

BERLIN

A 3109 D

# FUNK- TECHNIK

22 | 1970++

2. NOVEMBERHEFT



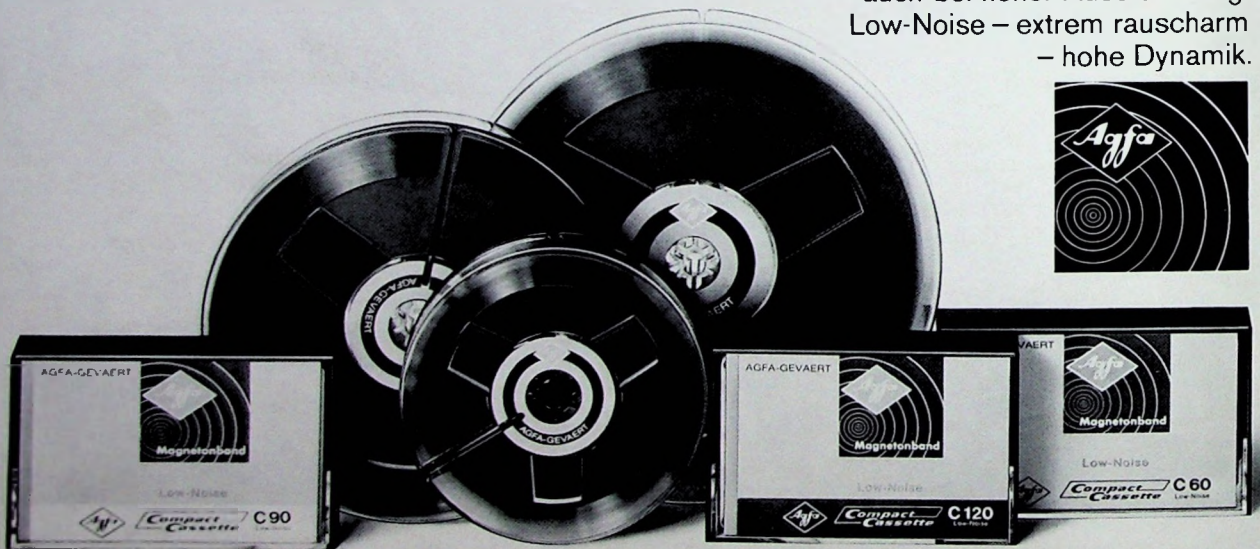


AGFA-GEVAERT

# Der Fortschritt kam auf leisen Bändern. Und er kann sich hören lassen.

Hifi-Low-Noise heißt der große Fortschritt auf dem Gebiet der Schallaufzeichnung. Intensive Grundlagenforschung, modernste Technologie und ausgereifte Verfahrenstechnik brachten ihn aufs **Blaue Agfa Magnetonband Hifi-Low-Noise**.

Hifi – höchste Wiedergabetreue  
auch bei hoher Aussteuerung.  
Low-Noise – extrem rauscharm  
– hohe Dynamik.



## Das Blaue Tonband



gelesen · gehört · gesehen .....	868
FT meldet .....	870
Amateurfunk-Satelliten .....	875
Verstärker	
Der Operationsverstärker — ein universelles Bauelement der Elektronik .....	876
Persönliches .....	880
Farbfernsehen	
Ein-Transformatorschaltung zur Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung für die 110°-Farbbildröhre .....	881
Phono	
Frequenzganganalysen von Tonabnehmersystemen mit Hilfe von Meß-Schallplatten .....	883
Halbleiter	
Integrierte Schaltungen lassen sich einfacher darstellen ...	889
Sender und Programme .....	890
Magnetische Bildaufzeichnung	
Der Laufzeitdemodulator .....	891
Meßtechnik	
Normalfrequenzanlage 100/1 kHz .....	893
Technik von morgen	
Neue Laser-Anwendungen .....	896
... und vor 50 Jahren	
Erste Rundfunksendung am 22.12.1920 .....	899
Für den KW-Amateur	
Externer LMO „SB-640“ .....	900
Eurovisionssender auf dem Kitzbüheler Horn in 2000 m Höhe	901
50 Jahre VDE-Prüfstelle im Dienste der Sicherheit .....	901
Für Werkstatt und Labor	
Elektronischer Schalter .....	902
Hilfsmittel für den Service .....	904

Unser Titelbild: In 1889 m Höhe wurde auf dem Kitzbüheler Horn in Österreich (Tirol) von AEG-Telefunken ein neuer UKW- und Fernsehsender errichtet (s.a. S. 901). (Aufnahme: AEG-Telefunken)

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141—147. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telex: 01 81 632 vrkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann; Chefredakteur: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postcheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in 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

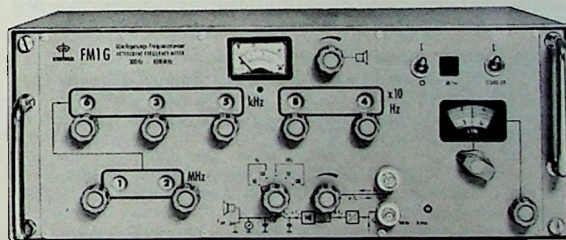


## Dekadischer Überlagerungs-Frequenzmesser

### FM 1 G

### 300 Hz ... 1 GHz

- Frequenzmeßbereich 300 Hz ... 1 GHz (Grundbereich 300 Hz ... 31 MHz)
- Fehlergrenzen der Vergleichsfrequenz  $< 5 \cdot 10^{-8}$ /Monat
- Erforderliche Eingangsspannung  $\leq 10 \text{ mV}_{\text{eff}}$  an 50  $\Omega$
- Differenzfrequenz: Bandbreite (umschaltbar) 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz
- Ausgang für Frequenzzeiger und Schreiber  $\leq 1,0 \text{ V}_{\text{eff}}$  EMK,  $R_i = 600 \Omega$
- Anzeige: optisch (Schwebungsinstrument); akustisch (Lautsprecherlautstärke regelbar)
- Abmessungen: 444 x 184 x 300 mm, Gewicht: ca. 15 kg



Die für Geräte dieser Preisklasse ungewöhnlich feine Abstufung im Grundfrequenzbereich 300 Hz bis 31 MHz (quartgenaue 10-Hz-Schritte) ergibt in Verbindung mit dem kleinen Fehler (0,05 Hz) der abschaltbaren Interpolationsstufe auch bei Messungen mit Oberwellen außerordentlich kleine Fehlergrenzen. Das Gerät besitzt optische und akustische Schwebungsanzeige sowie einen auf fünf Bandbreiten zwischen 10 Hz und 100 kHz umschaltbaren Frequenzdifferenzgang. Netz- und Batteriebetrieb ist möglich (mit Stand-by-Schaltung bei beiden Betriebsarten sofortige Betriebsbereitschaft).

Der Dekadische Überlagerungsfrequenzmesser eignet sich hervorragend für den Service an Sprechfunkanlagen, vor allem zum Eichen und Nachstellen der Quarzoszillatoren und für Messungen an den Selektiv-Rufeinrichtungen.

## ROHDE & SCHWARZ

8 München 80, Mühldorfstraße 15, Telefon (08 11) 40 19 81, Telex 5-23703



## Harter Wettbewerb auf dem Halbleitermarkt

In letzter Zeit wurde in einigen Zeitungen über Schwierigkeiten auf dem Halbleitermarkt berichtet und dabei die Entlassung von 200 Arbeitskräften bei *Intermetall* erwähnt. Zu diesen Meldungen gab *Intermetall* folgende Richtigstellung heraus:

*Intermetall* wird keine 200 Mitarbeiter entlassen. Das Unternehmen stellt sich vielmehr in den nächsten Monaten mit einer Reduzierung der Personalplanzahl um etwa 200 Stellen auf die zu erwartende verschärfte Marktsituation ein, die im wesentlichen durch verstärkte US-Exporte nach Europa entstehen wird. Die neue Personalstruktur wird erreicht durch natürlichen Abgang infolge Eigenkündigungen, durch Nichtverlängerung befristeter Arbeitsverträge und durch Versetzung in andere Werke des Unternehmens.

Von einer Kündigungswelle kann auf Grund dieser Maßnahmen nicht gesprochen werden. Es wäre auch nicht richtig, von einem generellen Einstellungsstopp zu sprechen, da weiterhin qualifizierte Mitarbeiter für gewisse Abteilungen gesucht werden. Trotzdem wird es nicht ausbleiben, daß verschiedentlich Kündigungen ausgesprochen werden, jedoch handelt es sich dabei um natürliche betriebliche Vorgänge, die in einem technisch hochstehenden Unternehmen mit einer Belegschaftszahl von weit über 2000 Mitarbeitern immer notwendig sind. Durch diese Maßnahmen wird schon heute sichergestellt, daß das Unternehmen auch bei der zu erwartenden harten Wettbewerbssituation im nächsten Jahr voll konkurrenzfähig bleibt.

## Elektroindustrie muß rationalisieren

Die Notwendigkeit für eine verstärkte Rationalisierung und Mechanisierung sei gerade in der Elektroindustrie angesichts des zunehmenden Mangels an Arbeitskräften besonders groß und erfordere daher außergewöhnliche Anstrengungen, um die stark ins Gewicht fallenden arbeitsintensiven Bereiche produktiver zu machen, stellte Prof. Dr.-Ing. J. Paasche (Technische Universität München) in der 3. Betriebstechnischen Tagung des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI) fest. Paasche wies darauf hin, daß die Anzahl der Beschäftigten in den 70er Jahren nur noch unwesentlich steigen werde. Bis 1980 sei allenfalls mit einer Steigerung von 3 % zu rechnen, die aber weitgehend von den Dienstleistungsbereichen aufgenommen werden dürften.

## Dritte Frequenz für Mikroport-Geräte

Für Mikroport-Geräte hatte das FTZ bisher nur zwei Frequenzen zur Verfügung gestellt: 36,7 MHz und 37,1 MHz. Für viele Fälle reichten diese beiden Frequenzen aus, jedoch ergaben sich Schwierigkeiten, wenn mehr als zwei Mikroportverbindungen notwendig waren. Das FTZ hat nun die Frequenz 37,9 MHz als dritten Mikroport-Kanal freigegeben. Da die Anzahl der Sonderfälle, in denen auch die dritte Frequenz belegt werden muß, nur etwa 20 % aller verkauften Mikroport-Anlagen ausmacht, haben sich AEG-Telefunken und Sennheiser electronic zu einer wirtschaftlichen Lösung entschlossen, die für keinen Mikroport-Käufer eine Verteuerung bringt: Ab sofort wird die aus dem Sender „SK1008“ und dem Empfänger „EM1008“ bestehende Anlage auf Wunsch neben der Standardausführung (36,7 MHz und 37,1 MHz) in einer Sonderausführung ohne Mehrpreis auch mit dem Frequenzpaar 37,1 MHz und 37,9 MHz geliefert. Der Kanalabstand von 800 kHz zwischen den beiden Frequenzen dieser Sonderausführung läßt den störungsfreien Betrieb von zwei Sendern in unmittelbarer Nähe zu.

## Foto-Quelle übernimmt Vermietung und Verkauf von Kassettentfilmen der Ullstein AV

Die *Ullstein AV* wird im Sommer 1971 ein umfangreiches Programm unterhaltender und belehrender Kassettentfilme herausgeben. Bereits seit Anfang Oktober entsteht in den Studios der *Ullstein AV* auf dem Ateliergelände in Hamburg-Wandsbek eine 13teilige Weltraumserie von und mit Professor Heinz Haber. Damit trägt die *Ullstein AV*, die seit Mitte dieses Jahres audiovisuelle Fortbildungsprogramme für Ärzte produziert, auch dem Informations- und Unterhaltungsbedürfnis einer breiteren Öffentlichkeit Rechnung. Die Super-8-Filme mit Lichtton kommen in Kassetten des Systems *Bell & Howell* auf den Markt.

Über die Vermietung beziehungsweise den Verkauf der Kassettentfilme wurde zwischen der *Ullstein AV* und der

*Foto-Quelle GmbH*, Nürnberg, ein Vertrag abgeschlossen. *Foto-Quelle* wird die Unterhaltungskassetten exklusiv in ihren eigenen Katalogen anbieten, den Vertrieb organisieren sowie für ein technisch leistungsfähiges und preiswertes Angebot von Vorführgeräten sorgen.

## USA melden Rückgang des Verkaufs von Fernsehempfängern

In den USA war in den ersten sechs Monaten 1970 ein Absatzrückgang von einheimischen und importierten Farbfernsehgeräten gegenüber dem entsprechenden Zeitraum des Vorjahres von 27,2 % zu verzeichnen (Absatzzahl: 2 146 079). Bei den Schwarz-Weiß-Empfängern betrug der entsprechende Rückgang 10,2 % (Absatzzahl: 2 965 131). Die Rezession hat auch andere Gerätegruppen erfaßt. Bei Rundfunkempfängern erreichte der Rückgang im ersten Halbjahr 6,9 % (Absatzzahl: 21 660 105). Lediglich bei den etwas anspruchsvolleren Tischgeräten war ein leichter Anstieg ebenso zu verzeichnen wie bei Magnetband-Aufnahme- und -Wiedergabegeräten. Hier erreichte die Zuwachsrate im ersten Halbjahr 1970 der Stückzahl nach 26,7 %.

## Einweihung des Erweiterungsbaus im Studer-Werk Löffingen

Die Firma *W. Studer* stellt unter der bekannten Markenbezeichnung „Revox“ Stereo-Tonbandgeräte, -Verstärker und -Tuner sowie Studio- und Sprachlehranlagen her. Das Stammwerk Regensdorf-Zürich in der Schweiz beschäftigt zur Zeit rund 350 Mitarbeiter und das Schweizer Zweigwerk Mollis im Kanton Glarus 80 Mitarbeiter. Von der deutschen Tochtergesellschaft *W. Studer GmbH* wird seit 1966 ein Werk in Löffingen/Hochschwarzwald (330 Mitarbeiter) und in Ettlingen (25 km von Löffingen entfernt) ein besonderes Motorenwerk (55 Mitarbeiter) betrieben. Am 9. 10. 1970 wurde jetzt im Werk Löffingen ein Erweiterungsbau eingeweiht, mit dem Platz für weitere 100 Mitarbeiter geschaffen wurde. Die Produktionsfläche in Löffingen stieg damit um rund 1800 m<sup>2</sup> auf 4800 m<sup>2</sup>. Der Firmeninhaber, Willi Studer, teilte anlässlich der Einweihungsfeier mit, daß die Investitionen in Löffingen und Ettlingen jetzt insgesamt 6 Mill. DM betragen; die Umsätze der Tochter-GmbH stiegen von 1,6 Mill. DM im Geschäftsjahr 1965/66 auf 20,4 Mill. DM im Geschäftsjahr 1969/70.

## Automatischer Plattenspieler „GA 105“

Die Stereo-Bausteine „RH 580“ (Tuner) und „HR 690“ (Verstärker) von Philips wurden jetzt durch den neuen automatischen Plattenspieler „GA 105“ ergänzt. Dieses Tischgerät, das dem Stereo-Plattenspieler „GA 205“ mit keramischem Stereo-Tonkopf „GP 200“ entspricht, ist in Technik und Design an beide Bausteine angepaßt und bildet mit ihnen eine sowohl elektrische als auch architektonische Einheit.

## Tonarmwaage „SFG-2“

Für die Abtastrichtigkeit moderner Leichtgewicht-Tonabnehmer und den Abnutzungsgrad von Abtaststift und Schallplatte sind bereits Bruchteile eines Pond bei der Einstellung der Auflagekraft sehr wichtig. Zur exakten Bestimmung der Auflagekraft entwickelte *Shure* daher die neue Präzisions-Tonarmwaage „SFG-2“, die die Meßbereiche 0,5 bis 1,5 p und 1...3 p sowie eine Meßgenauigkeit von  $\pm 0,1$  p hat. Die Tonarmwaage arbeitet ohne Federn und ist daher frei von Materialermüdung und damit verbundenen Meßungenauigkeiten. Ein Spiegel erleichtert die optische Kontrolle unter verschiedenen Betrachtungswinkeln.

## Tonbandcassetten von Kodak

Zur photokina 1970 hat *Kodak* unbespielte Compact-Cassetten „C 60“, „C 90“ und „C 120“ neu in das Sortiment aufgenommen. Für diesen Entschluß war unter anderem maßgebend, daß *Kodak* bereits in fast allen Ländern - Deutschland war bisher eine der wenigen Ausnahmen - Tonbänder im Sortiment führt und auch namhafte Hersteller bespielter Tonbandcassetten mit Bandmaterial beliefert.

## Warnung vor überhöhter Geschwindigkeit durch Trauermusik

In den USA gibt es jetzt für Autofahrer ein Miniatur-Tonbandgerät, das mit dem Geschwindigkeitsmesser gekuppelt wird. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 140 km/h schaltet er sich automatisch ein und läßt den Trauermarsch von Chopin erklingen.



# NORDMENDE electronics stellt vor: Klirrfaktor-Meßgerät KM 394 für Industrie-Elektronik, Labor, Schulung und Service

Diese sinnvolle Kombination von Klirrfaktor-Meßbrücke (Wien-Brückenprinzip) und hochempfindlichem NF-Millivoltmeter (Effektivwert-Messung) ermöglicht ein breites Anwendungsspektrum in der NF-Verstärkertechnik bei Messungen an aktiven und passiven Netzwerken.

Durch ein hochselektives, über Drucktasten umschaltbares Aktiv-Filternetzwerk werden die genormten Meßfrequenzen nach DIN 45401 (s. techn. Daten) schmalbandig ausgesiebt und in der Grundwelle  $\geq 80$  dB abgesenkt – dieses gilt auch für die genormte Tonband-Meßfrequenz von 333 Hz.

Der Brückenabgleich gestattet eine korrekte Einstellung der Grundfrequenzen nach Betrag und Phase.

Über den eingebauten Eichgenerator können die einzelnen Meßbereiche optimal geeicht und somit Meßgenauigkeiten eng toleriert werden.

Bei abgeschaltetem Klirrfaktor-Netzwerk sind mit dem Millivoltmeter Breitband-Messungen im Bereich von 5 Hz ... 2,5 MHz für Eingangsspannungen von 100  $\mu$ V eff. ... 300 V eff. (Vollausschlag) möglich.

Eine Kombination von Klirrfaktor-Meßgerät KM 394, Sinus-Rechteck-Generator SRG 389 und Breitband-Oszillograph TO 368 ergibt einen Meßplatz, der den vielseitigen Aufgaben in der NF-Technik sowie in der Elektronik voll gerecht wird.

## Technische Daten:

### Klirrfaktor-Meßgerät

Meßfrequenzen (Grundwelle): 40-100-333-400 Hz, 1-6,3-12,5 KHz  
Frequenzunsicherheit der Festfrequenzen:  $\pm 3\%$   
Klirrfaktor-Meßbereiche: 0,03-0,1-0,3-1-3-10-30-100% (Skalenendwert)

### Meßunsicherheit:

- a) Oberwellen im Band 80 Hz ... 200 kHz  
sowie in den Meßbereichen 1% ... 100%  $\pm 4\%$
  - b) Oberwellen 40 ... 80 Hz und 200 kHz ... 300 kHz  
sowie in den Meßbereichen 0,03-0,1-0,3%  $\pm 10\%$
  - c) Eigenklirrfaktor  $< 0,015\%$
- Grundwellenunterdrückung  
(Phase und Betrag stetig einstellbar)  $\geq 80$  dB  
Eingangsimpedanz 1 M $\Omega$  // 50 pF, mit Tastkopf Typ 398 10 M $\Omega$  // 8 pF  
Eingangsspannung für 100% Kalibration  
min. 300 mVeff ... max. 300 Veff  
max. Eingangsspannung 400 V DC bzw. 400 Veff  
Hochpaßfilter für Frequenzen  $> 1$  kHz, 50-Hz-Unterdrückung  $> 40$  dB

### NF-Millivoltmeter

Betriebsartenumschalter: Klirrfaktormessung/mV-Messung  
Spannungsbereich: 100  $\mu$ Veff ... 300 Veff (Vollausschlag)  
Abschwächer: fein in 10-dB-Stufen bis 300 mV  
grob 60-dB-Stufe als Umschalter V-mV  
Frequenzbereich: 5 Hz ... 2,5 MHz

### Meßunsicherheit

- 100  $\mu$ V ... 1 mV 30 Hz ... 300 kHz  $\pm 2\%$
- 10 Hz ... 500 kHz  $\pm 5\%$
- 3 mV ... 30 V 10 Hz ... 1 MHz  $\pm 2\%$
- 5 Hz ... 2,5 MHz  $\pm 8\%$
- 100 V ... 300 V 10 Hz ... 300 kHz  $\pm 2\%$
- 5 Hz ... 500 kHz  $\pm 5\%$

Eigenrauschen: bei 100  $\mu$ V Empfindlichkeit  
 $< 15$   $\mu$ Veff (bei 600  $\Omega$ )

$< 20$   $\mu$ Veff (bei 100 k $\Omega$ , abgeschirmt)

Effektivwertanzeige durch Diodennetzwerk

Scheitelfaktor  $\frac{U_s}{U_{eff}} \leq 3,5$

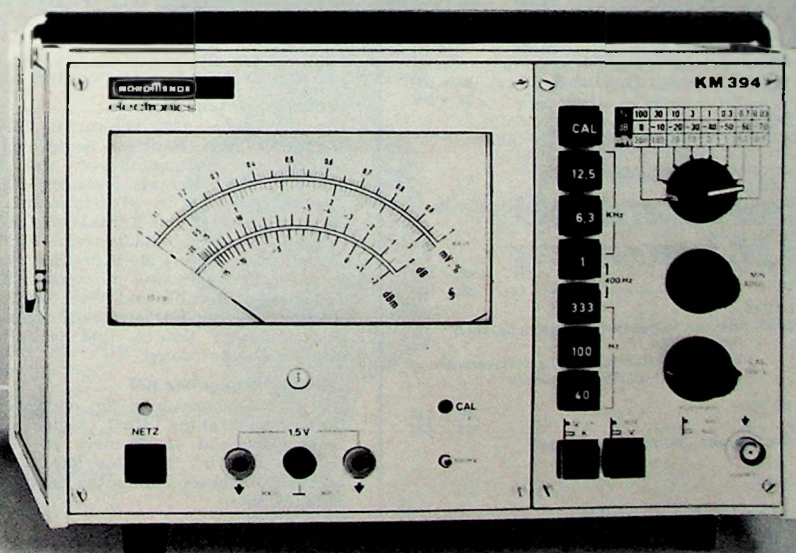
Anzeige-Zeitkonstante: ca. 500 ms

### Ausgang

symm. 1,5 Veff an 600  $\Omega$ , unsymm. 0,75 Veff an 300  $\Omega$

Netzanschluß: 220/110 V, 50/60 Hz

Leistungsaufnahme: 12 VA



NORDDEUTSCHE MENDE RUNDfunk KG  
28 BREMEN 44 · POSTFACH 44 83 60



## KROHA - HiFi - Verstärker - Baustein - Programm

— ein Programm, das höchsten Ansprüchen genügt —

**Endstufe ES 40** in elkolosier Brückenschaltung; Nennleistung: 40 W  
**Endstufe ES 40** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 X 20 W  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 2 Hz ... 600 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor: 5 Hz ... 40 kHz bei 0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1 %  
 Preis für Fertiggerät ES 40 ..... 115,— DM  
 Preis für Bausatz ES 40 ..... 85,— DM

**Endstufe ES 60** in elkolosier Brückenschaltung; Nennleistung: 60 W  
**Endstufe ES 60** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 X 30 W  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 2 Hz ... 600 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor: 5 Hz ... 40 kHz bei 0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1 %  
 Preis für Fertiggerät ES 60 ..... 130,— DM  
 Preis für Bausatz ES 60 ..... 98,— DM

**Endstufe ES 100** in elkolosier Brückenschaltung; Nennleistung: 100 W  
**Endstufe ES 100** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 X 50 W  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 3 Hz ... 300 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor: 6 Hz ... 20 kHz bei 0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1 %  
 Preis für Fertiggerät ES 100 ..... 160,— DM  
 Preis für Bausatz ES 100 ..... 130,— DM

**Endstufe ES 200** in elkolosier Brückenschaltung; Nennleistung: 200 W  
**Endstufe ES 200** in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 X 100 W  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 3 Hz ... 300 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor: 6 Hz ... 20 kHz bei 0,8facher Nennleistung, kleiner 0,1 %  
 Preis für Fertiggerät ES 200 ..... 250,— DM  
 Preis für Bausatz ES 200 ..... 200,— DM  
 Sämtliche Endstufen sind kurzschlußsicher und können auf Wunsch mit eingebauten Frequenzweichen geliefert werden.

