthält und die Leerlaufspannung  $U_i$  abgibt.

Bild 4. Darstellung einer Schaltung als aktiver Ersatzzweipol



Aus Bild 4, das die Konsequenz aus diesem Satz darstellt, geht der Ansatz für die Berechnung des Stromes  $I_{AB}$  in der ursprünglichen Schaltung hervor:

$$I_{AB} = \frac{U_i}{R_{i,ers} + R_{AB}}$$

Im Zähler dieses Ansatzes steht absichtlich die vom aktiven Ersatzzweipol abgegebene Leerlaufspannung  $U_i$  und nicht die — zahlenmäßig gleich große! — Ursprungspannung  $E_{ers}$ , da bei der Berechnung der Spannungsabfall am unbelasteten Ersatzzweipol  $AB$ , eben die Leerlaufspannung  $U_i$ , erscheint, wie aus dem Weiteren hervorgeht.

Rein formal scheint die Lösung der Aufgabe, Berechnung des Stromes  $I_{AB}$  in der ursprünglichen Schaltung, bis hierher sehr einfach. Nach Abtrennung des passiven Zweipols  $R_{AB}$ , der selbst natürlich aus einer beliebigen Zusammenschaltung mehrerer einzelner passiver Zweipole bestehen kann, ist der Rest der Schaltung lediglich in den Ersatzzweipol  $E_{ers}$ ,  $R_{i,ers}$  umzurechnen, und schon erhält man nach dem obigen Ansatz das Resultat. Der eigentliche Rechenaufwand besteht nun darin, die Größen  $U_i$  ( $E_{ers}$ ) und  $R_{i,ers}$  der Ersatzspannungsquelle zu bestimmen.

### 2.2 Berechnung von $R_{i,ers}$

Nach Abtrennung des Widerstandes  $R_{AB}$  hat man sich den Rest der Schaltung zwischen  $A$  und  $B$  nach Abschnitt 2.1. nur noch als einen Ersatzgenerator mit  $E_{ers}$  und  $R_{i,ers}$  vorzustellen. Wie aber könnte man den Innenwiderstand  $R_i$  eines Gleichstromgenerators nach Bild 1 am einfachsten bestimmen? Man müßte den Generator in Gedanken „anhalten“, so daß seine Ursprungspannung  $E = 0$  wird und zwischen seinen Klemmen  $A$  und  $B$  nur noch der Innenwiderstand  $R_i$  wirkt; dieser Widerstand wäre zum Beispiel mit einem Ohmmeter zu messen. Ganz sinngemäß erhält man den Ersatzinnenwiderstand  $R_{i,ers}$ :

$R_{AB}$  von der Originalschaltung abtrennen, alle Ursprungspannungen (nicht die zugehörigen Innenwiderstände!) durch Kurzschlüsse ersetzt denken und den Widerstand zwischen den Klemmen  $A$  und  $B$  bestimmen.

Dieser erste Schritt ist der einfachste, da er nur in der Berechnung des Gesamtwiderstandes einer Gemischtschaltung von Widerständen besteht. An dieser Stelle wird bereits deutlich, warum diese Methode auf Schaltungen mit nur linearen Widerständen beschränkt ist: Nichtlineare, das heißt von Stromstärke und Spannung abhängige Widerstände (Röhren, Gleichrichter, Transistoren, Glühlampen, Stabilisatoren usw.) würden ja beim Abtrennen von  $R_{AB}$  und beim Nullsetzen der Ursprungspannungen ihren Widerstandswert ändern und damit zu einem falschen

$R_{i,ers}$  führen. Der abgetrennte „Außenwiderstand“  $R_{AB}$  darf hingegen sehr wohl nichtlinear sein.

### 2.3. Berechnung von $U_i$

Die Leerlaufspannung  $U_i$  eines (belasteten) Generators nach Bild 3 würde man praktisch

am einfachsten dadurch bestimmen, daß man den Lastwiderstand  $R_{AB}$  abtrennt und die Klemmenspannung des unbelasteten Generators (mit einem hochohmigen Instrument) mißt. Genauso erhält man die Leerlaufspannung  $U_i$  des gedachten Ersatzgenerators:

$R_{AB}$  von der Originalschaltung abtrennen und den an den offenen Klemmen  $A$  und  $B$  herrschenden Spannungsabfall bestimmen.

Dieser Schritt kann in vermaschten Schaltungen einen etwas größeren Rechenaufwand bedeuten, vor allem dann, wenn die verbleibende Schaltung zwischen  $A$  und  $B$  nach Abtrennen von  $R_{AB}$  noch aus mehreren Maschen mit aktiven Schaltelementen besteht. Auf jeden Fall aber wird die Anzahl der Maschen der Originalschaltung durch Abtrennen von  $R_{AB}$  um eine reduziert. Für die klassische Berechnung mit den Kirchhoffschen Sätzen bedeutet das, daß die Anzahl der Unbekannten und der für sie aufzustellenden Gleichungen ebenfalls um eine reduziert wird, das ist schon ein erheblicher Vorteil.

Nur am Rande sei hier erwähnt, daß sich die Zweipoltheorie nach dem beschriebenen Verfahren auch mehrfach innerhalb einer Schaltung anwenden läßt. Setzt etwa die Berechnung von  $U_i$  in einer Schaltung mit abgetrenntem  $R_{AB}$  die Kenntnis eines Stromes voraus, dann läßt sich dieser wieder nach Abtrennen eines Widerstandes und Bestimmung von  $U_i'$  und  $R_{i,ers}'$  berechnen. Mag der so angedeutete, wiederholte Rechnungsgang auf den ersten Blick auch umständlich scheinen, so ist er doch immer noch viel einfacher und bequemer als die Lösung von Gleichungssystemen mit mehreren Unbekannten.

## 3. Anwendungsbeispiele

### 3.1. Belasteter Spannungsteiler

Dieses besonders einfache Beispiel diene zur Veranschaulichung der Rechenmethode. Gesucht sei im Bild 5 der Strom  $I_{AB}$  durch den an das Potentiometer  $R$  angeschlossenen

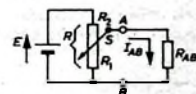


Bild 5. Belasteter Spannungsteiler; gesucht:  $I_{AB}$

Widerstand  $R_{AB}$ . Der Schleifer  $S$  des Potentiometers teilt  $R$  in  $R_1$  und  $R_2$  auf. Gegeben seien  $E$ ,  $R$ ,  $R_1$  und  $R_2 = R - R_1$  sowie  $R_{AB}$ .

Zur Bestimmung von  $R_{i,ers}$  und  $U_i$  wird  $R_{AB}$  abgetrennt und die Schaltung der besseren Übersicht wegen nach Bild 6 umgezeichnet.

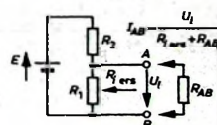


Bild 6. Ersatzschaltung zu Bild 5

Zur Berechnung von  $R_{i,ers}$  hat man sich die Ursprungspannung  $E$  im Bild 6 kurzgeschlossen zu denken, so daß  $R_2$  parallel zu  $R_1$  liegt. Der jetzt zwischen  $A$  und  $B$  wirksame Widerstand

$R_{t\text{ ers}}$  ist

$$R_{t\text{ ers}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R}$$

und daraus folgt

$$R_{t\text{ ers}} + R_{AB} = \frac{R_1 R_2 + R \cdot R_{AB}}{R}$$

Die Leerlaufspannung ergibt sich nach Bild 6 aus der Spannungsteilerregel sofort zu

$$U_i = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \frac{E \cdot R_1}{R}$$

Der gesuchte Strom  $I_{AB}$  folgt nun gemäß Ansatz aus der Division des Ausdrucks  $U_i$  mit dem Ausdruck  $R_{t\text{ ers}} + R_{AB}$ . Dabei muß sich übrigens stets der Nenner von  $U_i$  mit dem von  $R_{t\text{ ers}} + R_{AB}$  kürzen lassen: eine Probe, ob die Rechnung bis dahin richtig ist!  $I_{AB}$  ist nun hier

$$I_{AB} = \frac{U_i}{R_{t\text{ ers}} + R_{AB}} = \frac{E \cdot R_1}{R_1 R_2 + R R_{AB}}$$

Sicherlich wurde der Strom  $I_{AB}$  nach dieser Methode bequemer gefunden als etwa unter Anwendung der Stromteilerregel in der Originalschaltung nach Bild 5.

### 3.2. Zwei Generatoren arbeiten auf einen Verbraucher

Dieses Beispiel behandelt eine einfache vermaschte Schaltung nach Bild 7. Man kann sich unter  $E_1$ ,  $R_1$  die Lichtmaschine und unter

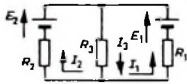


Bild 7. Vermaschte Schaltung; gesucht:  $I_4$

$E_2$ ,  $R_2$  den Akkumulator in einem Kraftwagen vorstellen, die gemeinsam auf den angeschlossenen Verbraucher  $R_4$ , zum Beispiel die Scheinwerfer, arbeiten.

Gegeben:  $E_1$ ,  $R_1$ ,  $E_2$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ .

Gesucht: Strom  $I_4$  der Lichtmaschine.

Ohne Kenntnisse der Zweipoltheorie müßten zur Lösung dieser Aufgabe drei Gleichungen für die drei unbekannten Ströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  aufgestellt werden (zwei Maschensätze, ein Knotenpunktsatz), aus denen  $I_4$  zu eliminieren wäre. Die Lösung mit der Zweipoltheorie ist wesentlich einfacher:

Durch Umzeichnen der Schaltung mit abgetrenntem  $R_4$  nach Bild 8 erhält man zunächst

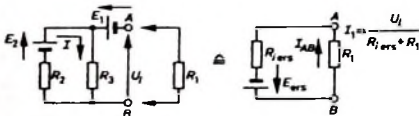


Bild 8. Ersatzschaltung zu Bild 7 und Ersatz-Grundstromkreis

$R_{t\text{ ers}}$ , indem man sich  $E_1$  und  $E_2$  durch Kurzschlüsse ersetzt denkt, also

$$R_{t\text{ ers}} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

und

$$R_{t\text{ ers}} + R_1 = \frac{R_1 (R_2 + R_3) + R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

Die Leerlaufspannung  $U_i$  erhält man nach dem Maschensatz aus  $U_i$ ,  $E_1$  und dem Spannungsabfall  $I \cdot R_1$  gemäß Bild 8. Darin ist  $I = E_1 / (R_2 + R_3)$  der in der Schaltung mit abgetrenntem  $R_4$  fließende Strom.

$$U_i = E_1 - I \cdot R_1 = \frac{E_1 (R_2 + R_3) - E_1 R_1}{R_2 + R_3}$$

Damit läßt sich der gesuchte Strom  $I_4$  hinschreiben zu

$$I_4 = \frac{U_i}{R_{t\text{ ers}} + R_1} = \frac{E_1 (R_2 + R_3) - E_1 R_1}{R_1 (R_2 + R_3) + R_2 R_3}$$

Auf eine allgemeine Diskussion des Ergebnisses und auf das Einsetzen von Zahlenwerten soll hier verzichtet werden, da sie mit dem Rechenverfahren an sich ja nichts zu tun haben.

### 3.3. Wheatstonesche Brücke

Zu berechnen ist der Strom  $I_{AB}$  in der Brückendiagonale durch das Galvanometer  $R_g$  gemäß Bild 9. Als gegeben zu betrachten sind

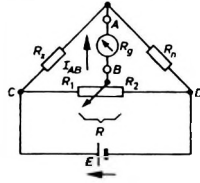


Bild 9. Wheatstonesche Brücke; gesucht:  $I_{AB}$

$R_x$ ,  $R_n$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_g$  und  $E$ . Normalerweise ist die Rechnung recht umständlich, nicht so mit der Zweipoltheorie.

Zur Bestimmung von  $R_{t\text{ ers}}$  wird die Schaltung nach Bild 10, links, umgezeichnet. Durch den

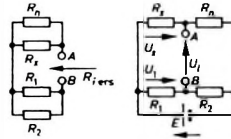


Bild 10. Ersatzschaltungen zu Bild 9 zur Ermittlung von  $R_{t\text{ ers}}$  und  $U_i$

Kurzschluß von  $E$  fallen die Punkte  $C$  und  $D$  zusammen. In abgekürzter Schreibweise ergibt sich

$$R_{t\text{ ers}} = R_x \parallel R_n + R_1 \parallel R_2$$

und

$$R_{t\text{ ers}} + R_g = R_x \parallel R_n + R_1 \parallel R_2 + R_g$$

$U_i$  erhält man aus der Darstellung in Bild 10, rechts, zu

$$U_i = U_1 - U_2 = E \left( \frac{R_1}{R} - \frac{R_x}{R_x + R_n} \right)$$

Also ist der Brückenstrom

$$I_{AB} = \frac{U_i}{R_{t\text{ ers}} + R_g} = E \cdot \frac{R_1 / (R_1 + R_2) - R_x / (R_x + R_n)}{R_x \parallel R_n + R_1 \parallel R_2 + R_g}$$

Um das Ergebnis etwas übersichtlicher schreiben zu können, sei angenommen, daß die Brücke gegenüber dem Abgleich  $R_1/R = R_x/(R_x + R_n)$ , das heißt also gegenüber  $I_{AB} = 0$ , verstimmt sei auf  $(R_1 + \Delta R)/R$ . Damit wird

$$U_i = E \left( \frac{R_1}{R} + \frac{\Delta R}{R} - \frac{R_x}{R_x + R_n} \right) = E \cdot \frac{\Delta R}{R}$$

Ferner sei, wie praktisch meist erfüllt,

$R_1 \parallel R_2 \ll R_x \parallel R_n$ . Damit ist

$$I_{AB} \approx \frac{E \cdot \Delta R / R}{R_x \parallel R_n + R_g}$$

### 3.4. Einschaltvorgang

Beginnend zur Zeit  $t = 0$ , werde nach Bild 11 der Kondensator  $C = 500 \mu\text{F}$  aufgeladen. Es

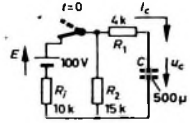


Bild 11. Einschaltvorgang mit einem Kondensator

seien  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$  und  $E = 100 \text{ V}$ . Berechnet werden sollen die Zeitkonstante  $\tau$  der Aufladung, der Endwert  $U_c$ , dem sich die Kondensatorspannung  $u_c$  am Ende der Aufladung nähert, und der Anfangswert  $I_c$ , den der Kondensatorstrom  $i_c$  zum Schaltzeitpunkt  $t = 0$  hat

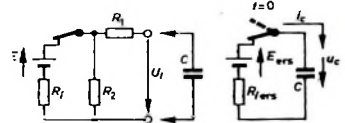


Bild 12. Ersatzschaltung und Ersatz-Grundstromkreis zu Bild 11

In der Schaltung mit dem aktiven Ersatzzweipol nach Bild 12, rechts, gilt für die Aufladung

$$u_c = U_c \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

(mit  $\tau = C \cdot R_{t\text{ ers}}$  sowie  $U_c = U_i = E_{\text{ers}}$ ) und

$$i_c = I_c \cdot e^{-t/\tau}$$

(mit  $I_c = U_i / R_{t\text{ ers}} = E_{\text{ers}} / R_{t\text{ ers}}$ ).

Als  $R_{t\text{ ers}}$  ergibt sich nach Bild 12, links,

$R_{t\text{ ers}} = R_1 + R_2 \parallel R_3 = 4 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega \parallel 15 \text{ k}\Omega = 10 \text{ k}\Omega$  und für  $U_i$ , da über  $R_1$  bei abgetrenntem  $C$  keine Spannung abfällt,

$$U_i = E \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = 100 \text{ V} \cdot 15 \text{ k}\Omega / 25 \text{ k}\Omega = 60 \text{ V}.$$

Damit ergeben sich die Lösungen

$$\tau = C \cdot R_{t\text{ ers}} = 500 \mu\text{F} \cdot 10 \text{ k}\Omega = 5 \text{ s},$$

$$U_c = U_i = 60 \text{ V},$$

$$I_c = U_i / R_{t\text{ ers}} = 60 \text{ V} / 10 \text{ k}\Omega = 6 \text{ mA}.$$

### 3.5. Hummel-Schaltung

In der Schaltung nach Bild 13 seien  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $L_1$ ,  $L_2$  und die Frequenz  $\omega$  zahlenmäßig ge-

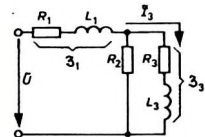


Bild 13. Phasendreh-Schaltung nach Hummel

geben. Der Widerstand  $R_2$  soll so berechnet werden, daß der Strom  $I_2$  der Speisespannung  $\tilde{U}$  um  $90^\circ$  nacheilt. Diese Schaltung findet unter anderem in der Meßtechnik Anwendung, wenn mit einem Wattmeter ( $R_2$ ,  $L_2$ ) die Blindleistung  $P_B$  gemessen werden soll. Es ist dann erforderlich, zum Beispiel den Strom im



Spannungspfad gegenüber der Meßspannung in der Phase um  $90^\circ$  zu verschieben.

Zunächst wird nun der Strom  $\tilde{I}_3$ , vorteilhafterweise mit der komplexen Rechnung als  $\tilde{I}_3$ , mit Hilfe der Zweipoltheorie berechnet.

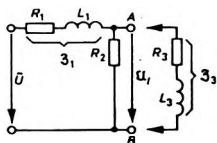


Bild 14. Ersatzschaltung zu Bild 13

Bei abgetrenntem  $\tilde{I}_3$  und kurzgeschlossenem  $\tilde{U}$  ist

$$\tilde{I}_{3, \text{ers}} = - \frac{R_3 \cdot \tilde{I}_1}{R_3 + \tilde{I}_1}$$

und

$$\tilde{I}_{3, \text{ers}} + \tilde{I}_3 = \frac{\tilde{I}_3 (R_3 + \tilde{I}_1) + R_3 \tilde{I}_1}{R_3 + \tilde{I}_1}$$

Die Leerlaufspannung ergibt sich nach der Spannungsteilerregel zu

$$\tilde{U}_1 = \frac{\tilde{U} \cdot R_3}{R_3 + \tilde{I}_1}$$

Also ist der Strom

$$\tilde{I}_3 = \frac{\tilde{U}_1}{\tilde{I}_{3, \text{ers}} + \tilde{I}_3} = \frac{\tilde{U} \cdot R_3}{R_3 (R_3 + \tilde{I}_1) + R_3 \tilde{I}_1}$$

Der Strom  $\tilde{I}_3$  eilt der Spannung  $\tilde{U}$  dann um  $90^\circ$  nach, wenn der komplexe Quotient  $\tilde{U}/\tilde{I}_3 = jX$  ein reiner (induktiver) Blindwiderstand ist, wenn also der Realteil dieses Quotienten gleich Null ist. Die Ausrechnung des Quotienten  $\tilde{U}/\tilde{I}_3$ , der Einfachheit wegen mit  $R_3$  multipliziert, liefert

$$\begin{aligned} \frac{\tilde{U} \cdot R_3}{\tilde{I}_3} &= R_3 (R_3 + \tilde{I}_1) + R_3 \tilde{I}_1 \\ &= (R_3 + jX_{L3}) (R_1 + R_3 + jX_{L1}) + R_1 R_3 + jR_3 X_{L1} \\ &= R_1 R_3 + R_3 R_3 + R_1 R_3 - X_{L1} X_{L3} + j(X_{L1} R_3 + X_{L3} R_3 + X_{L1} R_3 + X_{L1} R_3) \end{aligned}$$

Das Nullsetzen des Realteils liefert die Lösung für  $R_3$

$$R_3 = \frac{X_{L1} \cdot X_{L3} - R_1 R_3}{R_1 + R_3}$$

Mit dieser einfachen Gleichung ist die gestellte Aufgabe – Berechnung des Widerstandes  $R_3$  – leicht durchzuführen.

Mit diesem letzten Beispiel sollte nur angedeutet werden, wie sich die Rechenmethode nach der Zweipoltheorie auch vorteilhaft auf Schaltungen der Wechselstromtechnik anwenden läßt. Gerade auf diesem Gebiete ließen sich natürlich noch zahlreiche Anwendungsfälle zeigen. Die vorliegende Arbeit will jedoch nur eine Anregung sein. Ihr Ziel ist dann erreicht, wenn beim Auftreten solcher und ähnlicher Probleme gelegentlich versucht wird, über die Zweipoltheorie schneller und bequemer zu einer Lösung zu gelangen.