**Stereo-Entzerrverstärker EV 51**  
 Verstärkt und entzerrt das Signal von Magnettonabnehmern auf den Pegel der Klangreglerstufe. Verarbeitet auch große Dynamikspitzen ohne Verzerrung durch 30fache Obersteuerungssicherheit.  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 20 Hz ... 20 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor bei  $U_a = 0,2$  V von 20 Hz ... 20 kHz, kleiner 0,1 %  
 Rauschspannungsabstand: 70 dB  
 Entzerrung: nach CCIR  
 Preis für Fertiggerät ..... 32,— DM  
 Preis für Bausatz ..... 23,— DM

**Stereo-Mikrofonverstärker MV 50**  
 Eignet sich zum Anschluß von dyn. Mikrofonen ohne Obertrager und ermöglicht lange Mi-Leitungen.  
 Technische Daten:  
 Frequenzgang: 10 Hz ... 100 kHz  $\pm$  1 dB  
 Klirrfaktor bei  $U_a = 0,2$  V von 10 Hz ... 50 kHz, kleiner 0,1 %  
 Obersteuerungssicherheit: 30fach  
 Preis für Fertiggerät ..... 29,— DM  
 Preis für Bausatz ..... 21,— DM

**Stereo-Vorstufe LSV 11**  
 Hat folgende sieben durch Drucktasten wählbare Eingänge:

	Eingangs- spannung	Rauschspannungs- abstand
Micro mit Obertrager	2 X 5 mV	65 dB
Micro ohne Obertrager	2 X 0,5 mV	62 dB
Platte (Kristalltonabnehmer)	2 X 2,5 mV	65 dB
Platte (Magnettonabnehmer)	2 X 2,5 mV	65 dB
Tuner	2 X 150 mV	85 dB
Tonband	2 X 150 mV	85 dB
Studio	2 X 1,55 V	85 dB

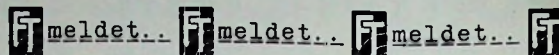
Klirrfaktor: Bei  $U_a = 300$  mV von 20 Hz ... 20 kHz, kleiner 0,1 %  
 Preis für Fertiggerät ..... 58,— DM  
 Preis für Bausatz ..... 39,— DM

**Stereo-Klangreglerstufe KRV 50**  
 Sie eignet sich hervorragend zum Aussteuern der Endstufen ES.  
 Technische Daten:  
 Klirrfaktor bei  $U_a = 2$  V von 10 Hz ... 50 kHz, kleiner 0,1 %  
 Rauschspannungsabstand: 90 dB  
 Frequenzgang bei Mittelstellung der Tonregler: 10 Hz ... 100 kHz  $\pm$  1 dB  
 Regelbereich der Tonregler:  
 20 Hz: + 16 dB — 14 dB  
 20 kHz: + 22 dB — 19 dB  
 Preis für Fertiggerät KRV 50 ..... 48,— DM  
 Preis für Bausatz KRV 50 ..... 38,— DM

**Stereo-Klangreglerstufe LSV 10**  
 Technische Daten wie KRV 50, aber mit folgenden Schalterfunktionen:  
 Stereo-Mono Präsenzfilter  
 Band Monitor Linear — gehörhörliche Lautstärkeregelung  
 Rumpelfilter (60 Hz) mit sämtlichen Potentiometern  
 Rauschfilter (6 kHz)  
 Preis für Fertiggerät LSV 10 ..... 89,— DM  
 Preis für Bausatz LSV 10 ..... 69,— DM  
 Auf Wunsch erhalten Sie kostenloses Informationsmaterial

## KROHA — elektronische Geräte

731 Plochingen · Wilhelmstraße 31 · Telefon: (07153) 75 10



### Preissenkung für Farbfernsehgeräte

Die maßgeblichen Hersteller von Farbfernsehgeräten in der BRD haben Ende Oktober/Anfang November die Preise einiger oder aller Farbgeräte im Sortiment um etwa 6 % gesenkt und die gesenkten Preise erneut zur Preisbindung angemeldet.

Durch diese Maßnahme, die trotz erheblicher Bedenken wegen der Kostenlage und der bereits heute absehbaren Kostensteigerung beschlossen wurde, soll der Bestand der Preisbindung für Farbfernsehgeräte, die im Interesse eines einwandfreien Kundendienstes durch den Fachhandel unbedingt erforderlich ist, gesichert und eine Marktberuhigung erreicht werden.

### Schnelle Ersatzteil-Lieferung

Innerhalb von zwei Arbeitstagen können Metz-Kunden dringend benötigte Ersatzteile erhalten, wenn sie diese Ersatzteile auf roten Karten anfordern. Die Karten für den Ersatzteil-Schneldienst sind bei den Metz-Niederlassungen und -Werksvertretungen oder beim Werk erhältlich.

### Einweihung eines Fernsehenteile-Lagers

Die König-Electronic, Reichelsheim, weihte vor kurzem einen neuen Gebäudetrakt ein. Das Unternehmen verfügt damit jetzt über eines der größten Fernsehenteile-Lager in Deutschland für den Service an Ablenkeinheiten, Zeilen-transformatoren und Hochspannungsfassungen.

### Geschäftsentwicklung bei SEL

Trotz angespannten Arbeitsmarkts und einiger Kapazitätsengpässe steigerte die SEL-Gruppe ihren Umsatz in den ersten neun Monaten gegenüber dem gleichen Vorjahreszeitraum um 30 %. Deutlich zeichnet sich jedoch bereits die Endphase der Hochkonjunktur im Sinken des Auftragsbestandes ab, der Ende 1969 noch 87 % des Gesamtumsatzes ausmachte, Ende 1970 aber nur noch bei 70 % liegen wird. Der Kostendruck und die noch zu erwartenden Belastungen dürften dazu zwingen, die Investitionspläne zu überprüfen.

### 25 Jahre Harting

Am 30. Oktober 1970 feierte die Firma Wilhelm Harting, Werk für Elektrotechnik und Mechanik, Espelkamp, ihr 25jähriges Bestehen. Ursprünglich spezialisiert auf die Produktion von Bedarfsartikeln wie Sparlampen, Kochplatten und Bügel-eisen, läuft das Produktionsprogramm heute zweigleisig. Der Bereich „elektrische Bauelemente“ umfaßt mehrpolige Steckvorrichtungen, Steckverbinder für gedruckte Schaltungen, Mikroschalter und Betätigungsmagnete. In der Abteilung „Gerätebau“ werden elektrische Zigaretten- und Musikautomaten, Lichtmaschinenregler und Kraftstoff-Förderpumpen gefertigt.

Seit dem Tode von Wilhelm Harting im Jahre 1962 trägt Marie Harting die Gesamtverantwortung für das Unternehmen, in dem fast 1400 Mitarbeiter beschäftigt sind. Sie wird unterstützt von profilierten Führungskräften und seit einigen Jahren auch durch die Söhne Dietmar — er leitet neben dem Vertrieb auch den kaufmännischen Bereich — und Jürgen Harting, der für den gesamten technischen Bereich verantwortlich ist.

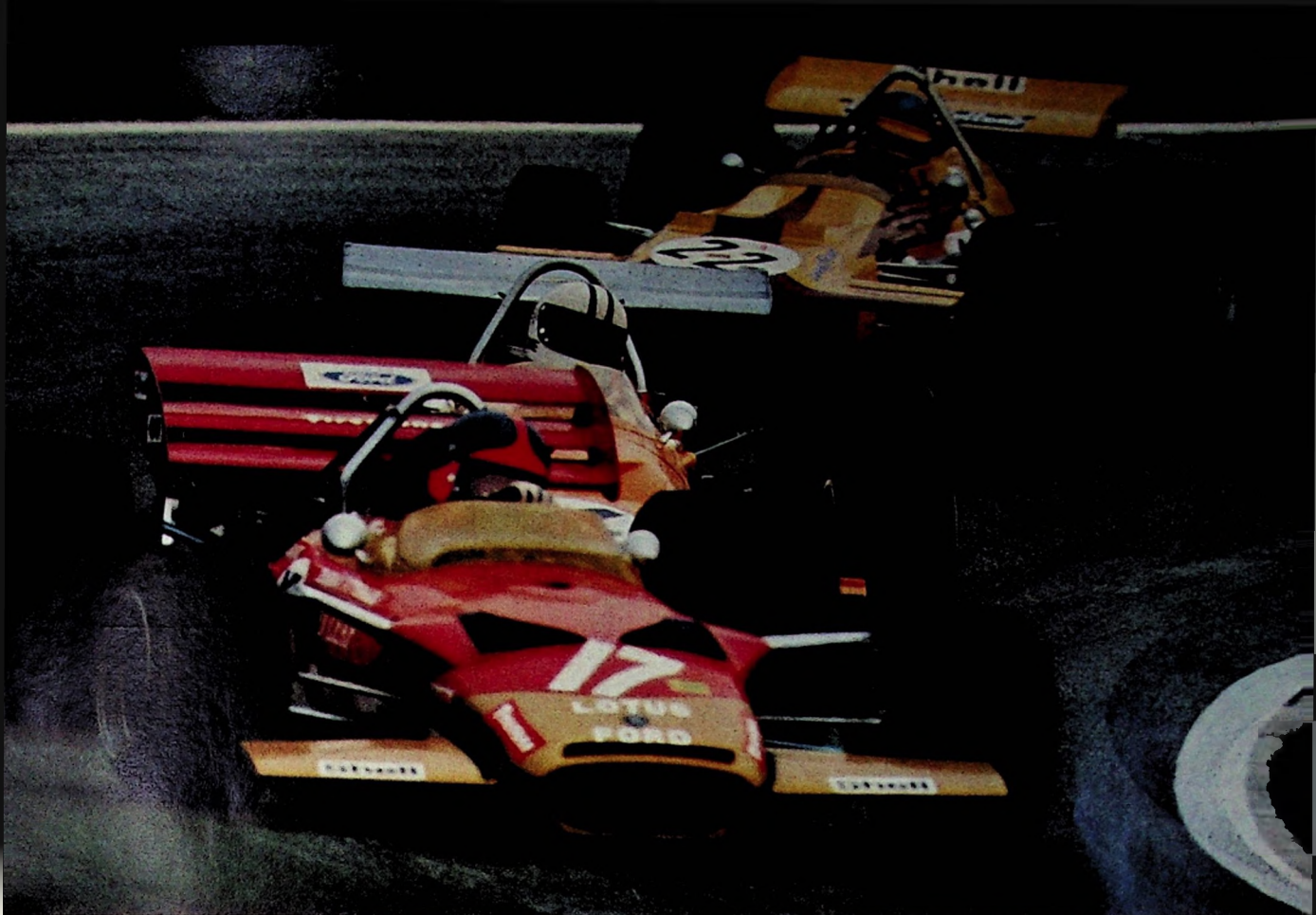
### 10 Jahre Kontakt-Chemie

Am 1. Oktober 1970 konnte die Kontakt-Chemie, Rastatt-Niederbühl, ihr 10jähriges Bestehen begehen. Vor 10 Jahren brachte der Firmeninhaber, der Chemiker Wilfried Friedrich, der als leidenschaftlicher Funkamateur die Kontaktprobleme in elektronischen Geräten sehr genau kannte, erstmals den Kontaktreiniger „Kontakt 60“ in einer Spraydose mit aufsteckbarem Kapillarröhrchen auf den Markt. Heute liefert die Firma über 34 Auslandsvertretungen in allen Erdteilen und mit einem Marktanteil von 80 % in der Bundesrepublik und West-Berlin an Service-Werkstätten und Großhandelsbetriebe ihr reichhaltiges Sortiment von Kontaktsprays, Schutz- und Isolierlacke, Kältesprays und technischen Aerosolen.

### „elecdia“ Ruggaber KG

Die Vertriebsabteilung für elektronische Bauelemente der Industrievertretung Karl Ruggaber KG, 7 Stuttgart 1, Leuchnerstraße 44, firmiert ab sofort unter dem neuen Namen „elecdia“ Ruggaber KG. Die Firma ist seit einigen Jahren Distributor namhafter Herstellerfirmen elektronischer Bauelemente.





## Wir liegen gut im Rennen.



### Symbol für Vertrauen

Nehmen Sie den TÜV\*  
und uns beim Wort.

1. „Gütezeichen“ in  
der Publikumswerbung
2. Vertrauensperson  
für Sie
3. Markenprofilierer
4. Nachfrageförderer
5. Sicherheitsgarant

Bedienen Sie sich  
unserer Zuverlässigkeit.

\*Technischer Überwachungs-Beauftragter

Bei uns läuft alles zum Besten. Auf unsere  
Techniker ist hundertprozentig Verlaß.  
Das beruhigt und verschafft Vorsprung. Und  
den wollen wir halten. Fahren Sie bei uns  
mit. Denn unsere Geräte funktionieren gut  
und ausdauernd. Und das ist auch ein  
Verkaufsargument für Sie. Überzeugen Sie  
sich selbst. Hören oder sehen Sie einmal in  
unsere „Renner“ hinein. Machen Sie sich  
selbst Ihr neues Bild von IMPERIAL. Denn  
Sie sind der Fachmann.

**So ausdauernd sind  
wir von IMPERIAL.**

# IMPERIAL

von innen heraus gut



# Fachliteratur von hoher Qualität



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

- I. Band:** 728 Seiten · 646 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**II. Band:** 760 Seiten · 638 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**III. Band:** 744 Seiten · 669 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**IV. Band:** 826 Seiten · 769 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**V. Band:** Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen  
 810 Seiten · 514 Bilder ..... Ganzleinen 28,— DM  
**VI. Band:** 765 Seiten · 600 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**VII. Band:** 743 Seiten · 538 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM  
**VIII. Band:** 755 Seiten · 537 Bilder ..... Ganzleinen 22,50 DM

## Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen von Elektronenstrahl-Oszillografen  
 von J. CZECH  
 684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen ... Ganzleinen 38,— DM

## Fundamente der Elektronik

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen  
 von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE  
 223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen ... Ganzleinen 19,50 DM

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch  
 von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBDZIIA  
 156 Seiten · 103 Bilder ..... Ganzleinen 21,— DM

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

Theorie und Schaltungspraxis von Diffusionstransistoren  
 im VHF- und UHF-Bereich  
 von ULRICH L. ROHDE  
 163 Seiten · 97 Bilder · 4 Tabellen .... Ganzleinen 24,— DM

## Mikrowellen

Grundlagen und Anwendungen der Höchstfrequenztechnik  
 von HANS HERBERT KLINGER  
 223 Seiten · 127 Bilder · 7 Tabellen · 191 Formeln  
 Ganzleinen 26,— DM

## Elektrische Nachrichtentechnik

- von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER  
**I. Band:** Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke  
 650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen ... Ganzleinen 36,— DM  
**II. Band:** Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von Sinusschwingungen  
 603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen ... Ganzleinen 36,— DM  
**III. Band:** in Vorbereitung

## Handbuch der Elektronik

Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik  
 Herausgeber: Dr. REINHARD KRETZMANN  
 Mitautoren: Ing. PAUL GERKE · Ing. FRANZ KUNZ  
 529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen ... Ganzleinen 42,— DM

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

von Dr.-Ing. NORBERT MAYER (IRT)  
 330 Seiten mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang  
 110 Schrifttumsangaben · Amerikanische/englische Fachwörter  
 Ganzleinen 32,— DM

## Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER  
 254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen ... Ganzleinen 27,— DM

## Praxis der Rundfunk-Stereophonie

von WERNER W. DIEFENBACH  
 145 Seiten · 117 Bilder · 11 Tabellen ... Ganzleinen 19,50 DM

## Prüfen · Messen · Abgleichen Fernsehempfänger-Service

von WINFRIED KNOBLOCH  
 108 Seiten · 39 Bilder · 4 Tabellen .... Ganzleinen 11,50 DM

## Prüfen · Messen · Abgleichen Service an Farbfernsehempfängern PAL · SECAM

von WINFRIED KNOBLOCH  
 176 Seiten · 64 Bilder ..... Ganzleinen 23,— DM

## Kompodium der Photographie

- von Dr. EDWIN MUTTER  
**I. Band:** Die Grundlagen der Photographie  
 Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage  
 358 Seiten · 157 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM  
**II. Band:** Die Negativ-, Diapositiv- und Umkehrverfahren  
 334 Seiten · 51 Bilder ..... Ganzleinen 27,50 DM  
**III. Band:** Die Positivverfahren, ihre Technik und Anwendung  
 304 Seiten · 40 Bilder · 27 Tabellen ... Ganzleinen 27,50 DM

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

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**  
 1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)





## ... viele neue Pluspunkte

zu den bekannten Vorzügen der XC-Antennen

- ① handliche Kleinverpackung durch XC-3 Konzept  
Kosteneinsparungen im Lager und Versand  
müheloser Transport vom Lager zum Dach
- ② bequeme Schnellverschluß-Montage ohne Werkzeug  
nachrüstbare Anschlußeinheit mit Steckhalterung  
kontaktsicherer Kabel-Klemmanschluß ohne Schrauben
- ③ vorbereitet für Weichen- oder Verstärkereinbau  
bekannt hohe Leistung - zu steigern durch **aktivkapsel**  
anpassungsfähig an jede Empfangssituation

**Konsequente Weiterentwicklung:**

**XColor 3**

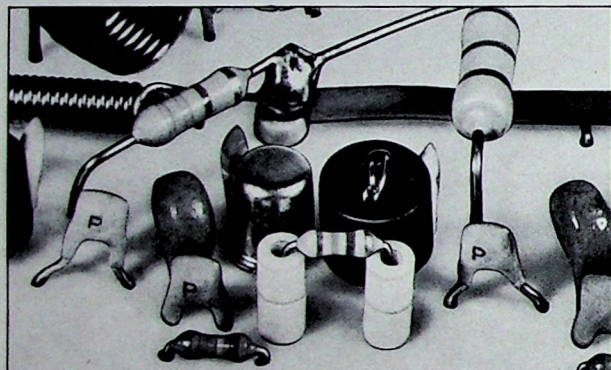




**Philips Antennen**

# Sicherheit gegen störende Kreuzmodulation

...durch Transistor Breitband-Antennenverstärker in neuartiger Technik



Kreuzmodulation, das große Problem bei Breitbandverstärkern ist durch neuartige Philips Technik weitgehend gelöst. Anstelle herkömmlicher RC-Kopplung sind Philips Breitbandverstärker mit moderner Trafo-Kopplung bestückt. Das heißt: Die Transistoren sind über kleine Autotransformatoren gekoppelt, die aus einem Ferritkern mit einigen Drahtwindungen bestehen. Der entscheidende Vorteil: Geringere Stromaussteuerung des Transistors. Wichtig vor allem in der Endstufe. Dadurch höherer Ausgangspegel und höchste Sicherheit gegen störende Kreuzmodulation.

Darin liegt u. a. das große Erfolgsrezept der Philips Transistor-Breitbandverstärker mit Trafo-Kopplung. Ein Erfolgsrezept für Sie von Philips.



**PHILIPS**

## Fragen Sie nach den erfolgreichen Vier

Philips  
Trans 14

Philips  
silver star  
international

Philips  
silver star

Philips starlet

Deutsche Philips GmbH  
2 Hamburg 1 · Postfach 1093



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Amateurfunk-Satelliten

Im kommerziellen Funkverkehr konnten sich Satelliten so sehr bewähren, daß sie heute auf dem Gebiet der Nachrichtenübermittlung vom Telefongespräch bis zur Farbfernsehung zu den ständig benutzten Einrichtungen gehören. Auch der Amateurfunk beschäftigt sich auf internationaler Ebene bereits seit Jahren mit den Einsatzmöglichkeiten von Satelliten. Dieses Arbeitsgebiet erschließt vor allem auf UKW eine neue Technik, hilft aber auch, ungewöhnliche Ausbreitungerscheinungen zu erklären. Dafür steht wegen der weltweiten Verbreitung des Amateurfunks ein internationales Beobachternetz zur Verfügung, das zur Deutung bestimmter Phänomene beitragen kann.

Der Start des Amateurfunks in die Weltraumtechnik begann schon im Jahre 1961 mit dem ersten Amateurfunk-Satelliten Oscar I, der in der Zeit vom 12. Dezember 1961 bis zum 1. Januar 1962 Telemetriesignale sendete. Kurz darauf übertrug der zweite AFU-Satellit Oscar II in der Zeit vom 2. bis 20. Juni 1962 gleichfalls Telemetriesignale. Nach nahezu dreijähriger Pause folgte der erste Transponder-Satellit Oscar III. Er konnte die auf 144 MHz empfangenen Signale verstärken und umgesetzt wieder auf dem 2-m-Band zur Erde zurücksenden. Dieser Satellit war vom 9. bis 24. März 1965 in Betrieb. Eine Variante bot der vierte Satellit Oscar IV. Er arbeitete vom 21. September 1965 bis Mitte März 1966 als Transponder und strahlte die auf 2 m empfangenen Signale wieder auf dem 70-cm-Band zurück.

Oscar V, das bisher letzte AFU-Satelliten-Projekt, übertrug Telemetriesignale auf dem 2-m- und 10-m-Band. Der Starttermin wurde öfter verschoben. Hierfür gab es verschiedene technische Gründe. Schon im Jahre 1965 begann die Melbourne University Aeronautical Society mit der Planung und dem Bau des Satelliten. Er kam jedoch erst Mitte 1967 zur Überprüfung zum Project-Oscar-Zentrum nach Kalifornien. Seit dem Frühjahr 1969 wartete man auf dem Western Test Range — in der Nähe von Lompoc — darauf, daß der Start mit einer Delta-N-Rakete erfolgen könnte. Schließlich gelang es, Oscar V am 23. Januar 1970 zusammen mit dem meteorologischen Satelliten Itos I in den Weltraum zu bringen. Nach den Berechnungen sollte der Winkel zwischen der Ebene des Erdäquators und der Bahnebene des Satelliten  $101,99^\circ$  sein. Oscar V bewegte sich auf einer nahezu kreisförmigen Bahn in einer Höhe von etwa 1450 km über der Erdoberfläche — erdnächster Punkt 1432 km, erdfernster Punkt 1478 km — und hatte eine Umlaufzeit von 115,1 min. Die Äquatordurchgänge verliefen jeweils etwa  $28^\circ$  westlich derjenigen des vorhergehenden Umlaufs.

Etwa 65 Minuten nach dem Start der Delta-N-Rakete wurde die vorgeschriebene Höhe von 1450 km erreicht, und die Sender des Oscar V begannen auf 144,05 und auf 29,45 MHz zur Erde zu funken. Da es darauf ankam, die Beobachternationen rechtzeitig zu alarmieren, wurde der Countdown für den Satellitenstart bereits von W 1 AW und von anderen Stationen auf den KW-Bändern ausgestrahlt. Auch in Deutschland verbreitete man über die Rundspruchstation DL Ø AB der Interessengemeinschaft Ionosphäre Nachrichten und die Vorhersagen für die Hörbarkeitszeiten des Satelliten unter Mitwirkung von DL 6 YB und DL 6 LA. Die Hör-

berichte zeigten ein weltweites Echo. Der erste Hörbericht auf 2 m kam aus Madagaskar. Im europäischen Raum konnte der erste Umlauf auf 2 m und 10 m von zahlreichen Beobachtern kontrolliert werden. Etwas später trafen Empfangsmeldungen aus Nordamerika und aus Melbourne ein.

Wenn man von gewissen Schwierigkeiten bei der Übertragung der Telemetriesignale absieht, arbeiteten beide Sender bis Mitte Februar einwandfrei. Die 2-m-Bake sendete ununterbrochen mit einer Leistung von 50 mW. Dagegen lag die Leistung des 10-m-Senders bei rund 250 mW. Beide Sender wurden aus Batterien mit einer Lebensdauer von etwa zwei Monaten gespeist. Aus Gründen der Stromersparnis arbeitete der 10-m-Sender nur an den Wochenenden und wurde durch ein Signal von der Bodenstelle aus eingeschaltet. Beide Baken übertrugen als Kennung die Zeichen „hi“. Außerdem wurden auf sieben Kanälen in verschlüsselter Form Telemetriesignale ausgestrahlt, und zwar unter anderem Temperatur, Batteriespannung und die Art der Drehbewegungen. Ferner kam es darauf an, durch ein magnetisches Stabilisierungssystem diese Drehbewegungen auszuschalten, damit die Signale auf der Erde ohne Fading hörbar wurden. Während bei den vorangegangenen AFU-Satelliten die Größe der gemessenen Werte durch die Geschwindigkeit eines Zeitsignals gegeben war, mußte man bei Oscar V die Meßwerte aus der Höhe der übertragenen Tonfrequenzen ermitteln.

Nach Auswertung der Telemetriesignale konnte man feststellen, daß Oscar V innerhalb der vorgesehenen Grenzen arbeitete. Wenn beide Sender in Betrieb waren, erhöhte sich der Batteriestrom etwa auf den dreifachen Wert. Während der ersten Umläufe hielt sich die Batteriespannung noch auf 20 V und sank dann bis Mitte Februar auf rund 15 V. Zu diesem Zeitpunkt fiel der 2-m-Sender aus. Der 10-m-Sender konnte dagegen noch einige Wochen mit geringer Feldstärke aufgenommen werden, bis auch er am 10. März 1970 etwa beim 580. Umlauf seine Tätigkeit beendete. Nach dem 70. Umlauf konnte man mit dem magnetischen Stabilisierungssystem die Drehbewegungen des Satelliten völlig ausgleichen.

Die Beobachtungen der Oscar-V-Signale gelang mit normalen Amateurfunk-Empfangsanlagen, denn die Sendefrequenzen lagen innerhalb zweier Amateurbänder. Die Berichte über den Empfang dieser Signale wurden mit einer attraktiven QSL-Karte bestätigt, sobald sie bei der Universität Melbourne eingegangen waren. Der Schwerpunkt des wissenschaftlichen Programms von Oscar V lag bei der Auswertung der 10-m-Beobachtungen. Die 10-m-Bake machte erstmalig die Beobachtung von Signalen eines Amateur-KW-Senders oberhalb der Ionosphäre möglich. Es konnten vielfach Überreichweiten festgestellt werden. Zum Beispiel gelang es, den Satelliten nach den Untergängen unter den Horizont — vor allem in nordnordwestlicher Richtung, beispielsweise Grönland — noch bis zu zehn Minuten zu empfangen. Die bis jetzt gesammelten Erfahrungen mit Amateurfunk-Satelliten werden dazu beitragen, daß ähnlich wie der kommerzielle Überseefunk auch der Amateurfunk in nicht allzu ferner Zeit teilweise über Satelliten abgewickelt wird.

Werner W. Diefenbach



# Der Operationsverstärker - ein universelles Bauelement der Elektronik

Der Verstärker ist ein wesentlicher Bestandteil vieler elektronischer Geräte. Noch vor wenigen Jahren war es üblich, für jede spezielle Verwendung einen individuellen Verstärker zu entwickeln. Heute faßt man dagegen den aktiven Teil der Verstärkerschaltungen (mehrstufige Anordnungen von Röhren oder Transistoren) zu jeweils einem Baustein zusammen, dessen Eigenschaften den Anforderungen eines möglichst weit gefaßten Anwendungsbereichs genügen. Dadurch werden die Entwicklung und der Aufbau von Verstärkern stark vereinfacht. Mit diesem „idealen“ Verstärkerbaustein und einigen Gegenkopplungselementen zum Festlegen des geforderten Übertragungsverhaltens ist die Lösung einer Vielzahl von Aufgaben der Elektronik möglich.

In der Analog-Rechentechnik werden seit langem Rechner mit gleichartigen Verstärkern - den Rechenverstärkern (operational amplifiers) - bestückt, die in Verbindung mit verschiedenen Schaltungselementen verschiedene Rechenoperationen nach Programm ausführen können. Die Universalität derartiger Verstärker ermöglicht es, mit wenigen Typen viele Meßprobleme zu lösen, und schafft die Voraussetzung, sie nach den Gesichtspunkten der Massenfertigung unter Anwendung moderner Technologien herzustellen.

## 1. Aufbau und Wirkungsweise

Operationsverstärker sind in der üblichen Transistorschaltungstechnik auf geätzten Leiterplatten, in Hybridtechnik als Dünn- oder Dickschichtausführung sowie als integrierte Bauelemente auf dem Markt (Bild 1). Bei der Hybridausführung werden passive Elemente wie Widerstände, Verbindungsleitungen und Kondensatoren auf ein Isoliersubstrat (Aluminiumoxid-Keramik mit mehr als 92 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) aufgedampft und aktive Elemente, beispielsweise Transistorsysteme, nachträglich eingelötet. Die Vorteile dieser Technologie sind kleine Abmessungen, geringes Gewicht und wirtschaftliche Herstellung auch kleiner Serien.

Ein sehr wirtschaftlich einsetzbares Bauelement ist der integrierte Operationsverstärker, der in einem komplizierten Fertigungsprozeß als monolithischer Siliziumschaltkreis hergestellt wird. Integrierte Schaltungen zu verwenden ist nicht nur wegen ihrer hohen Zuverlässigkeit naheliegend, sondern auch wegen des geringen Platzbedarfs, der niedrigen Leistungsaufnahme und nicht zuletzt wegen der günstigen Preise bei großen Stückzahlen. Verschiedene Operationsverstärkertypen sind heute bereits billiger als mancher Einzeltransistor. Die integrierte Schaltungstechnik ermöglicht Schaltungen, die früher mit diskreten Bauelementen aus Kostengründen nicht realisiert wurden. Selbst dann, wenn

die Leistungsfähigkeit eines Operationsverstärkers in integrierter Schaltungstechnik nur teilweise ausgenutzt wird, ist sein Einsatz vertretbar.

Bei Operationsverstärkern handelt es sich im allgemeinen um Gleichspannungsdifferenzverstärker. Der typische Schaltungsaufbau sei am Beispiel des integrierten Operationsverstärkers TAA 521 beschrieben.

Der Verstärker (Bild 2) besteht aus einer Eingangsstufe, mehreren Zwischenstufen und einer Endstufe. Die Konstantstromquelle mit den Schaltelementen  $T_7$ ,  $R_6$  und  $D_1$  stabilisiert den Emittersummenstrom der Differenz-Eingangsstufe  $T_1$ ,  $T_2$ , deren Verstärkerwirkung durch den Transistor  $T_8$  unterstützt wird. Eine Zwischen-

stufe mit den Transistoren  $T_3$  bis  $T_6$ , die als Darlington-Verstärker aufgebaut ist, koppelt das Ausgangssignal der Eingangsstufe nahezu rückwirkungsfrei aus. Die Diode  $D_2$  kompensiert den Temperaturgang der Emitter-Basis-Strecken der Transistoren  $T_5$  und  $T_6$ . Das Ausgangssignal gelangt nach einer Potentialumsetzung mit den Transistoren  $T_9$  und  $T_{10}$  zur Basis des Treibertransistors  $T_{11}$ . Dieser schließlich steuert die Endstufe  $T_{12}$ ,  $T_{13}$ , deren Verstärkung durch den Gegenkopplungswiderstand  $R_{13}$  stabilisiert wird. Bei Steuerung am Eingang  $E_1$  (invertierender Eingang) entsteht am Ausgang A eine gegenphasige, bei Steuerung am Eingang  $E_2$  (nichtinvertierender Eingang) eine gleichphasige Spannung.

Bild 1. Bauformen von Operationsverstärkern

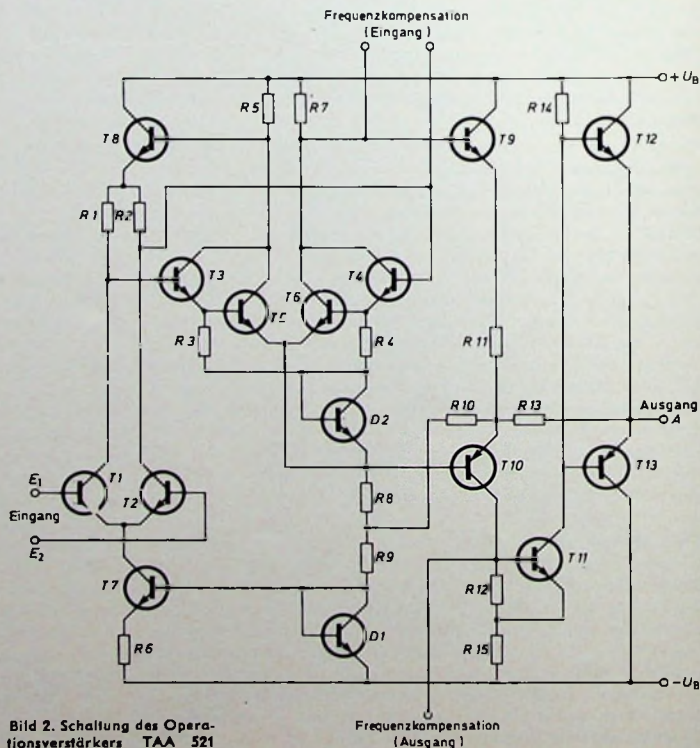
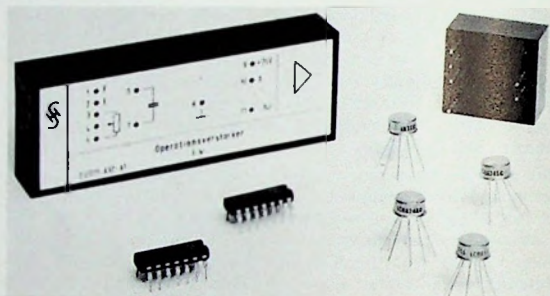


Bild 2. Schaltung des Operationsverstärkers TAA 521

Dipl.-Ing. Kurt Günzel ist Laborleiter in der Fernmeßentwicklung der Siemens AG, Karlsruhe.



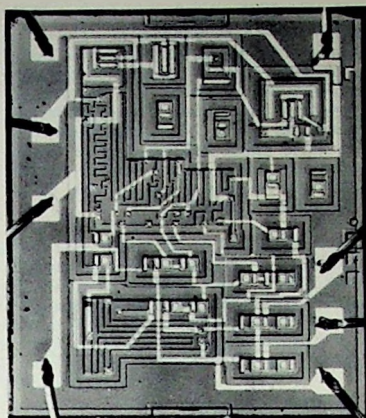


Bild 3. Operationsverstärker in integrierter Schaltungstechnik (natürliche Größe etwa 1 mm × 1,2 mm)

Die gesamte Schaltung im Bild 2 ist auf einem Silizium-Chip von etwa 1 mm × 1,2 mm untergebracht (Bild 3). Ausgangsmaterial für die Herstellung des Chips ist eine P-leitende Siliziumscheibe. Durch Oxydation, Diffusion und fotochemische Prozesse werden in Schichten Widerstände, Dioden, Transistoren und Kapazitäten erzeugt, die der integrierten Schaltung die typische flächenhafte Struktur verleihen. Diese Technologie führt nicht nur zu erhöhter Zuverlässigkeit – im Vergleich zur Schaltung mit diskreten Bauelementen wird eine Vielzahl von Lötstellen vermieden –, sondern sie garantiert auch gute Symmetrie und geringe Temperaturempfindlichkeit. Die auf engstem Raum gleichzeitig entstehenden Halbleiterelemente haben weitgehend identische Eigenschaften, und es treten infolge der Anordnung auf einem gemeinsamen Träger keine nennenswerten Temperaturdifferenzen auf. Ausdruck dieser idealen Paarungsbedingungen für die Halbleiterelemente auf dem Silizium-Chip sind die guten Eigenschaften der Operationsverstärker in integrierter Schaltungstechnik (Tab. I), die sich bei Schaltungen mit diskreten Elementen nur durch Aussuchen paarweise gleicher Eingangstransistoren erreichen lassen.

## 2. Wichtige Kenngrößen

Zur Beschreibung und Beurteilung eines Operationsverstärkers muß nicht unbedingt ein Schaltbild mit allen Details zur Verfügung stehen. Er läßt sich vielmehr durch einige typische Kenngrößen ausreichend charakterisieren. In erster Näherung gilt die verein-

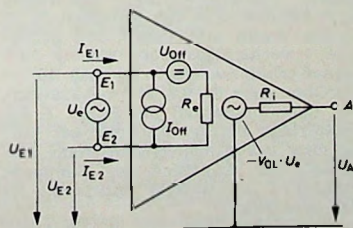


Bild 4. Ersatzschaltung eines Operationsverstärkers

Tab. I. Eigenschaften von integrierten Operationsverstärkern

Kenngröße	Nebenbedingungen	Wert
Spannungsverstärkung $V_{OL}$	$U_A \leq \pm 10 \text{ V}, R_A > 2 \text{ k}\Omega$	$50\,000 \pm 94 \text{ dB}$
Eingangswiderstand $R_e$		$250 \text{ k}\Omega$
Ausgangswiderstand $R_i$		$150 \text{ }\Omega$
Offsetspannung $U_{OH}$		$2 \text{ mV}$
TK der Offsetspannung	im Bereich $0 \dots 70^\circ \text{C}$	$10 \text{ }\mu\text{V/}^\circ\text{C}$
Eingangstrom $I_E$		$0,3 \text{ }\mu\text{A}$
Offsetstrom $I_{OH}$		$100 \text{ nA}$
Gleichtaktunterdrückung $G$		$90 \text{ dB}$
Gleichtakt-Eingangsspannung		$\text{max. } \pm 10 \text{ V}$
Ausgangsspannung	$R_A > 2 \text{ k}\Omega$	$\text{max. } \pm 13 \text{ V}$
Hilfsspannung		$\text{max. } \pm 18 \text{ V}$
Arbeitstemperaturbereich		$0 \dots +70^\circ \text{C}$

fachte Ersatzschaltung nach Bild 4, in der die durch das komplexe Zusammenwirken aller Schaltungselemente gegebenen Eigenschaften konzentriert durch einige Ersatzquellen und -widerstände repräsentiert werden.

## 2.1. Spannungsverstärkung $V_{OL}$

Die Verstärkung  $V_{OL}$  (Open Loop Voltage Gain, Large-Signal Voltage Gain) des Operationsverstärkers ist das Verhältnis von Ausgangsspannung  $U_A$  zu Eingangsspannung  $U_E$  im nichtgegengekoppelten Zustand

$$V_{OL} = \frac{U_A}{U_E} \bigg|_{R_A \rightarrow \infty} \quad (1)$$

( $R_A$  ist der Lastwiderstand). Sie wird im allgemeinen für bestimmte Arbeits- und Aussteuerbereiche (zum Beispiel Ausgangsspannung  $\pm 5 \text{ V}$ , Lastwiderstand  $> 2 \text{ k}\Omega$ ) angegeben, und ist frequenzabhängig. Durch die Kapazi-

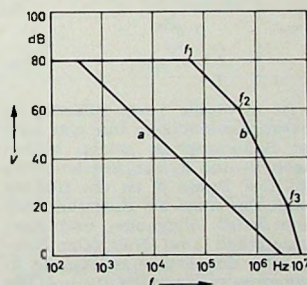


Bild 5. Frequenzgang der Verstärkung eines Operationsverstärkers; a kompensiert, b unkompensiert

täten und Grenzfrequenzen der Stromverstärkung in den Transistoren der einzelnen Verstärkerstufen – sie werden jeweils bei unterschiedlich hohen Frequenzen wirksam – entsteht der im Bild 5 (Bode Diagramm) dargestellte typische Frequenzgang des unkompensierten Operationsverstärkers. Die idealisierten Eckfrequenzen  $f_1$ ,  $f_2$  und  $f_3$  leiten jeweils den Verstärkungsabfall von 6 dB, 12 dB beziehungsweise 18 dB je Oktave ein. Ohne zusätzliche Kompensationsmaßnahmen besteht (besonders bei starker Gegenkopplung) die Gefahr der Selbsterregung.

Eine Schaltung zur Messung der Spannungsverstärkung und deren Frequenzgang ist im Bild 6 angegeben. Der

Gegenkopplungswiderstand  $R_2$  soll sehr groß im Verhältnis zum Verstärker-Ausgangswiderstand  $R_i$  sein, damit keine nennenswerte Belastung des Verstärkers auftritt.

## 2.2. Offsetspannung $U_{OH}$

Abweichungen von der Symmetrie in den Differenzverstärkerstufen, besonders bei der Eingangsstufe, bewirken, daß bei fehlender Eingangsspannung eine von Null verschiedene Ausgangsspannung auftritt. Diejenige Spannungsdifferenz, die an den Eingängen wirksam sein muß, um die Ausgangsspannung Null zu realisieren, wird als Offsetspannung  $U_{OH}$  (Input Offset Voltage) bezeichnet

$$U_{OH} = U_{E1} - U_{E2} \text{ für } U_A = 0, R_Q = 0 \quad (2)$$

( $R_Q$  = Quellenwiderstand). Die Offsetspannung ist eine Funktion der Temperatur, der Verstärkerhilfsspannung und der Zeit (Langzeitdrift). Der Temperaturkoeffizient sowie der Hilfsspannungseinfluß (Power Supply Rejection) für die Offsetspannung sind in den Datenblättern als Mittelwerte für einen abgegrenzten Geltungsbereich ange-

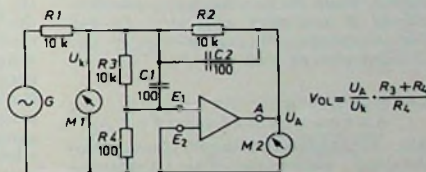


Bild 6. Schaltung zur Messung der Verstärkung (M1, M2 Oszilloskop oder Wechselspannungsvoltmeter; G Generator 10 Hz ... 1 MHz, 5 V<sub>eff</sub>)

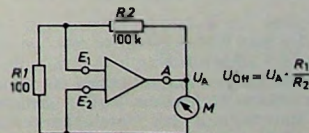


Bild 7. Messung der Offsetspannung (M Gleichspannungsvoltmeter)

ben (zum Beispiel  $5 \text{ }\mu\text{V/}^\circ\text{C}$  im Bereich  $0 \dots +70^\circ \text{C}$ ). Sie können innerhalb des Geltungsbereiches angenähert als linear betrachtet werden. Zur Messung der Offsetspannung und ihrer Abhängigkeiten eignet sich die Schaltung im Bild 7.



### 2.3. Eingangsstrom $I_E$ , Offsetstrom $I_{Off}$

Zur Funktion des Verstärkers ist ein je nach Eingangsschaltung mehr oder weniger hoher Eingangsstrom  $I_E$  (Basisstrom der Eingangstransistoren, Input Bias Current) nötig

$$I_E = \frac{I_{E1} + I_{E2}}{2} \quad (3)$$

Wegen der praktisch stets vorhandenen Unsymmetrien im Verstärker sind die beiden Eingangsströme  $I_{E1}$  und  $I_{E2}$  jedoch nicht gleich. Ihre Differenz wird als Offsetstrom bezeichnet

$$I_{Off} = I_{E1} - I_{E2} \text{ für } U_A = 0. \quad (4)$$

Der Offsetstrom (Input Offset Current) macht sich besonders bei der Aussteuerung des Verstärkers mit Spannungsquellen, die hohe Quellenwiderstände haben, störend bemerkbar. Er beträgt etwa 10 ... 30 % des Eingangsstroms und ist ebenfalls temperaturabhängig.

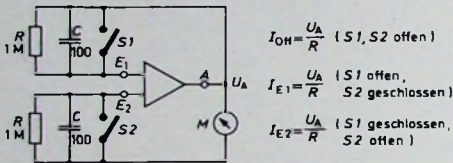


Bild 8. Messung von Eingangsstrom und Offsetstrom ( $M$  Gleichspannungsvoltmeter)

Zur Messung von  $I_E$  und  $I_{Off}$  dient die Schaltung im Bild 8. Dabei nutzt man aus praktischen Gründen (ebenso wie bei der Messung der Offsetspannung) die Auswirkung dieser Größen auf die Ausgangsspannung aus. Daß hierbei die Ausgangsspannung entgegen der Definition verschieden von Null wird, ist belanglos. Die Messung wird jedoch um den Betrag der Offsetspannung verfälscht. Dieser Fehler ist vernachlässigbar, wenn die Gegenkopplungswiderstände  $R$  genügend groß sind, so daß die Ausgangsspannung Werte in der Größenordnung Volt erreicht.

### 2.4. Eingangswiderstand $R_e$ , Ausgangswiderstand $R_i$

Als Eingangswiderstand (Input Resistance) beziehungsweise Ausgangswiderstand (Output Resistance) bezeichnet man den zwischen den beiden Eingängen beziehungsweise zwischen Ausgang und Bezugspunkt wirksamen differentiellen Widerstand.

### 2.5. Gleichtaktunterdrückung $G$

Die Gleichtaktunterdrückung  $G$  (Common Mode Rejection Ratio) gestattet die Beurteilung des Verstärkerverhaltens bei an beiden Eingängen gleichphasig wirkenden Eingangssignalen. Sie sagt aus, in welchem Maße ein Gleichtaktsignal im Verhältnis zum Gegentaktsignal am Ausgang unterdrückt erscheint

$$G = 20 \cdot \lg V_{OL} - 20 \cdot \lg V_{OLG}. \quad (5)$$

Darin ist  $V_{OLG}$  die Verstärkung eines an beiden Verstärkereingängen gleichphasig wirkenden Signals.

Zusätzlich zu diesen typischen Kenngrößen enthalten die Datenblätter für Operationsverstärker noch weitere Angaben, zum Beispiel über Hilfsspannung, Leistungsaufnahme usw., die hier zwar keiner besonderen Erläuterung bedürfen, für den praktischen Einsatz aber natürlich von Bedeutung sind.

### 3. Gegenkopplung

Operationsverstärker arbeiten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, mit Rückkopplung. Die Rückkopplung ist als Mitkopplung ausgeführt, wenn Oszillatoren oder Impulsgeneratoren zu realisieren sind. Zum Aufbau stabiler Verstärker wird das Ausgangssignal auf den Eingang gegengekoppelt. Die Kenndaten gegengekoppelter Verstärker hängen sehr stark vom Rückführnetzwerk ab. Die Gegenkopplungstechnik soll zunächst unter Verwendung eines idealisierten Verstärkers nach Bild 9 erläutert werden.

Als Beispiel wird die Spannungs-Parallelgegenkopplung untersucht. Bei

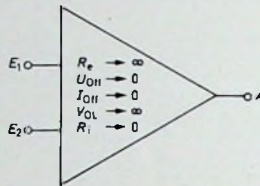


Bild 9. Idealer Operationsverstärker

Annahme eines idealen Operationsverstärkers gilt für die Schaltung im Bild 10a

$$I_E - I_G = 0, \quad (6)$$

$$I_G = \frac{U_A}{R_2}, \quad (7)$$

$$\frac{U_A}{I_E} = R_2. \quad (8)$$

Gl. (7) ist in dieser Form zulässig, da der Operationsverstärker nur eine sehr niedrige Spannung an seinen beiden Eingängen  $E_1$  und  $E_2$  zur Aussteuerung benötigt. Der Punkt S ist ein fiktiver Nullpunkt, der auch als Summenpunkt bezeichnet wird. Eingangs- und Ausgangswiderstand sind Null. Der Verstärker setzt den Eingangsstrom  $I_E$  in eine eingepreßte Spannung  $U_A$  um. Die Übersetzung ist eindeutig durch den „Übertragungswiderstand“  $R_2$  gegeben. Eingangsstrom und Ausgangsspannung sind gegenphasig; der Verstärker invertiert. Dieser Sachverhalt wird hier und in den folgenden Beispielen durch die Richtungspfeile ausgedrückt. Eine Vorzeichenangabe bei den Übersetzungsgleichungen entfällt.

Der Eingangsstrom  $I_E$  wird bei diesem Beispiel von einer idealen Stromquelle erzeugt. Er kann aber auch von verschiedenen Spannungen  $U_{E11}$  bis  $U_{E1n}$  über die Widerstände  $R_{11}$  bis  $R_{1n}$  abgeleitet werden (Bild 10 b). Für die Übersetzung gilt dann sinngemäß

$$U_A = R_2 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{U_{E1i}}{R_{1i}}. \quad (9)$$

Die eingepreßte Ausgangsspannung  $U_A$  ist der Summe der durch die zuge-

ordneten Widerstände bewerteten Teilspannungen proportional.