#### Schrifttum

- [1] • K ü p f m ü l l e r, K.: Einführung in die theoretische Elektrotechnik, 7. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962, Springer
- [2] • S c h ö n f e l d, H.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik, 3. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960, Springer

## Die Rundfunk- und Fernsehindustrie auf der IVA

Rundfunk und Fernsehen sind mit die verbreitetsten Kommunikationsmittel. An der Internationalen Verkehrsausstellung (IVA), die am 25. 6. 1965 in München eröffnet wurde und ihre Tore bis zum 3. 10. 1965 für die Besucher offenhält, sind sie daher gebührend beteiligt. Drei Themen sind es, die für die vom Fachverband Rundfunk und Fernsehen im ZVEI ausgerichtete Gemeinschaftsschau gewählt wurden.

► Wer von der Südseite kommend die Halle 9 betritt und nach den Ständen der Industrie Umschau hält, den erwartet auf der linken Hallenseite die Themengruppe „Rundfunk unterwegs“.

Vom winzigen Taschensuper in Miniaturbauweise über den Reisesuper im Format einer Damenhandtasche und mit der Tonqualität eines Heimempfängers bis zum raffinierten Autosuper mit selbsttätiger Senderwahl reicht das Angebot der deutschen Industrie. Die modernen Transistor-Taschensuper sind selbst für manche Realisten unseres hochtechnisierten Zeitalters eigentlich immer noch ein kleines Wunder. Sie zaubern zumindest das Programm des Ortssenders in den winzigen Lautsprecher. Sofern sie einen UKW-Teil enthalten, bieten sie auch unter allerungünstigsten Empfangsbedingungen bereits eine gewisse Programmauswahl. Meistens vermitteln sie bereits – wie die großen Reisesuper – eine überreiche Senderfülle.

Leistungsfähige Kurzwellenbereiche mancher auf der IVA gezeigten Empfänger gewährleisten auch im Ausland, oft sogar in Übersee, den Funkkontakt mit der Heimat.

Alle diese Möglichkeiten stehen natürlich dem Besitzer eines Autoradios ebenfalls offen. Neben den in München durch den Slogan „Mit Musik auf Reisen“ gekennzeichneten Annehmlichkeiten hat er

inzwischen auch eine ganz neue Seite des Autoradios kennen- und schätzengelernt, nämlich die Spezialsendungen der Rundfunkanstalten für Autofahrer, die ihn nicht nur unterhalten, sondern ihn ständig über die Verkehrslagen auf dem laufenden halten. Er wird rechtzeitig über Umleitungen im jeweiligen Reisegebiet, über Sperren oder Autobahnstauungen, über die Schneeverhältnisse im Winter, kurz über alles unterrichtet, was zur Verkehrssicherheit und zum flüssigen Verkehrsablauf gehört. Der Autofahrer von heute wird unterwegs neben der Straßenverkehrskarte auch häufig jene Übersichtspläne zu Rate ziehen, die einige Industrie-firmen herausgeben und in denen die Autofahrersendungen nebst Programmzeiten verzeichnet sind. Er weiß auch, daß der Deutschlandfunk während des ganzen Tages im Anschluß an den Nachrichtendienst Meldungen zur Großverkehrslage und notfalls auch Suchmeldungen durchgibt.

► Gleich neben den Auto- und Reiseempfängern stellt auf der IVA die Fernsehgeräte-Industrie aus. „Mit Fernsehen immer gut im Bild“ ist ihr Motto, und für die meisten Besucher dieser an der Hallen-Südwand aufgebauten Schau sind diese Worte bereits zu einem festen Begriff geworden. Die Erinnerungen an die Satelliten-Übertragungen aus Tokio sind noch ganz frisch in der Erinnerung.

In diesem Jahr steht der Fernsehteilnehmer unter dem Eindruck der Dritten Programme, die in naher Zukunft alle Sendeanstalten ausstrahlen werden. München ist hierfür sozusagen „historischer“ Boden, denn der Bayerische Rundfunk startete als erster ein Drittes Programm. Dieses „Studienprogramm“ besteht aus drei Blöcken, dem Lehr- und Schulfernsehen als Unterrichtshilfe, dem Studienfernsehen mit politischen, wissenschaftlichen

und kulturellen Akzenten sowie der Chronik, die jeden Sendetag abschließt.

Dem Fernsehteilnehmer winkt heute, was er sich von Anbeginn schon wünschte, was aber erst langsam wachsen mußte, nämlich die wirkliche Programmauswahl. In vielen Gegenden kann man nicht nur die regionalen deutschen Sender empfangen, sondern auch weitere aus den benachbarten Staaten.

► Einen der publikumswirksamsten Anziehungspunkte der IVA dürfte der Nordteil der Halle 9 bilden. Dort führt die Rundfunk- und Phonogeräte-Industrie vor, was sie unter „Neue Technik – Neuer Klang“ versteht, nämlich Stereophonie!

Bis zum Jahre 1963 waren Schallplatte und Tonband die einzigen leicht erreichbaren stereophonen Klangquellen. Von ihnen machte zunächst ein kleinerer Kreis ausgesprochener Musikliebhaber Gebrauch. Inzwischen hat sich manches geändert. In vielen Sendebereichen bekommt man jetzt als Rundfunkhörer zusätzlich stereophone Rundfunksendungen gratis und franko ins Haus. Die Industrie will und wird in der ganzen Ausstellungszeit den Besuchern der IVA „vor Ohren führen“, daß Stereo im Heim ein echtes Klangerleben ist. Drei Räume wurden in der Art von Wohnzimmern errichtet, in denen laufend Stereo-Darbietungen zu hören sind.

Auf den Ausstellungstischen findet man die neuen Stereo-Rundfunkempfänger, die – selbst schon zu bescheidenem Preis – außer den normalen monophonen Sendungen auch die für manche Rundfunkhörer noch neue Klangwelt der Stereophonie erschließen. Man hört auf der IVA Stereophonie sowohl mit Empfängern handelsüblicher Qualität als auch in Hi-Fi-Güte über Musikschränke und größere Anlagen. Auf das Prädikat „Hi-Fi“ stößt man übrigens in München bei einer ganzen Anzahl von Rundfunk- und Phonogeräten.

## Kollektorloser Gleichstrom-Kleinstmotor

Zum Antrieb von batteriegespeisten Tonbandgeräten und Plattenspielern benötigt man betriebssichere und geräuscharme Gleichstrom-Kleinstmotoren hoher Lebensdauer. Mit dem herkömmlichen Kollektormotor können nicht alle Anforderungen zufriedenstellend erfüllt werden. Von der AEG ist ein Gleichstrom-Kleinstmotor mit elektronischer Kommutierung entwickelt worden, der beispielsweise im Tonbandgerät „TK 6 Luxus“ von Grundig Anwendung findet. Im folgenden sind Aufbau und Wirkungsweise des neuen Motors beschrieben.

## 1. Arbeitsweise

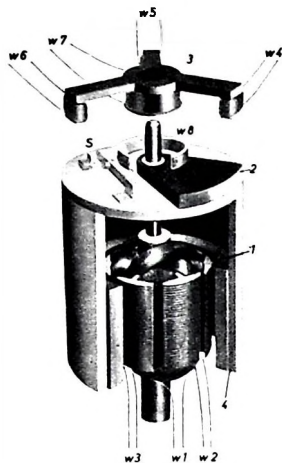
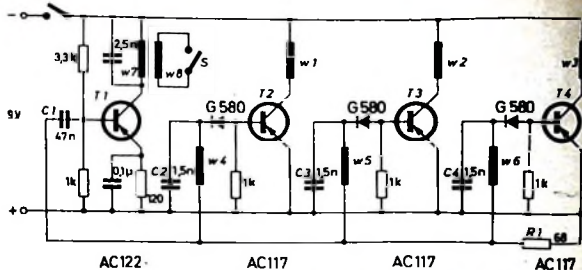
Bei den Gleichstrommotoren bekannter Bauart laufen Leiterschleifen in einem permanenten Magnetfeld um, die über den rotierenden Kollektor und die Bürsten so mit der Stromquelle verbunden werden, daß immer ein gleichsinniges Drehmoment entsteht. Die Leiterschleifen kann man aber auch mit Hilfe eines elektronischen Schalters im jeweils richtigen Zeitpunkt an die Stromquelle legen, so daß die mechanische Stromwende- vorrichtung entfällt. Dazu ist es notwendig, statt der Leiterschleifen den Permanent- magneten als Rotor umlaufen zu lassen. Um das sichere Anlaufen des Motors bei beliebigen Stellungen des Läufers zu gewährleisten, sind mindestens drei Leiter- schleifen (Statorwicklungen) erforderlich. Eine größere Anzahl erhöht zwar die Laufruhe, führt aber auch zu einem größeren Aufwand für die elektronische Steu- erung.

## 2. Elektronische Kommutierung

Als Schalter für die einzelnen Wicklungen dienen Transistoren, die mit Hilfe eines HF-Kommutators gesteuert werden. Bild 1 zeigt die Schaltung der elektronischen Steuerung mit den eingezeichneten Motorwicklungen.  $w 1 \dots w 3$  sind die über die Transistoren  $T 2 \dots T 4$  zu steuernden Statorwicklungen. Die Wicklungen  $w 4 \dots w 6$  zur Steuerung der Transistoren gehören zum HF-Kommutator und werden über ein starr mit dem Rotor verbundenes magnetisches Steuersegment abwechselnd mit der Wicklung  $w 7$  des HF-Oszillators gekoppelt. Der Oszillator mit dem Transistor  $T 1$  schwingt mit einer Frequenz von etwa 100 kHz. Jedesmal wenn beim Umlauf des Steuersegments in einer der Steuerwicklungen  $w 4 \dots w 6$  eine HF-Spannung induziert wird, öffnet der zugehörige Transistor und bewirkt einen Stromfluß in der betreffenden Statorwicklung. Dazu wird das steuernde HF-Signal mit der jeweiligen Diode gleichgerichtet und der Basis des nachgeschalteten Transistors zugeführt.

Eine wichtige Aufgabe hat der Widerstand  $R_1$ . Bei einer bestimmten Stellung des Steuersegments wird außer in der gewünschten Steuerwicklung infolge des magnetischen Streuflusses auch in den beiden anderen Steuerwicklungen eine geringe HF-Spannung induziert. Sie würde ausreichen, um die zugehörigen Transistoren teilweise zu öffnen. Das verhindert der mit allen Steuerwicklungen gemeinsam in Reihe geschaltete Widerstand  $R_1$ . An ihm entsteht wegen der Gleichrichtung des HF-Steuerstroms ein Gleichspannungsabfall, der die beiden Dioden der nicht

**Bild 1. Schaltung der elektronischen Steuerung des Kleinstmotors**



**Bild 2. Aufbau des Motors**

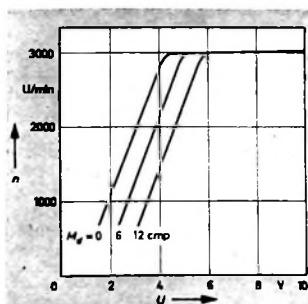
voll angesteuerten Zweige sperrt. Außerdem steht hier auch ein phasenrichtiges HF-Signal für die Rückkopplung des Oszillators zur Verfügung. Es wird über C1 an die Basis des Oszillatortransistors geführt.

### 3. Drehzahlregelung

Der Fliehkraftschalter  $S$  schließt beim Überschreiten einer bestimmten Drehzahl die Dämpfungswicklung  $w_8$  kurz. Diese Wicklung ist in unmittelbarer Nähe der Wicklung  $w_7$  des HF-Steueroszillators angeordnet und bewirkt bei geschlossenem Fliehkraftschalter  $S$  eine so hohe Dämpfung, daß die Oszillatorschwingungen abreißen und die Steuertransistoren  $T_2$  bis  $T_4$  gesperrt bleiben. Sobald die Drehzahl so weit gesunken ist, daß  $S$  wieder öffnet, kann der Oszillator erneut anschwngen. Dabei überbrücken die Kondensatoren  $C_{2...C_4}$  die Dioden und Emittier-Basis-Strecken für HF-Amplituden, die kleiner sind, als die Schwellenspannung der  $p\text{-}n$ -Übergänge.

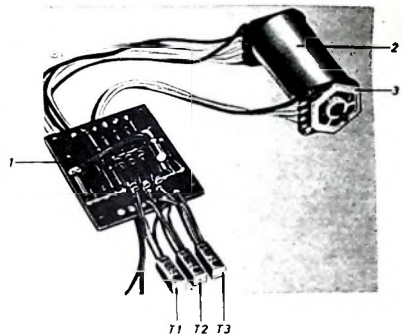
#### 4. Mechanischer Aufbau

Die äußere Bauform entspricht derjenigen üblicher Gleichstrom-Kleinstmotoren (Bild 2). Der umlaufende Permanentmagnet 1 ist als Außenläufer ausgebildet, der mit seinem hohen Massenträgheitsmoment für einen ruhigen Lauf sorgt. Auf



**Bild 4.** Motordrehzahl  $n$  als Funktion der Betriebsspannung  $U$  mit dem Belastungsmoment  $M_d$  als Parameter

**Bild 5. Stromaufnahme  $I$  in Abhängigkeit vom Belastungsmoment  $M_d$**



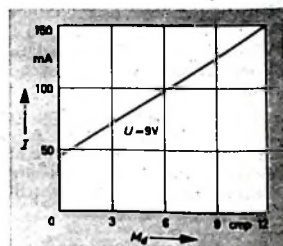
**Bild 3. Platine 1 der elektronischen Steuerung des Motors 2, an dessen vorderem Flansch die Aufhängung 3 für die Montage erkennbar ist**

der Stirnseite der Läuferglocke, die aus Magnet und Träger besteht, ist das Ferrit-Steuersegment 2 für den HF-Kommutator angeordnet. Der ebenfalls aus Ferrit bestehende sternförmige Steuerkern 3 ist am oberen Läuferdeckel befestigt und trägt in der Mitte die Oszillatorspule  $w_7$  und außen die um je  $120^\circ$  versetzt angeordneten Steuerspulen  $w_4, w_5, w_6$ . Die drei Statorwicklungen  $w_1, w_2, w_3$  sind in den sechs Nuten des Statorpakets 4 untergebracht, das seinerseits fest mit dem unteren Läuferdeckel des Motors verbunden ist. Neben dem Steuersegment 2 trägt die Stirnseite der Rotorglocke auch den Fliehkraftschalter  $S$  und die Dämpfungswicklung  $w_8$  zur Drehzahlregulierung des Motors.

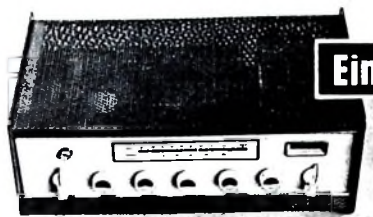
Die Bauelemente der elektronischen Steuerung (Bild 3) sind auf einer gesonderten Platine 1 zusammengefaßt. Man erkennt die drei Steuertransistoren T 2 ... T 4, die mit ihren Kühlklötzen am Gerätechassis befestigt werden.

## 5. Technische Daten

Der hier beschriebene Motor hat einen Durchmesser von 29 mm und ist 53 mm lang. Bei einer Drehzahl von 300 U/min ist das maximale Drehmoment 12 cmp. Bild 4 zeigt die Motordrehzahl als Funktion der Betriebsspannung mit dem Belastungsmoment als Parameter, während im Bild 5 die Stromaufnahme in Abhängigkeit vom Belastungsmoment dargestellt ist. Der Motor arbeitet bei einer Leistungsabgabe von etwa 0,5 W mit etwas mehr als 40% Wirkungsgrad und hat das gleiche Betriebsverhalten wie ein Gleichstrom-Kleinstmotor herkömmlicher Bauart. Gu.







## Ein 2x8-W-Stereo-Verstärker mit UKW-Teil und Decoder

Schluß von Funk-Technik Bd. 20  
(1959) Nr. 14, S. 555

### 2. Rundfunkteil mit Stereo-Decoder

Im Rundfunkteil werden HF-Bausteine von Görlitz eingesetzt [1, 2, 3, 4]. Die Empfangseinheit ist volltransistorisiert und besteht aus zwei Baugruppen: dem UKW-Tuner und dem ZF-Teil mit Demodulator. Im Mustergerät fanden hierfür die Typen „312-0015“ und „322-0005“ Verwendung, die aber inzwischen durch die Typen „312-0036“ und „322-0020“ ersetzt wurden. Beim Zusammenschalten der beiden Bausteine ist besonders auf kurze Verbindungsleitungen zu achten. Die im Bild 6 angegebenen Kondensatoren C 4 und C 5 müssen induktionsfrei sein und eine hohe Güte haben (keramische Ausführungen). Bild 6 enthält für die Baugruppen lediglich die Blockschaltung mit den Anschlußpunkten. Auf eine automatische Scharfab-

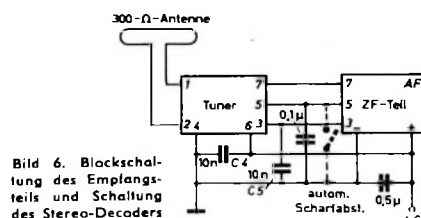


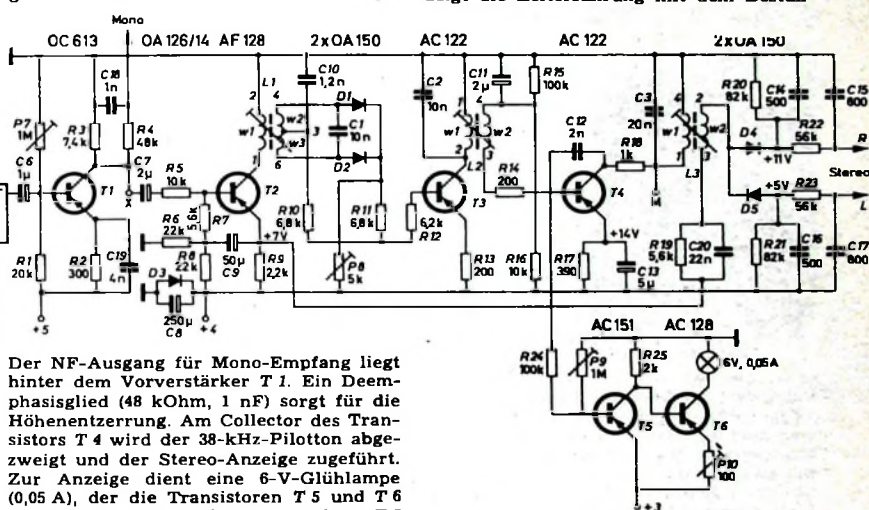
Bild 6. Blockschaltung des Empfangsteils und Schaltung des Stereo-Decoders

stimmung wurde im Mustergerät verzichtet, da die Oszillatorfrequenz sehr konstant ist. Allerdings dürfen sich dann in der Nähe des Tuners keine Wärme erzeugenden Bauelemente befinden. Für diesen Betriebsfall müssen die Anschlüsse 4 und 5 am Tuner miteinander verbunden werden. Wird eine automatische Scharfabstimmung gewünscht, so empfiehlt es sich, an der Chassissrückseite eine Taste mit Arbeitskontakt anzubringen (im Bild 6 gestrichelt dargestellt), die während der Senderabstimmung niedergedrückt wird.

Eine Abstimmmanzeige wurde nicht eingebaut, da die vom transistorisierten ZF-Teil abgegebene Regelspannung zu niedrig ist, um eine der üblichen Abstimmmanzeigeröhren auszusteuern. Wird dennoch eine Anzeige gewünscht, so läßt sich ein empfindliches Drehspulinstrument über einen entsprechenden Vorwiderstand an den Elektrolytkondensator im Radiodetektor schalten. Wegen der in den vorhergehenden Stufen erfolgten starken Begrenzung ist jedoch keine feldstärkeabhängige Anzeige möglich. Man kann das Instrument aber auch zwischen den NF-Ausgang und Masse legen und damit den Nulldurchgang der Demodulatorkennlinie anzeigen. Allerdings muß hierbei der Nullpunkt des Instruments in der Mitte der Skala liegen.