Zum Prüfen der Zulässigkeit der Rechnung mit idealem Operationsverstärker wird das Verhalten der Spannungs-Parallelgegenkopplung bei Berücksichtigung der realen Verstärkerkennwerte an Hand eines Zahlenbeispiels untersucht. Mit den Kenngrößen der Ersatzschaltung im Bild 4 gilt für den Übertragungswiderstand

$$R_0 = \frac{U_A}{I_E} = \quad (10)$$

$$R_2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{(1 + \frac{R_2}{R_c}) (1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_A})}{V_{OL} - \frac{R_1}{R_2}}}$$

Störglied  $St$

für den Eingangswiderstand

$$R_E = R_2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_c} + \frac{V_{OL} - \frac{R_1}{R_2}}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_A}}} \quad (11)$$

und für den Innenwiderstand (Ausgangswiderstand)

$$R_i = R_1 \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2 + R_c} + V_{OL} \frac{R_c}{R_2 + R_c}} \quad (12)$$

Ein Operationsverstärker mit den Kenndaten nach Tab. I sei folgender-

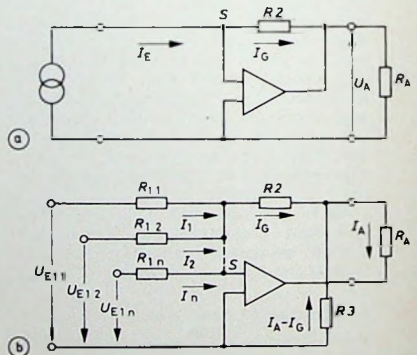


Bild 10. a) Verstärker mit Spannungs-Parallelgegenkopplung, b) Verstärker mit Strom-Parallelgegenkopplung und Eingangsstromsummierung

maßen beschaltet:  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_A = 2 \text{ k}\Omega$ . Für das Störglied  $St$  in Gl. (10) ergibt sich damit der gegenüber 1 vernachlässigbare Wert  $3 \cdot 10^{-5}$ . Ferner erhält man  $R_E = R_2 \cdot 2,15 \cdot 10^{-3} = 2,15 \text{ Ohm}$ ,  $R_i = R_1 \cdot 2,8 \cdot 10^{-5} = 4,2 \text{ m}\Omega$ . Der Spannungsabfall am Punkt S des Verstärkers beträgt 0,215 mV bei Einspeisung des Eingangsnennstroms von 100  $\mu\text{A}$ . Die Annahme des Summenpunktes S als fiktiver Nullpunkt ist also berechtigt.

Die Gleichungen (10) bis (12) gehen bei großer Verstärkung unter der Voraussetzung  $R_c \rightarrow \infty$ ,  $R_1 \rightarrow 0$  in die Formen



$$R_0 = R_2 \cdot \frac{V_{OL}}{V_{OL} + 1}, \quad (13)$$

$$R_E = R_2 \cdot \frac{1}{V_{OL} + 1}, \quad (14)$$

$$R_I = R_1 \cdot \frac{1}{V_{OL} + 1} \quad (15)$$

über. Der Übertragungswiderstand  $R_0$  wird stabilisiert. Eingangs- und Innenwiderstände bleiben zwar direkt von der Verstärkung abhängig, werden aber vernachlässigbar klein. Tab. II zeigt eine Zusammenstellung verschiedener Gegenkopplungsschaltungen mit ihren typischen Eigenschaften.

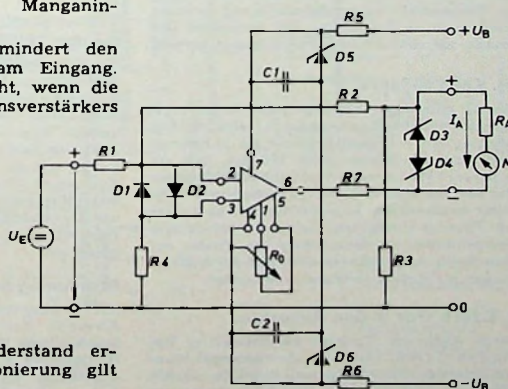
Die Annahme eines idealen Operationsverstärkers und damit die vereinfachte Rechnung ist jedoch nur dann zulässig, wenn ein genügender Abstand der Betriebsgrößen von den realen Verstärkerkenngrößen gegeben ist. Bei Betrieb in Grenzbereichen, bei niedrigen Eingangspegeln, hohen Frequenzen und großen Verstärkungsfaktoren sind die realen Eigenschaften der Operationsverstärker besonders zu berücksichtigen.

#### 4. Erweiterte Beschaltung

Beim praktischen Einsatz von Operationsverstärkern sind oft zusätzliche Beschaltungen und Erweiterungen mit diskreten Bauelementen nötig, besonders beim Betrieb in Grenzbereichen. Bild 11 zeigt als Beispiel die vollständige Beschaltung eines Operationsverstärkers in Strom-Parallelgegenkopplung (Tab. II, Schaltung 3) zur Übersetzung einer Eingangsspannung  $U_E$  in einen eingepprägten Strom für Fernmeßzwecke. Die Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  bestimmen die Steilheit des Verstärkers. Da sie Genauigkeit und Konstanz entscheidend beeinflussen, sind hier hochwertige Bauelemente, also Metallschicht- oder Manganinwiderstände, einzusetzen.

Der Widerstand  $R_4$  vermindert den Einfluß der Stromdrift am Eingang. Ein Optimum wird erreicht, wenn die Eingänge des Operationsverstärkers

Bild 11. Vollständige Beschaltung eines Operationsverstärkers in Strom-Parallelgegenkopplungsschaltung



den gleichen Abschlußwiderstand erhalten. Für die Dimensionierung gilt deshalb in diesem Falle

$$R_4 \approx \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Um den Einfluß der Versorgungsspannung zu reduzieren, wird sie mit Hilfe der Z-Dioden  $D_5$  und  $D_6$  stabilisiert. Die beiden Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  stützen die Hilfsspannung und verhindern Schwing- und Kopplungseffekte. Sind die Eingangs- und Ausgangsleitungen des Verstärkers Beeinflussungen ausgesetzt – beispielsweise beim Ein-

Tab. II. Gegenkopplungsschaltungen

	Schaltung	Gegenkopplung	Übersetzung	Eingangs-widerstand	Ausgangs-widerstand
1		Spannungs-Parallel-gegenkopplung	$\frac{U_A}{U_E} = \frac{R_2}{R_1} \left( 1 + \frac{R_2}{R_3} + \frac{R_2}{R_1} \right)$	$R_1$	0
2		Spannungs-Parallel-gegenkopplung	$\frac{U_A}{U_E} = \frac{R_2}{R_1}$	$R_1$	0
3		Strom-Parallel-gegenkopplung	$\frac{I_A}{U_E} = \frac{1}{R_1} \left( 1 + \frac{R_2}{R_3} \right)$	$R_1$	$\infty$
4		Strom-Parallel-gegenkopplung	$\frac{I_A}{U_E} = \frac{1}{R_1}$	$R_1$	$\infty$
5		Spannungs-Serien-gegenkopplung	$\frac{U_A}{U_E} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$	$\infty$	0
6		Spannungs-Serien-gegenkopplung	$\frac{U_A}{U_E} = 1$	$\infty$	0
7		Strom-Serien-gegenkopplung	$\frac{I_A}{U_E} = \frac{1}{R_1}$	$\infty$	$\infty$

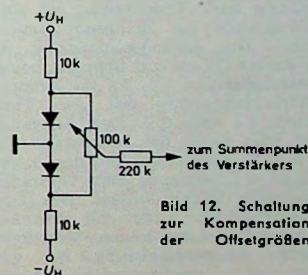


Bild 12. Schaltung zur Kompensation der Offsetgrößen

jeder Operationsverstärker für eine so einfache Einstellmöglichkeit ausgelegt ist, zeigt Bild 12 eine Schaltung, mit der sich die Nullpunktkorrektur bei invertierenden Verstärkern durchführen läßt.

Schwieriger zu beherrschen ist die Temperaturdrift der Offsetgrößen. Sie liegt bei einigen  $\mu V/grd$  und schränkt daher die Anwendung der Operationsverstärker bei niedrigen Eingangsspannungen ein. Zur Verstärkung von Spannungen der Größenordnung mV benötigt man bei hohen Ansprüchen Verstärker, die entweder chopperstabilisiert sind oder mittels Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten werden.



Der Eingangswiderstand monolithischer Operationsverstärker beträgt im allgemeinen einige hundert k $\Omega$ . Bei höheren Anforderungen, zum Beispiel zur Verstärkung von Spannungen aus hochohmigen Quellen oder zum Betrieb mit einem Kondensator als Ladungsspeicher, ist ein Vorsatz mit Feldeffekttransistoren (Bild 13) geeignet. Komplette Operationsverstärker mit FET-

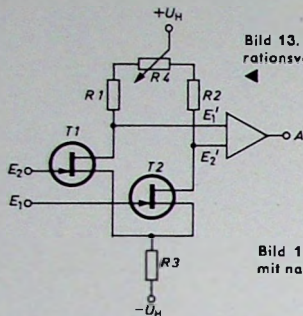


Bild 13. Erweiterung eines Operationsverstärkers durch eine FET-Vorstufe

Bild 14. Integrierter Operationsverstärker mit nachgeschalteter Leistungsstufe

Eingang - sie erreichen Eingangswiderstände bis zu  $10^{15} \Omega$  - sind bereits auf dem Markt.

Operationsverstärker werden durch Beschalten mit RC-Gliedern frequenzkompensiert. Die Frequenzkompensation kann so erfolgen, daß der Verstärker bei jeder Gegenkopplung stabil arbeitet (Kurve a im Bild 5). Dabei verringert sich aber die Verstärkung bei hohen Frequenzen sehr stark, so daß die Grenzfrequenz (3 dB Abfall) unter Umständen schon bei einigen zehn bis hundert Hertz erreicht wird. Wenn der Verstärker bei höheren Frequenzen eingesetzt werden soll, ist es besser, eine individuelle Kompensation unter Berücksichtigung des jeweiligen Gegenkopplungsgrades durchzuführen [1].

Abschließend zeigt Bild 14 ein Schaltungsbeispiel zur Erhöhung der Ausgangsleistung integrierter Operationsverstärker durch Erweiterung mit einer Leistungsstufe aus diskreten Bauelementen. Die Ausgangsspannung des Verstärkers OV steuert über die beiden Anpassungsstufen T1, T2 die Komplementärleistungsstufe mit den Transistoren T3 und T4. Der Ausgangsstrom wird durch die Widerstände R9 und R10 in Verbindung mit den Dioden D4 und D5 begrenzt. Der Verstärker ist dadurch kurzschlußfest. Der Operationsverstärker bildet mit dem Leistungszusatz einen neuen Verstärker erhöhter Ausgangsleistung, der wiederum als abgeschlossenes, hybrides Element betrachtet und gegengekoppelt werden kann.

Im Rahmen dieses Übersichtsbeitrages konnten einige Probleme nur angedeutet werden. Im Schrifttum sind Arbeiten angegeben, die für das Studium spezieller Einzelprobleme geeignet sind.

#### Schrifttum

- [1] Müller, K. H.: Frequenzkompensation von monolithischen Operationsverstärkern. Internat. Elektron. Rdsch. Bd. 22 (1968) Nr. 10, S. 254-258
- [2] Steudel, E., u. Wunderer, P.: Gleichstromverstärker kleiner Signale. Frankfurt 1967, Akademische Verlagsgesellschaft
- [3] Henkelmann, D.: Eigenschaften und Grenzen direktgekoppelter Gleich-

spannungs-Meßverstärker. Arch. techn. Messen Lfg. 391 (1968) S. 179-183

- [4] Günzel, K.: Operationsverstärker in integrierter Schaltungstechnik für Geräte und Anlagen der Fernmeßtechnik. Siemens-Z. Bd. 44 (1970) Nr. 2, S. 80-87
- [5] Halbleiterschaltbeispiele, Integrierte Schaltungen. München 1970, Siemens AG
- [6] Bładowski, R.: Elementare Operationen und einige Fehlerinflüsse von Operationsverstärkern. Internat.

Elektron. Rdsch. Bd. 20 (1966) Nr. 10, S. 561-566

- [7] Nien, G.: Op amps act as universal gain elements. Electronic Design (1968) S. 78-87
- [8] Widlar, R. J.: Compensating for drift. Electronics Bd. 41 (1968) S. 90 bis 93
- [9] Schuck, E.: Nomograph finds output voltage error. Electronic (1966) S. 126-127
- [10] Mann, R. B.: FET's anchor op-amp drift. EDN Bd. 12 (1969) S. 51-54

## Persönliches

### L. Staebler 70 Jahre

Am 10. November 1970 feierte Ludwig Staebler, ehemals Leiter der Vertriebsorganisation der Deutschen Philips GmbH, seinen 70. Geburtstag. Schon 1949 führte ihn sein beruflicher Werdegang zu Philips. Nach seiner Pensionierung im Jahre 1968 blieb er dem Hause eng verbunden und wurde mit zahlreichen Sonderaufgaben betraut.

### H. Koch 60 Jahre

Am 27. November 1970 beging der Verwaltungsdirektor des SFB, Herbert Koch, seinen 60. Geburtstag. Am 1. August 1954 trat Koch als Referent und Verwaltungsleiter beim SFB ein, und am 1. Januar 1958 wurde er kaufmännischer Direktor des Senders. In seine bisherige Amtsperiode fielen unter anderem der Kauf des Deutschlandhauses am Theodor-Heuss-Platz und dessen Umbau zum Fernsehstudio, die Übernahme des Hauses des Rundfunks in der Masurenallee und die Anschaffungen für Studios, Ü-Wagen und Sender.

### J. Czech trat in den Ruhestand

Nach 40jähriger Tätigkeit bei Philips trat Ing. Joseph Czech, Leiter des Anwendungslaboratoriums der Philips Elektronik Industrie GmbH, Hamburg, mit Erreichen der Altersgrenze am 31. Oktober 1970 in den Ruhestand. Czech hat sich durch zahlreiche Publikationen und seine Mitarbeit in Ausschüssen, besonders auf dem Gebiet der Oszillografie, in Fachkreisen einen guten Namen gemacht.

Die Leitung des Anwendungslaboratoriums übernahm der bisherige stellvertretende Laborleiter, Dipl.-Ing. Jürgen Steinhauer, der durch Veröffentlichungen über die Meß-, Regelungs- und Steuerungstechnik bekanntgeworden ist.

### E. Uhlig zum Direktor ernannt

Dipl.-Ing. Ernst Uhlig, Prokurist und Leiter der Zentralabteilung Werbung und Presse der Telefon-

bau und Normalzeit, Frankfurt a. M., wurde mit Wirkung vom 1. September 1970 zum Direktor ernannt. Uhlig kam 1932 zu Telefonbau und Normalzeit und hat in den Jahren nach 1955 die Werbe- und Presseabteilung aufgebaut.

### Vier ordentliche Mitglieder für den SEL-Vorstand ernannt

Der Aufsichtsrat von SEL bestellte am 9. Oktober 1970 die Leiter des Geschäftsbereichs Weilverkehr und Navigation, Dipl.-Ing. Tankred von Hauteville, des Geschäftsbereichs Fernsprechtechnik, Dipl.-Ing. Kurt Klinkhammer, der Zentralen Entwicklung, Dr. phil. Jürgen Rottgardt, und der Zentralen Produktion, Dipl.-Ing. Burkhard Wiesmann, zu ordentlichen Vorstandsmitgliedern. Von Hauteville, Klinkhammer und Dr. Rottgardt gehörten dem Vorstand seit 1964, Wiesmann seit 1966 als stellvertretende Mitglieder an.

### Ernennung bei Schaub-Lorenz

Mit Wirkung vom 22. April 1970 wurde Dr. Udo Altmann zum Prokuristen im Bereich der Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft mbH ernannt. Dr. Altmann ist seit 1962 im Konsumgüterzweig der SEL in Pforzheim tätig und hatte dort die Leitung der Betriebswirtschaftsabteilung inne. Ferner arbeitete er als Assistent des Marketingdirektors, ehe er 1967 die Leitung der Abteilung Produktplanung und Formgestaltung übernahm, für die er auch noch heute verantwortlich zeichnet.

### Motorola Communications Division ernannt geschäftsführenden Direktor für Europa

Dr. James H. E. Finke wurde ab September 1970 mit der Geschäftsführung für Europa der Motorola Communications Division mit Sitz in Wiesbaden betraut. Zum Nachfolger von Dr. Finke als Marketingdirektor von Motorola in Europa wurde Dr. Pasquale Pistorio ernannt.



# Ein-Transformatorschaltung zur Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung für die 110°-Farbbildröhre

Die für die 110°-Farbbildröhre erforderliche Horizontal-Ablenkblindleistung von etwa 100 VA ist um den Faktor 2,4 größer als die der 90°-Farbbildröhre. Daher muß die Ablenkschaltung leistungsfähiger sein. Hinzu kommt, daß bei der 110°-Farbbildröhre die Kissenverzeichnung größer ist. Zum Beispiel beträgt die erforderliche Ost-West-Korrektur 17 % der Bildbreite.

Diese erhöhten Anforderungen werden mit der Zwei-Transformator-Konzeption erfüllt<sup>1)</sup>. Dabei können die bereits auf dem Markt befindlichen Röhren (PL 509, PY 500 A, PY 88) und eine nicht-stabilisierte Betriebsspannung verwendet werden. Unabhängig davon wurde aber auch untersucht, unter welchen Bedingungen eine Ein-Transformator-

PL 509 und PY 500 A auch bei Begrenzung des Strahlstroms auf  $I_H = 1,2$  mA nur mit einer stabilisierten Speisespannung möglich ist. Daher wird hier zuerst der Betrieb mit einer Speisespannung von  $U_B = 270$  V, die gegen Netzspannungsschwankungen stabilisiert sein soll, erläutert.

Im Bild 1 ist die Horizontalablenkschaltung mit dem Serien- und dem Paralleltransduktor dargestellt. Mit Hilfe einer Verdreifacherkaskade wird die Hochspannung gewonnen. Zur Regelung dient eine einfache VDR-Regelschaltung. Die Horizontalablenkspulen sind in Serie geschaltet. Um in die beiden Teilspulen einen gegenphasigen Eckenkonvergenzstrom einspeisen zu können, ist der Ablenkkreis symmetrisch aufge-

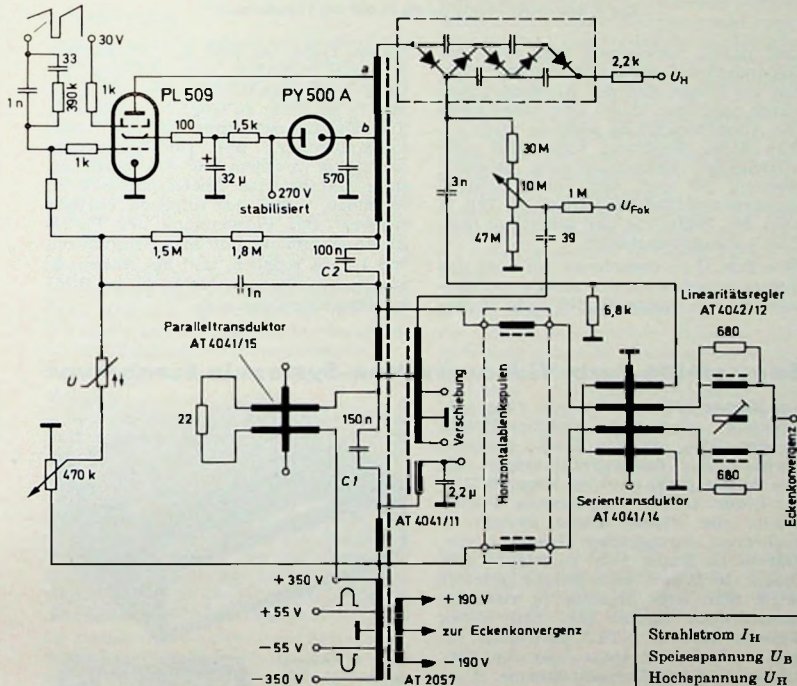


Bild 1. Ein-Transformatorschaltung zur Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung für die 110°-Farbbildröhre für den Betrieb mit stabilisierter Speisespannung

schaltung mit einem Serien- und einem Paralleltransduktor für die Erzeugung der Horizontalablenkleistung und der Hochspannung zu verwirklichen ist.

## 1. Betrieb mit stabilisierter Speisespannung

Eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß ein Betrieb mit den Röhren

Ing. Wilhelm Graffenberger ist Mitarbeiter in der Gruppe Impuls- und Ablenktechnik des Applikationslaboratoriums der Valvo GmbH, Hamburg.

<sup>1)</sup> Wölbel J.: Horizontal-Ablenkungsschaltung für die 110°-Farbbildröhre. Funkschau Bd. 42 (1970) Nr. 2, S. 39-42

Tab. I. Meßwerte für die Schaltung nach Bild 1

Strahlstrom $I_H$	0,1	1 <sup>1)</sup>	1,5
Speisespannung $U_B$	270	267	265
Hochspannung $U_H$	24	22,7	22,2
Anodenstrom $I_a$	295	395	450
Schirmgitterstrom $I_{g2}$	22	29	33
Anodenrestspannung $U_{a\text{ rest}}$	91	72	65
Schirmgitterspannung $U_{g2}$	235	220	213
Anodenverlustleistung $P_a$	23	25	27
Schirmgitterverlustleistung $P_{g2}$	5,2	6,4	7
Rücklaufzeit $t_F$	11,5	11,5	11,5
Boosterspannung $U_{\text{Boost}}$	640	626	622
Anodenspitzenspannung $U_{a\text{ sp}}$	7	6,8	6,7
Anodenspitzenstrom $I_{a\text{ sp}}$	840	1100	1250
Bildbreite $B$	100	101,5	102

<sup>1)</sup> Der Nennwert des Strahlstroms ist 1 mA. Entsprechend müssen bei  $I_H = 1$  mA die Nennwertgrenzen der Röhre PL 509 eingehalten werden. Bei  $I_H = 1,5$  mA müssen unter Berücksichtigung von Bauteiltoleranzen die Toleranzgrenzwerte der PL 509 eingehalten werden.

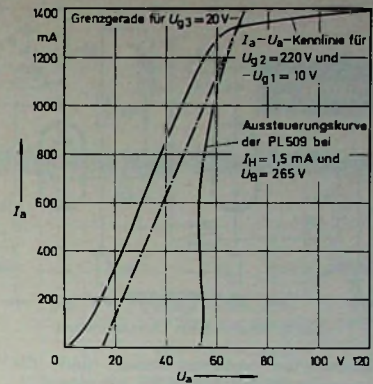


Bild 2. Aussteuerungskurve und Grenzgerade im  $U_a$ - $I_a$ -Diagramm der PL 509

baut. Dabei sind der S-Korrekturkondensator  $C_1$  und der ihm parallel geschaltete Symmetrieübertrager „AT 4041/11“ zwischen den beiden Ablenkwicklungen des Horizontaltransformators angeordnet. Dadurch läßt sich der für die Bildzentrierung notwendige Zentrierstrom einfach in den Ablenkkreis einspeisen. Der wesentliche Vorteil dieser Schaltungsanordnung ist aber, daß mit dem Verhältnis  $C_{\text{Boost}}/C_{\text{S-Korr}} (=C_2/C_1)$  der Kurvenverlauf der Anodenhinlaufspannung an der Röhre PL 509 verändert werden kann. An beiden Kondensatoren treten nämlich Parabelspannungen auf, die auf die S-Korrektur in gleicher Richtung einwirken. Bezüglich der Krümmung des Anodenspannungsverlaufs wirken sie jedoch entgegengesetzt. Mit der Dimensionierung  $C_{\text{Boost}} = 100$  nF und  $C_{\text{S-Korr}} = 150$  nF ergibt sich sowohl eine gute S-Korrektur als auch ein günstiger Anodenspannungsverlauf an der Röhre PL 509. Das heißt, bei einem Strahlstrom von  $I_H = 1,5$  mA wird im  $I_a$ - $U_a$ -Diagramm der PL 509 ein Anschmiegern der Aussteuerungskurve an die Grenzgerade bei den Anodenspitzenströmen erreicht (Bild 2).