Bei dem Stereo-Decoder (Bild 6) handelt es sich um eine Transistor-Eigenbauaus-

führung<sup>1)</sup> in gedruckter Schaltung, deren Grundschriftung von Telefunken angegeben wurde [5]. Da die von einem transistorisierten UKW-Teil abgegebene NF-Spannung zu gering ist, um handelsübliche Decoder auszusteuern, mußte eine zusätzliche Verstärkerstufe entwickelt werden. In der Praxis kommt es im wesentlichen auf eine ausreichend hohe Schaltspannung für die Demodulatordioden an, so daß die Verstärkung des Pilottonpegels allein genügt hätte. Da aber im Vergleich zu anderen NF-Quellen auch der Nutzpegel sehr gering ist, wurde ein Breitbandverstärker T 1 eingesetzt, der das Frequenzband von 30 Hz ... 53 Hz linear und ohne störende Laufzeitverzerrungen verstärkt. Die Zusatzstufe hat bei 70 kOhm Lastwiderstand eine Verstärkung von rund 20 dB und liefert 3 V<sub>eff</sub> Ausgangsspannung bei 0,45 % Klirrfaktor. Bei 200 kHz ist der Pegelabfall 1 dB. Der Eingangswiderstand fällt von 20 kOhm bei 1 kHz auf 8 kOhm bei 53 kHz. Mit P 7 kann der günstigste Arbeitspunkt gewählt werden.



Der NF-Ausgang für Mono-Empfang liegt hinter dem Vorverstärker T 1. Ein Deemphasisglied (48 kOhm, 1 nF) sorgt für die Höhenentzerrung. Am Collector des Transistors T 4 wird der 38-kHz-Pilotton abgezweigt und der Stereo-Anzeige zugeführt. Zur Anzeige dient eine 6-V-Glühlampe (0,05 A), der die Transistoren T 5 und T 6 als Schalter vorgeschaltet wurden. T 5 übernimmt dabei auch die Gleichrichtung. Mit P 9 wird die Ansprechempfindlichkeit eingestellt, während P 10 den Strom begrenzt und damit ein Durchbrennen des Anzeigelämpchens verhindert. T 6 erhält als Kühlkörper einen handelsüblichen Kühlstern aus Kupferblech, um den Transistor vor Überbelastung zu schützen. Die Anzeigeschaltung arbeitet mit so großer Empfindlichkeit, daß selbst stark verrauschte Stereo-Sender noch zur Anzeige gebracht werden.

Der Abgleich des Decoders beschränkt sich auf die Einstellung der drei Resonanzkreise L 1, L 2 und L 3 (Wickeldaten s. Tab. I) sowie des Einstellpotentiometers P 8. Hierbei geht man folgendermaßen vor: An den Collector von T 4 wird ein hochohmiges Wechselspannungsmessgerät angeschlossen, und die drei Kreise werden beim Empfang eines Stereo-Senders auf maxi-

<sup>1)</sup> Inzwischen wurde von Görlitz aber auch ein Stereo-Decoder herausgebracht [4].

malen Ausschlag abgeglichen. Dabei ist zu beachten, daß die Empfangsenergie sehr gering sein muß, da sonst eine Begrenzung des Pilottonpegels eintritt und ein genauer Abgleich nicht mehr möglich ist. Das Einstellpotentiometer P 8 muß auf größte Übersprechdämpfung abgeglichen werden. Hierzu kann entweder der von vielen Sendern zu Meßzwecken gegenphasig ausgestrahlte 1-kHz-Ton oder ein reines Links- oder Rechtssignal dienen. Im ersten Fall bringt man den Schalter S 2 am Verstärker in die Stellung „Mono“ und regelt P 8 auf kleinste Lautstärke ein. Dabei muß jedoch der Balanceregler in Mittelstellung stehen. Im zweiten Fall wird in Stellung „Stereo“ bei einem auf dem linken Kanal ausgestrahlten Ticken eines Metronoms der Balanceregler in die rechte Anschlagstellung gebracht und dann mit P 8 die geringste Lautstärke eingestellt.

Der Aufbau des Decoders erfolgt auf einer kupferkaschierten Pertinaxplatte. Bild 7 zeigt die Leiterführung mit dem Bestück-

Tab. I. Wickeldaten der Spulen

- |      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| L 1: | w 1 = 130 Wdg. 0,1 mm CuL,        |
|      | w 2 = 205 Wdg. 0,3 mm CuL,        |
|      | w 3 = 205 Wdg. 0,2 mm CuL;        |
|      | Spulen-Bausatz „D 11-1255“ (Vogt) |
| L 2: | w 1 = 205 Wdg. 0,28 mm CuL,       |
|      | w 2 = 28 Wdg. 0,28 mm CuL;        |
|      | Spulen-Bausatz „D 11-1255“ (Vogt) |
| L 3: | w 1 = 145 Wdg. 0,32 mm CuL,       |
|      | w 2 = 120 Wdg. 0,15 mm CuL;       |
|      | Spulen-Bausatz „D 11-1255“ (Vogt) |

kungsplan, während im Bild 8 die Anordnung der bestückten Platte im Gerät dargestellt ist. Obwohl heute alle für die Bearbeitung der Platten notwendigen Chemikalien mit Gebrauchsanweisung im Handel erhältlich sind, soll im folgenden noch einmal kurz auf die erforderlichen Arbeitsgänge eingegangen werden.

Zunächst legt man die Zeichnung (Bild 7 ist im Maßstab 1:1 dargestellt) auf die Kupferseite der Platte und markiert die



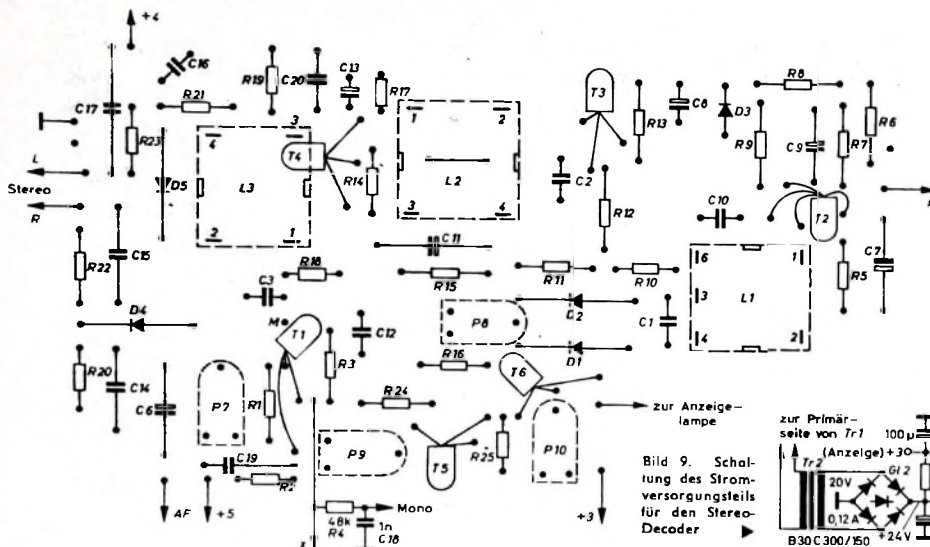


Bild 7. Gedruckte Leiterplatte (Maßstab 1:1) des Stereo-Decoders; für die Kondensatoren C 1, C 2 und C 3 sind Styroflex-Kondensatoren mit etwa 3% Toleranz zu verwenden



Bild 8. Blick auf den Stereo-Decoder

Bohrlöcher. Nachdem die Löcher mit einem 0,8-mm-Bohrer gebohrt und entgratet wurden, muß die Platte mit Benzin oder Aceton sorgfältig gesäubert werden. Nun wird mit einem sehr feinen Pinsel der Abdecklack (zum Beispiel auch Nagellack) an den Stellen angebracht, die später die Leiterführung bilden sollen. Das Ätzen der Platte erfolgt in einer mittelstark konzentrierten Eisen-III-Chlorid-Lösung. Nach der Ätzung säubert man die Platte mit einem Lösungsmittel (Aceton) von Abdecklack-Resten. Danach steht die Platte zur Bestückung bereit. Nach Beendigung der Lötarbeiten empfiehlt sich die Anwendung eines Schutzlackes, der die Schaltung vor Korrosion schützt.

## 2.1. Stromversorgung der transistorisierten Baugruppen

Der Transformator Tr 2 (Bild 9) versorgt die transistorisierten Baugruppen. Für das Mustergerät wurde ein 6,3-V-Heiztransformator auf einem M-42-Kern entsprechend umgewickelt. Die Gleichrichtung übernimmt ein Flachgleichrichter B 30 C 300/150, den man direkt in die Schaltung einlötet. Um Rückwirkungen zu vermeiden, wird jede Einheit getrennt versorgt. Die Spannungen für den Decoder, den UKW-Tuner und den ZF-Teil sind mit zwei Zenerdioden

den (von denen die für den Decoder auf der Decoderplatte untergebracht ist) zusätzlich stabilisiert, um die elektrischen Eigenschaften dieser Baugruppen von Netzspannungsschwankungen unabhängig zu machen. Für die Stereo-Anzeige wurde an Stelle eines Vorwiderstandes ein Spannungsteiler gewählt, um keine zu großen Belastungsschwankungen beim Einschalten der Anzeigelampe auftreten zu lassen. Die angegebenen Kapazitätswerte sollten im Interesse einer brummfreien Übertra-

Bild 9. Schaltung des Stromversorgungsteils für den Stereo-Decoder

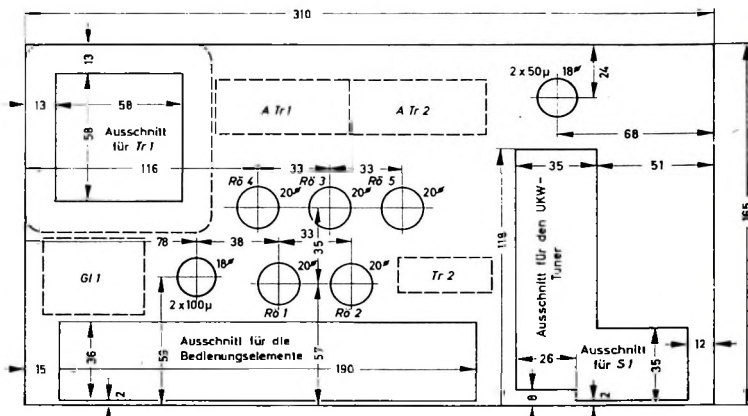
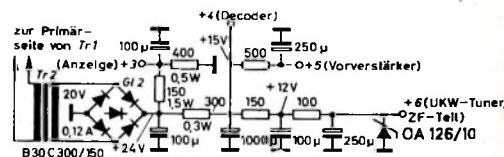


Bild 10. Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis

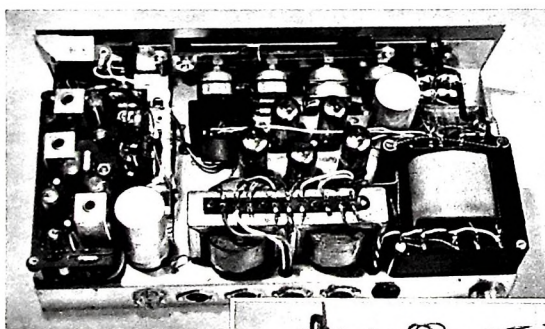
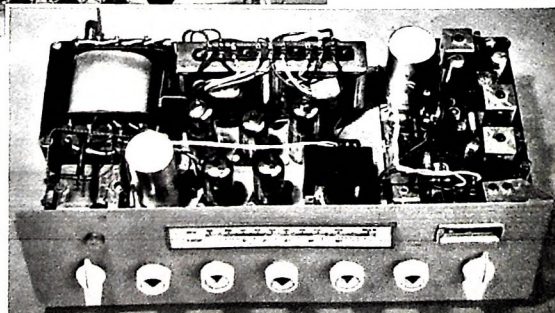


Bild 11. Blick auf das Chassis des 2 x 8-W-Stereo-Verstärkers; ganz links ist das kleine über dem UKW-Teil angebrachte Chassis des Stereo-Decoders erkennbar

Bild 12. Ansicht des Gerätes und Anordnung der Bedienelemente (von links nach rechts: Schalter S 2, Netzschalter/Balanceregler, Lautstärkereger, Höhenregler, Tiefenregler, Abstimmung des UKW-Teils, Schalter S 1) an der Frontplatte





gung keinesfalls unterschritten werden. Bei der Verdrahtung ist zu beachten, daß alle Masseanschlüsse der Elektrolytkondensatoren an einen gemeinsamen Erdpunkt geführt werden.

### 3. Mechanischer Aufbau.

Der Aufbau erfolgt auf einem Chassis aus 1,5 mm dickem Aluminiumblech mit den Abmessungen 310 mm × 165 mm × 36 mm, das in ein Gehäuse von Radio-RIM, München, eingebaut wird. Die Anordnung der Einzelteile geht aus Bild 10 hervor. Die Bilder 11 und 12 zeigen den Aufbau des Verstärkers und die Anordnung der Bedienungselemente an der Frontplatte des Gehäuses. Die keramischen Fassungen für die Endröhren müssen wegen der geringen Gehäusehöhe von unten gegen das Chassis geschraubt werden.

In der Mitte der Frontplatte liegt über den Bedienungselementen die Skala für die Senderabstimmung. Sie wurde mit Hilfe eines Meßsenders in MHz und Kanälen geeicht und auf fotografischem Wege selbst angefertigt. Der Zeiger wird direkt von der 6,5 mm dicken Achse des Tuners über ein Stahlseil angetrieben. Das unter der Skala zurücklaufende Seil dient gleichzeitig zur Führung des Zeigers. Rechts neben der Skala ist in einem Ausschnitt ein rot hinterlegtes Negativ-Schriftfeld mit der Aufschrift „Stereo“ angebracht, hinter dem man das Anzeigelämpchen des Stereo-Decoders montiert. An der Rückseite des Chassis sind neben der Sicherung und den Lautsprecheranschlüssen auch die Eingänge für Platte und Tonband sowie der Antenneneingang angeordnet. Der Ste-

reo-Decoder des Gerätes wurde über dem UKW-Teil untergebracht. Diese Anordnung ist auch elektrisch recht günstig, da sich damit kurze Leitungen ergeben, die keine Abschirmung erfordern. Sollte ein anderes Gehäuse gewählt werden, so ist unbedingt auf gute Entlüftung zu achten, damit die Temperatur im Inneren des Gehäuses nicht auf unzulässig hohe Werte ansteigt. Auch für das Chassis sollte man aus diesem Grund keinen anderen Werkstoff als Aluminium verwenden. Wie bereits erwähnt, sollten auch hier alle Masseverbindungen an einen gemeinsamen Chassis-Punkt führen.



**BASTEL-ECKE**

## Mikrofonverstärker-Baustein

Dieser einstufige Mikrofonverstärker gestattet es, hochohmige und niederohmige Mikrofone sowie eine elektrische Gitarre anzuschließen. Er arbeitet mit der mikrofonie- und brummarmen Pentode EF 804.

### Schaltung

Bei hochohmigen Mikrofonen gelangt das Eingangssignal über den Anschluß 1 der Buchse Bu 1 und den Kopplungskondensator C 1 zum Steuergitter der Röhre RÖ 1 (Bild 1). Zum Betrieb von niederohmigen Mikrofonen und Gitarren-Tonabnehmern ist der Anschluß 3 der Eingangsbuchse bestimmt, der direkt mit der Primärwicklung des Eingangsübertragers Ü 1 verbunden ist. Ü 1 hat eine Eingangsimpedanz von 200 Ohm und ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 25. Die Sekundärwicklung liegt über den Kondensator C 2 am Steuer-

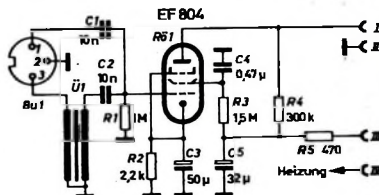


Bild 1. Schaltung des Mikrofonverstärkers

gitter von RÖ 1. Das Katodenaggregat zur Erzeugung der Gittervorspannung besteht aus dem Widerstand R 2 und dem Elektrolytkondensator C 3. Das Bremsgitter hat Katodenpotential. Über den Widerstand R 3 erhält das Schirmgitter seine positive Spannung, während es wechsellängsmäßig über den Kondensator C 4 an Masse liegt. R 5 und C 5 bilden ein Siebglied für die an der Lötöse III eingespeiste Betriebsspannung. R 4 ist der Arbeitswiderstand der Röhre. Das verstärkte Signal kann an der Lötöse I abgenommen werden. Über Lötöse IV wird die Heizspannung (6,3 V.) zugeführt (der zweite Heizungsanschluß liegt an Masse).

### Aufbau

Zum Aufbau verwendet man ein 150 mm × 100 mm großes Resopalbrettchen (Bild 2 und 3). In der Mitte der rechten Breitseite ist die Buchse Bu 1 auf einem kleinen Metallwinkel montiert. Daneben liegen der Übertrager Ü 1 und die mit einer Abschirmhaube versehene EF 804. Der Elektrolytkondensator C 5 ist an der anderen Breitseite untergebracht.

### Schrifttum

- [1] Demtröder, H.: Tuner-Baugruppe „312-2404“. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 1, S. 16-17
- [2] Demtröder, H.: ZF-Verstärker-Baugruppe „322-0015“. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 3, S. 80, 100, 102
- [3] Demtröder, H.: Vierstufiger ZF-Verstärker für Stereo-Empfang in Transistortechnik. Funkschau Bd. 30 (1964) Nr. 17, S. 462-464
- [4] Demtröder, H.: Stereo-Decoder-Baugruppe „327-0001“. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 7, S. 245-247
- [5] Ein Stereo-Adapter mit automatischer Anzeige. Telefunken Halbleitermittellungen für die Industrie Nr. 6212 100

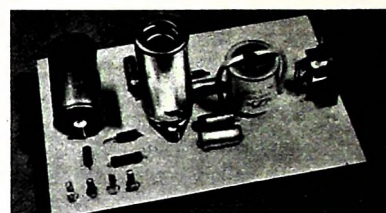


Bild 2. Gesamtansicht des Mikrofonverstärker-Bausteins

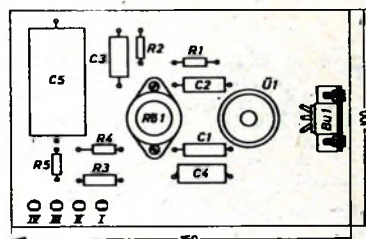


Bild 3. Anordnung der Einzelteile

Bei der Verdrahtung des Verstärkers ist darauf zu achten, daß die Niederfrequenz führenden Leitungen, zum Beispiel die zum Steuergitter und zur Anode, möglichst kurz bemessen werden und sich nicht kreuzen. Ordnet man die Bauelemente nach Bild 3 an, dann kann man auf abgeschirmte Kabel verzichten. Die vier Anschlußleitungen des Übertragers Ü 1 führen (nach Primär- und Sekundärseite getrennt) durch Bohrungen zur Unterseite des Resopalbrettchens und sind dort verdrahtet. Die Lötösen I, II, III und IV werden durch kurze Drähte mit den Lötösen des folgenden Bausteins verbunden.

### Einzelteilliste

Eingangsübertrager „TMB 102“	(Sennheiser)
Normbuchse, Spolig	(Hirschmann)
Widerstände, 0,5 W	(Resista)
Rollkondensatoren, 400 V..	(Wima)
Elektrolytkondensator, 50 µF, 30 V	(Wima)
Elektrolytkondensator, 33 µF, 450/550 V	(NSF)
Novalröhrensockel mit Abschirmhaube	(Presh)
Lötösen	(Stocko)
Röhre EF 804	(Telefunken)

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Juliheft unter anderem folgende Beiträge:

Neue Technologien erfordern neue Unternehmenskonzeptionen

Dimensionierung einer gleichstromgekoppelten Collectorbasistufe zur Verstärkung kleiner Ströme

Alphanumerische Ausgabe von Speicherinformationen

Ein taktpulsgesteuerter bidirektionaler Analog-Digital-Umsetzer für elektronische Waagen

Die Bauelemente-Ausstellung in London

Halbleiternerweiterungen auf der Hannover-Messe 1965

Neue Oszillografen auf der Hannover-Messe 1965

Laser auf der Hannover-Messe 1965

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Parallelschaltung · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4, monatlich ein Heft  
Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
Berlin-Dorsigwalle, Postfach 1111, 1 Berlin 52

# Universalmeßgerät mit dauergespeistem Transistorverstärker und logarithmischer Anzeige

Ausgehend von dem im Heft 23/1964 der FUNK-TECHNIK<sup>1)</sup> beschriebenen Prinzip wurde ein Vielfachmeßgerät mit erhöhter Empfindlichkeit und besserer Stabilität entwickelt. Trotz größerer Vielseitigkeit konnte bei gleicher Anzeigegenauigkeit die Anzahl der Skalen auf dem Meßinstrument und der Meßbereiche wesentlich vermindert werden, da eine etwa logarithmische Anzeige benutzt wird. Durch seine HF-Sonde vereinigt das Gerät die Eigenschaften eines hochempfindlichen Vielfachmeßgerätes mit denen eines Röhrevoltmeters, wobei die Nullpunktdrift geringer ist und die Anwendungsmöglichkeiten wegen der Netzunabhängigkeit vielseitiger sind.