Bild 3 zeigt die Schaltung des verwendeten Sinusoszillators. Um bei einer Speisespannung von 270 V während des Zeilenrücklaufes die erforderliche hohe Sperrspannung am Steuergitter der Röhre PL 509 zu erhalten (für  $U_{a\text{ sp}} = 7$  kV und  $U_{g2} = 250$  V muß  $-U_{g1} > 215$  V sein), wird die Anode des Triodenteils der PCF 802 zusätzlich über zwei in Reihe geschaltete 180-kOhm-Widerstände an die Boosterspannung gelegt. Aus den in Tab. I zusammengestellten







# Frequenzganganalysen von Tonabnehmersystemen mit Hilfe von Meß-Schallplatten

Entwicklung und Fertigung von magnetischen Abtastsystemen haben heute einen hohen technischen Stand erreicht. Da die Abweichungen in der Frequenzcharakteristik der verschiedenen Systeme in den letzten Jahren erheblich herabgesetzt werden konnten, wird nun die Forderung nach einer exakten Meßmethode um so dringlicher. Um jedoch einen aussagefähigen Vergleich von Tonabnehmersystemen, die etwa gleiche Frequenzcharakteristik aufweisen, zu erhalten, ist eine Frequenzganganalyse mit entsprechender Meßgenauigkeit erforderlich. Diese Bedingung wird von der hier beschriebenen Meßmethode erfüllt, die sowohl eine Analyse des Abtastsystems als auch der Testplatte selbst erlaubt. Darüber hinaus hat das Verfahren den Vorteil, daß es Meßergebnisse liefert, die den unter normalen Abspielbedingungen mit normalem Programmmaterial gemessenen Resultaten sehr nahekommen.

## 1. Fehlerquellen

Beim üblichen Verfahren zur Messung des Frequenzganges eines Tonabnehmersystems wird eine Meßschallplatte mit einer kontinuierlichen Frequenzfolge oder einer Serie von Einzelfrequenzbändern benutzt. Die Haupt Schwierigkeit liegt hier jedoch in der Berechnung der Modulationsgenauigkeit der Meßplatte. Messungen an einer Reihe von neuen sowie mehrfach abgespielten Platten ergaben bereits bei neuen Pressungen Abweichungen des Modulationsinhalts von bis zu  $\pm 2$  dB im Gebiet zwischen 10 und 20 kHz. Hinzu kommen weitere Abweichungen durch normale Abnutzung, zum Beispiel durch Abspielen für Stichproben (oft noch mit relativ hohen Auflagekräften) innerhalb der Schallplatten-Produktionskontrolle.

Zwei Hauptarten der Abnutzung wurden beobachtet:

a) Verminderter Modulationspegel infolge starker Abnutzungserscheinungen (Abschliff und Verflachung der komplexen Rillenauslenkungen);

b) erhöhter Modulationspegel infolge plastischer Rillendeformation als Folge von dauernden Fehlabbastungen und Resonanzeffekten, die eine Art „Sekundär-Prägung“ ergeben (wenn man den Proß- oder Spritzvorgang bei der Schallplattenherstellung als „Primär-Prägung“ betrachtet).

Die stärksten plastischen Deformationen, die beobachtet wurden, waren die Folgen eines schlechten Abtastverhaltens; sie traten im allgemeinen im Bereich der Resonanz des Abtaststiftes auf. Dieser Resonanzpunkt ist im Frequenzgang als Spitze bei derjenigen Frequenz zu erkennen, bei der eine Fehlabbastung einsetzt. Zum Beispiel kann ein Tonabnehmersystem mit einer Trackability (Abtastfähigkeit) von 5 cm/s bei 10 kHz, die bei 20 kHz auf 2 cm/s abfällt (Bild 1), nicht die 11- bis 20-kHz-Bänder einer Testplatte mit einer Modulationsgeschwindigkeit von 5 cm/s ab-

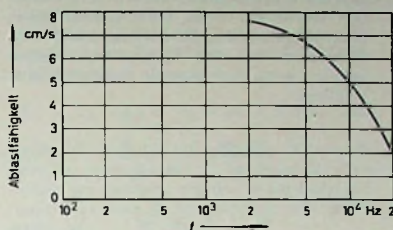


Bild 1. Typische Trackability-Kurve eines Tonabnehmersystems der unteren Preisklasse bei der empfohlenen Auflagekraft

tasten. Das Resultat ist generell eine Pegelerhöhung um etwa 3 dB in dem Frequenzband, in dem zuerst eine Fehlabbastung auftritt (Bild 2). Die so gemessene Tonabnehmer-Frequenzcharakteristik (Kurve a im Bild 2) kann sehr leicht fehlgedeutet werden, da sie einen falschen Resonanzpunkt zeigt. Interessant ist hierbei, daß der tatsächliche Resonanzpunkt des Tonabnehmersystems praktisch unverändert in der zugehörigen Übersprechkurve erscheint (Kurve b im Bild 2). Weist eine Testplatte einmal eine derartige „Sekundär-Prägung“ infolge von Resonanzeffekten und Fehlabbastungen auf, so zeigen alle anschließend mit dieser Platte untersuchten Abtastsysteme diese veränderte Charakteristik. Aussagen über den tatsächlichen Frequenzverlauf des Tonabnehmersystems sind in diesem Falle sehr fraglich.

## 2. Frequenzgang und Schnelle

Frequenz-Meßschallplatten enthalten normalerweise getrennte Frequenzbänder, die mit bestimmten Modulationsgeschwindigkeiten für bestimmte Plattenspielerdrehzahlen geschnitten wurden. Die aufgezeichnete Schnelle (velocity) kann aus der Amplitudenkurve einer Sinus-Schwingung berechnet werden. Für die Auslenkung  $y$  einer Sinus-Schwingung mit der Amplitude  $A$  gilt

$$y = A \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ ,  $t$  = Zeit). Die Schnelle  $v$  oder die Änderung der Amplitudenkurve in Abhängigkeit von der Zeit ergibt sich durch Differenzierung von Gl. (1) zu

$$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos \omega t \quad (2)$$

Der Augenblickswert der Schnelle entspricht der Steilheit der Amplitudenkurve in dem betreffenden Punkt. Die größten Schnellenwerte treten an den Punkten der Amplitudenkurve auf, an denen sie die Nulllinie schneidet. Dabei ist

$$v_{\max} = A \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot A \quad (3)$$

Das auf der Schallplatte aufgenommene Programm-Material stellt die mechanische Eingangsgröße des Tonabnehmersystems dar. Sie wird im allgemeinen durch die Modulationsgeschwindigkeit in cm/s bei einer bestimmten Drehzahl (des Plattentellers) ausgedrückt. Da für ein bestimmtes Frequenzband die aufgezeichnete Amplitude festgelegt ist, gilt

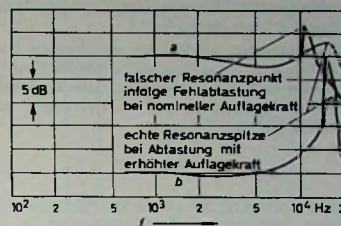


Bild 2. Beispiel für die Fehlabbastung einer Meßschallplatte

$$v_{\max} = K_1 \cdot f \quad (4)$$

Die Rillengeschwindigkeit  $V_r$  kann durch die Gleichung

$$V_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot r}{60} \quad (5)$$

ausgedrückt werden. Darin ist  $r$  (in cm) der Plattenradius für ein bestimmtes Frequenzband und  $n$  die Drehzahl (in U/min) des Plattentellers (Abspielgeschwindigkeit). Die Frequenz läßt sich dann durch die Rillengeschwindigkeit  $V_r$  und die Wellenlänge  $\lambda$  darstellen

$$f = \frac{V_r}{\lambda} \quad (6)$$

Da für ein bestimmtes Frequenzband die Wellenlänge festgelegt ist, kann man für Gl. (6) auch

$$f = K_2 \cdot V_r \quad (7)$$

schreiben. Setzt man Gl. (7) in Gl. (4) ein, so ergibt sich

$$v_{\max} = K_3 \cdot V_r \quad (8)$$

wobei  $K_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot A}{\lambda}$  ist. Die Gleichun-

gen (7) und (8) zeigen, daß aufgezeichnete Schnelle und Frequenz der Rillengeschwindigkeit proportional sind. Daher wurde eine Meßmethode entwickelt, bei der die Rillengeschwindigkeit  $V_r$  zur Erreichung eines geänderten Ausgangspegels des Tonabnehmersystems variiert wird.

## 3. Zwei-Geschwindigkeits-Methode

Wird die Frequenzkurve eines Abtastsystems in herkömmlicher Weise gemessen, so stellt das Meßergebnis die Summe zweier Kurven dar, nämlich der Kurve der Testplatten-Modulation und der des Tonabnehmersystems. Eine exakte Messung würde voraussetzen, daß die aufgezeichnete Modulation der Meßplatte konstant, also keine Funktion der Frequenz ist, so daß sich Änderungen des Frequenzverlaufs lediglich als Folge der Charakteristik des Tonabnehmersystems ergeben würden.

Die Zwei-Geschwindigkeits-Methode erlaubt eine Eliminierung der Frequenzgangänderungen, die durch die Modulation der Meßplatte hervorgerufen werden. Bei diesem Verfahren mißt man die Ausgangsspannung eines Tonabnehmersystems auf einem einzelnen Band der Meßschallplatte bei zwei verschiedenen Abspielgeschwindigkeiten. Dabei bleibt die Plattenmodulation unver-

Bornhard W. Jakobs ist Leiter der Abteilung Mechanische Entwicklung der Shure Brothers, Inc., Evanston, Illinois.

Vortrag des Verfassers auf der 37. Convention of the Audio Engineering Society, New York; übersetzt und bearbeitet von H. G. Pfeiffer, Shure Verbindungsbüro Europa, Bad Soden.



ändert, während der Frequenzgang des Systems bei zwei verschiedenen Frequenzen gemessen wird. Der unterschiedliche Frequenzverlauf, der sich durch die Messung bei diesen beiden Frequenzen ergibt, kann allein als eine Funktion des Tonabnehmersystems betrachtet werden. Diese Technik wurde erstmals durch Kandall im Jahre 1929 vorgeschlagen und dient als Grundlage für die hier beschriebene Methode [1].

Im folgenden werden die errechneten Parameter der Zwei-Geschwindigkeits-Methode mathematisch ausgedrückt. Die Tonabnehmer-Ausgangsspannung in dB ergibt sich durch die Gleichung

$$U = R(f) + C(f) + K. \quad (9)$$

Darin ist  $R(f)$  die wiedergegebene Schnelle eines bestimmten Frequenzbandes in dB,  $C(f)$  die Tonabnehmer-Frequenzcharakteristik in dB und  $K$  eine Proportionalitätskonstante. Für ein bestimmtes Frequenzband folgt

$$R(f) = 20 \cdot \lg v_{\max}. \quad (10)$$

Aus Gl. (5) und Gl. (8) ergibt sich

$$v_{\max} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot A \cdot n}{60 \cdot \lambda}. \quad (11)$$

und damit erhält man aus Gl. (9)

$$U = 20 \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot A \cdot n}{60 \cdot \lambda} \right) + C(f) + K. \quad (12)$$

Die Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U$ , gemessen in einem bestimmten Frequenzband  $f_1$  mit der Amplitude  $A_1$ , dem Radius  $r_1$ , der Wellenlänge  $\lambda_1$  und der Abspielgeschwindigkeit  $n_1$ , kann folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$U_1 = 20 \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_1 \cdot A_1}{60 \cdot \lambda_1} \right) + 20 \lg n_1 + C(f_1) + K. \quad (13)$$

Die Tonabnehmer-Ausgangsspannung bei einer anderen Abspielgeschwindigkeit  $n_1/b$ , jedoch im selben Frequenzband  $f_1$ , ergibt sich zu

$$U_2 = 20 \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_1 \cdot A_1}{60 \cdot \lambda_1} \right) + 20 \cdot \lg n_1 - 20 \cdot \lg b + C \left( \frac{f_1}{b} \right) + K. \quad (14)$$

Durch Subtraktion der Gl. (13) von Gl. (14) erhält man

$$U_2 - U_1 = -20 \cdot \lg b + C \left( \frac{f_1}{b} \right) - C(f_1). \quad (15)$$

Aus Gl. (15) ergibt sich der Unterschied im Frequenzverlauf des Abtastsystems als  $\Delta c$  bei der Frequenz  $f_1/b$  relativ zur Frequenz  $f_1$ , also

$$\Delta c = C \left( \frac{f_1}{b} \right) - C(f_1) = U_2 - U_1 + 20 \cdot \lg b. \quad (16)$$

Die Charakteristik der Meßplatte kann durch Auflösung von Gl. (9) nach  $R(f)$  berechnet werden.

Das Verfahren erfordert, daß durch Änderung der Abspielgeschwindigkeit  $n$  alle Frequenzbänder mit der gleichen Frequenz wiedergegeben werden. Die Tonabnehmer-Ausgangsspannung für ein bestimmtes Frequenzband  $f_1$  ist

$$U_1 = 20 \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_1 \cdot n_1}{60 \cdot \lambda_1} \right) + 20 \cdot \lg A_1 + C(f_1) + K. \quad (17)$$

Nun wird ein zweites Frequenzband gemessen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß sich die Wellenlänge  $\lambda_2$ , die Amplitude  $A_2$  und der Rillradius  $r_2$  von den entsprechenden Werten im ersten Band unterscheiden. Um sicherzustellen, daß auch das zweite Frequenzband mit der Frequenz  $f_1$  wieder gegeben wird, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

$$\frac{r_1 \cdot n_1}{\lambda_1} = \frac{r_2 \cdot n_1}{\lambda_2} \quad (18)$$

und

$$\frac{n_1}{b} = \frac{r_1 \cdot n_1 \cdot \lambda_2}{r_2 \cdot \lambda_1}. \quad (19)$$

Die Tonabnehmer-Ausgangsspannung bei der Abspielgeschwindigkeit  $n_1/b$  für das Frequenzband 2 ergibt sich zu

$$U_2 = 20 \cdot \lg \left( \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_2 \cdot \frac{n_1}{b}}{60 \cdot \lambda_2} \right) + 20 \cdot \lg A_2 + C(f_1) + K. \quad (20)$$

Subtrahiert man Gl. (20) von Gl. (17), so wird

$$U_1 - U_2 = 20 \cdot \lg A_1 - 20 \cdot \lg A_2. \quad (21)$$

Gl. (21) drückt das Verhältnis der Ausgangsspannungen des Frequenzbandes  $f_1$  bei der Abspielgeschwindigkeit  $n_1$  und des Frequenzbandes  $f_2$  bei der Abspielgeschwindigkeit  $n_1/b$  aus. Da aber der Unterschied der beiden Frequenzbänder bei der Abspielgeschwindigkeit  $n_1$  interessiert, muß die Ausgangsspannung  $U_2$  im Verhältnis der geänderten Abspielgeschwindigkeit, also um den Faktor  $n_1 \cdot b/n_1 = b$ , erhöht werden. Fügt man diesen Faktor auf beiden Seiten von Gl. (21) hinzu, so erhält man

$$U_1 - [U_2 + 20 \cdot \lg b] = 20 \cdot \lg A_1 - [20 \cdot \lg A_2 + 20 \cdot \lg b] = \Delta r. \quad (22)$$

Darin ist  $\Delta r$  die Differenz der Aufnahme des Frequenzbandes  $f_2$  im Verhältnis zum Frequenzband  $f_1$ .

Da die meisten Plattenspieler für die Abspielgeschwindigkeiten  $33 \frac{1}{3}$  und  $16 \frac{2}{3}$  U/min eingerichtet sind, bietet es sich an, die Messungen bei diesen beiden Geschwindigkeiten durchzuführen. Eine Verfeinerung dieser Methode ist durch eine kontinuierliche Drehzahlfeinregulierung möglich. Im folgenden wird die Anwendung dieser Technik im Shure-Labor für Tonabnehmerentwicklung unter Verwendung eines Plattenspielers mit den genannten Eigenschaften beschrieben.

#### 4. Meßgeräte

Für die Tests wurden drei Meßschallplatten CBS STR 100 verwendet. Diese Platten stellten jedoch nur einen Teil der großen Anzahl ausgewerteter Platten dar. Zwei der Platten waren neu; die dritte war bereits sehr oft mit verschiedenen Tonabnehmersystemen abgespielt worden, von denen einige verhältnismäßig hohe Auflagekräfte erforderten. Diese Platte wurde gewählt, um die möglichen Abweichungen der Meßergebnisse infolge starker Abnutzungserscheinungen deutlich zu machen.

Die Testplatten sind mit konstanter Schnelle im Bereich 500...20000 Hz und mit konstan-

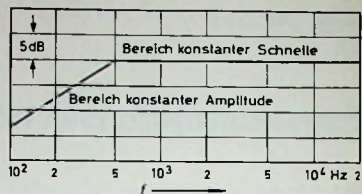


Bild 3. Theoretische Schneidkennlinie der CBS-Testplatte STR 100

ter Amplitude im Bereich 500 Hz...20 Hz geschnitten (Bild 3). Für die Tests kam jedoch nur der Bereich von 500 bis 20000 Hz in Betracht, da die meisten größeren Abweichungen in den höheren Frequenzbereichen zu finden sind. Für alle Versuche wurde dasselbe Tonabnehmersystem verwendet. Der Anschluß erfolgte in der üblichen Art (Bild 4). Der Abschlußwiderstand betrug 47 kOhm, die gesamte Eingangskapazität

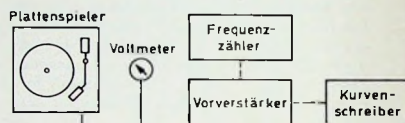


Bild 4. Testaufbau für die Zwei-Geschwindigkeits-Meßmethode

zität einschließlich Verstärker- und Kabelkapazität 450 pF. Die Drehzahl des Plattenspielers wurde über einen Frequenzzähler kontrolliert. Zur Spannungsmessung diente ein Voltmeter mit einer Toleranz von  $\pm 3\%$ . Ein nachgeschalteter Kurvenschreiber mit Vorverstärker erlaubte zusätzlich eine fortlaufende Frequenzanalyse. Außerdem wurde das Ausgangssignal oszillografiert, um die Auswirkungen eventueller Verzerrungen auf die Charakteristik des Tonabnehmersystems erkennen zu können. Die beobachteten Abweichungen waren jedoch so gering, daß sie für die Versuche praktisch bedeutungslos waren.

#### 5. Messungen

Die Tonabnehmer-Frequenzkurven für zwei Meßplatten sind im Bild 5 dargestellt. Platte 1 war neu, während Platte 2 die be-

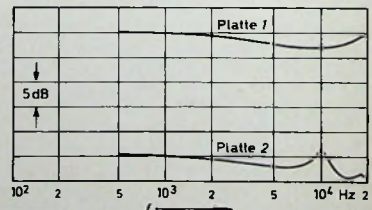


Bild 5. Frequenzkurven von zwei unterschiedlichen CBS-Testplatten STR 100 bei normaler Abspielgeschwindigkeit

reits erwähnten starken Abnutzungserscheinungen aufwies. Man erkennt, daß Testplatten, die Kurvenunterschiede in der hier dargestellten Größe haben, zur Messung hochwertiger Tonabnehmersysteme ohne Korrekturfaktor absolut ungeeignet sind. Der Frequenzgang der Meßplatte 2 könnte sogar als die tatsächliche Tonabnehmer-Frequenzcharakteristik angesehen werden, wenn keine Vergleichsmöglichkeiten vorhanden sind. Gemessen wurde nach der Zwei-Ge-



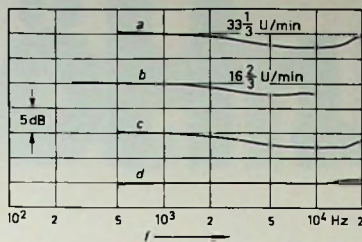


Bild 6. Tonabnehmer-Frequenzkurven mit der Testplatte 1 bei normaler (a) und halbierten (b) Abspielgeschwindigkeit sowie korrigierter Tonabnehmer-Frequenzgang (c) und tatsächliche Testplatten-Charakteristik (d)

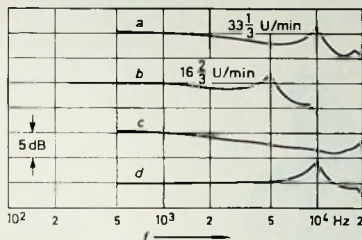


Bild 7. Tonabnehmer-Frequenzkurven mit der Testplatte 2 bei normaler (a) und halbierten (b) Abspielgeschwindigkeit sowie korrigierter Tonabnehmer-Frequenzgang (c) und tatsächliche Testplatten-Charakteristik (d)

schwindigkeits-Methode. Die Meßkurven für beide Platten sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt. Bild 7 zeigt deutlich die 10-kHz-Spitze als „Sekundär-Prägung“ der Meßplatte.

## 6. Meßverfahren

Alle Ausgangsspannungen sind in dB zu messen.

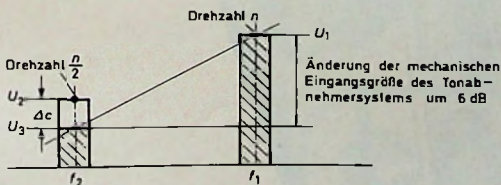
a) Man wählt eine Referenzfrequenz  $f_2$  als Ausgangspunkt (1 kHz ergab sich als günstigste Frequenz). Das Band, das diese Frequenz bei der normalen Abspielgeschwindigkeit von  $33 \frac{1}{3}$  U/min liefert, wird als Band B bezeichnet und die dabei abgegebene Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_4$  als 0-dB-Referenzpegel gewählt.

b) Messung der Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_1$  bei normaler Abspielgeschwindigkeit ( $33 \frac{1}{3}$  U/min) im Frequenzband  $f_1$  (Band A) entsprechend Bild 8, wobei

$$f_1 = 2 \cdot f_2 \quad (23)$$

ist.

c) Änderung der Abspielgeschwindigkeit auf die halbe Drehzahl ( $16 \frac{2}{3}$  U/min) und Mes-



sung der Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_2$  bei der Frequenz  $f_2$  im Band A.

d) Berechnung der theoretischen Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_3$  für das Band A bei halber Normaldrehzahl unter Berücksichtigung der Proportionalität zwischen der

Rillengeschwindigkeit sowie der aufgetragenen Schnelle und Frequenz (Gl. (7) und Gl. (8)). Es gilt

$$U_3 = U_1 - 6 \text{ dB} \quad (24)$$

e) Berechnung des tatsächlichen Unterschiedes  $\Delta c$  des Tonabnehmer-Frequenzganges zwischen dem theoretischen und dem tatsächlichen Verlauf im Band A, das heißt zwischen den Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$ . Dafür ergibt sich

$$\Delta c = U_2 - U_3 = U_2 - U_1 + 6 \text{ dB} \quad (25)$$

f) Berechnung des tatsächlichen Tonabnehmer-Frequenzganges  $U_5$  im Band A (Frequenz  $f_1$ ), bezogen auf den 0-dB-Referenzpegel  $U_4$  (Band B, Frequenz  $f_2$ ). Wie Bild 9 zeigt, ist

$$U_5 = U_4 - \Delta c \quad (26)$$

g) Berechnung der aufgezeichneten Differenz  $\Delta r$  zwischen Band A und Band B (Bild 9):

$$\Delta r = U_1 - U_5 \quad (27)$$

Auf diesem Wege werden sowohl der Tonabnehmer-Frequenzgang als auch die Frequenzcharakteristik der Testplatte ermittelt. Die Messung kann schrittweise auf den gesamten zu untersuchenden Frequenzbereich ausgedehnt werden. Dazu wurde ein Arbeitsblatt entwickelt, das sich als sehr nützlich und zeitsparend erwiesen hat. Die Meßgenauigkeit ist natürlich nur so groß wie die Anzeigegenauigkeit des Voltmeters. Eine Verbesserung der Genauigkeit kann durch mehrfaches Wiederholen der Messungen und anschließendes Mitteln der Meßergebnisse erreicht werden.