## Logarithmische Anzeige

Wird der im Bild 1 dargestellte Kreis von einem langsam ansteigenden Strom durchflossen, so ist der Spannungsabfall an  $R_S$  und  $M$  zunächst so klein, daß die Si-

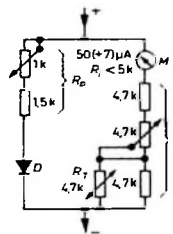


Bild 1. Eine etwa logarithmische Skalenteilung erhält man mit einer Siliziumdiode D, die einen spannungsabhängigen Nebenschluß zum Instrument M darstellt

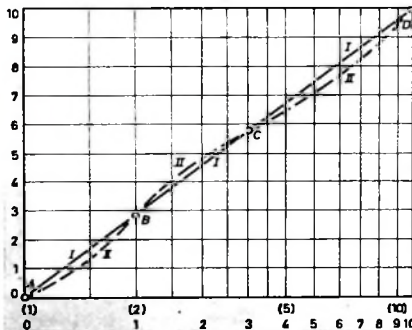


Bild 2. Vorgegebene Anzeigelunktion I und gemessene Eichkurve II

Flächendiode D unterhalb ihres Kennlinienknicks arbeitet und praktisch gesperrt bleibt. Das Meßinstrument M zeigt dann also den Gesamtstrom an. Bei höheren Strömen stellt die Serienschaltung von  $R_P$  und D einen sich verringern den Nebenschluß dar, der schließlich so klein wird, daß nur noch  $R_P$  als Nebenschluß wirkt und daher nur ein geringer Teil des Gesamtstroms durch das Meßinstrument fließt. Die Temperaturabhängigkeit der Siliziumdiode macht sich in dieser Schaltung nur wenig bemerkbar und kann

1) Schreiber, H.: Vielfachmeßgerät mit dauergespeistem Transistorverstärker. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 23, S. 859-862, u. Nr. 24, S. 895

## Technische Daten

**Gleichspannungen:**  
ab 10 mV ( $\pm 3\%$  vom angezeigten Wert);  
Eingangswiderstand 1 MOhm bis 0,1 V,  
dann 10 MOhm

**NF-Wechselspannungen (15 Hz...3 kHz):**  
10 mV...1 V ( $\pm 5\%$  vom angezeigten Wert);  
Eingangswiderstand wie oben; Eingangskapazität 10...30 pF

**HF-Wechselspannungen (30 Hz...50 MHz) mit Meßsonde:**  
ab 0,3 V ( $\pm 5\%$  vom angezeigten Wert);  
Eingangsimpedanz  $\geq 2$  MOhm || 6 pF

**Gleich- und Wechselströme:**  
ab 10 nA, Meßgenauigkeiten und NF-Frequenzbereich wie oben; Spannungsabfall  $< 115$  mV

**Nullpunktdrift:**  
 $\pm 1\%$  zwischen +15 und +35°C,  
 $< 1\%/^\circ\text{C}$  zwischen -10 und +15°C  
sowie zwischen +35 und +50°C

## Verstärkungsänderung:

$\pm 1\%$  zwischen +5 und +35°C,  $\pm 2\%$  zwischen -10 und +5°C sowie zwischen +35 und +50°C; bei abnehmender Betriebsspannung  $\pm 0,5\%$  im Laufe eines Jahres

## Dauerspeisung:

Zwei 1,5-V-Zellen mit 100 g Gesamtgewicht ergeben mehr als ein Jahr Dauerbetrieb

Dauernde Anzeige des Zustandes der Speisequellen; bei unzureichender Betriebsspannung wird die Meßfunktion selbsttätig unterbrochen

Gleiche logarithmische Skala für alle Funktionen und Bereiche (bis auf 1-V-Bereich der Meßsonde) erlaubt dekadische Bereichswahl ohne Beeinträchtigung der Meßgenauigkeit

Überlastungsschutz des Meßverstärkers, des Drehspulinstrument und der Meßsonde für alle in der Praxis auftretenden Überlastungsfälle

durch dem Heißleiter  $R_T$  hinreichend ausgeglichen werden.

Eine genau logarithmische Anzeige ist mit einer so einfachen Schaltung nicht zu erhalten. Dies ist aber hier ohnehin nicht notwendig, da zur Stabilitätskontrolle ein Nullpunkt auf der Skala erforderlich ist. Eine logarithmusähnliche Skalenteilung mit Nullpunkt ergibt sich, wenn man nach Bild 2 eine Gerade I in ein halblogarithmisches Koordinatensystem einträgt, bei dem die Zahlenwerte um eine Einheit verschoben wurden. Benutzt man die Werte 1 und 3 als Abgleichpunkte (B und C) für  $R_S$  und  $R_P$ , so erhält man die gestrichelte Anzeigekurve II. Da der Nullpunkt und die Empfindlichkeit im vorgeschalteten Meßverstärker eingestellt werden können, ergeben sich die zusätzlichen Abgleichpunkte A und D. Mit diesen vier Abgleichpunkten kann man die Toleranzen der Anzeigekurve des benutzten Meß-

Bei Spannungssteuerung ergibt sich mit der Schaltung nach Bild 1 eine lineare Anzeige. In verstärkerlosen Meßgeräten kann man diese Schaltung daher nur über einen großen Vorwiderstand (Spannungsabfall  $> 15$  V) betreiben. Dagegen läßt sie sich im Collectorkreis eines Transistors anwenden, da dessen Ausgangswiderstand genügend groß ist, um eine Stromsteuerung zu gewährleisten.

## Meßverstärker

In der Schaltung des Meßverstärkers (Bild 3) wurde an Stelle der logarithmischen Kreise nach Bild 1 nur das Instrument M gezeichnet. Der Verstärker läßt sich nämlich auch für lineare Anzeige verwenden, wobei man stabile Betriebsbedingungen für Eingangsströme ab 30 nA bei Vollauschlag erreichen kann.

Zur Kompensation der Basis-Emitter-Spannung der ersten Verstärkerstufe T 2

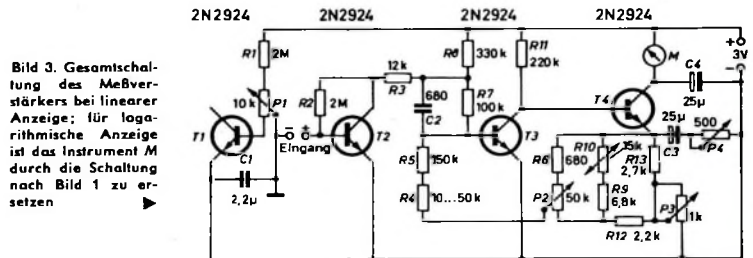


Bild 3. Gesamtschaltung des Meßverstärkers bei linearer Anzeige; für logarithmische Anzeige ist das Instrument M durch die Schaltung nach Bild 1 zu ersetzen

instrumentes weitgehend ausgleichen (bei einer Serienfabrikation würde sich dadurch die Eichung dieses Gerätes erheblich vereinfachen). Gleichzeitig mit der Meßfunktion kann man  $R_S$  und  $R_P$  umschalten und damit die normalerweise zwischen einer Wechsel- und einer Gleichstromskala bestehenden Unterschiede so weit beheben, daß eine einzige Skala verwendet werden kann.

Ist T 1 bestimmt, bei dem nur die Basis-Emitter-Diode benutzt wird. Diese Kompensation ist in einem weiten Temperaturbereich möglich, wenn T 1 und T 2 etwa gleiche Stromverstärkungen (bei  $I_C = 10 \mu\text{A}$ ) haben. Mit P 1 stellt man den Nullpunkt bei kurzgeschlossenem Eingang ein. Zur Kompensation der Nullpunktdrift des Meßverstärkers (bei offenem Eingang) wurde die im Heft 20/1964 der FUNK-



TECHNIK angegebene Methode<sup>3)</sup> verwendet, bei der die Temperaturabhängigkeit der zweiten Verstärkerstufe T3 durch einen Emitter-Basis-Widerstand (R4, R5, P2, R12) erhöht wird. Infolge der Phasenumkehr wirkt diese Temperaturabhängigkeit entgegengesetzt zu der von T2. Der erwähnte Emitter-Basis-Widerstand wird über P3 in einen Gegenkopplungskreis einbezogen.

Bild 4 zeigt, über den gesamten Verstärker gemessen, die Nullpunktabweichung (in % des Vollausschlags) als Funktion der Temperatur: Die Kurve hat bei etwa

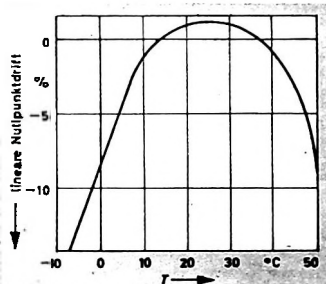


Bild 4. Nullpunktabweichung als Funktion der Umgebungstemperatur T

25°C ein sehr flaches Maximum, so daß der Nullpunkt bei normalen Betriebsbedingungen nur selten nachgestellt werden muß. Eine Verschiebung dieses Maximums ist durch Verändern von R3 möglich.

Der Heißeiter R10 macht die Gegenkopplung durch R13 temperaturabhängig und gleicht so die temperaturbedingten Verstärkungsschwankungen aus. Verringert sich die Betriebsspannung, dann muß man P2 (Nullpunkt bei offenem Eingang) nachregeln. Dadurch ändert sich die Gegenkopplung durch R6, und die von der Speisespannung abhängigen Verstärkungsänderungen werden ausgeglichen. Die Drehknopfstellung von P2 zeigt daher immer den Zustand der Speisequellen an. Sind diese verbraucht, dann läßt sich der Nullpunkt nicht mehr einstellen, und damit wird die Meßfunktion selbsttätig unterbunden.

Verstärkte Wechselgrößen werden durch die Emitter-Basis-Strecke von T4 gleichgerichtet. Dabei ist die Abweichung zwischen den Eichkurven für Gleich- und Wechselgrößen am geringsten, wenn der mechanische Nullpunkt des Anzeigeinstrumentes so weit zurückverlegt wird, daß der elektrische Nullpunkt einem Strom von 5...10 µA entspricht. Durch Umschalten von R5 und R6 ist es dann leicht möglich, dieselbe logarithmische Skala für Gleich- und Wechselgrößen zu verwenden. Die Wechselstromempfindlichkeit wird mit P4 eingestellt, nachdem die Gleichstromverstärkung mit P3 geeicht ist. Die Frequenzgangkorrektur durch C2 ermöglicht es, bei der Bereichsumschaltung mit nur zwei Kompensationskondensatoren von 27 pF auszukommen. Damit ergeben sich erheblich kleinere Eingangskapazitäten bei Spannungsmessungen als bei dem zuerst beschriebenen Gerät. Allerdings wird der Frequenzbereich hierbei auf 3 kHz begrenzt. Da aber ab 0,3 V die Meßsonde benutzt werden kann, stört diese Begren-

zung nur selten. Der Eingangswiderstand von T2 ist wegen der Gegenkopplung über R2 so klein, daß man die bei Gleich- und Wechselstrombetrieb auftretenden Eingangswiderstandsänderungen vernachlässigen und auf eine Umschaltung im Eingangskreis verzichten kann.

Im Mustergerät wurde in allen vier Stufen der Transistor 2N2924 (General Electric, Sescro) eingesetzt. Es lassen sich aber auch andere Siliziumtransistoren mit einer statischen Stromverstärkung von 40...80 bei  $I_C = 10 \mu A$  verwenden. Bei zu geringer Stromverstärkung kann es vorkommen, daß sich die Nominalempfindlichkeit (88,2 nA Eingangsgleich- oder -wechselstrom bei Vollausschlag) bei Wechselstrom nicht einstellen läßt. Die Wechselstromverstärkung kann man dann erhöhen, indem man R7 mit einer Reihenschaltung von 0,1 µF und 220...820 kOhm überbrückt. R4 (10...50 kOhm) hängt ebenfalls von der Stromverstärkung der benutzten Transistoren ab. Er ist so zu wählen, daß bei frischen Batterien der Nullpunkt erreicht wird, wenn der Widerstandswert zwischen dem Schleifer und dem mit R9 und R12 verbundenen Anschluß von P2 10...20 kOhm beträgt.

Das Eigenrauschen der Transistoren macht sich durch Nullpunktänderungen bemerkbar. Durch C4 werden diese Änderungen auf weniger als 0,2% des Vollausschlags gedämpft. Ihre Auswirkung auf die Meßgenauigkeit ist vernachlässigbar, da der logarithmische Kreis bei Anzeige eines Meßwertes eine zusätzliche Dämpfung bewirkt.

#### HF-Meßsonde

Meßsonden mit Halbleiterdioden werden nicht gern verwendet, da sie als wenig überlastungssicher gelten. Ein Überla-

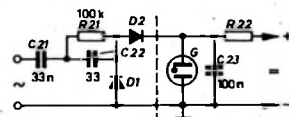


Bild 5. HF-Meßsonde mit Überlastungsschutz

stungsschutz läßt sich jedoch mit sehr geringem Aufwand erreichen. Im Bild 5 arbeiten D1 und D2 in Vollweg-Spannungsverdopplerschaltung. Das Sondengehäuse (links von der Trennlinie) enthält außerdem den Koppelkondensator C21 und den zur Frequenzkorrektur mit C22 überbrückten Schutzwiderstand R21. Am anderen Ende des Sondenkabels liegt parallel zum Glättungskondensator C23 eine Glühlampe G, deren Zündspannung niedriger ist als die maximale Sperrspannung von D1 und D2. Bei Überlastung zündet G (G kann also auch zur Überlastungsanzeige dienen) und begrenzt die Spannung an den Dioden; die Überspannung fällt an R21 ab. Bei den in der Praxis zu erwartenden Überlastungsdauern ist es zulässig, für R21 einen 0,25-W-Typ zu verwenden. Eine Zerstörung der Glühlampe und der Dioden ist nur zu erwarten, wenn der Scheinwiderstand von C22 bei Frequenzen über 100 kHz klein gegen R21 wird und gleichzeitig die angeschlossene Spannungsquelle einen niedrigen Innenwiderstand hat. Derartige Fälle dürften aber nur in der Sendertechnik auftreten.

Auch bei Einweggleichrichtung ist ein ähnlicher Überlastungsschutz möglich (Bild 6). Allerdings geht dann die Eigen-

kapazität der Glühlampe in die Eingangskapazität der Sonde ein.

Die Temperaturabhängigkeit der Siliziumdioden, die sich aber erst bei Meßspannungen unter 0,5 V bemerkbar macht,

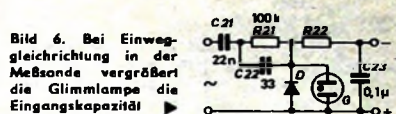


Bild 6. Bei Einweggleichrichtung in der Meßsonde vergrößert die Glühlampe die Eingangskapazität  
Bild 7. Meßsonde mit Temperaturkompensation durch temperaturabhängige Diodenvorspannung

kann nach Bild 7 durch eine Brückenschaltung mit dem Heißeiter R23 kompensiert werden. Über die Brückenschaltung liefert eine 1,5-V-Batterie eine temperaturabhängige Vorspannung für die Dioden. Der Mehraufwand für diese Schaltung ist besonders gering, wenn das Gerät auch Widerstandsmessbereiche hat, da dann ohnehin eine zusätzliche 1,5-V-Batterie erforderlich ist. Im Mustergerät war diese Funktion nicht vorgesehen; sie kann jedoch leicht nach dem im Heft 23/1964<sup>1)</sup> angegebenen Prinzip angefügt werden. Da die Widerstandsskala exponentiell verläuft, dürfte es günstig sein, den logarithmischen Kreis bei Widerstandsmessungen abzuschalten.

Für die im Mustergerät verwendete Sonden-schaltung nach Bild 5 gibt Bild 8 den Eingangswiderstand und den Meßfehler in Abhängigkeit von der Frequenz an. Die verwendete Glühlampe hat eine Zünd-

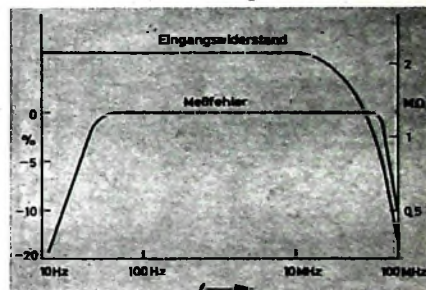


Bild 8. Eingangswiderstand und Frequenzgang der Meßsonde nach Bild 5

spannung von 60 V, und die Siliziumspitzendioden haben eine Sperrspannung von 100 V. Die Meßsonde kann daher nur für die Bereiche 1 V und 10 V direkt verwendet werden. Zur Messung höherer Wechselspannungen dient ein später beschriebener Spannungsteiler.

#### Bereichs- und Funktionsumschaltung

Da der Meßverstärker für Gleich- und Wechselgrößen die gleiche Empfindlichkeit hat, können in beiden Fällen auch dieselben Vor- und Nebenschlußwiderstände verwendet werden. Die Prinzipschaltung Bild 9 zeigt, daß der aus R31...R37, R40 und R45 bestehende Nebenschluß immer an den Eingangsklemmen des Meßverstärkers liegt. Vor diesem erfolgt die im

<sup>3)</sup> Schreiber, H.: Temperaturkompensation bei Siliziumtransistoren. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 20, S. 731-732



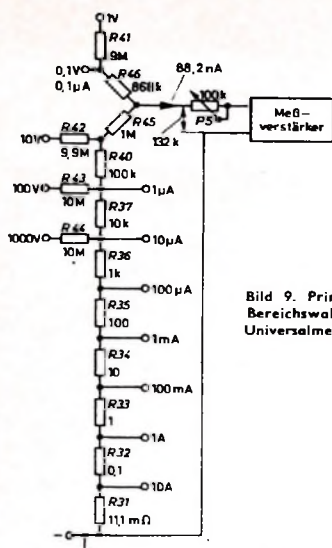


Bild 9. Prinzip der Bereichswahl des Universalmeßgerätes

Bild 9 nicht dargestellte Umschaltung von Gleich- auf Wechselgrößen. Für die Werte der Einzelwiderstände des Nebenschlusses wurden Zehnerpotenzen gewählt. Der Nominalstrom am Eingang des Meßverstärkers wurde zu 88,2 nA gewählt, da man dann für die Strommeßbereiche ebenfalls Zehnerpotenzen erhält, wenn durch P 5 der Eingangswiderstand des Verstärkers auf 132 kOhm erweitert wird.

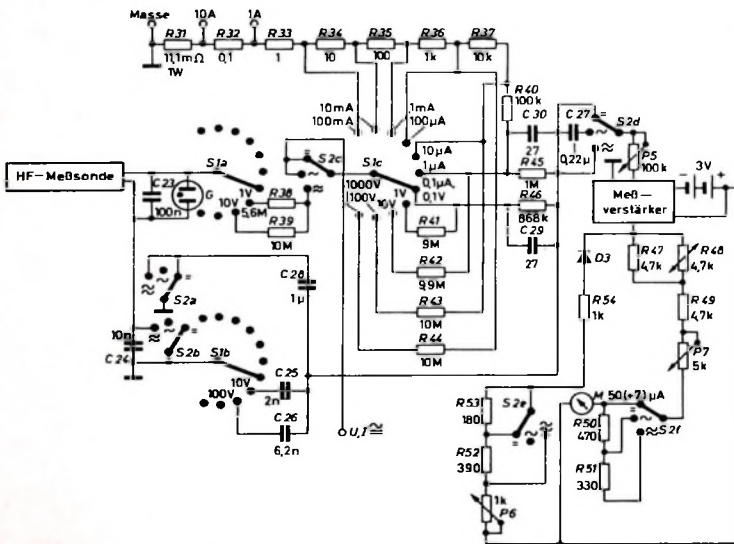


Bild 10. Umschaltung der Bereiche, der Betriebsarten und der Anzeigeleistung. Die Widerstände R 31 ... R 37 und R 40 ... R 46 sind Präzisionswiderstände mit  $\pm 1\%$  Toleranz

Für die Spannungsbereiche 0,1 und 1 V sind die Reihenwiderstände R 46 und R 41 vorhanden. In gleicher Weise könnte man den 10-V-Bereich durch Anschalten eines 90-MOhm-Widerstandes an R 41 erhalten. Da solche Widerstände jedoch teuer und nur schwer zu beschaffen sind, schien es günstiger, für die Bereiche 10, 100 und 1000 V mit Abgriffen am Nebenschluß und mit entsprechenden Vorwiderständen (R 42, R 43, R 44) zu arbeiten.