## 7. Ergebnisse

Die hier beschriebene Meßmethode berücksichtigt natürlich keine variablen Größen, zum Beispiel Verzerrungen oder die Eindringtiefe des Abtaststiftes in die Rille. Die Auswirkungen des zuletzt genannten Faktors hat Kornei untersucht [2]. In [1] beziehen Haynes und Roys die theoretische Formel von Kornei in weiterführende Versuche über den Wiedergabeverlust ein und kommen zu der Gleichung

$$L = 20 \cdot \lg \left\{ 1 + K_1 \left[ K^2 - \frac{m \cdot (\omega^2 - \omega_0^2)}{W} \right] \right\} \quad (28)$$

Darin ist  $L$  der Wiedergabeverlust in dB,  $W$  die Auflagekraft des Abtaststiftes,  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  ( $f$  = abgetastete Frequenz),  $\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0$  die seitliche Resonanzfrequenz des Abtaststiftes und  $m$  die effektive Nadelmasse;  $K$  und  $K_1$  sind Konstanten.

Bild 8. Änderung der Tonabnehmer-Ausgangsspannung bei Wiedergabe desselben Frequenzbandes A mit zwei unterschiedlichen Drehzahlen  $n$  und  $n/2$

Gl. (28) läßt erkennen, daß die durch das Plattenmaterial verursachten Verluste für ein vorgegebenes Frequenzband konstant bleiben. Da sich die Tonabnehmer-Impedanz jedoch in Abhängigkeit von der abgetasteten Frequenz ändert, erlaubt eine Veränderung

der Abspielgeschwindigkeit eine Berechnung des Tonabnehmer-Frequenzganges. Werden mehrere Frequenzbänder und/oder unterschiedliche Auflagekräfte benutzt, so zeigt sich, daß sich der Verlust infolge der Eindringtiefe des Abtaststiftes mit der Frequenz und der Auflagekraft ändert. Daher wurde auch eine Zwei-Geschwindigkeits-Messung mit halber Auflagekraft durchgeführt

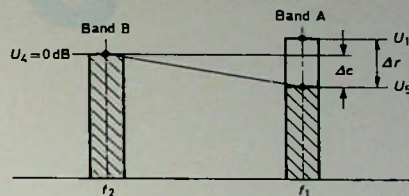


Bild 9. Pegelabweichung des Bandes A gegenüber dem Referenzpegel Band B

(Bild 10). Der Versuch zeigte, daß die Abweichungen bei etwa 1 dB, also innerhalb der Toleranzen des Meßsystems selbst, liegen. Verluste der Tonabnehmer-Ausgangsspannung können generell bei einer Änderung der Auflagekraft festgestellt werden. Die Korrekturmessungen bei halber Auflage-

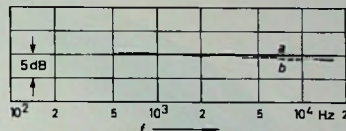


Bild 10. Abweichungen des Meßergebnisses bei Änderung der Auflagekraft; a Auflagekraft 0,75 p, b Auflagekraft 1...1,5 p

kraft wurden nur bis 16 kHz durchgeführt, um mögliche Fehlabtastungen des Tonabnehmers bei höheren Frequenzbändern zu vermeiden.

## 8. Meßmethode mit erweiterter Drehzahlvariation

Zusätzliche Frequenzganguntersuchungen wurden mit Hilfe einer erweiterten Drehzahlvariation durchgeführt. Dieses Verfahren entspricht im Prinzip der Zwei-Ge-

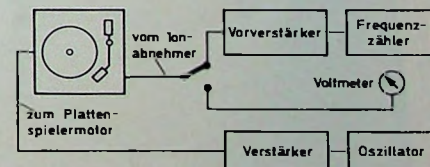


Bild 11. Testaufbau für die Messung mit erweiterter Drehzahlvariation

schwindigkeits-Methode, jedoch können die zu messenden Frequenzbänder innerhalb eines großen Variationsbereiches der Drehzahl ausgewertet werden. Beim Testaufbau (Bild 11) wurde das Tonabnehmersystem direkt an ein Voltmeter angeschlossen. Ebenso wie bei der Zwei-Geschwindigkeits-Methode war der Abschlußwiderstand 47 kOhm und die gesamte Eingangskapazität 450 pF einschließlich Verstärker- und Kabelkapazität. Die Plattenspieler-Drehzahl wurde mit Hilfe eines Oszillators mit nachgeschaltetem Verstärker innerhalb eines Bereiches von etwa 2 bis 56 U/min verändert. Ein Frequenzzähler erlaubte die exakte Drehzahlstellung.



# Ergon: zu Höh



Farbbildröhre  
A67-130X



# erem geboren

## Der Jumbo Schirm 67

ist der grösste und rechtwinkeligste der heute erzeugten Farbfernseherschirme, mit einer nutzbaren Fläche von 2040 cm<sup>2</sup> und praktisch geraden Seitenlinien mit einem Krümmungsradius von mehr als 3 m.

## Rote Farbe auf Gadoliniumoxydbasis mit Europium als Aktivator

Bei diesem neuen Rot tritt kein "Blooming" auf, wie es sich gewöhnlich bei gesättigten, hell leuchtenden Rottönen zeigt.

## Antimoiré Maske

Es entfällt die Notwendigkeit, zwecks Vermeidung von Moirébildung, Elektronenstrahlsysteme von geringem Auflösungsvermögen zu verwenden. Mit dieser neuen Maske, deren Belochung nach einem für die europäische Standardnorm besonders geeigneten Raster erfolgt, wird der sichtbare Moiré-Effekt vermieden.

## Invarchrom® System

Nach diesem System erfolgt die Wärmeausdehnung der Maske in Bezug auf das Schirmzentrum symmetrisch und wird auf diese Weise vollkommen kompensiert, sodass die Farbreinheitseinstellung erhalten bleibt.

## Dreifach Elektronenstrahlsystem von hohem Auflösungsvermögen

Dieses gestattet die Bildwiedergabe unter Erfassung grösstmöglicher Details auf der gesamten Schirmoberfläche und gestattet eine Erhöhung der nutzbaren Helligkeit um mehr als 30%.



# ergon

Ergon - 03012 Anagni (Frosinone) Postfach 11 - Italien

Ergon ist zur Farbe geboren. Mit den neuesten Techniken sowie präzisen Herstellungsmethoden werden Bildröhren, Ablenkeinheiten, Konvergenzvorrichtungen und Verzögerungsleitungen produziert.



Bei den Messungen wurde dasselbe Tonabnehmersystem benutzt, das auch für die Zwei-Geschwindigkeits-Methode verwendet wurde. Als Testplatte diente die zweite der beiden neuen Meßplatten (Platte 3). Bild 12 zeigt die Tonabnehmer-Frequenzcharakteristiken, die sich für einen weiten Drehzahl-Änderungsbereich bei den Frequenzbändern 1, 3, 6, 12 und 18 kHz ergaben. Im Bild 13 sind die Frequenzkurven von Bild 12 so dargestellt, daß alle Kurven bei der Frequenz

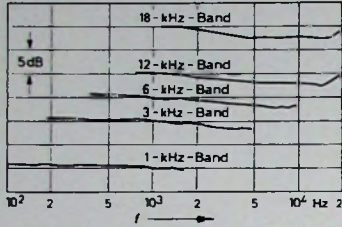


Bild 12. Tonabnehmer-Frequenzgänge bei verschiedenen Frequenzbändern der Platte 3 und veränderbarer Abspielgeschwindigkeit

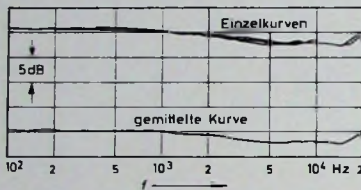


Bild 13. Tonabnehmer-Frequenzgänge von Bild 12 als Einzelkurven mit dem Bezugspunkt 1 kHz und gemittelte Kurve

1 kHz zusammenfallen. Der daraus gemittelte Frequenzgang (untere Kurve im Bild 13) korreliert sehr gut mit den Frequenzkurven, die sich bei der Zwei-Geschwindigkeits-Methode ergaben (Bild 14). Auf ähnliche Weise wurden die Frequenzcharakteristiken der Testschallplatten ermittelt. Die Frequenzbänder von 1 bis 20 kHz wurden bei  $33\frac{1}{3}$  U/min gemessen. Die tatsächliche Frequenzcharakteristik der

Testplatte erhält man durch Subtraktion des tatsächlichen Tonabnehmer-Frequenzganges vom gemessenen Frequenzgang zur Ermittlung der Plattencharakteristik. Messungen,

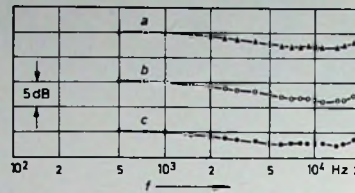


Bild 14. Korrigierter Frequenzgang des Test-Tonabnehmers bei drei verschiedenen Testplatten: a) Platte 1 (Zwei-Geschwindigkeits-Methode), b) Platte 2 (Zwei-Geschwindigkeits-Methode), c) Platte 3 (erweiterte Drehzahlvariation)

die bei  $16\frac{2}{3}$  und  $8\frac{1}{3}$  U/min durchgeführt wurden, lieferten ähnliche Kurvenverläufe. Die Kurven, die sich für die drei Geschwindigkeiten ergaben, wurden zunächst einzeln aufgetragen und anschließend gemittelt. Ein

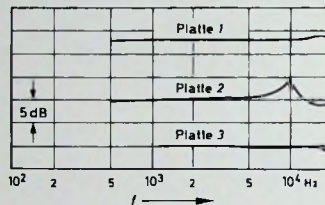


Bild 15. Frequenz-Charakteristiken für drei verschiedene Testplatten

Vergleich der ermittelten Kurven für die Meßplatten 1, 2 und 3 (Bild 15) zeigt, daß die drei Platten sehr unterschiedliche Frequenzcharakteristiken aufweisen.

## 9. Anhang

Um die Meßdatenerfassung für die Zwei-Geschwindigkeits-Methode zu erleichtern, wurde ein Arbeitsblatt entwickelt (Bild 16).

1	2	3	4	5	6	7
Frequenzband	TA-Ausgangsspannung bei $33\frac{1}{3}$ U/min	TA-Ausgangsspannung bei $16\frac{2}{3}$ U/min	Theoretische TA-Ausgangsspannung bei $16\frac{2}{3}$ U/min	Abweichung der theoretischen TA-Ausgangsspannung bei $16\frac{2}{3}$ U/min	Korrigierter TA-Frequenzgang	Fehler der Testplatte
f kHz	U <sub>1</sub> dB	U <sub>2</sub> dB	U <sub>3</sub> dB	$\Delta c$ dB	U <sub>5</sub> dB	$\Delta r$ dB
0,5	0,4				0,3	0,1
1	0	-5,7	-6,0	0,3	0	0
2	-0,6	-5,9	-6,6	0,7	-0,7	0,1
4	-2,0	-6,7	-8,0	1,3	-2,0	0
8	-2,8	-8,0	-8,8	0,8	-2,8	0
16	-1,75	-8,05	-7,75	-0,3	-2,5	0,75
0,75					-0,1	
1,5	-0,3	-5,9	-6,3	0,4	-0,3	0
3	-1,4	-6,3	-7,4	1,1	-1,4	0
6						
12						
2,5						
5						
10						
20						
7						
14						
9						
18						

Bild 16. Tabellen teil des Arbeitsblattes für die Zwei-Geschwindigkeits-Methode

Für die Eintragungen sind sieben Spalten vorhanden.

### Spalte 1:

Hier sind harmonisch zusammenhängende Frequenzbänder in der Reihenfolge aufgeführt, in der sie zweckmäßigerweise gemessen werden. Die 0,75-, 2,5-, 7- und 9-kHz-Punkte sind durch Interpolation zu ermitteln.

### Spalte 2:

Messung der Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_1$  für die in Spalte 1 aufgeführten Frequenzbänder bei der normalen Drehzahl von  $33\frac{1}{3}$  U/min ( $1 \text{ kHz} \approx 0\text{-dB-Referenzpegel}$ ).

### Spalte 3:

Messung der Werte  $U_2$  bei halber Normaldrehzahl ( $16\frac{2}{3}$  U/min) für die gleichen Frequenzbänder.

### Spalte 4:

Berechnung der theoretischen Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_3 = U_1 - 6 \text{ dB}$  bei  $16\frac{2}{3}$  U/min.

### Spalte 5:

Berechnung der Abweichung  $\Delta c = U_2 - U_3$  der gemessenen Tonabnehmer-Ausgangsspannung  $U_2$  von der theoretischen Ausgangsspannung  $U_3$ .

### Spalte 6:

Korrigierter Tonabnehmer-Frequenzgang  $U_5$ , bezogen auf den 0-dB-Referenzpegel bei 1 kHz; es ist  $U_{5 f_2} = U_{5 f_1} - \Delta c_{f_2}$ , wobei  $f_2$  jeweils die Frequenz des betreffenden Meßpunktes und  $f_1 = f_2/2$  ist.

### Spalte 7:

Berechnung der Aufzeichnungsfehler  $\Delta r = U_1 - U_5$  der Testplatte.

### Beispiel:

Meßpunkt ist das 3-kHz-Band im Bild 16. Alle Messungen erfolgten relativ zum 0-dB-Referenzpegel bei 1 kHz.

Gemessen wurden die Tonabnehmer-Ausgangsspannungen

$$U_{1 (3 \text{ kHz})} = -1,4 \text{ dB}$$

und

$$U_{2 (3 \text{ kHz})} = -6,3 \text{ dB}$$

Daraus erhält man

$$\begin{aligned} U_{3 (3 \text{ kHz})} &= U_{1 (3 \text{ kHz})} - 6 \text{ dB} \\ &= -1,4 - 6 = -7,4 \text{ dB} \end{aligned}$$

Die Abweichung der gemessenen Tonabnehmer-Ausgangsspannung bei  $16\frac{2}{3}$  U/min vom theoretischen Wert ist

$$\begin{aligned} \Delta c_{(3 \text{ kHz})} &= U_{2 (3 \text{ kHz})} - U_{3 (3 \text{ kHz})} \\ &= -6,3 - (-7,4) = 1,1 \text{ dB} \end{aligned}$$

Für den korrigierten Tonabnehmer-Frequenzgang ergibt sich

$$\begin{aligned} U_{5 (3 \text{ kHz})} &= U_{5 (1,5 \text{ kHz})} - \Delta c_{(3 \text{ kHz})} \\ &= -0,3 - 1,1 = -1,4 \text{ dB} \end{aligned}$$

Schließlich wird

$$\begin{aligned} \Delta r &= U_{1 (3 \text{ kHz})} - U_{5 (3 \text{ kHz})} \\ &= -1,4 - (-1,4) = 0 \text{ dB} \end{aligned}$$

### Schrifttum

- [1] Haynes, H. E., u. Roys, H. E.: A variable speed turntable and its use in the calibration of disk reproducing pickups. Proc. IRE Bd. 38 (1950) S. 239-243
- [2] Kornei, O.: On the playback loss in the reproduction of phonograph records. J. Soc. Mot. Pic. Eng. Bd. 37 (1941) S. 569-590



## Integrierte Schaltungen lassen sich einfacher darstellen

Integrierte Schaltungen (IS) werden in zunehmendem Maß auch in Geräten der Unterhaltungselektronik verwendet. Sie sind besonders vorteilhaft dort einzusetzen, wo ein hoher „Ersetzungsgrad“ zu erwarten ist, das heißt, wo sich möglichst viele diskrete Bauelemente zu einer IS vereinigen lassen. Allerdings eignen sich zur Integration nur komplette Stufen, damit man mit den vorhandenen Anschlüssen des IS-Gehäuses auskommt.

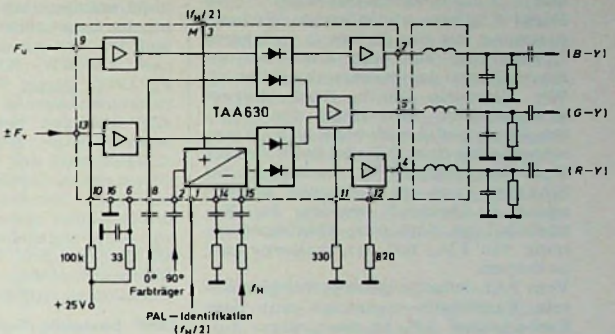
Die IS ist trotz der bisher erreichten Vorteile jedoch nicht das Ende einer neuen Entwicklung, sondern ihr Anfang. Es bietet sich nahezu von selbst an, eine oder mehrere IS mit den peripheren Bauelementen auf einer Trägerplatte zusammenzufassen und über eine Steckverbindung mit den übrigen Baugruppen zu verbinden. Damit erhält man dann ein Modul. Für den Servicetechniker ist es nun nicht mehr wichtig, ob dieser Modul in Print-, Dickfilm- oder Dünnfilmtchnik gefertigt worden ist, weil er die Moduln nicht mehr zu reparieren, sondern nur noch auszuwechseln braucht. Daraus ergeben sich

aber Konsequenzen für die Schaltungs-darstellung. Wenn keine diskreten Bauteile mehr ersetzt werden können oder sollen, dann ist es auch nicht notwendig, sie getrennt aufzuführen. In der Digitaltechnik wurde dieses Problem dadurch gelöst, daß Funktionssymbole eingeführt wurden. Dadurch wurde es möglich, die oft sehr umfangreichen Digitalschaltungen auf einer übersichtlichen Fläche darzustellen. Aber auch für die Analogtechnik gibt es bereits derartige Funktionssymbole. Sie sind

in DIN 40 700, Blatt 10, zusammengestellt und müßten nur noch von Fall zu Fall ergänzt werden.

Wie derartige Schaltungen mit Funktionssymbolen dargestellt werden können, soll an Hand der IS TAA 630 erläutert werden. Diese integrierte Schaltung, die einen hohen Ersetzungsgrad hat, enthält folgende Stufen: Synchron-demodulatoren für  $F_V$  und  $F_U$  sowie die zugehörigen Treiberstufen,  $(G-Y)$ -Matrix, Vorverstärker für die Farbdifferenzsignale  $(R-Y)$ ,  $(G-Y)$  und

Bild 1. Darstellung der integrierten Schaltung TAA 630 mit Funktionssymbolen



Eduard Gubllass ist Technischer Assistent in der Service-Abteilung der Deutschen Philips GmbH, Hamburg.

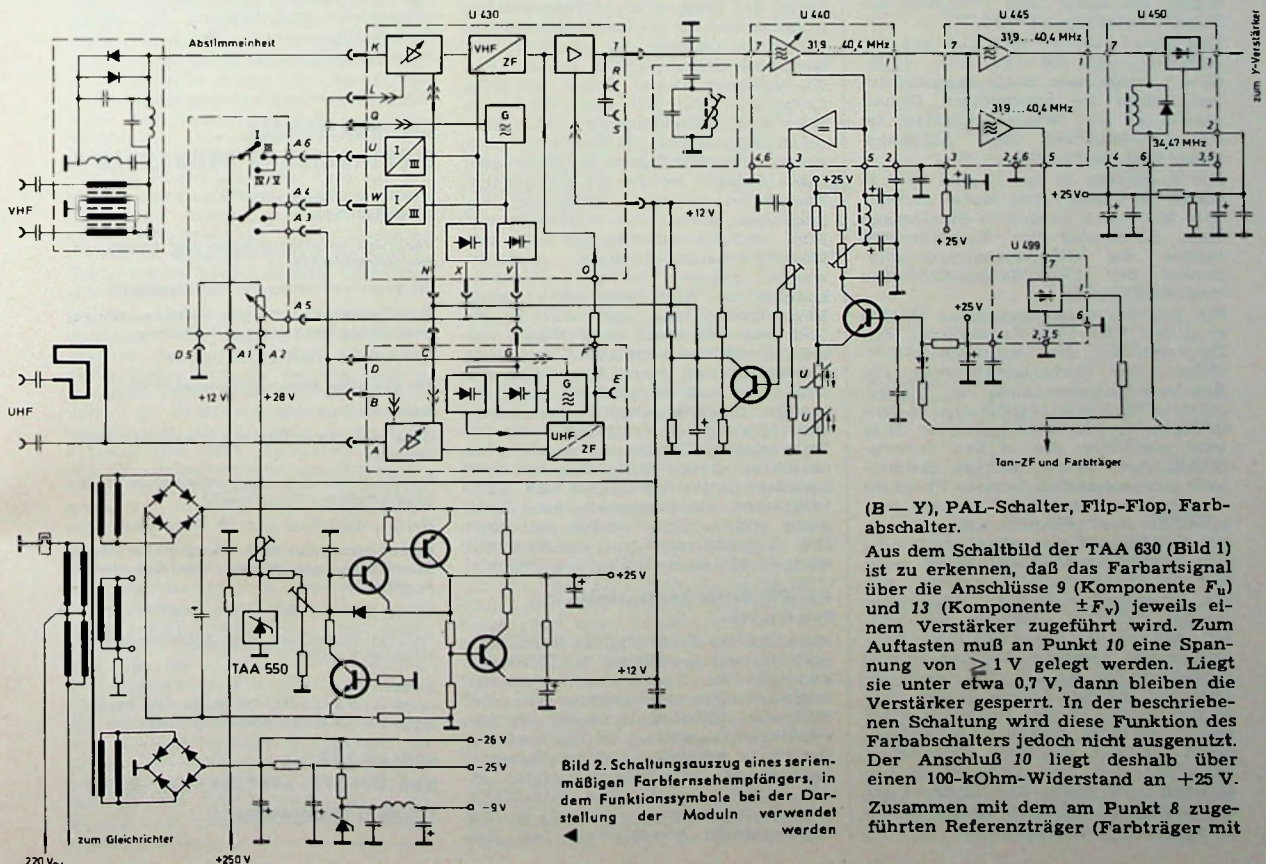


Bild 2. Schaltungsauszug eines serienmäßigen Farbfernsehempfängers, in dem Funktionssymbole bei der Darstellung der Moduln verwendet werden

$(B-Y)$ , PAL-Schalter, Flip-Flop, Farbabschalter.

Aus dem Schaltbild der TAA 630 (Bild 1) ist zu erkennen, daß das Farbartsignal über die Anschlüsse 9 (Komponente  $F_U$ ) und 13 (Komponente  $\pm F_V$ ) jeweils einem Verstärker zugeführt wird. Zum Auftasten muß an Punkt 10 eine Spannung von  $\geq 1$  V gelegt werden. Liegt sie unter etwa 0,7 V, dann bleiben die Verstärker gesperrt. In der beschriebenen Schaltung wird diese Funktion des Farbabschalters jedoch nicht ausgenutzt. Der Anschluß 10 liegt deshalb über einen 100-kOhm-Widerstand an +25 V. Zusammen mit dem am Punkt 8 zugeführten Referenzträger (Farbträger mit



der Bezugsphase 0°) gelangt das verstärkte Signal zu dem oberen Demodulator. Das dort gewonnene Farbdifferenzsignal ( $B - Y$ ) wird nachverstärkt und kann am Ausgang (Punkt 7) abgenommen werden.

Die zeilensequente Umschaltung der Farbkomponente  $F_y$  muß innerhalb der IS wieder rückgängig gemacht werden. Dies kann man durch Umschalten des Farbsignals, des Farbdifferenzsignals oder des für die Demodulation benötigten Farbträgers erreichen. In der TAA 630 wird die zuletztgenannte Möglichkeit benutzt. Der um 90° gegenüber der Bezugsphase verschobene Farbträger gelangt über den Anschluß 2 zum PAL-Schalter. Dieser Schalter wird mit dem über die Punkte 14 und 15 zugeführten negativ gerichteten Horizontal-Rückschlagimpuls (etwa  $4 V_{ss}$ ) gesteuert. Das PAL-Identifikationssignal am Punkt 1 ist eine sinusförmige Wechselspannung mit der Frequenz  $f_g/2$  (etwa 7,8 kHz), die aus dem Farbsynchronsignal (Burst) des Senders abgeleitet ist. Wie allgemein üblich, wird indirekt synchronisiert, das heißt, der PAL-Schalter arbeitet auch ohne diese Wechselspannung (zum Beispiel bei Schwarz-Weiß-Empfang). Die Funktion des Schalters kann am Meßpunkt M (Anschluß 3) überprüft werden. Im Betriebsfall ist dort eine Mäanderspannung von  $3 V_{ss}$  mit der Frequenz  $f_g/2$  zu messen.

Vom PAL-Schalter gelangt der geschaltete Farbträger zusammen mit dem Farbsignal  $\pm F_y$  an den unteren Demodulator. Dieser liefert das ( $R - Y$ )-Signal, das hinter dem Verstärker am Punkt 4 ausgekoppelt wird.