Bild 10 zeigt die Gesamtschaltung der Bereichs- und Funktionswahl. Die Schalterebenen S 1a, S 1b, S 1c sind mechanisch gekuppelt. Um eine Überlastung des Schalters zu vermeiden, werden die Be-

reiche 1 und 10 A an besondere Anschlußklemmen geführt. Mit S 1a werden auf den entsprechenden Bereichen die infolge der Spannungsverdopplung in der Meßsonde benötigten Vorwiderstände R 38 und R 39 angeschaltet. Für diese Widerstände enthält Bild 10 nur Richtwerte; sie sind den Eigenschaften der Dioden in der Meßsonde anzupassen. Wechselspannungen von mehr als 1 V sollten mit der Sonde gemessen werden, da sonst die Kapazität zwischen dem Schleifer von S 1c und dem Kontakt 0,1  $\mu$ A, 0,1 V einen unzulässigen Frequenzfehler bewirkt. Mindestens bis Netzfrequenz und bis 100 V sind jedoch noch Messungen über den Direkttegang des Gerätes möglich, wenn man die mit S 1b umgeschalteten Kondensatoren C 25 und C 26 einbaut.

Die Funktionswahl erfolgt mit S 2a, S 2b, S 2c, S 2d, S 2e, S 2f. Bei Messung von Gleichströmen oder -spannungen legt S 2a den Kondensator C 28 an Masse, der dann etwaige Wechselspannungsanteile am Eingang des Meßverstärkers kurzschließt. Dagegen verhindert C 27 bei der Messung von Wechselgrößen die Anzeige eventueller Gleichkomponenten. Die Meßsonde ist bei Nichtgebrauch durch S 2b und S 2c zweipolig abgeschaltet. Auf diese Weise wird vermieden, daß der Masse-Anschluß der Sonde bei der Messung von Gleich- oder Wechselgrößen gegen Erde Spannung führt und durch zufällige Berührung Kurzschlüsse verursacht. Damit jedoch

über das Sondenkabel keine Störspannungen ins Innere der Geräteabschirmung eindringen, wurde C 24 eingeschaltet.

Am Ausgang des Meßverstärkers schalten S 2e und S 2f die Abgleichwiderstände des logarithmischen Kreises entsprechend den Meßfunktionen um. Die angegebenen Werte für R 50 ... R 53 wurden durch Versuche ermittelt. Dabei zeigte sich, daß bei den NF- und HF-Bereichen nennenswerte Abweichungen von der im Bild 2 dargestellten Eichkurve nur unterhalb des Skalenwertes 0,5 auftraten. Bei so kleinen Zeigerausschlägen wird man jedoch normalerweise auf einen empfindlicheren Bereich umschalten. (Schluß folgt)

## Diodennetzwerk für quadratische Gleichrichtung

Im NF-Gebiet interessiert oft der Effektivwert einer Spannung beliebiger Kurvenform (beispielsweise bei Klirrfaktor- und Rauschmessungen). Wenn man den Effektivwert mit Hilfe eines Drehspulmeßwerks messen will, muß diesem eine Gleichrichteranordnung mit quadratischer Kennlinie vorgeschaltet werden. Der gewünschte Funktionsverlauf kann in einem vorgegebenen Aussteuerbereich mit einer Anzahl gerader Kurvenstücke (Sekanten) angenähert werden (Bild 1), wobei sich die Genauigkeit mit der Anzahl der Sekanten erhöht<sup>1)</sup>.

Der  $n$  Sekanten entsprechende Stromverlauf  $I$  in Abhängigkeit von der angelegten Spannung  $U$  kann mit einem Netzwerk erreicht werden, das  $n$  unterschiedlich vorgespannte Dioden enthält, die mit steigender Spannung nacheinander öffnen. Mit Hilfe geeignet besserer Widerstände, die mit den Dioden in Reihe geschaltet sind, erreicht man dann, daß bei steigender

Bild 1. Näherungsverfahren zur Nachbildung einer quadratischen Kennlinie

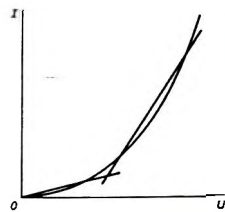
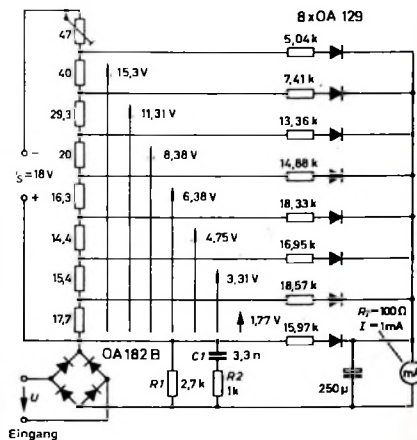


Bild 2 (unten). Schaltung des Diodennetzwerks zur Effektivwertmessung



Spannung die Teilströme der einzelnen Diodenzweige addiert werden, so daß die gewünschte quadratische Abhängigkeit entsteht.

Im Bild 2 ist die auf einen bestimmten praktischen Fall zugeschnittene Schaltung des Netzwerks dargestellt. Das verwendete Meßwerk hat bei 1 mA Vollausschlag. Trotzdem muß die angenäherte quadratische Kennlinie auch noch für Ströme, die etwa eine Größenordnung höher sind, gewährleistet sein, weil bei bestimmten Kurvenformen der zu messenden Spannung das Verhältnis Spitzenwert zu Effektivwert sehr hoch sein kann.

Der quadratische Aussteuerbereich beginnt bei einer Eingangsspannung  $U = 2,5$  V. Der Eingangswiderstand der Schaltung ist trotz des Widerstands R 1 nicht ganz linear und hat bei der größten Aussteuerung seinen kleinsten Wert (1,3 kOhm). Infolge des Frequenzgang-Korrekturglieds R 2, C 1 können noch Spannungen bis zu einer oberen Frequenz von etwa 100 kHz gemessen werden. Im allgemeinen muß man dem beschriebenen Netzwerk noch einen Transistorverstärker mit niedriger Ausgangsimpedanz vorschalten, um die Empfindlichkeit des Effektivwertmessers zu erhöhen und den Eingangswiderstand zu linearisieren.

Gu.

<sup>1)</sup> Kühnlein, H. und Sauer, K.: Quadratische Gleichrichtung mit hoher Empfindlichkeit. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 19 (1965) Nr. 6, S. 321—326



# Einfacher 2-m-Transverter für SSB-Kurzwellen-Sender

Eine Bauanleitung für eine 2-m-Station in Kompaktabweise wurde in den Heften 8 und 9/1964 der Funk-Technik [1] veröffentlicht. Der Senderteil arbeitete mit einem quartzgesteuerten Oszillator, und als Empfangsteil enthielt die Station einen quartzgesteuerten Konverter. Daher mußte ein KW-Empfänger nachgeschaltet werden, wobei die Abstimmung im Bereich 28 ... 30 MHz (entsprechend 144 ... 146 MHz im 2-m-Band) erfolgte.

Der hier beschriebene 2-m-Transverter ist ein Sendefrequenzumsetzer, also sozusagen das Gegenstück zum Empfangskonverter. Sein Eingang wird mit dem Ausgang eines SSB-KW-Senders verbunden, der auf eine Frequenz im 10-m-Band (28 ... 30 MHz) abgestimmt ist. Durch Mischung mit der Oszillatorfrequenz des Konverters (116 MHz) wird dann auf das 2-m-Band umgesetzt (28 MHz + 116 MHz = 144 MHz). Der Transverter-Baustein, der gegen den vorhandenen Sender-Baustein in der 2-m-Kompaktstation ausgetauscht werden kann, erlaubt CW-, SSB- und AM-Betrieb (Anoden-Schirmgittermodulation).

## Warum einen 2-m-Transverter?

Fast alle 2-m-Stationen haben einen Sender mit quartzgesteuertem Oszillator und sind daher an eine feste Sendefrequenz gebunden. Sendet nun der Amateur einen CQ-Ruf, dann muß er anschließend das gesamte 2-m-Band nach antwortenden Stationen absuchen (im Gegensatz zum KW-Betrieb, bei dem die antwortenden Stationen ihren Sender auf die Sendefrequenz des Rufenden abgestimmt haben). Dabei kann es leicht vorkommen, daß eine antwortende Station überhört wird oder der Amateur nur die beim Durchstimmen des Empfängers zuerst gehörte Station zum Kommen auffordert. Die anderen müssen dann oft lange bis zum nächsten CQ-Ruf warten.

Eine weitere Schwierigkeit tritt bei Verbindungen mit mehreren Partnern auf, weil bei jeder Mikrofonübergabe an die nächste Station alle Empfänger auf deren Sendefrequenz abgestimmt werden müssen. Für Ortsrunden wurde daher vielfach eine OV-Frequenz eingeführt. Dabei ist es aber erforderlich, daß alle Teilnehmer einen Quarz für dieselbe Sendefrequenz besitzen. Manche 2-m-Sender enthalten auch einen VFO mit dem Abstimmungsbereich 8 ... 8,11 MHz, wobei noch zusätzlich auf eine Quarzfrequenz (Hausfrequenz) umgeschaltet werden kann. Dieser VFO muß aber eine sehr hohe Frequenzkonstanz haben. Selbst wenn seine Drift nur 200 Hz betragen würde, ergäbe sich infolge der Vervielfachung (18fach) eine Frequenzwanderung von 3,6 kHz (!), und der Sender wäre dann aus dem Empfangskanal ausgewandert.

Der Selbstbau eines VFO mit hoher Frequenzkonstanz bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Selbst viele der für niedrigen Preisen angebotenen VFOs für 2-m-Sender erfüllen die Forderungen nach genügender Frequenzkonstanz nicht. Immer mehr wendet man sich daher auch beim Amateurfunk von dem Arbeitsprinzip der Frequenzvervielfachung der Oszillatorgrundfrequenz ab und gewinnt die ge-

wünschten Bänder beziehungsweise Sendefrequenzen durch Mischen von zwei Frequenzen. In diesem Falle würde eine Frequenzwanderung des VFO von 200 Hz bei AM-Modulation von der Gegenstation kaum bemerkt werden. Der jetzt bei vielen Amateuren vorhandene SSB-Sender (28 ... 30 MHz) bietet sich für die Umsetzung auf das 2-m-Band geradezu an, wobei die zweite zu mischende Frequenz von 116 MHz vom Quarzoszillator des Konverters geliefert werden kann. Der VFO des SSB-Senders (Frequenzbereich meistens von 5,5 ... 5 MHz) ist sorgfältig temperaturkompensiert und hat die für SSB-Betrieb erforderliche hohe Frequenzkonstanz.

Im SSB-Sender werden die KW-Bänder durch Mischung mit der Frequenz eines umschaltbaren Quarzoszillators gewonnen. Der 2-m-Transverter ist also praktisch nur eine Erweiterung des SSB-KW-Senders zum Betrieb auf dem 2-m-Band um eine Misch- und Oszillatorstufe mit nachfolgender Treiber- und Sender-Endstufe. Die Vorteile gegenüber der konventionellen 2-m-Sendetechnik sind:

1. Arbeitsmöglichkeit auf jeder Frequenz im 2-m-Band;
2. stabile Sendefrequenz, die vor allem durch die Frequenzstabilität des VFO im SSB-Sender bestimmt wird;
3. Ortsrunden mit gleicher 2-m-Sendetechnik können auf einer gemeinsamen, vorher vereinbarten Frequenz abgewickelt werden;
4. Rund-QSOs sind auf derselben Frequenz möglich, und es entfällt das Abstimmen des Empfängers auf die Station, die das Mikrofon bekommen hat;
5. Einpfleifen und Anrufen eines bestehenden QSOs;
6. Betrieb wahlweise in CW, SSB und AM.

## Blockschaltung des 2-m-Transverters

Bild 1 zeigt die Blockschaltung eines Transverters zur Erweiterung einer SSB-Station auf das 2-m-Band. Die HF gelangt vom Ausgang des SSB-Senders zunächst zu einem 50-Ohm-Belastungswiderstand (der für den ordnungsgemäßen Abschluß sorgt und auch die überschüssige Leistung vernichtet) und dann über einen Span-

nungsteiler - mit Widerständen oder Kondensatoren - mit der erforderlichen Amplitude zur Mischstufe. Ein weiterer Eingang ermöglicht den direkten Anschluß eines SSB-Exciters mit niedriger Ausgangsleistung. Dieser Anschluß kommt in Frage, wenn das Signal bereits vor der SSB-Sender-Endstufe abgenommen wird. Der Mischstufe wird als zweite Frequenz noch das Signal des Konverter-Quarzoszillators über eine Verstärkerstufe zugeführt. Im Anodenkreis der Mischröhre steht dann die Sendefrequenz im 2-m-Band zur Verfügung. Daran schließen sich der Treiber und die Sender-Endstufe an.

Der Empfangskonverter besteht aus einer HF-Verstärkerstufe (meistens in Kaskodeschaltung), der Mischstufe, die das Ausgangssignal für den nachgeschalteten KW-Empfänger liefert, und dem Quarzoszillator mit einer Vervielfacherstufe. Ein Antennenrelais schaltet die Antenne vom Konverter- auf den Transverterteil um.

## Wahl der Ausgangsfrequenz des SSB-Senders

Von 14 MHz ausgehende Umsetzung

Das Schaltbeispiel eines Trans- und Konverters [2] für 14/144 MHz ist im Bild 2 dargestellt. Im Eingang des Empfangskonverters arbeitet der Nuvistor 6CW4 in Gitterbasisschaltung. Darauf folgt eine weitere HF-Verstärkerstufe mit der Röhre 6AK5. Im Anodenkreis der Mischstufe mit der 6AK5 wird das auf 14 MHz umgesetzte 2-m-Signal induktiv ausgekoppelt und dem KW-Empfänger zugeführt. Der Quarzoszillator mit dem Triodenteil der 6AN8 erzeugt die Frequenz 43,333 MHz. Die im Pentodensystem auf 130 MHz vervielfachte Frequenz gelangt induktiv in den Gitterkreis der Empfangsmischröhre 6AK5.

Im Transverter wird als Mischröhre die 6300 (QGE 03/12) verwendet. Das 14-MHz-Ausgangssignal des SSB-Senders gelangt mederohmig zum Eingangsübertrager und dann im Gegentakt zu den Gittern dieser Röhre. Zur Ansteuerung sind maximal 0,5 W HF-Leistung erforderlich. Das Signal des Quarzoszillators im Empfangsteil wird

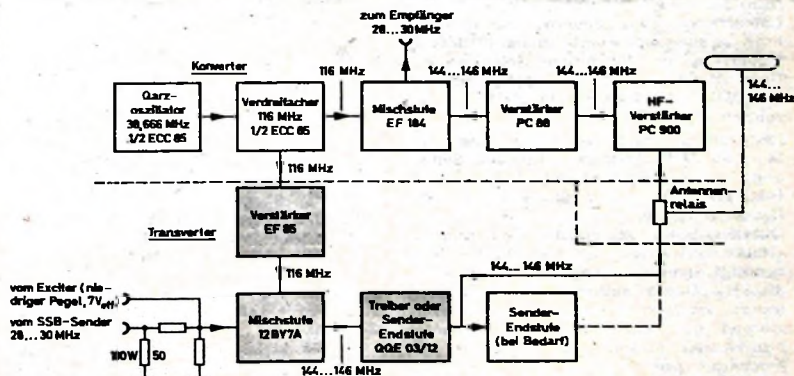


Bild 1. Blockschaltung eines Transverters zur 2-m-Erweiterung einer SSB-Station und Einfügung in eine vorhandene UKW-Station mit 2-m-Konverter

in der Röhre 6AK5 verstärkt und induktiv in den Katodenkreis der Mischröhre eingespeist. Im Gegentakt-Anodenkreis erfolgt eine weitgehende Unterdrückung des 130-MHz-Signals. Die HF-Ausgangsspannung reicht aus, um eine Endstufe

Von 28 MHz ausgehende Umsetzung. Wesentlich vorteilhafter ist die Umsetzung von 28 MHz aus. Hier erfolgt die Umschaltung auf das 2-m-Band beim Senden ausschließlich im KW-Sender. Der Quarz-

daß bei einem nachgeschaltetem KW-Empfänger mit durchgehendem 10-m-Band (zum Beispiel Hallicrafters „SX 110“) das gesamte 2-m-Band ohne Umschaltung durchgestimmt werden kann.

#### Schaltung des 2-m-Transverters

Bei dem im folgenden beschriebenen Transverter erfolgt die Umsetzung von 28 MHz aus. Vom niederohmigen Ausgang (50 Ohm) des SSB-Senders (Bild 3) gelangt das Signal zunächst zu dem als künstliche Antenne wirkenden hochbelastbaren Widerstand R 1, der für den richtigen Senderabschluß (Anpassung) sorgt und die nicht benötigte Leistung vernichtet. Für R 1 wurde ein bifilar gewickelter glasierter

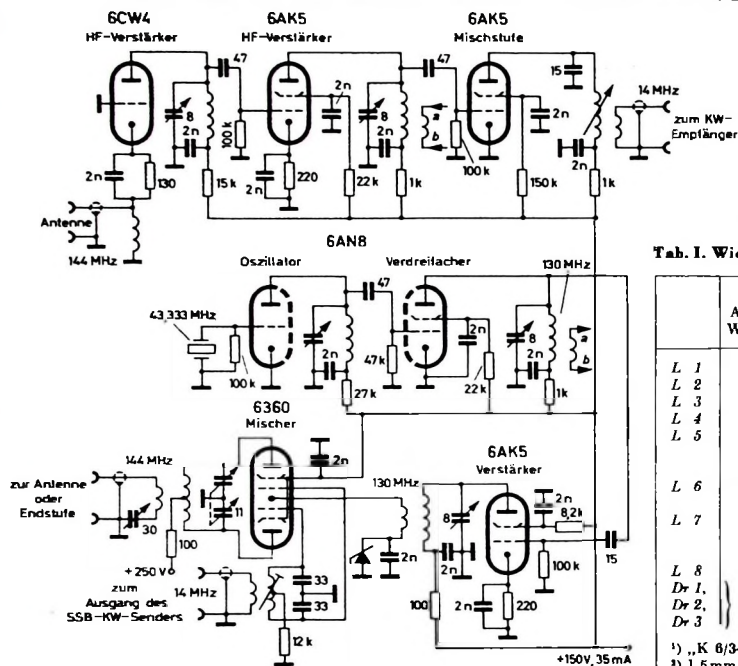


Bild 2. Schaltungsbeispiel eines kombinierten Trans- und Konverters

Tab. I. Wickeldaten der Spulen

	Anzahl der Windungen	Windungsdurchmesser (mm)	Draht	Spulenkörper, Spulenauführung
L 1	7 1/2	7	1 mm CuAg	Stiefelkörper <sup>1)</sup>
L 2	5 1/2	7	1 mm CuAg	Stiefelkörper <sup>1)</sup>
L 3	7	10	1,5 mm CuAg	freitragend <sup>2)</sup>
L 4	4	10	1,5 mm CuAg	freitragend <sup>2)</sup>
L 5	6	10	1,5 mm CuAg	freitragend <sup>2)</sup> , 3 + 3 Wdg. mit Lücke von 7 mm in der Mitte
L 6	1 1/2	10	1,5 mm CuL	freitragend, in der Mitte von L 5 eintauchend über das kalte Ende der Spule L 16 im Empfangskonverter gewickelt
L 7	4	7	0,5 mm CuL	Stiefelkörper <sup>1)</sup>
L 8	4	7	1 mm CuAg	HF-Drosseln „VK 200 20/4 B“ (Valvo)
Dr 1, Dr 2, Dr 3				

<sup>1)</sup> „K 6/34/0,75 at“ mit UKW-Kern „M 6 x 0,75 x 13 UKW 088“ (Neosid)

<sup>2)</sup> 1,5 mm Abstand zwischen den Windungen

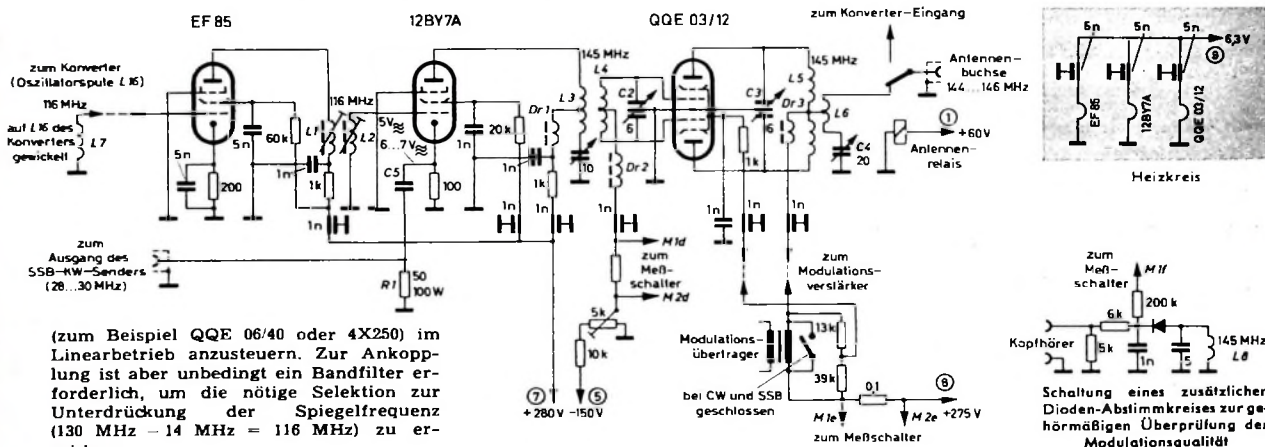


Bild 3. Schaltung des verwendeten 2-m-Transverters für die von 28 MHz ausgehende Umsetzung; die Bezeichnung der Anschlußpunkte zur Stromversorgung (Zahlen im Kreis) und zum Meßstellenumschalter (M 1, M 2) entsprechen den Bezeichnungen der Schaltung der UKW-Station nach Schrifttumshinweis [1]

oszillator des Konverters arbeitet auf der Frequenz 116 MHz, so daß das gesamte 2-m-Band (28 ... 30 MHz + 116 MHz = 144 ... 146 MHz) bestrichen wird. Da bei verschiedenen SSB-Sendern das 10-m-Band aber nur bis 29,7 MHz reicht, müßte man in diesem Fall den Quarzoszillator mit einem weiteren Quarz bestücken, wenn man auch im Bereich 145,7 ... 146 MHz arbeiten will. Ein großer Vorteil ist jedoch,

Drahtwiderstand „GWS 100 W SSNI“ (Rosenthal) verwendet, der für SSB-Sender bis 250 W PEP ausreicht. Für kleinere Sender bis 125 W PEP genügt der 50-W-Typ. Diese hohe Belastbarkeit ist nötig, weil der Transverter auch mit zusammengesetztem Träger für CW- und AM-Sendungen verwendet werden soll, und bei diesen Betriebsarten ist der Widerstand dauernd belastet. Der Abschluß mit diesem Widerstandstyp ergibt ein Stehwellenverhältnis von 2,3 : 1 beim 10-m-Band, das für den vorliegenden Zweck durchaus tragbar ist.

Die Steuerspannung wird der Katode der Mischröhre 12BY7A über den Kondensator C 5 zugeführt. Seinen Kapazitäts-



wert wählt man so, daß an der Katode (bei Verwendung des Heathkit-SSB-Senders „SB 400“ mit 180 W PEP genügen 10 pF) der Mischstufe eine HF-Spannung von 6...7 V<sub>eff</sub> liegt.

UKW-Bereich (40 dB unter der mittleren Leistung der Grundfrequenz, hier nicht mehr als 25 µW) bei dem später angegebenen Aufbau noch eingehalten werden. Die Auskopplung der HF aus dem

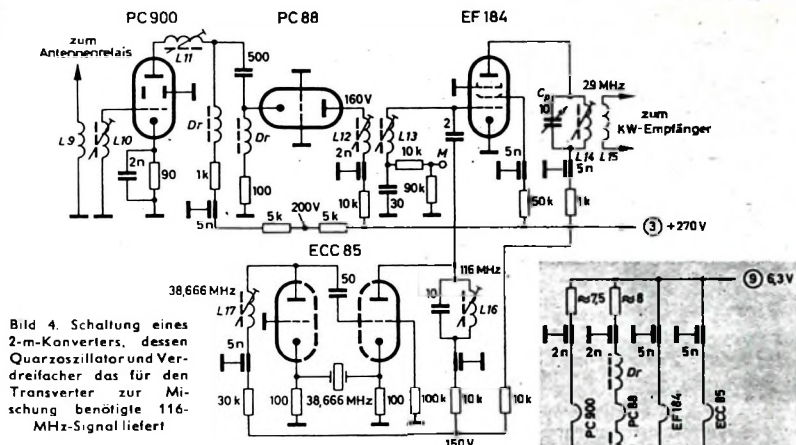


Bild 4. Schaltung eines 2-m-Konverters, dessen Quarzoszillator und Verdreifacher das für den Transverter zur Mischung benötigte 116-MHz-Signal liefert

Über L7 wird dem Quarzoszillator des Konverters, dessen Schaltung übersichtshalber nochmals im Bild 4 wiedergegeben ist, das 116-MHz-Signal induktiv entnommen. Es genügt, wenn am kalten Ende von L16 des Konverters vier Windungen (Tab. I) zur Auskopplung angebracht werden.

Nach Verstärkung in der Pentode EF 85 gelangt das Signal über das Bandfilter L1, L2 zum Gitter 1 der Mischröhre 12BY7A. Das Bandfilter unterdrückt die unerwünschten Oberwellen des Quarzoszillators und der Verdreifacherstufe. Durch Verändern des Abstandes von L1 und L2 stellt man die Kopplung der beiden Spulen so ein, daß am Gitter 1 der 12BY7A 4,5...5 V<sub>eff</sub> HF-Spannung auftreten. Zwischen der Mischröhre und der Senderröhre QQE 03/12 liegt ein weiteres Bandfilter, das in Verbindung mit dem Anodenkreis der QQE 03/12 und der abgestimmten 2-m-Antenne für die erforderliche Unterdrückung der 116-MHz-Oszillatorfrequenz und der Spiegelfrequenz (116 MHz — 28 bis 30 MHz = 86...88 MHz) sorgt. Messungen haben ergeben, daß die Forderungen der Bundespost hinsichtlich der Ausstrahlung von Nebenwellen bei Kleinsendern im

Anodenkreis L5, C3 der Endstufe erfolgt induktiv. Der Trimmer C4 ermöglicht den Abgleich auf optimale Ausgangsspannung an 60 Ohm.

Zur gehörmäßigen Überprüfung der AM-Modulationsqualität der ausgestrahlten Sendung ist noch ein Abstimmkreis mit Diode eingebaut. Er wurde an der Löt-leiste, die die Antennenspule trägt, montiert. Wegen der Nähe zum Anodenkreis ist die Lautstärke so groß, daß die NF-Spannung durch einen Spannungsteiler herabgesetzt werden muß. Die gleichgerichtete HF-Spannung dient auch zur relativen Outputanzeige mit dem eingebauten umschaltbaren Meßinstrument. (Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] Koch, E.: Eine leistungsfähige UKW-Station in Kompaktabbauweise für das 2-m-Amateurband. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 8, S. 260, 262-264, u. Nr. 9, S. 323-324
- [2] Manly, E. P.: A two-meter transverter, converting to and from 14 Mc for V.H.F. sideband. QST (1963) Nr. 9 S. 28-30

## KW-Amateur-Kurznachrichten

### 3. Internationales Funkamateure-Treffen in Genf

Zum 9. Male in der 100jährigen Geschichte der International Telecommunication Union (ITU) treffen die Regierungsdelegationen der 125 ITU-Mitgliedstaaten in der Zeit vom 14. September bis 12. November 1965 in Montreux (Schweiz) zu einer ITU-Vollkonferenz zusammen.

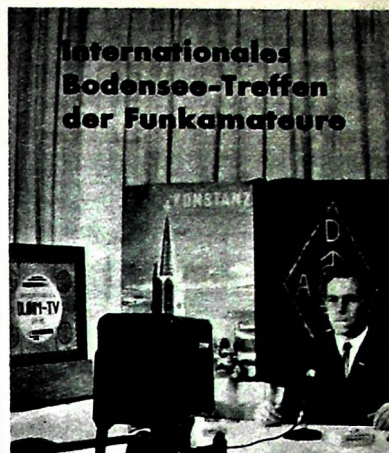
Zu Beginn dieser Konferenz wird der International Amateur Radio Club (IARC) vom 17.-19. September 1965 das 3. Genfer Funkamateurtreffen veranstalten. Im Rahmen dieses Meetings wird der IARC unter anderem auch die Delegationen der ITU-Vollkonferenz am 17. September 1965 zu einem Empfang nach Genf einladen und ihnen Gelegenheit zu einem Meinungsaustausch mit Funkamateuren aus aller Welt geben.

Unter Hinweis auf die besondere Bedeutung des diesjährigen Genfer Funkamateurtref-

fens für die Zukunft des Amateurfunks ruft der IARC alle Funkamateure auf, nach Genf zu kommen. Anmeldungen sind an den Sekretär des IARC, Genf 20, Postfach 6, zu richten.

### 5. Internationales Treffen der europäischen Eisenbahner-Funkamateure

Die dem Internationalen Eisenbahner-Kulturbedarf angeschlossenen Gruppen der Eisenbahner-Funkamateure veranstalten vom 18.-20. September 1965 in Nizza das 5. Internationale Treffen der europäischen Eisenbahner-Funkamateure. Zu diesem Treffen werden etwa 200 Teilnehmer aus Dänemark, Deutschland, England, Frankreich, Finnland, Italien, Luxemburg, Norwegen, Österreich, Schweden und der Schweiz erwartet. Anmeldungen sind an die Fédération des Radio-Télé-Clubs des Chemins de Fer Français, 42, Rue de Chateaudun, Paris IX<sup>e</sup>, zu richten.



Der „Chef-Reporter“ DL 9 NY im Studio der Konstanzer Fernseh-Amateure

Neben den offiziellen Amateurfunk-Veranstaltungen, bei denen Ausschusssitzungen, Arbeitstagungen und Fachvorträge vorherrschen, findet jedes Jahr das „Familienfest des Amateurfunks“, das internationale Bodensee-Treffen, statt. Auch in diesem Jahre war am 26. und 27. Juni das Straßenbild der Stadt Konstanz vom Amateurfunk geprägt.

Der Ortsverband Konstanz und mit ihm der Organisator und Tagungsleiter des Bodensee-Treffens, R. Kühne, DJ 8 PO, hatten eingeladen, und etwa 2500 Besucher aus Deutschland, dem benachbarten Ausland und auch aus den USA kamen. Das Programm bot neben der schon traditionellen Gerätemesse einen Mobilwettbewerb auf dem 80- und 2-m-Band, vier Fuchsjagden und ein großes HAM-Fest in den oberen Räumen des Konzilsgebäudes. Außerdem hatte die Stadtverwaltung am Samstagmittag offizielle Gäste und Repräsentanten ausländischer Verbände zu einem Empfang beim Oberbürgermeister eingeladen. In Vertretung des Oberbürgermeisters Dr. Helmle begrüßte Stadtrat Dr. Leiner die Funkamateure. In seiner kurzen Ansprache wies er auf die Bedeutung der Völkerverständigung hin und betonte, daß die Funkamateure in dieser Beziehung besonders wertvolle Arbeit leisten. Der Präsident des DARC, K. Schultheiß, DL 1 QK, dankte der Stadtverwaltung im Namen aller Funkamateure für das Verständnis und für die Unterstützung ihres Hobbies. Diesem Dank schloß sich OM Kühne als Tagungsleiter an.

Als Besonderheit der diesjährigen Veranstaltung wurde ein Anlage für Amateurfernsehen im Betrieb gezeigt. Der Ortsverband Konstanz, an der Spitze OM Menz, DL 3 VK, OM Meyer, DL 9 LY, und OM Kühne, DJ 8 PO, hatten ein Studio eingerichtet und sendeten während des ganzen Tages. Viele Besucher erlebten zum ersten Male, daß auch richtiges Fernsehen von Amateuren durchgeführt werden kann. Die Station arbeitete unter dem Rufzeichen DL Ø IM - TV; in den Pausen wurde ein Testbild gesendet.

Das Fernsehbild (Bandbreite des BAS-Signals 4,5 MHz) wurde auf 435 MHz übertragen. Die Senderausgangsleistung war 15 W. Zeilen- und Bildfrequenz entsprachen der CCIR-Norm, und ebenso wurde auch das Zeilensprungverfahren



angewandt. Jeder handelsübliche Fernsehempfänger kann also nach Ergänzung mit einem UHF-Konverter für den Empfang des Amateurfernsehens benutzt werden. Da die Bandbreite des Amateur-Fernsehbereiches aber nur 10 MHz ist,

den 2-m-Transceiver „SR-42“ von Halli-crafters. Der Empfangsteil hat eine rauscharme Nuvistor-Vorstufe, auf die ein Triodenmischer folgt. Der erste Oszillator arbeitet mit Frequenzverdopplung, der zweite Oszillator ist quartzgesteuert. Die

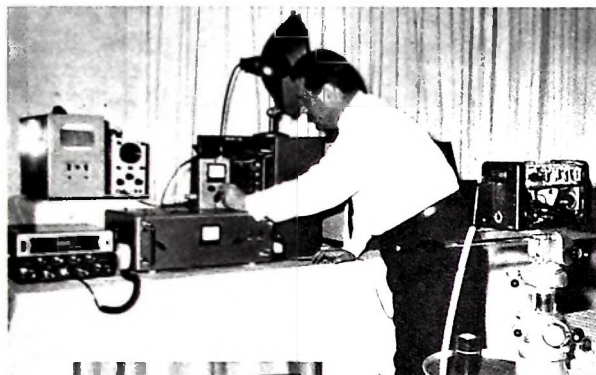
findlichkeit wird mit  $0,12 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  bei 200 Ohm Innenwiderstand angegeben. Auf einem Schwanenhals montiert, läßt sich das „M 23“ auch in der Heim-Station einsetzen.

Großes Interesse fand im Zusammenhang mit dem Amateurfernsehen der Bausatz für eine Kompakt-Fernsehkamera von Caramant, Wiesbaden, die mit einem Vidicon bestückt ist und für die verschiedene Objektive lieferbar sind. Die technischen Daten entsprechen weitgehend der CCIR-Norm. Der eingebaute HF-Oszillator (Ausgangsfrequenz in den Kanälen 2...4) ermöglicht auch den Anschluß dieser Kamera an jeden handelsüblichen Fernsehempfänger. Ihre mechanische Konstruktion ist trotz des geringen Gewichts - 5,9 kg bei den Abmessungen von  $140 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$  - außerordentlich stabil. Die Lage des Vidiconsupports kann an der Bodenplatte der Kamera gesichert werden, so daß sich auch bei Objektivwechsel die optimale Brennweite leicht einstellen läßt.

Die Heathkit-Geräte GmbH, Sprendlingen, brachte eine neue SSB-Linear-Endstufe „HA-14“ heraus, die der Endstufe „SB-200“ entspricht, jedoch keinen eingebauten Netzteil hat. Mit den Netzteilen „HP-24“ für Netzbetrieb und „HP-14“ für Mobilbetrieb läßt sich diese Endstufe universell einsetzen.

Frankreich war durch die Firma Mics-Radio, Auxerre, vertreten, die neben Röhrengeräten auch volltransistorisierte Empfänger und Modulatoren vorstellte, beispielsweise den SSB-Doppelsuper „TR 5 AM“ mit 13 Transistoren und 6 Dioden. Die Versorgungsspannung kann von 6 auf 12 V umgeschaltet werden. Bei SSB-Empfang läßt sich der erste Oszillator durch eine Kapazitätsdiode um einige kHz zur Einstellung des SSB-Signals verstimmen. Die Empfindlichkeit ist auf allen Bändern besser als  $1 \mu\text{V}$ .

Zwei neue Benzin-Aggregate aus Japan (Honda) zeigte Stotz u. Goessl, München. Beide sind mit einem 4-Takt-Benzinmotor ausgerüstet und zeichnen sich durch ungewöhnliche Laufruhe aus. Das Aggregat „E 40“ kann maximal 40 W bei 220 V und das Aggregat „E 300“ maximal 300 W bei 220 V abgeben. Die Gewichte sind 7,5 kg beziehungsweise 18,5 kg. Dieselbe



Der Ortsverbandsvorsitzende DJ 1 HG an der Amateur-Fernsehstation „DL 0 IM-TV“; ganz links im Bild der 2-m-Tonsender, daneben der 435-MHz-Bildsender und rechts von diesem die Impulzentrale des Bildsenders, links im Hintergrund der Monitor mit Kontrolloszilloskop

Aufnahmen: DL 7 A5



Testbild der Amateur-Fernsehstation

muß der Ton in einem anderen Amateurband abgestrahlt werden. In diesem Falle wurde das 2-m-Band für die Tonübertragung benutzt. Der Tonsender hatte 10 W Ausgangsleistung. Bild- und Tonqualität waren ausgezeichnet.

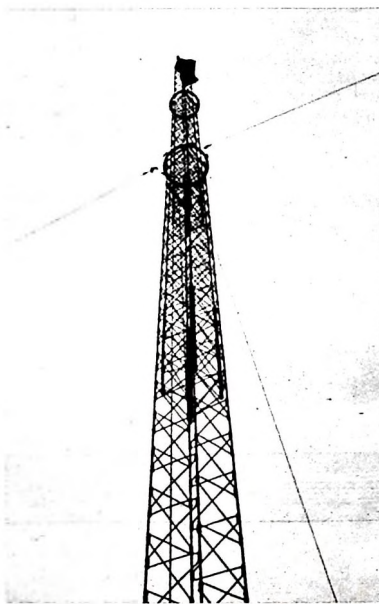
Auf eine die völkerverbindenden Aufgaben des Amateurfunks fördernde Geste der Funkverwaltungen sei noch hingewiesen. Vor drei Jahren erteilte erstmals ein Beauftragter der Bundespost beim Bodensee-Treffen an Ort und Stelle und praktisch formlos ausländischen Funkfreunden befristete deutsche Urlaubs-Sendegenehmigungen. Wer mit seiner Funkstation aus dem benachbarten Ausland nach Konstanz reiste, brauchte dort nur die Lizenz seines Heimatlandes vorzulegen und erhielt dann sofort auch für Deutschland eine Sendegenehmigung. In diesem Jahr stand nun am Konzilgebäude in Konstanz neben dem Bürowagen der Bundespost ein zweiter der schweizerischen PTT, in dem deutsche Amateurfunker ebenso formlos befristete Lizenzen für einen Ausflug in die Schweiz erhielten.

#### Neues für den Funkamateure

Die Gerätemesse war wieder von vielen Firmen für Amateurbedarf besetzt. Alle Aussteller hatten sich bemüht, einen repräsentativen Querschnitt durch ihr Programm zu zeigen. Zum Beispiel stellte Hannes Bauer, Bamberg, neben zahlreichen Bauelementen und Bausteinen den SSB-Transceiver „SB-34“ (SBE) für das 80-, 40-, 20- und 15-m-Band aus. Die Eingangsleistung beträgt 135 W bei einer Trägerunterdrückung von 50 dB und einer Unterdrückung des unerwünschten Seitenbandes von 40 dB. Der Empfänger hat  $1 \mu\text{V}$  Empfindlichkeit für 10 dB Signal-Rausch-Abstand und 2,1 kHz ZF-Bandbreite bei 6 dB. Außerdem zeigte Bauer

hohe erste Zwischenfrequenz und die zweite Zwischenfrequenz von 1,6 MHz ergeben große Spiegelfrequenzsicherheit und gute Trennschärfe. Die Eingangsleistung des vierstufigen Senders ist etwa 13 W. Das Signal des Quarzoszillators, der mit 24-MHz-Quarzen arbeitet, wird zunächst auf 72 MHz verdreifacht und anschließend auf 144 MHz verdoppelt.