Das Signal ( $G - Y$ ) setzt sich aus den Anteilen  $-0,51 \cdot (R - Y)$  und  $-0,19 \cdot (B - Y)$  zusammen. Beide Demodulatoren liefern die notwendigen Signale an eine Widerstandsmatrix im ( $G - Y$ )-Verstärker. Sein Ausgangssignal liegt am Punkt 5.

Die Anschlüsse 11 und 12 sind über je einem Widerstand mit Masse verbunden. Mit ihnen werden in Schaltungen ohne Klemmung der Farbdifferenzsignale die Gleichspannungsarbeitspunkte der Farbdifferenz-Endstufen eingestellt.

Ein weiterer Schaltungsausgang (Bild 2) zeigt den VHF-UHF-Kanalwähler, den ZF-Verstärker, den Leuchtdichtgleichrichter, den Farbarteileichrichter, die Regelspannungserzeugung und den geregelten Niederspannungsnetzteil eines serienmäßigen Farbfernsehempfängers. Hier wird gegenüber der in den Service-Schaltbildern bisher üblichen Darstellung eine wesentlich bessere Übersicht erreicht. In nach diesem Prinzip aufgebauten Service-Anleitungen können für Notfälle auf einer dem vereinfachten Schaltbild folgenden Seite nicht nur das Detailschaltbild, sondern auch die Druckstockzeichnung nachgetragen werden. Dies hat außerdem den Vorteil, daß bei der Reparatur einer Baugruppe alle wichtigen Angaben nebeneinanderstehen. Es hat sich jedoch bereits seit einigen Jahren gezeigt, daß es sich für die Service-Werkstatt selbst dann nicht lohnt, Moduln zu reparieren, wenn sie mit diskreten Einzelteilen aufgebaut sind. Der Aufwand an Arbeitszeit ist in jedem Fall höher als der Austauschpreis (oder der Neupreis) des auszuwechselnden Moduls.

## Sender und Programme

### Verzeichnis der Ton- und Fernseh-Rundfunksendestellen

Mit 164 Seiten Umfang erschien jetzt die 10. Ausgabe des vom Fernmelde-technischen Zentralamt, Darmstadt, herausgegebenen „Verzeichnis der Ton- und Fernseh-Rundfunksendestellen in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West)“ nach dem Stand vom 1. Juli 1970, das in einem Anhang auch die Rundfunksendestellen in der DDR und in Ost-Berlin nach Frequenzen geordnet enthält. Für das Gebiet der BRD bringt der erste Teil die Rundfunksendestellen nach Frequenzen geordnet, der zweite Teil die Rundfunksendestellen der Bundespost und die Rundfunksendestellen nach Rundfunkanstalten bzw. Genehmigungs-inhabern geordnet. Beide Hauptteile und der Anhang sind jeweils unterteilt nach LWMW, KW, UKW, FS I/III, FS IV/V. Dieses Verzeichnis gibt eine zusammenfassende Übersicht auch über alle wichtigen technischen Daten wie beispielsweise Leistung, Strahlungscharakteristik und Polarisation. Das für Dienststellen der Deutschen Bundespost bestimmte Verzeichnis wird an private Interessenten gegen eine Schutzgebühr von 3 DM abgegeben. Bestellungen sind an die für den Wohnsitz zuständige Oberpostdirektion bzw. Landespostdirektion zu richten.

### ORF bestellte Farbfernseh-Studioausrüstung für 6 Millionen Dollar

Einen der größten Investitionsaufträge in der Geschichte der Rundfunkindustrie hat Mitte Oktober die österreichische Rundfunk-GmbH (ORF) erteilt: Für 6,1 Millionen Dollar liefert die RCA Corporation für das neue Studio in Wien Farbfernsehkameras, Video-Aufzeichnungsanlagen, Filmabtaster und andere fernsehtechnische Einrichtungen. Diese Anlagen werden die gleichzeitige Produktion mehrerer Sendungen ermöglichen, wobei Live-Sendungen mit Film- und Diaeinblendungen sowie mit Magnetbandaufzeichnungen gemischt werden können. Der neue Fernsehkomplex in Wien wird etwa sieben Häuserblocks lang und drei Blocks breit sein. Mit einer Arbeitsfläche von etwa 8,5 Hektar kann sich dieses neue Fernsehzentrum sowohl hinsichtlich der Größe als auch hinsichtlich der technischen Leistungsfähigkeit mit jedem anderen zentralen Programmstudio der Welt messen. Die neue Zentrale wird ein 900 m<sup>2</sup> großes Studio-Theater, verschiedene Aufnahmestudios und Kontrollräume, ein Restaurant, eine Bank sowie andere Einrichtungen enthalten. Die Gesamtinvestitionen werden mit etwa 47 Millionen Dollar angegeben.

### Ab 1972 dritte Fernsehketten in Frankreich

Anläßlich der Eröffnung der Rundfunk- und Fernsehausstellung in Bordeaux kündigte M. Kaspereit, Staatssekretär beim Ministerium für Industrielle Entwicklung und Wissenschaftliche Forschung, als Beschluß der Regierung an, daß die dritte Fernsehketten für das Farbfernsehprogramm ab 1971 aufgebaut wird. Diese dritte Kette wird in der ersten Ausbaustufe ab 1972 bereits einen wesentlichen Teil des

französischen Staatsgebietes bedecken und das gesamte Gebiet etwa ab 1975. Für den Ausbau hat die ORF 32 Mill. FF in ihren Haushalt für 1971 aufgenommen. Die Gesamtkosten werden auf 140 Mill. FF geschätzt.

### Fernsehfürsener des Bayerischen Rundfunks

Am 15. Oktober 1970 wurde ein Fernsehfürsender für Brückenau/Unterfranken, Standort Kurstift, in Betrieb genommen. Der neue Sender strahlt im Fernsehkanal 11 das Programm des Deutschen Fernsehens (I. Programm) und die Regionalsendungen des Bayerischen Rundfunks aus. Die Strahlungsleistung des Bildsenders ist 3 W.

Am 21. Oktober 1970 nahm der Bayerische Rundfunk seinen 77. Fernsehfürsender für die Marktgemeinde Thalmassing/Mittelfranken (Standort nördlich Waizenhofen) in Betrieb. Der neue Sender strahlt im Fernsehkanal 8 das Programm des Deutschen Fernsehens (I. Programm) und die Regionalsendungen des Bayerischen Rundfunks aus. Die Strahlungsleistung des Bildsenders ist 5 W.

Der Fernsehfürsender Untersberg (Landkreis Berchtesgaden), der seit November 1969 im Kanal 46 mit kleiner Leistung das I. Fernsehprogramm des Bayerischen Rundfunks ausstrahlt, wurde am 27. Oktober 1970 auf eine Strahlungsleistung von 3000 Watt verstärkt. Diese Maßnahme bewirkt eine wesentliche Stabilisierung der Empfangsbedingungen am Rande des Versorgungsgebietes des Senders.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Oktoberheft 1970 unter anderem folgende Beiträge:

Vergleich von metallischen und oxidischen Speicherschichten

Ein System rechnergeführter Elektronik

Das CAD-System für die rechnergestützte Herstellung integrierter Schaltungen

Informationen zur electronica 70

Ein adaptiver Sinusfunktionsgenerator

Schneller Thermograf

Über die Linearität von Thermistormessbrücken

Entwicklungstendenzen numerischer Werkzeugmaschinen-Steuern

Dr. h.c. Hans Vogt zum 80. Geburtstag

Elektronik in aller Welt · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft

Preis im Abonnement 14,25 DM vierteljährlich, Einzelheft 5,— DM

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

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK OMBN  
1 Berlin 52 (Borsigwalde)



# Der Laufzeitdemodulator

Der Laufzeitdemodulator ist heute vielfach im Video-Wiedergabekanal von Videorecordern zu finden, beispielsweise in den Heim-Videorecordern „LDL 1000“ (Philips) und „BK 100“ (Grundig). Die Wirkungsweise dieser Demodulationsschaltung soll im folgenden beschrieben werden.

## 1. Grundsätzliche Betrachtungen zur magnetischen Bildaufzeichnung

Um eine unkomplizierte und störungsfreie Abtastung des Videosignals zu erreichen, wendet man beim Videorecorder ein Trägerfrequenz-Modulationsverfahren an. Das Videosignal wird also nicht direkt aufgezeichnet, sondern einer höherliegenden Trägerfrequenz in geeigneter Weise aufmoduliert. Als wesentliche Vorteile ergeben sich bei diesem Verfahren neben der sehr einfachen Entzerrung des Abtastfrequenzganges die kontaktlose Übertragung der Signale von den Verstärkern zu den rotierenden Videoköpfen sowie eine schwankungsfreie Amplitude des abgetasteten Signals durch den Einsatz von Begrenzerstufen.

Im Gegensatz zu der FM-Rundfunktechnik darf aus Gründen eines wirtschaftlichen Bandverbrauchs bei einem Video-Aufzeichnungsverfahren die Trägerfrequenz grundsätzlich keinen großen Abstand von den höchsten Frequenzen des Modulationssignals haben. Vielmehr muß wegen der verhältnismäßig niedrigen Schreib- beziehungsweise Abtastgeschwindigkeit eine Trägerfrequenz verwendet werden, die unter Berücksichtigung eines ausreichenden Hubes möglichst nahe an der oberen noch zu übertragenden Frequenz des wiedergegebenen Videosignals liegt. Trotzdem ist für eine einwandfreie Wiedergabe eine genügende Trennung der beiden Signale unbedingt erforderlich.

Die beim FM-Rundfunk üblichen Modulations- und Demodulationssysteme sind nur für einen größeren Frequenzabstand geeignet, da sie die Grundfrequenz nicht unterdrücken. Es galt daher, ein Verfahren anzuwenden, das sowohl eine einwandfreie Modulation, zugleich aber trotz des extrem niedrigen Frequenzabstandes eine einwandfreie Unterdrückung der Trägerfrequenz am Ausgang des Demodulators gewährleistet.

Bei der beispielsweise in den Heim-Videorecordern von Philips und Grundig benutzten Schreib- und Abtastgeschwindigkeit der Videoköpfe von 8,08 m/s und Verwendung eines hochwertigen Chromdioxidbandes ergibt sich eine obere Abtast-Grenzfrequenz von etwa 3 MHz. Für eine ausreichend gute Bildwiedergabe sollen die Videofrequenzen bis 2 MHz reichen. Da der Hub des FM-Modulators praktisch bis an die Frequenzgrenze des Videosignals heranreichen darf, steht somit für den Frequenzhub der Trägerfrequenz ein Bereich von 1 MHz Breite zur Verfügung.

## 2. Videoamplituden

Der Hub der Trägerfrequenz wird von der Amplitude des Videosignals gesteuert. Er soll, um ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis zu gewährleisten, möglichst groß sein. Bei 1 MHz ist diese Forderung gut erfüllt. Die den Hub steuernden Amplituden des Videosignals entsprechen den Helligkeitswerten des Bildinhalts.

Bild 1 zeigt die Lage des Video- und des Trägerfrequenzbereichs, dessen Mittelfrequenz 2,5 MHz beträgt. Eine schwarze Bildfläche verschiebt die Trägerfrequenz nach 2 MHz, eine weiße

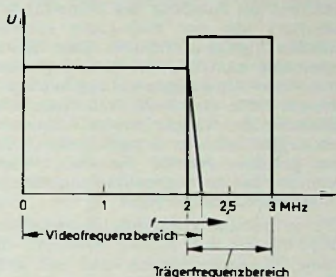
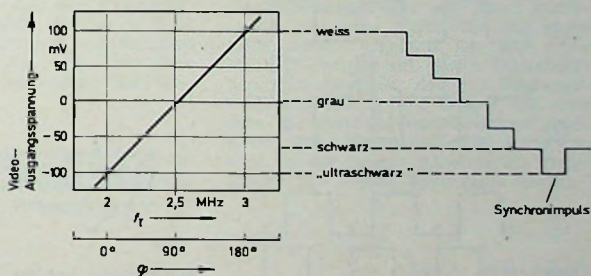


Bild 1 (oben). Lage der Video- und Trägerfrequenzbereiche

Bild 2. Zuordnung der Videosignalamplituden zum Hub der Trägerfrequenz



Bildfläche verschiebt sie nach 3 MHz. Aus Bild 2 ist ein großer Vorteil des in den beiden Heim-Videorecordern angewandten Modulator- und Demodulatorsystems erkennbar. Die Ausgangsspannung des Demodulators entspricht bei fehlender Wiedergabespannung der für die Trägerfrequenz 2,5 MHz, der ein mittlerer Grauwert zugeordnet ist. Fehlt nun aus irgendeinem Grund kurzzeitig das Signal bei der Abtastung, beispielsweise wegen einer Drop-Out-Stelle des Bandes oder infolge eines Staubkörnchens auf dem Band, so erhält man während dieser Zeit einen Grauton, der im Gegensatz zu weißen oder schwarzen Streifen den Bildeindruck nicht stört. Somit ergibt sich ein sehr gleichmäßiger Bildeindruck auch nach häufiger Benutzung des Bandes. Die niedrigste Frequenz von 2 MHz des Trägerfrequenzbereiches ist, wie Bild 2 zeigt, den Synchronimpulsen zugeordnet. Sie kann bis unmittelbar an den Videofrequenzbereich heranreichen.

Damit wurde eine sehr wirtschaftliche Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Gesamtfrequenzbereiches erreicht. Voraussetzung dafür ist jedoch eine

Demodulatorschaltung, die die Träger-Grundfrequenz am Ausgang unterdrückt. Die bei der Demodulation entstehenden Oberwellen des Trägers – sie liegen zwischen 4 und 6 MHz – lassen sich durch einen einfachen Tiefpaß ausfiltern.

Eine Anordnung, bei der die Trägerfrequenz am Ausgang unterdrückt wird, ohne die Modulationsfrequenz zu beeinträchtigen, ist die Ringmodulatorschaltung. Sie ist als Modulator und Demodulator in der Trägerfrequenztechnik gebräuchlich. In abgewandelter Form findet man eine derartige Diodenanordnung auch bei Stereo-Decodern, bei denen ebenfalls die Unterdrückung der 38-kHz-Schaltfrequenz (verdoppelte Pilottonfrequenz) notwendig ist. Die Ringdiodenschaltung allein ermöglicht aber noch keine Frequenzdemodulation. Erst in Verbindung mit einem phasenabhängigen Glied (Laufzeitkette) läßt sich das gewünschte frequenzabhängige Arbeiten erreichen. Die Diodenanordnung übernimmt dann lediglich eine Schalterfunktion.

## 3. Laufzeitdemodulator

Wie in Verbindung mit der Laufzeitkette eine Demodulation der mit der

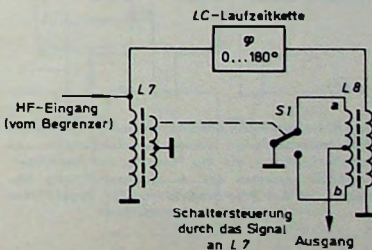


Bild 3. Vereinfachte Darstellung des Laufzeitdemodulators

Amplitude des Videosignals frequenzmodulierten Trägerfrequenz erreicht wird, zeigt Bild 3. Um das Verständnis zu erleichtern, ist hier an Stelle der Schalterdiodenanordnung ein mechanischer Umschalter S1 dargestellt, der phasensynchron mit der Eingangsfrequenz die Enden a und b der Sekundärseite von L8 an Massepotential legt und damit bestimmt, welche Polarität gegen Masse der Augenblickswert des am Ausgang abgenommenen Signals hat. Ist beispielsweise der Punkt a



positiv und der Punkt b negativ, so ist in der gezeichneten Schalterstellung das Ausgangssignal negativ gegen Masse. Wird jetzt der Schalter umgeschaltet, wobei sich aber die Polarität von a und b nicht ändert, so kehrt die Ausgangsspannung ihre Polarität gegen Masse um. Der Primärseite des Übertragers L8 wird über eine LC-Laufzeitkette die phasenverschobene Eingangsspannung zugeführt. Die LC-Laufzeitkette ist so ausgelegt, daß, beginnend bei der Phasenverschiebung Null bei der Frequenz 2 MHz, eine mit der Frequenz größer werdende Phasenverschiebung entsteht.

Zunächst sei die Situation bei einem Eingangssignal mit der niedrigsten Frequenz (2 MHz) betrachtet, das ohne Phasendrehung an der Primärseite von L8 liegt. Der Schalter schaltet dabei immer dann um, wenn das Signal an der Primärseite von L8 seine Polarität

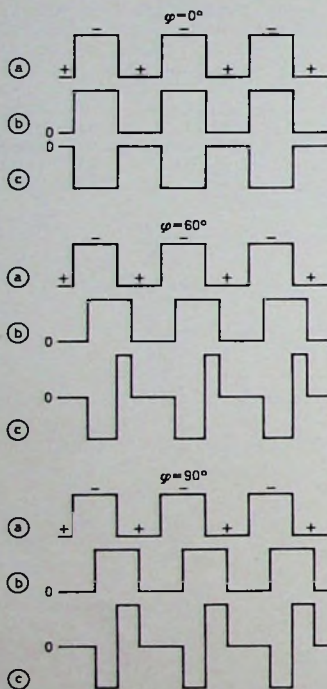


Bild 4. Arbeitsweise des Laufzeitdemodulators bei drei verschiedenen Phasenverschiebungen; a) Schalterfunktion, die die Polarität des jeweiligen Augenblickswertes der Ausgangsspannung bestimmt, b) der Primärspule von L8 zugeführtes Signal, c) Ausgangssignal

wechselt. Dabei treten am Ausgang negative Impulse auf, deren zeitlicher Mittelwert negativ ist (Bild 4). Würde man jetzt die Anschlüsse der Primärseite von L8 umpolen, so würde sich die Richtung der Ausgangsspannung ebenfalls umkehren, da der Schalter weiterhin phasentreu vom Eingangssignal gesteuert wird. In diesem Fall entsteht also ein Ausgangssignal, das die entgegengesetzte Richtung aufweist. Was sich durch Umpolen der Primärseite von L8 erreichen läßt, kann aber auch durch eine Phasenverschiebung von 180° des ihr zugeführten Eingangssignals bewirkt werden. Da aber nicht nur Einzelfrequenzen demoduliert wer-

den sollen, sondern der gesamte Hubbereich zwischen 2 und 3 MHz, muß die auf die Primärwicklung von L8 wirkende Phasenverschiebung frequenzabhängig arbeiten. Dazu wird der Primärseite ein Phasendrehglied in Form einer LC-Laufzeitkette vorgeschaltet. Diese ist so ausgelegt, daß bei der höchsten Trägerfrequenz von 3 MHz eine Phasendrehung von 180° auftritt (entsprechend einer vollständigen Umpolung). Bei 2,5 MHz (also bei der Träger-Mittelfrequenz) ist sie 90°, und bei 2 MHz soll sie 0° betragen. Dadurch ergibt sich also bei 3 MHz Eingangsfrequenz ein positiv gerichtetes und bei 2 MHz ein negativ gerichtetes Ausgangssignal, dessen zeitlicher Mittelwert jeweils einen Maximalwert erreicht. Bei den Zwischenwerten ist der Mittelwert, der der Phasenverschiebung proportional ist, entsprechend niedriger.

Bei 90° Phasendrehung, die der Träger-Mittelfrequenz von 2,5 MHz entspricht, entsteht am Ausgang des Demodulatorschalters ein zur Null-Linie symmetrisches Signal (s. Bild 4). Eine Gleichspannung kann hierbei nicht auftreten. Die Video-Ausgangsspannung beträgt in diesem Falle also Null Volt. Nach Ausfilterung der Trägerfrequenz-Oberwellen ergibt sich ein Ausgangssignal, das ein getreues Abbild der dem Videorecorder bei der Aufnahme zugeführten Videoamplitude darstellt.

Die endgültige Demodulationsschaltung (Bild 5) ist, wie bereits erwähnt, mit einer Diodenanordnung und mit sym-

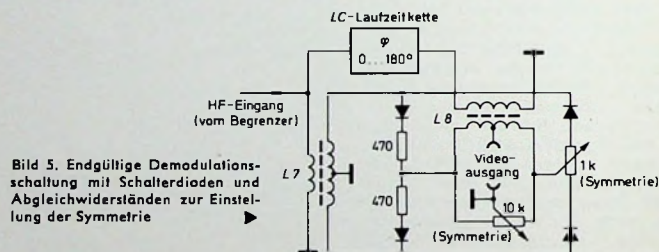


Bild 5. Endgültige Demodulationsschaltung mit Schalterdioden und Abgleichwiderständen zur Einstellung der Symmetrie

metrischen Spulen sowie Abgleichwiderständen ausgeführt, womit eine völlige Unterdrückung der unerwünschten Grundwelle der Trägerfrequenz erreicht wird. Mit den Symmetrierwiderständen lassen sich kleine Streuungen der Windungen und Ungleichmäßigkeiten der Dioden-Durchlaßwiderstände ausgleichen.

#### 4. Ein ähnliches phasenabhängiges Demodulationsprinzip

Die hier beschriebene FM-Demodulationsschaltung hat in ihrer prinzipiellen Wirkungsweise eine Ähnlichkeit mit der Koinzidenz-Demodulatorschaltung, wie sie sich beispielsweise für die UKW-FM- und Fernseh-Empfängertechnik mit den Spezialröhren EQ 80 (Philips) oder EH 80 (Tungsram) und in jüngster Zeit auch mit dafür speziell entwickelten integrierten Schaltungen (beispielsweise TAA 661 von SGS) ausführen läßt. Auch hier wird ein FM-Eingangssignal auf zwei Wegen, einmal direkt und zusätzlich über ein Phasenschiebglied (0 ... 180°), innerhalb des Röhrensystems beziehungsweise der Transistoranordnung in geeigneter Weise zusammengeführt. Dabei entsteht am Ausgang (wie bei der im Videorecorder benutz-

ten Schaltung) bei 90° Phasenverschiebung eine pulsierende Spannung mit dem Gleichspannungsmittelwert Null. Bei kleinerer Phasendifferenz verschiebt sich der Mittelwert in negativer, bei größerer Phasenverschiebung in positiver Richtung. Die Ausgangsspannung weist dabei eine nahezu lineare Abhängigkeit vom Phasenwinkel auf.

Bei der Darstellung der Wirkungsweise der Schaltung geht man meistens von Rechteckimpulsen für die Ansteuersignale aus, was für die Schalterfunktion wegen der vorhergehenden Begrenzung auch praktisch zutrifft. Das phasenverschobene Signal ist jedoch infolge des dabei erforderlichen LC-Gliedes praktisch sinusförmig, ohne daß dadurch die einwandfreie Funktion des FM-Demodulators beeinträchtigt wird. Für die Zusammenführung der beiden Signale ist bei den in den FM-Rundfunk- oder Fernseh-Demodulatoren angewandten Koinzidenzschaltungen eine Spulenordnung, wie sie beim Videorecorder verwendet wird, nicht erforderlich. Dieser Vorgang erfolgt unmittelbar in der Röhre beziehungsweise in der Transistoranordnung der integrierten Schaltung, allerdings ohne Unterdrückung der Trägerfrequenz.

#### 5. Videofrequenzen

Ein von einem normalen Bildinhalt stammendes Videosignal enthält nicht nur verschiedene, den Helligkeitswerten entsprechende Amplituden, sondern diese ändern sich vielmehr fortwährend

in unregelmäßiger Folge und mit unterschiedlichen Abstufungen. Die dadurch entstehenden Frequenzen des Videosignals hängen davon ab, mit welcher Geschwindigkeit (Schnelligkeit) die Helligkeitsübergänge (Konturen) erfolgen. Im Extremfall, also bei einer gleichmäßigen dunklen oder hellen Fläche ohne jeden Bildinhalt, treten keine höheren Frequenzen auf. Bei scharfen Abstufungen zwischen zwei in der Helligkeit nur gering unterschiedlichen Bildteilen entstehen höhere Frequenzen mit einer geringen, bei starken Helligkeitsstufen mit einer großen Amplitude. Zugleich ergeben sich entsprechende Hubweiten. Der größte Hub-sprung tritt bei gleichzeitigem Entstehen hoher Videofrequenzen bei der unmittelbaren Aufeinanderfolge von Schwarz und Weiß im Bildinhalt auf.