Die Firma Beyer, Heilbronn, war mit ihrem gesamten Mikrofon- und Kopfhörerprogramm vertreten. Für den Funkamateure ist besonders das für Nahbesprechung geeignete dynamische Mikrofon „M 23“ interessant. Es ist unempfindlich gegen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen und daher gut für Mobilbetrieb geeignet. Die Nieren-Richtcharakteristik blendet Störgeräusche der Umgebung weitgehend aus und verhindert eine akustische Rückkopplung. Die Emp-



18-m-Stahlgitter-Kurbelmast für Fieldday und Contest



4-Takt-Benzin-Aggregat von Honda

Firma hatte vor dem Tagungsgebäude auch einen Kurbelmast in Stahlgitterkonstruktion aufgebaut, der aus drei ineinander verschachtelten Teilen mit stativartigem Fuß besteht und im ausgefahrenem Zustand eine Gesamtlänge von 18 m hat. Der Mast wiegt 30 kg und hält freistehend Windgeschwindigkeiten bis 40 km/h stand. Er ist besonders für Fielddays, Contests usw. gedacht und kann auf dem Wagendach transportiert werden, da die eingeschobene Länge nur 5,5 m beträgt.

D. Stoy



## Tips zur Funkentstörung im Auto

Jedes im Verkehr befindliche Kraftfahrzeug muß heute „fernenstört“ sein. Ist in ein Fahrzeug ein Autoradio eingebaut, dann ist für einen möglichst ungestörten Empfang noch eine zusätzliche „Nahentstörung“ zweckmäßig. Bei ein und demselben Fahrzeugtyp können nun aber die erforderlichen Entstörmaßnahmen im Umfang verschieden sein. Die Vielfalt der in Kraftfahrzeugen verwendeten Empfangsgeräte und deren unterschiedliche Störanfälligkeit läßt außerdem in der Praxis keine allgemein gültigen Regeln für die notwendige Entstörung zu. Eine Entstörung, die in einem bestimmten Fahrzeug einen durchaus zufriedenstellenden Radioempfang ermöglicht, kann im anderen Fahrzeug gleichen Typs eine Enttäuschung sein. Die Anzahl der schwierigen Fälle ist im Vergleich zu den Fahrzeugen, die mit einem normalen Entstörsatz mit gutem Erfolg entstört werden können, jedoch gering.

Auf Grund jahrelanger Erfahrungen wurden von verschiedenen Firmen (unter anderem von Beru) Entstörmittelsätze zusammengestellt. Diese Sätze enthalten alles, was man normalerweise zur Entstörung eines bestimmten Fahrzeugtyps braucht, und zwar in der richtigen Ausführung der Entstörmittel, in der richtigen Anzahl und in den richtigen Abmessungen. Jedem Entstörmittelsatz liegt eine Einbau-Prinzipialschaltung bei mit Hinweisen für den Einbau in verschiedene Fahrzeugtypen sowie für Sonderfälle der Entstörung. Die genaue Angabe des Einbauorts (zum Beispiel Angabe der in der Autoelektrik genormten Zahlenbezeichnung der Klemme) der Entstörmittel schafft klare Verhältnisse.

In besonders gelagerten Fällen kann nun manchmal keine zufriedenstellende Entstörung mit den zum Entstörmittelsatz gehörenden Teilen erreicht werden. Dem Entstörmittelsatz liegen nun aber auch Hinweise auf weitere Teile bei, deren Einbau auch in solchen schwierigen Fällen einen guten Erfolg der Entstörung bringen wird.

Ist für das zu entstörende Fahrzeug der richtige Entstörmittelsatz ausgewählt, sind alle Teile fachgerecht und einwandfrei am vorbestimmten Platz montiert und treten trotzdem beim Einschalten des Radios und Anlassen des Motors immer noch Störungen auf (Prasseln und Knacken, das mit der Motordrehzahl an- und abschwilt), dann führt ein planloses Einbauen zusätzlicher Entstörmittel kaum zum Ziel. Viel besser ist es, zunächst einmal zu testen, was nun eigentlich stört. Und da gibt es (wie es beispielsweise auch die Firmendruckschrift „Beru-ABC der Funkentstörung“ anführt) verschiedene Möglichkeiten. Die Störungen können von der Zündanlage, dem Regler, der Lichtmaschine oder von sonstigen Stromverbrauchern im Fahrzeug herrühren.

Störsuchgeräte, mit denen man den hartnäckigen Störer sofort einwandfrei orten könnte, gibt es nicht. Man kann aber das

Gebiet, in dem der Störer zu suchen ist, stark einengen. Hierzu einige Hinweise:

1. Alle nicht benötigten Stromverbraucher des Fahrzeuges abschalten (Blinker, Wischer, Heizgebläse usw.);
2. Motor bei eingeschaltetem Radio im Leerlauf hochdrehen;
3. bei hoher Drehzahl die Zündung ausschalten und den Motor auslaufen lassen.

Sind beim Ausschalten der Zündung die Störungen verschwunden, dann ist die Zündanlage schuld an den Störungen. Bleiben die Störungen beim Auslaufen des Motors bestehen oder verstärken sie sich sogar, wenn der Motor in die Gegend der Leerlaufdrehzahl kommt, dann dürfen Regler oder Lichtmaschine die Störung hervorrufen.

Bei Störungen durch die Zündanlage ist zunächst zu prüfen, ob tatsächlich alle Zündleitungen auch elektrischen Durchgang haben. Das kann man zum Beispiel mit dem Funkentstörprüfgerät von Beru schnell und sicher durchführen. Aber auch jedes Taschenohmmeter ist dazu geeignet. Zu prüfen ist auch, ob alle Entstörschalter richtig in die Kabelseele eingeschraubt sind. Manchmal dringt die Verbindungsschraube in die Isolierung anstatt in die Kabelseele ein. Das gibt dann einen zusätzlichen Störherd.

Bei Widerstandskabeln mit Graphitseele lassen sich manchmal undefinierbare Widerstände feststellen. In diesem Falle sind diese Widerstandskabel zweckmäßigerweise gegen normale Zündkabel mit Entstörschaltern auszuwechseln.

Zu erhöhten Empfangsstörungen führen auch zu große Elektrodenabstände an den Zündkerzen oder verschmutzte Zündkerzen. Also dort ebenfalls nachsehen und vielleicht besser gleich neue Zündkerzen einschrauben.

Sind diese Prüfungen durchgeführt worden, ohne daß ein Fehler festgestellt oder abgestellt werden konnte (knattert es also im Radio weiter), dann muß der eigentliche Störherd noch weiter eingekreist werden.

Treten die Störungen im Lang- und Mittelwellenbereich auf, dann ist meistens im Zündkreis zuwenig Widerstand vorhanden. Es ist deshalb zu prüfen, ob zwischen Zündspule und Kerze überall Entstörmittel mit 5-kOhm-Widerstand eingebaut sind. Alle Entstörmittel sollen übrigens so nahe wie irgend möglich an der etwaigen Störstelle sitzen.

Störungen im UKW-Bereich sind die häufigeren. Für die UKW-Entstörungen sind nun Entstörmittel mit einem Widerstand von 1 kOhm besser geeignet. Treten nach entsprechender Auswechslung der Entstörmittel wieder Störungen im Mittel- und Langwellenbereich auf, dann hilft voraussichtlich ein teilabgeschirmter Stecker mit 5 kOhm, der die Vorteile der beiden normalen Stecker in sich vereint, aber üblicherweise aus Preisgründen nicht verwendet wird. In besonders schwierigen

Fällen kann man eine bedeutende Besserung des UKW-Empfangs durch den Einbau von besonderen Entstörschaltern erreichen. Bei ihrer Wahl ist aber auf den richtigen Wärmewert zu achten. Welche der beiden Möglichkeiten die bessere UKW-Entstörung bringt, kann nur durch einen Versuch festgestellt werden.

Lassen auch bei Verwendung von Entstörschaltern und teilabgeschirmten Entstörschaltern die Störungen nicht nach, dann ist meistens der Verteiler der Störfried. In diesem Fall kann eine Verteilerabschirmhaube helfen, die beispielsweise von Beru bereits für verschiedene Verteilerköpfe geliefert wird. Sie wird über den Verteiler gestülpt und arbeitet zusammen mit normalen abgewinkelten Verteiler-Entstörschaltern. Eine Erschwerung der Wartung des Unterbrechers tritt durch die Haube nicht ein, denn Verteilerkopf und Abschirmhaube können zusammen abgenommen werden.

Klemme 15 der Zündspule muß mit einem Kondensator entstört sein. An dieser Klemme ist die Leitung angeschlossen, die vom Zündschloß kommt. Besonders bei älteren Fahrzeugen sollte man nachprüfen, ob das auch stimmt. Sitzt die Zündspule am Motorblock, dann wird Masseverbindung durch die Becherbefestigung hergestellt. Sitzt die Zündspule an der Karosserie, dann wird von der Kondensatorlasche ein Masseband zum Motor geführt. Bei Fahrzeugen mit an der Karosserie befestigten Zündspulen gibt der Praktiker einem Kondensator mit direkter Masseherausführung den Vorzug; unter Verwendung eines Massebandes läßt sich leicht eine Verbindung zum Motorblock herstellen.

Zündleitungen liegen vielfach über kürzere Strecken hinweg in metallischen Halterohren. Solche kurzen Rohre können nun keinesfalls eine genügende Schirmwirkung ergeben, sondern sogar unter Umständen kapazitive Belastungen oder Resonanzerscheinungen hervorrufen. Aus diesem Grunde ist es erklärlich, daß oft freilegende Zündleitungen die Störstrahlung sozusagen vermindern.

Massebänder sind notwendig bei der Entstörung eines Kraftfahrzeuges. In den Entstörmittelsätzen sind die unbedingt notwendigen Massebänder enthalten, und es ist auch angegeben, wo sie montiert werden sollen. Manchmal ist aber die Anbringung eines oder mehrerer zusätzlicher Massebänder erforderlich und nützlich. Im allgemeinen ist zum Beispiel die Antenne im Kotflügel eingebaut. Ihre Befestigungsstelle soll gute Masseverbindung haben, damit möglichst wenig Störstrahlung auf die Antenne kommt. Ein zweckmäßig angebrachtes Masseband kann für gute Überbrückung sorgen, besonders wenn der Kotflügel angeschraubt und nicht angeschweißt ist.

Gelenke und Scharniere an Motorhauben geben für die Hochfrequenzströme meistens keine genügende „Brücke“. Hier kann ein Masseband helfen, das das Scharnier kurz überbrückt.

Fahrzeuge, die ursprünglich gut entstört waren, stören oft plötzlich nach an der Karosserie vorgenommenen Arbeiten. Die Ursache liegt häufig daran, daß der Kotflügel, in dem die Antenne befestigt ist, nach Erledigung der Reparaturarbeiten ohne gute Masseverbindung eingebaut wurde. Auch hier kann ein zusätzliches Masseband wieder eine gute Verbindung bringen.



## 3.6.3. Phasen- und Frequenzvergleich

Der Zeilengenerator des Fernsehempfängers wird nicht direkt synchronisiert. Man vergleicht statt dessen die Frequenz und die Phase des Synchronimpulses mit den im Gerät erzeugten Zeilenrücklaufimpulsen. Daraus gewinnt man eine Regelspannung, die schließlich den Zeilengenerator steuert.

### 3.6.3.1. Phasenvergleich

Den Gittern der beiden Trioden einer ECC 82 (Bild 65) wird über C 614, R 614 der Zeilenrücklaufimpuls aus dem Zeilentransformator zugeführt. Durch Gitterstrom entsteht an R 613 eine negative Spannung, die die Röhren in den Impulspausen sperrt. Nur während eines Teiles des Impulses, in dem Gitterstrom fließt, liegen die Gitter auf Katodenpotential. Die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist so gewählt, daß die Öffnungszeit der Röhren etwa  $\frac{1}{3}$  der Zeilenrücklaufzeit entspricht, das heißt ungefähr  $7\frac{1}{2}$  ( $\approx 4,5 \mu s$ ) der Zeilendauer. Nur während dieser kurzen Zeit kann die Anodenspannung einen Stromfluß durch die Röhren hervorrufen.

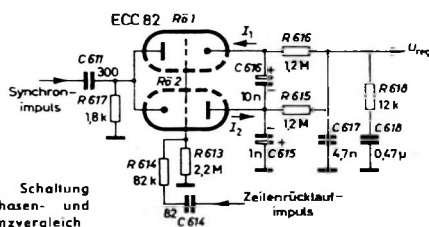


Bild 65. Schaltung zum Phasen- und Frequenzvergleich

An R 617 liegt der differenzierte Synchronimpuls (etwa  $15 V_{R61}$ ). Der positive Teil wirkt auf die Anode von R 61, der negative Teil über C 615 auf die Anode von R 62. Sind die Gitter-Katoden-Strecken gleichzeitig leitend, dann fließen Anodenströme, deren Größe von den Synchronimpulsen an den Anoden und deren zeitliche Dauer vom Zeilenrücklaufimpuls an den Gittern abhängig ist.

Der Strom  $I_1$  fließt von C 616 weg. Am oberen Belag von C 616 entsteht Elektronenmangel; er wird positiv. Der Strom  $I_2$  fließt in C 615 und C 616 hinein; der obere Belag von C 615 und der untere Belag von C 616 werden negativ.

In den Impulspausen sind die Röhren gesperrt. Über die hochohmigen Widerstände R 615, R 616 können nur wenige Elektronen von den beiden Kondensatoren abfließen. Wie bei jeder Gleichrichterschaltung bildet sich schnell ein Gleichgewicht zwischen zufließenden und abfließenden Elektronen. An C 616 entsteht eine Sperrspannung, die gleich der Summe der Anodenspannungsimpulse an R 61 und R 62 (während deren Öffnungszeit) ist.  $U_{C616}$  bleibt wegen der großen Zeitkonstante über viele Zeilen hinweg konstant.

#### 3.6.3.1.1. $f_{gen} = f_{syn}$

Im Bild 66 sind die Anodenimpulse (die differenzierten Synchronimpulse) und die Gitterimpulse (Öffnungsteil des Zeilenrücklaufimpulses) zeitlich untereinander gezeichnet. Bild 66b zeigt den Synchronfall. Die Stromflächen 1 und 2 sind gleich;  $I_1 = I_2$ . Aus  $I_2$  bildet sich die Spannung  $U_{C615}$  an C 615. Aus der Summe  $I_1 + I_2$  bildet sich die Spannung  $U_{C616}$  an C 616. An den Widerständen R 615 und R 616 steht jeweils  $\frac{1}{2}U_{C616}$ . Die Regelspannung  $U_{reg}$  entsteht aus der Reihenschaltung der Spannungen an C 615 und R 615;  $U_{reg} = -U_{C615} + U_{R615}$ .

Wenn im Synchronfall  $I_1 = I_2$  ist, dann ist auch  $U_{C615} = \frac{U_{C616}}{2} = U_{R615}$ . Infolgedessen wird  $U_{reg} = 0$  (s. Beispiel b im Bild 67).

#### 3.6.3.1.2. $f_{gen} > f_{syn}$

Der Zeilengenerator ist schneller, der Zeilenrücklauf eilt voraus (Bild 66a). Damit wird  $I_2$  kleiner und  $-U_{C615}$  positiver.  $U_{C616}$  (hervorgerufen durch  $I_1 + I_2$ ) bleibt konstant. Die Regelspannung

wird positiv. Das Beispiel a im Bild 67 ( $U_{reg} = -3V + 5V = +2V$ ) zeigt diesen Fall.

#### 3.6.3.1.3. $f_{gen} < f_{syn}$

Der Zeilengenerator ist langsamer, der Zeilenrücklaufimpuls bleibt zurück. (Bild 66c) Dadurch wird  $I_2$  größer und  $-U_{C615}$  negativer.  $U_{C616}$  bleibt wieder konstant. Die Regelspannung wird negativ. Im Bild 67, Beispiel c, ist die sich ergebende Regelspannung  $U_{reg} = -7V + 5V = -2V$ .

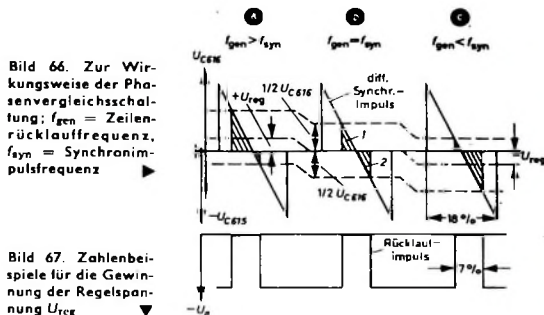
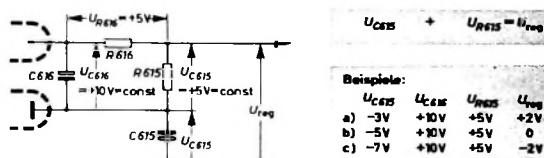


Bild 67. Zahlenbeispiele für die Gewinnung der Regelspannung  $U_{reg}$



### 3.6.3.2. Frequenzvergleich

Bei Eurovisionssendungen sind nicht selten erhebliche Zeilenfrequenzabweichungen zu beobachten. Beim Umschalten auf einen solchen Sender, der zum Beispiel um  $+700$  Hz vom Sollwert abweicht, bleibt der Zeilengenerator zurück. Er läuft frei. Nach einiger Zeit trifft der Zeilenrücklaufimpuls wieder mit dem Synchronimpuls zusammen (Bild 68). Es entsteht in der Schaltung nach Bild 65 zunächst eine positive Regelspannung  $U_{reg}$ , die sich aber infolge der unvermeidbaren Verzögerungen (zum Bei-

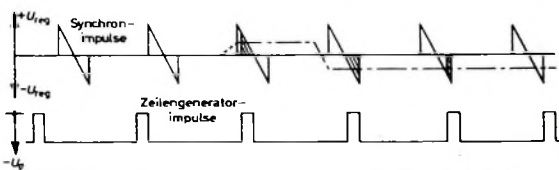


Bild 68. Zur Wirkungsweise des Frequenzvergleichs;  $f_{gen} < f_{syn}$

spiel an R 618, C 618) in der Nachregelschaltung kaum auswirkt. Der Zeilenrücklaufimpuls bleibt weiter zurück. Der Strom durch R 62 nimmt zu und lädt C 615 schließlich auf den negativen Maximalwert auf. Es entsteht eine große negative Regelspannung  $-U_{reg\ max}$ . Sie steuert den Zeilengenerator schneller, vermag ihn jedoch wegen der Regelverzögerungen noch nicht zu halten, das heißt zu synchronisieren. Nun wirkt sich das Wesentliche dieser Schaltung aus. Weder der Synchronimpuls noch der Zeilenrücklaufimpuls vermögen die Röhren R 61 und R 62 zu öffnen. Ohne Stromfluß durch R 61 und R 62 können sich die Kondensatoren C 615 und C 616 nicht umladen. Die negative Regelspannung  $U_{reg\ max}$  wirkt infolgedessen bis zum nächsten Zusammentreffen dieser beiden Impulse weiter. Sie hat inzwischen den Zeilengenerator schon so weit angeglichen (schneller gesteuert), daß er nun im Phasenvergleich gehalten und synchronisiert wird.

#### 3.6.3.3. Fangbereich, Haltebereich

Unter Fangbereich versteht man die Frequenzabweichung des Generators zum Synchronsignal, die mit Sicherheit eingefangen, das heißt synchronisiert wird.

Der Haltebereich ist diejenige Frequenzabweichung, die im bereits synchronisierten Zustand festgehalten wird. Bei einem kurzen Senderausfall (zum Beispiel beim Umschalten auf einen anderen Sender) wird die Synchronisation ausfallen.



In der Phasen- und Frequenzvergleichsschaltung nach Bild 65 ist der Haltebereich gleich dem Fangbereich. Letzterer wird durch den Frequenzvergleich auf den maximal möglichen Wert vergrößert. Der maximal mögliche Wert wird bestimmt durch die Verschiebung der Impulse gegeneinander von  $U_{reg} = 0$  in der einen Zeile und  $U_{reg} = U_{reg\ max}$  in der darauffolgenden Zeile. Ein Beispiel läßt sich aus Bild 66 ableiten. Die Gitter-Katoden-Strecken der Trioden sind leitend während etwa  $1/3$  des Zeilenrücklaufimpulses; da der Zeilenrücklauf etwa eine Zeitdauer von  $21\%$  der Zeile umfaßt, ist die Öffnungszeit etwa  $7\%$  einer Zeilen-dauer. Der differenzierte Synchronimpuls umfaßt etwa  $18\%$  einer Zeile. Die mögliche Verschiebung zueinander ist dann

$$\pm \frac{18\% - 7\%}{2} = \pm 5,5\% \text{ einer Zeile. Das entspricht } \pm 850 \text{ Hz.}$$

Im allgemeinen ist in Phasenvergleichsschaltungen der Fangbereich nur ungefähr  $1/3$  und der Haltebereich ungefähr  $1/3$  des möglichen Wertes. Schuld daran sind die unvermeidlichen Verzögerungen in der Vergleichs- und Nachstimmsschaltung.

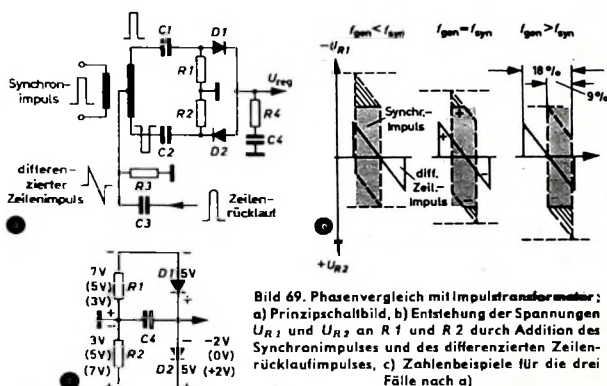
### 3.6.3.4. Andere Phasenvergleichsschaltungen

Alle Phasenvergleichsschaltungen haben gemeinsam:

1. Aus einem der Impulse, meistens aus dem Zeilenrücklaufimpuls, bildet man durch Differentiation oder Integration eine Vergleichsflanke.
2. Der andere Impuls wird der Schaltung so zugeführt, daß er mit der Vergleichsflanke addiert – zwei Dioden oder Röhren öffnet. Die durch diese fließenden Ströme sind im Synchronfall gleich groß; bei Abweichungen fließt durch eine Diode (oder Röhre) ein größerer Strom, woraus sich eine entsprechende Regelspannung bildet.

#### 3.6.3.4.1. Impulstransformator; Rücklauf differenziert

Weit verbreitet war (vor allem vor 1957) bei den Geräten mit  $70^\circ$ - und  $90^\circ$ -Ablenkung die Schaltung nach Bild 69a. Der Mitte eines Impulstransformators wird dabei der differenzierte Zeilen-



rücklaufimpuls zugeführt. Zu diesem addiert sich der induktiv übertragene Synchronimpuls (Bild 69b). Stimmen die Frequenzen der beiden Impulse überein, dann werden die Spannungen an  $R1$  und  $R2$  gleich groß (mittleres Beispiel im Bild 69b und 69c). Am Mittelpunkt der beiden Dioden ist  $U_{reg}$  (gegen Masse) = 0. Wird  $f_{kon}$  größer als  $f_{syn}$ , dann bleibt der Synchronimpuls zurück;  $U_{R2}$  überwiegt, und die Regelspannung wird positiv. Im dritten Beispiel im Bild 69b und 69c ist  $U_{reg}$  dann +2 V.

Die mögliche Verschiebung des Synchronimpulses auf der Zeilenrücklaufimpulsflanke ist

$$\pm \frac{18\% - 9\%}{2} = \pm 4,5\% = \pm 700 \text{ Hz. Der Fangbereich ist davon etwa } 1/3 \text{ (etwa } \pm 230 \text{ Hz), der Haltebereich etwa } 1/3 \text{ (etwa } \pm 470 \text{ Hz). (Fortsetzung folgt)}$$

## Aus Zeitschriften und Büchern

### Einfacher Wandler zur Erzeugung einer frequenzproportionalen Gleichspannung

Zur Frequenzmessung mit Zeigerinstrumenten oder zur oszillografischen Darstellung von Frequenzgängen benötigt man eine der Meßfrequenz proportionale Spannung. Besonders bei Wobbelgeneratoren ist ein zusätzliches frequenzproportionales Ausgangssignal oft nützlich.

Von Marconi wurde eine einfache Schaltung angegeben (Bild 1), die im Bereich von etwa 20 Hz ... 1 MHz mit sehr guter Linearität ar-

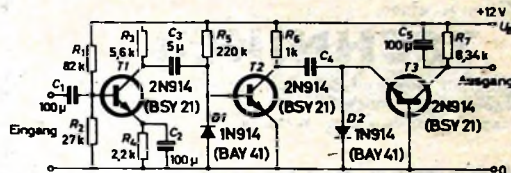


Bild 1. Schaltung des Wändlers

beitet. Der Transistor T1 ist als Vorverstärker eingesetzt, während T2 als Amplitudenbegrenzer wirkt. Die dritte Stufe wird in Basisschaltung betrieben und arbeitet als Frequenzdiskriminator. Das vorverstärkte und auf Rechteckform begrenzte Signal am Collector von T2 lädt während der positiven Halbwelle über  $R_4$  und D2 den Kondensator  $C_4$  auf. Bei genügend kleiner Zeitkonstante des Ladekreises erreicht die Kondensatorspannung in kurzer Zeit nahezu den Wert der Betriebsspannung  $U_B$ . Die Ladung Q des Kondensators ist dann

$$Q \approx C_4 \cdot U_B \quad (1)$$

Während der negativen Halbwelle des Rechtecksignals entlädt sich  $C_4$  über die Basis-Emitter-Strecke von T3. Der Mittelwert des über den Emitter fließenden Entladestroms  $I_E$  ist eine lineare Funktion der Periodendauer T (und damit auch der Frequenz f) des Rechtecksignals, so daß gilt

$$I_E = \frac{Q}{T} = Q \cdot f = C_4 \cdot U_B \cdot f \quad (2)$$

Am Collector von T3 entsteht eine mit  $C_5$  geglättete mittlere Gleichspannung  $U_{out}$  von der Größe

$$U_{out} = I_E \cdot a \cdot R_T$$

Mit Hilfe von Gl. (2) folgt daraus

$$U_{out} = C_4 \cdot U_B \cdot f \cdot a \cdot R_T \quad (3)$$

Darin ist a der Stromverstärkungsfaktor von T3 in Basisschaltung und  $R_T$  der Collectorwiderstand dieses Transistors. Der Stromverstärkungsfaktor in Basisschaltung ist praktisch Eins, und es gilt die Vereinfachung

$$U_{out} = C_4 \cdot U_B \cdot f \cdot R_T \quad (4)$$

Aus Gl. (4) geht hervor, daß man die verschiedenen Frequenzmeßbereiche in einfacher Weise durch Umschaltung von  $C_4$  wählen kann. Die entsprechenden Werte für diesen Kondensator sind in Tab. I zu-

Tab. I. Werte für den Kondensator  $C_4$

Oberer Grenze des Meßbereichs	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz
$C_4$	1 $\mu$ F	0,1 $\mu$ F	10 nF	1 nF	100 pF

sammengestellt. Um runde Werte für die Ausgangsspannung  $U_{out}$  zu erhalten, muß  $R_T$  geeignet bemessen werden. Mit dem im Bild 1 angegebenen Wert (8,34 kOhm) ändert sich die Ausgangsspannung innerhalb einer Frequenzdekade zwischen 1 und 10 V.

Das Gerät arbeitet bei allen Eingangsspannungen zwischen 10 mV und 5 V einwandfrei. Bei der Inbetriebnahme sind die im Bild 1 angegebenen Spannungen am Emitter und Collector von T1 zu kontrollieren und gegebenenfalls durch Verändern von  $R_3$  und  $R_4$  auf den angegebenen Sollwert zu bringen.

Gu. (Waddington, D. E.: A simple frequency/voltage converter. Marconi Instrumentation Bd. 10 (1965) Nr. 1, S. 8)



SPEZIALITÄT: SOLIDE QUALITÄT...

Heninger liefert alle Ersatzteile  
in grundsolider Qualität

Ersatzteile durch **HENINGER**  
der Versandweg ... sehr vernünftig!



in herrlicher Voralpenlandschaft in der Nähe des Chiemsees gelegen, suchen für unsere Kundendienst-Abteilung Werk Grassau einen

## TECHNIKER

mit englischen und französischen Sprachkenntnissen zur Übersetzung von Kundendienst- und Bedienungsanleitungen sowie Bearbeitung technischer Korrespondenz.

Einen

## JUNGKAUFMANN

mit technischem Einfühlungsvermögen für die Bearbeitung von Ersatzteil-Aufträgen.

Wir bieten:

ausbaufähiges, weitgehend selbständiges Arbeitsgebiet. Gute Bezahlung. Bei Wohnraumbeschaffung sind wir behilflich.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen, sowie Angabe des Gehaltswunsches und des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an

## KÖRTING RADIO WERKE GMBH

8211 - GRASSAU/CHIEMGAU

## KATHREIN Antennen

Auch für Sie ein sicherer Weg in die Zukunft.

## Rundfunk- u. Fernseh-Techniker Elektro-Mechaniker/EC

bielen wir bei leistungsgerechter Bezahlung ein weites Betätigungsfeld.

Wollen Sie das Werk und das Land zwischen Bergen und Seen nicht näher kennenlernen?

Die Personalabteilung erwartet Sie und gibt Ihnen gerne Einzelheiten bekannt.



**ANTON KATHREIN ROSENHEIM**  
Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate  
Luitpoldstraße 18-20 Telefon 3841

## RADIO-FERNSEH-UNTERNEHMEN

sucht für Filiale Raum Oberfranken

## RADIO-FERNSEH-TECHNIKER-MEISTER

oder TECHNIKER mit umfassenden Kenntnissen. Wir bieten angenehmes Betriebsklima, gut eingerichtete Werkstatt, moderne 3½-Zimmerwohnung, großzügiges Gehalt, Gratifikationen und sonstige Vergünstigungen.

Bewerbungen mit handschriftlichem Lebenslauf, Zeugnissen erbeten unter P. Z. 8467

Wir suchen zum frühestmöglichen Eintritt:

## Jüngeren Diplomingenieur

Fachrichtung Elektrotechnik, mit Interesse für Impulselektronik zur Lösung von Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Kernstrahlungsmeßtechnik.

## Jüngeren Diplom- oder Fachschul-Ingenieur

mit Fachrichtung Elektronik, nach Möglichkeit mit Erfahrung im Umgang mit Transistorschaltungen zur Lösung von Entwicklungsaufgaben im Bereich der Strahlungsmeßtechnik.

Für den Kundendienst unserer Verkaufsabteilung für industrielle Meß- und Regelanlagen

## Jüngere Elektro-Ingenieure

mit Kenntnissen und Erfahrung in Elektronik, Meß- und Regeltechnik, dem Kundendienstaufgaben, wie Inbetriebnahme, Instandsetzung und Wartung unserer Meß- und Regelanlagen obliegen sollen.

Nach genügender Einarbeitung käme nach Reisetätigkeit im In- und Ausland in Betracht.

## Jüngeren Elektro-Ingenieur

(HTL) für interessante und selbständige Arbeiten auf dem Gebiet der Strahlungsmeßtechnik.

## Rundfunkmechaniker oder Rundfunktechniker

mit allgemeinen elektronischen Kenntnissen und mit praktischer Erfahrung in der Prüfung von elektronischen Geräten.

Geeigneten Bewerbern bieten wir interessante, weitgehend selbständige und gut dotierte Tätigkeit in der Atmosphäre eines harmonischen Betriebsklimas, gediegene Einarbeitungsmöglichkeit, mannigfaltige, vorteilhafte Sozialleistungen, unter anderem reichhaltige, verbilligte Werksverpflegung, Hilfeleistung bei Wohnraumbeschaffung sowie Altersversorgung.

Schriftliche Bewerbung mit vollständigen Bewerbungsunterlagen und Angabe des Gehaltswunsches erbittet unser Personalbüro.

FRIESEKE & HOEPFNER G. m. b. H.

Erlangen-Bruck

Kernphysikalische Meßgeräte - Präzisionsmaschinenbau und Hydraulik

Generalvertretung führender Herstellerwerke sucht

## ELEKTRO-INGENIEUR

(möglichst Fachrichtung Fernmeldetechnik) für eine weitgehend selbständige Tätigkeit im Vertrieb, Schwerpunkt der Tätigkeit in Nordrhein-Westfalen. Kenntnisse auf dem Gebiet der elektronischen Meßtechnik und Halbleitertechnik sind erwünscht. Außendienst Erfahrung ist Voraussetzung.

Einem überdurchschnittlichen Bewerber werden sehr gute Bedingungen geboten, festes Gehalt, Spesen, Pkw und Umsatzbeteiligung.

Ausführliche Bewerbungen, die auf Wunsch streng vertraulich behandelt werden, an Otto Beckers KG, 4 Düsseldorf, Grunerstraße 33, Telefon 43 30 81

Per 1. 10. 1965 suchen wir einen Nüchternen

evtl. Meister.

Wohnung 47 m² mit Fernheizung vorhanden. Zeitgemäßes Gehalt.

Bewerbung erbeten an

## Rundfunk- und Fernseh-Techniker

Funkberater  
Ing. W. Kronhagel,  
318 Wolfenbüttel,  
Goschstraße 51,  
Ruf 33554.



**Graetz**

## RADIO-FERNSEHEN BÜROTECHNIK

In Altena – der Berg- und Burgstadt des Sauerlandes – ist eines unserer Werke mit 1500 Mitarbeitern beheimatet.

Unser neues, erweitertes Fabrikationsprogramm – moderne Rundfunk- und Magnetongeräte – und die ständig wachsenden Aufgaben unserer technischen Zentralbereiche stellen uns laufend vor neue Probleme. Dadurch ergeben sich zur Zeit für

## HOCHFREQUENZ-TECHNIKER und RUNDFUNK- und FERNSEHTECHNIKER,

aber auch für

## ELEKTROTECHNIKER und ELEKTROMECHANIKER

mit besonderem Interesse für HF-technische Aufgaben vielseitige Einsatz- und beste berufliche wie finanzielle Entfaltungsmöglichkeiten.

Unsere Forderungen entsprechen den Leistungen, die wir in Zusammenarbeit mit der Standard Elektrik Lorenz AG. als weltweites Großunternehmen zu bieten haben.

Wenn Sie sich über weitere Einzelheiten informieren möchten, setzen Sie sich bitte so bald wie möglich mit uns in Verbindung; eine Kurzbewerbung genügt.

Bei der Wohnraumbeschaffung in der landschaftlich reizvollen Umgebung Altenas werden wir Ihnen weitgehend behilflich sein.

**GRAETZ KOMMANDITGESELLSCHAFT · Personalleitung**  
**599 Altena (Westf.)** **Graetzstraße 50**

### Kundendienst- Korrespondent

für technische Angelegenheiten,  
45 J., in ungekündigter Stellung,  
mit langjährigen Erfahrungen,  
auf allen Gebieten des Ton-  
bandes, Stereos, Hi-Fi-Rundfunks  
und Fernsehens versiert,  
sucht neuen Wirkungskreis.  
Berlin bevorzugt.

Zuschriften erb. unter F. Y. 8466

### Geschäftsverkäufe

Komplett eingerichtete Reparaturwerkstatt der Fernsehbranche in Berlin  
aus Altersgründen zu verkaufen oder zu verpachten.

Langjähriger, von mir betreuter, umfangreicher Kundenstamm kann mit  
übernommen werden.

Angebote erbeten unter F. W. 8464

### Kaufgesuche

Radioröhren, Spezialröhren, Widerstände,  
Kondensatoren, Transistoren, Dioden und  
Relais, kl. u. große Posten, gegen Kassa  
zu kaufen gesucht. Neumüller & Co.  
GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/T

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

Leber-Meßinstrumente aller Art, Char-  
lottenburger Motoren, Berlin W 35

### Auf Draht bleiben Fachbücher

durch Studien  
moderner  
immer das Neueste  
„RIM-Literaturbibel mit Nachtrag“  
Katalog „Vielfach-Meßinstrumente“  
gratis

Postkarte genügt

RADIO-RIM-Abtlg. Literatur  
8 München 15 - Postfach 275

B  
E  
T

### KLEIN-OSZILLOGRAF

„miniszill“ DM 199,80

Kompletter Bausatz einschließlich Röhren und Bauelemente

Ausdrückliche Bauplanne auch einzeln erhältlich  
Schutzgebühr DM 3,- zuzüglich Versandkosten

Alleinvertrieb:

BLUM-ELEKTRONIK 8907 Thannhausen, Telefon 494



### Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio-  
und Fernsehertechnik durch Christiani-Fern-  
kurse Radiotechnik und Automation. Je  
25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur  
und Abschluszeugnis. 800 Seiten DIN A 4.  
2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen.  
Studienmappe, 8 Tage zur Probe mit  
Rückgaberecht. (Gewünschtem Lehrgang  
bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

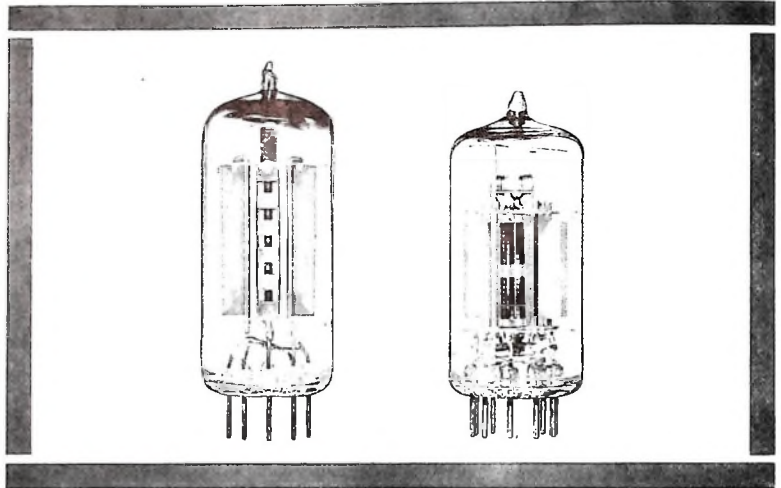
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik  
Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Rath, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt,  
sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann,  
Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel  
und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 79 302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste.  
Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie,  
Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin



## YL 1240 YL 1190

## UKW- Doppeltetroden

Die Sendetetrode YL 1240 stellt eine Weiterentwicklung der Röhre QQE 03/12 dar. Die Ausgangsleistung konnte bei 200 MHz auf 30 W erhöht werden. Für mobile Anlagen steht die nahezu äquivalente Röhre YL 1190 zur Verfügung.



Betriebsdaten  
HF-C-Telegrafie oder  
FM-Telefonie  
(beide Systeme in  
Gegentakt):

		YL 1240 (ICAS)	YL 1190		
$f$	==	200	200	500	MHz
$U_a$	==	450	350	260	V
$U_{bg2}$	==		350	260	V
$R_{g2}$	==		9	4,3	k $\Omega$
$U_{g2}$	==	200			V
$U_{g1}$	≈	-50	-13	-22,5	V
$R_{g1}$	==	16	2	6,9	k $\Omega$
$U_{g1g1' SS}$	==		85	65	V
$N_i$	≈	1,2	1	2,5	W <sup>1)</sup>
$I_a$	==	2x55	2x70	2x70	mA
$I_{g2}$	≈	4,0	23,5	20	mA
$I_{g1}$	≈	2x1,55	2x6,5	2x3,25	mA
$N_{ba}$	==		49	36,5	W
$N_a$	≈		2x8	2x8	W
$\eta$	==	60,7	67	57	%
$N_o L$	==	30 <sup>2)</sup>	26	14,5	W

<sup>1)</sup> Ausgangsleistung der Treiberstufe <sup>2)</sup> Nutzbare Ausgangsleistung

Damit umfaßt unser  
Programman  
Doppeltetroden und  
Schnellheizröhren  
folgende Typen:

### UKW-Tetroden

QQE 02/5	QQE 03/20
YL 1220	QQE 03/32
QQE 03/12	QQE 06/40
YL 1210	YL 1060
YL 1240	YL 1070
YL 1250	

### UKW- Schnellheizröhren

YL 1000
YL 1080
YL 1130
YL 1190
YL 1020
YL 1030