Bei diesem Auftreten verschiedenster Videofrequenzen (also bei mehr oder weniger schnell verlaufenden Bildhelligkeitsänderungen verschiedenster Abstufung) entstehen Seitenbänder zur jeweiligen Trägerfrequenz. Diese Seitenbänder enthalten also die höheren Frequenzanteile des Videosignals. Die oberen Seitenbandfrequenzen liegen außerhalb des durch die Abtastge-



# Normalfrequenzanlage 100/1 kHz

schwindigkeit der Videoköpfe und die Bandgeschwindigkeit gegebenen Übertragungsbereiches. Sie entfallen somit automatisch. Die Frequenzen des unteren Seitenbandes sind auch nach dem Demodulationsvorgang, bei dem aus dem Hub der Trägerfrequenz die Videoamplituden wieder entstehen, als entsprechende Videofrequenzen im wiedergewonnenen Video-Gesamt signal enthalten. Durch geeignete Auslegung der Übertragungskurve des Hubbereiches (weiches Abfallen in Richtung des oberen Seitenbandes) ist gewährleistet, daß die ausschließliche Benutzung der Frequenzen des unteren Seitenbandes ohne Nachteil ist. Die einer Videobandbreite von 2 MHz entsprechenden zusätzlich zum Hubbereich auftretenden Seitenbandfrequenzen reichen bis etwa 0,5 MHz. Die höheren Seitenbandfrequenzen treten jedoch mit geringer werdender Amplitude auf, so daß sie auch dann nicht stören, wenn sie, wie im vorliegenden Fall, bis weit in den Videofrequenzbereich hineinreichen.

## 6. Einige grundlegende Vergleiche mit dem FM-Rundfunk

Ein Videosignal, das den Bildinhalt des Fernsehsignals darstellt, besteht wie ein Rundfunk-NF-Signal (zum Beispiel Musik) aus einem Gemisch von Amplituden- und Frequenzänderungen. Die Amplituden bestimmen beim NF-Signal die Lautstärke, beim Videosignal die Helligkeit des Bildinhaltes. Die Frequenzen bestimmen dagegen beim NF-Signal die Tonhöhen und den Klangcharakter, beim Videosignal die Konturschärfe des Bildinhaltes.

Beim FM-Rundfunk schwankt die Frequenz des HF-Trägers mit der Amplitude des NF-Signals. Bei einem mit einem Videosignal frequenzmodulierten Träger schwankt die Trägerfrequenz mit der Amplitude des Videosignals. Die Größe dieser Frequenzänderungen ist der Hub. Bei großen Lautstärken entsteht die weiteste Auslenkung der Trägerfrequenz, also der größte Hub. Bei der Videoaufzeichnung ergibt sich der Hub aus der Helligkeit des jeweiligen Bildinhaltes, also aus den Amplituden des Videosignals. Die Frequenzen des NF-Signals ergeben beim FM-Rundfunk eine entsprechend schnelle (bei hohen Frequenzen) oder langsame (bei niedrigen Frequenzen) Änderung des Hubes.

Beim Videosignal ist es entsprechend. Die Helligkeitsstufen innerhalb des Bildes verursachen an den Übergängen eine mehr oder weniger hohe Frequenz. Bei flachen Helligkeitssprüngen ergibt sich eine niedrige, bei scharfen Schwarz-Weiß-Übergängen (scharfen Konturen) die höchste Frequenz. Ist ein wechselnder Bildinhalt vorhanden, so schwankt also der Hub mit der Schnelligkeit der sich durch die Konturenänderungen ergebenden Videofrequenz.

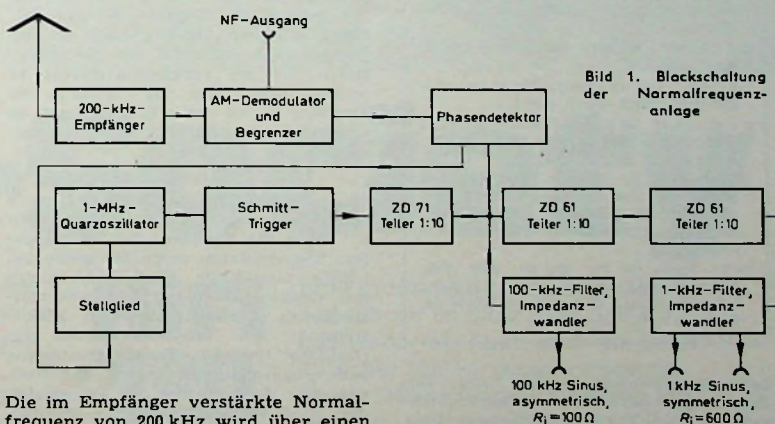
Die Amplituden des frequenzmodulierten Trägers tragen dagegen sowohl beim FM-Rundfunk als auch bei der Videoaufzeichnung keinerlei Information. Sie lassen sich daher wiedergabe-seitig begrenzen und somit auf einen konstanten Pegel bringen, also von Amplitudenschwankungen befreien. Das ist einer der wichtigsten Vorteile der Frequenzmodulation gegenüber der Amplitudenmodulation.

Zur Versorgung von Prüffeldern und Labors mit einer genauen Normalfrequenz wurde ein Gerät entwickelt, das aus einer drahtlos empfangenen Normalfrequenz Meßfrequenzen von 100 kHz und 1 kHz erzeugt. Als Normalfrequenz wird die sehr genaue Trägerfrequenz von 200 kHz des Langwellensenders Droitwich empfangen. Die Kurzzeitkonstanz dieser Frequenz ist  $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ , und die Langzeitkonstanz  $\pm 5 \cdot 10^{-16}$ . Die Drift je Tag wird mit  $\pm 1 \cdot 10^{-11}$  und die Phasenstabilität mit 0,05  $\mu$ s/s angegeben. Die Frequenz des Deutschlandfunks (151 kHz) wäre ebenfalls für den genannten Zweck geeignet [1].

Es liegt nahe, die empfangene Frequenz direkt mittels digitaler Kippstufen herunterzuteilen. Dieses Verfahren konnte jedoch nicht angewendet werden, da intensive Funk-Störimpulse die Teilerstufen trotz Begrenzung zum Kippen brachten. Deshalb wurde eine Schaltung mit einem 1-MHz-Quarzoszillator gewählt, wobei der Quarz in einem Thermostaten untergebracht ist. Der Oszillator wird durch eine gut gesiebte Steuerspannung nachgestimmt. Die dabei entstehende große Zeitkonstante ist ohne Belang, da schnelle Frequenzänderungen des 1-MHz-Oszillators nicht zu erwarten sind. Fällt die empfangene Frequenz aus, so hat man noch eine quarzgenaue Normalfrequenz zur Verfügung.

## 1. Arbeitsweise

Aus dem Blockschaltbild (Bild 1) ist die Arbeitsweise des Gerätes ersichtlich.



Die im Empfänger verstärkte Normalfrequenz von 200 kHz wird über einen AM-Begrenzer dem aperiodischen Phasendetektor [2] zugeführt. Gleichzeitig gelangt zum anderen Eingang des Phasendetektors eine aus der 1-MHz-Quarzfrequenz abgeleitete 100-kHz-Frequenz. Die Phasen beider Frequenzen werden miteinander verglichen. Tritt eine Phasendifferenz auf, so entsteht eine Steuerspannung, und über das Stellglied (Ka-

Eugen Berberich ist Radio- und Fernseh-Techniker-Meister im Meßgeräte-Labor von TeKaDe-FGF, Nürnberg.

pazitätsdiode) wird der 1-MHz-Quarzoszillator nachgestimmt. Mit dekadischen Teilerstufen teilt man dann die 1-MHz-Frequenz über 100 kHz und 10 kHz auf 1 kHz herunter. Die Frequenzen 100 kHz und 1 kHz sind über Filter für Meßzwecke herausgeführt.

Der 1-kHz-Ausgang ist symmetrisch mit einem Innenwiderstand von 600 Ohm ausgelegt, um in größeren Betrieben über das Telefonleitungsnetz die Frequenz verteilen zu können. Zweckmäßigerweise werden dann die Verbraucher über Trennverstärker angeschaltet. Der 100-kHz-Ausgang ist unsymmetrisch ausgeführt. Diese Frequenz wird hauptsächlich zur Kontrolle und Nacheichnung von Frequenzzählern und Frequenznormalen benötigt.

Die Frequenzgenauigkeit hängt im synchronisierten Zustand von der Normalfrequenz ab. Im ungünstigsten Fall können geringe Phasenfehler auftreten, die durch die Übertragung und die Geräteeigenschaften bedingt sind.

## 2. Schaltung

Die vollständige Schaltung der Normalfrequenzanlage ist im Bild 2 dargestellt. Als Empfänger dient ein 4kreisiger Geradeausempfänger mit einer Bandbreite von etwa 1 kHz, der auf einer Leiterplatte aufgebaut ist. Die erste Stufe T4 wurde mit einem Feldeffekttransistor bestückt, der den Eingangskreis nur sehr wenig dämpft und eine gute Kreuzmodulationsfestigkeit aufweist. Diese Eigenschaften sind wichtig, weil an der langen Antenne die Ortsender mit großer Amplitude vorhan-

Bild 1. Blockschaltung der Normalfrequenzanlage

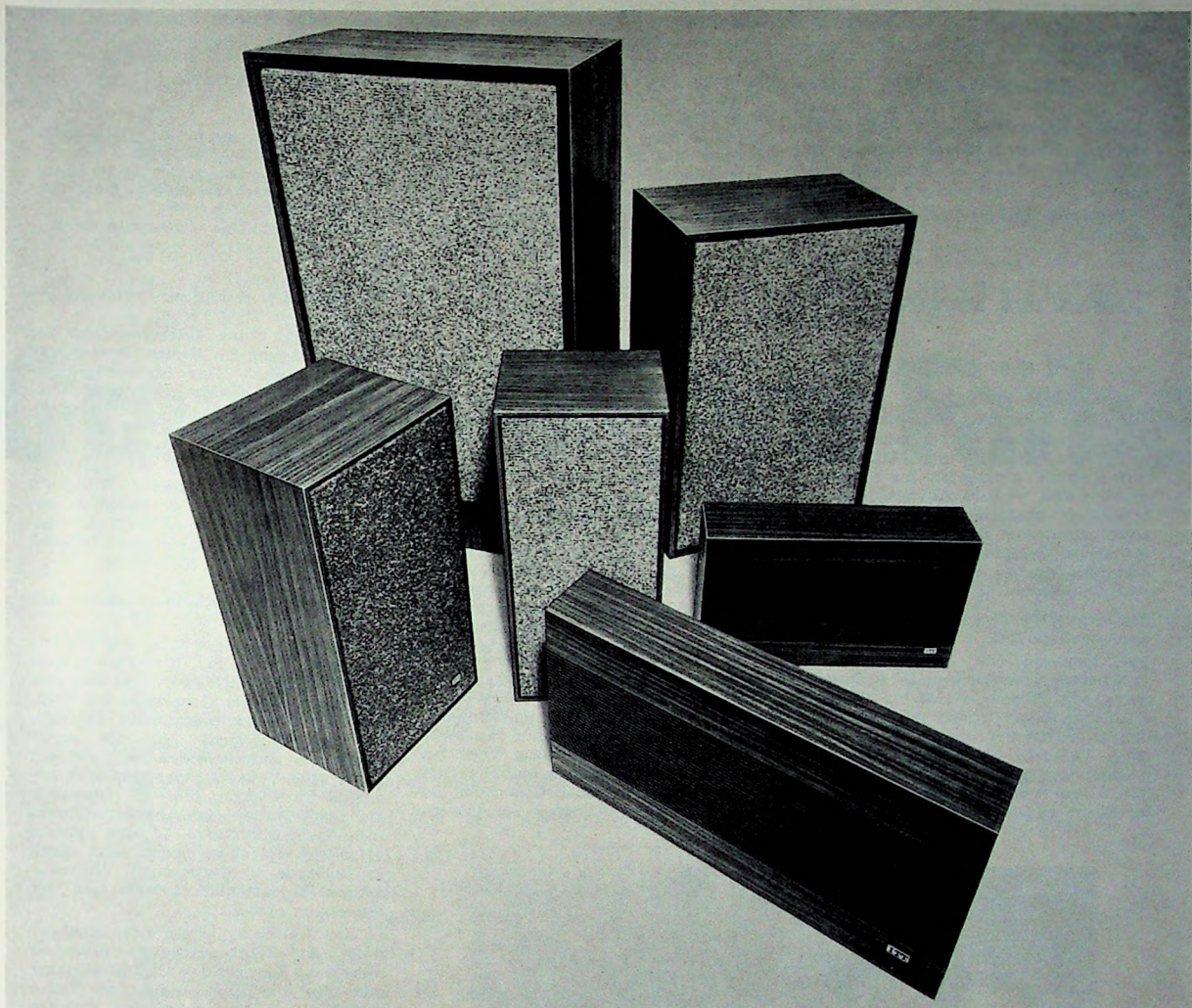
den sein können und dann unerwünschte Mischprodukte auftreten würden. Bei ungünstigem Frequenzabstand tritt eine Störfrequenz von etwa 200 kHz auf, die der Nutzfrequenz überlagert ist.

Die Antenne ist über den kapazitiven Spannungsteiler C2, C3 angeschlossen, wobei je nach Länge der Antenne das Teilverhältnis durch entsprechende Wahl von C3 zur Verbesserung der An-









# HiFi-Society

Ein neues HiFi-Programm. Keine Lautsprecherboxen. Klangstrahler. Die auch die zartesten Passagen brillant wiedergeben.

Beispielhafte Technik aus dem ITT Design-Studio. Dazu die durchdachte Breite des neuen Programms: preislich gestaffelte Gruppen. Damit jeder Kunde „seine“ Box findet, nach Geschmack, Geldbeutel und Steuergerät. Damit kein Kunde Ihnen verlorengeht.

**HiFi  
von  
ITT**

Eine großartige neue Entwicklung. Auf die wir so stolz sind, daß wir uns weder als Laut- noch als Großsprecher fühlen, wenn wir voraus-sagen: Wer Klang und Namen hat, hat auch HiFi von ITT.

Wenden Sie sich an Ihre nächste ITT Schaub-Lorenz Vertretung.

Standard Elektrik Lorenz AG, Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Lautsprecher, 85 Nürnberg.

BAUELEMENTE **ITT**



Vorschlag von Valvo [3]. Der Gleichspannungsausgang ist kurzschlußfest. Die Heizung des Thermostaten (Quarzkera-  
mik „2202 Th 9136“, 12,6 V, 9,5 W, 60 °C) wird über das Relais A geschaltet, das der Kontakt k des Kontaktthermometers über den Transistor T 14 steuert. Dadurch erreicht man eine lange Lebensdauer des Kontaktthermometers. Ein elektronisch geregelter Thermostat ist hier natürlich ebenfalls geeignet.

Als Empfangsantenne wird eine etwa 30 m lange Langdrahtantenne verwendet, mit der sich der gewünschte Sender ohne Fading gut aufnehmen läßt. Die Antenne sollte möglichst außerhalb des Störnebels von Industrieanlagen aufgebaut werden. Die Installation des Gerätes erfolgt zweckmäßigerweise an einer Stelle, an der eine einfache visuelle Kontrolle des Nullpunktindikators möglich ist, um Störungen der Synchronisation sofort erkennen zu können. Das beschriebene Gerät wurde vor drei

Jahren entwickelt und ist seitdem ohne Störung in Betrieb. Ein Nachbau sollte jedoch nur von erfahrenen Technikern und mit entsprechender Meßausrüstung vorgenommen werden.

#### Schrifttum

- [1] Bastelberger, J.: Nachrichten-techn. Z. Bd. 21 (1968) Nr. 12, S. 766
- [2] Strenglein, H. F.: Phase demodulation needs no tuning. Electronics Bd. 38 (1965) Nr. 4, S. 99
- [3] Valvo Technische Information Nr. 93

## Technik von morgen

### Neue Laser-Anwendungen

Die Laser-Strahlung, die erst vor zehn Jahren entdeckt wurde, wird bereits auf vielen Gebieten der Wissenschaft und Technik eingesetzt. Im folgenden werden drei weitere Anwendungsmöglichkeiten beschrieben, die im Forschungszentrum des Brown Boveri-Konzerns beziehungsweise im Forschungslaboratorium von Siemens entwickelt wurden.

#### Berührungslose Messung von Strömungsgeschwindigkeiten

Die Streuung von Licht an kleinen Teilchen ist ein bekanntes Phänomen der Optik. Bewegen sich die Teilchen relativ zu einem festen Beobachtungsort, so verändert das gestreute Licht seine Frequenz (und damit die Farbe) proportional zur Teilchengeschwindigkeit. Diese Erscheinung wird als Doppler-Effekt bezeichnet. Bei kleinen Strö-

amplitudenmäßig addiert) und in dieser Form von einem Photodetektor empfangen. Auf Grund des quadratischen Zusammenhanges zwischen Detektorstrom und Lichtamplitude entsteht am Ausgang des Photoempfängers ein elektrisches Signal, dessen Frequenz gleich der Differenz der Frequenzen der beiden Lichtanteile ist. Diese Differenzfrequenz ist wegen des Doppler-Effekts ein direktes Maß für die Geschwindigkeit der Teilchen und damit der umgebenden Strömung.

In einer typischen Anordnung, die mit dem roten Licht eines Helium-Neon-Lasers arbeitet, beträgt der Doppler-Effekt etwa 1 MHz bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s. Auf diese Weise lassen sich Strömungsgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten und Gasen im Bereich von etwa 0,1 mm/s bis 1000 m/s

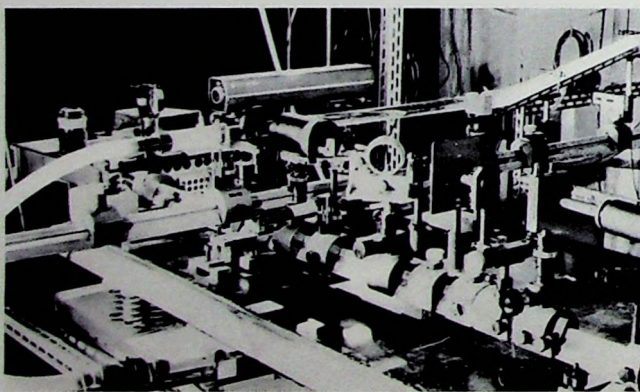


Bild 1. Versuchsaufbau zur berührungslosen Messung von Strömungsgeschwindigkeiten

mungsgeschwindigkeiten ist die Farbänderung des gestreuten Lichts jedoch so gering, daß sie von Spektralapparaten nicht mehr registriert werden kann. Verwendet man dagegen eine kohärente Lichtquelle, das heißt einen Laser mit genau definierter Frequenz (und Phase), so lassen sich auch sehr kleine Frequenzverschiebungen des gestreuten Lichts noch genau bestimmen. Das Meßprinzip entspricht demjenigen eines Doppler-Radars. Die in eine bestimmte Richtung gestreute Lichtkomponente wird einem Teil des ungestreuten Lichts überlagert (das heißt

vollkommen berührungsfrei bestimmen. Voraussetzung dafür ist lediglich eine hinreichende Transparenz des Mediums sowie eine geringe Beimischung von streuenden Teilchen (zum Beispiel genügen bereits die normalen Verunreinigungen in technischen Flüssigkeiten). Die Abhängigkeit des Doppler-Effekts von der Beobachtungsrichtung gestattet es, durch drei Messungen in drei verschiedenen Richtungen alle drei Komponenten des Geschwindigkeitsvektors zu bestimmen. Da sich die Laserstrahlung zu einem sehr kleinen Punkt fokussieren läßt, ist außerdem

für eine hohe räumliche Auflösung gesorgt.

Bild 1 zeigt einen Versuchsaufbau der Meßeinrichtung im Brown Boveri-Forschungszentrum. Der Strömungskanal (in Bildmitte) besteht aus einem Glasrohr, an dessen Enden zwei Plastikschläuche angeschlossen sind. In Bildmitte kann man auch den Gaslaser erkennen und am Ende der optischen Bank (am rechten unteren Bildrand) den Photodetektor. Zur Isolation gegen Gebäudevibrationen ruht der gesamte optische Aufbau auf einer federnd gelagerten massiven Steinplatte.

#### Laserlicht als Gestaltungsmittel für Bühnenbildner

Auf Anregung des Nationaltheaters München entstand im Forschungslaboratorium von Siemens der Bühnen-Laser, der auf der Grundlage der Holografie die dreidimensionale Bildgestaltung ermöglicht. Auf die ganze Größe des Bühnenbildes projiziert der Laser eine Vielzahl stehender oder bewegter Farbfiguren, die – im Gegensatz zu Lichteffekten mit herkömmlichen Bühnenscheinwerfern – eine starke räumliche Wirkung haben und durch fortlaufende Veränderungen ein neuartiges Element des Lebens und der Bewegung einführen.

In der Neuzuszenierung der „Zauberflöte“ des Nationaltheaters München dienen die Laserbilder als Gestaltungselemente zur Darstellung von Feuer und Wasser. Die projizierten Figuren entstehen dabei auf folgende Weise: Ein gefächertes Bündel von Laserstrahlen trifft auf einen Streukörper aus Glas, das unregelmäßige Strukturen aufweist. Die einzelnen Laserstrahlen werden beim Auftreffen auf den Streukörper mehrfach gebrochen, reflektiert und in verschiedene Richtungen, sich einander durchkreuzend, in den Raum gelenkt. Auf einer beliebigen Projektionsfläche entstehen dann die abstrakten Figuren.

Die Dynamik und der Formenreichtum kommen dadurch zustande, daß die Streukörper von zehn Motorantrieben mit verschiedenen Geschwindigkeiten nach allen Richtungen bewegt werden können. Als Lichtquelle dienen zwei Gaslaser mit 1 und 3 W Lichtausgangsleistung, von denen einer rotes, der andere grünes und blaues Laserlicht ausstrahlt. Farbfilter ermöglichen die Auswahl und Kombination der Farben, und mit Helligkeitsfiltern läßt sich die Intensität der Strahlen stufenlos regeln. Die einzelnen Figuren entstehen in weitgehend zufälligen Prozessen, je nach der gerade eingestellten Lage des Streukörpers. Doch obwohl eine nahezu unbegrenzte Anzahl von Einstellungen



Sie wissen ja: Seit April 1970 testen 100 Spiegel-Leser – von Marktforschern wissenschaftlich exakt ausgewählt – den Graetz „Burggraf Color electronic“. Der Test wurde nicht durchgeführt, um Lobpreisungen zu sammeln (loben können wir unsere Geräte selbst), sondern um festzustellen, ob wir mit unseren Farbfernsehgeräten richtigliegen.

Um es gleich zu sagen: Die Testergebnisse sind hervorragend, und darauf sind wir stolz. Die Testergebnisse werden monatlich durch Anzeigen im Spiegel veröffentlicht, denn wir meinen es ernst, wenn wir sagen:

# Graetz bekennt Farbe

## Die Testergebnisse im einzelnen:

- 70% der Testpersonen finden das Farbfernsehen mit unserem „Burggraf“ erheblich besser, als sie es sich jemals vorgestellt hatten.
- 55% beurteilen die Klangwiedergabe als „sehr gut“, 41% als „gut“ und nur 4% sagen „mittelmäßig“.
- 74% meinten, das Gerät passe „ganz gut“ bis „ausgezeichnet“ in ihre Wohnung – und das, obwohl sie das Testgerät nicht selber aussuchen konnten.
- 69% der Testpersonen nannten die einfache Bedienung und übersichtliche Anordnung der Bedienungselemente auf die Frage: „Was gefällt Ihnen an Ihrem Testgerät besonders gut?“
- 60% sagten, daß sie öfters Gäste hätten als früher. In den Kommentaren dieser Fernsehgäste zum „Burggraf“ tauchte 51mal das Wort „begeistert“ auf, 20mal „beeindruckt“, 6mal der Begriff „Erlebnis“ und – nun ja – einmal das Wörtchen „nett“.

Dieses Ergebnis zeigt sehr deutlich, wie wichtig für den Verkauf von Farbfernsehgeräten die sogenannte „Mundpropaganda“ zufriedener Kunden ist.

## Auch das ist wichtig:

- 72% der Testpersonen dauerte es zu lang vom Einschalten des Gerätes bis zum Erscheinen des Bildes. Jetzt gibt es den „Burggraf“ mit Quickstart: Ton sofort, Bild nach 8 Sekunden.
- 23% der Testpersonen würden ein Gehäuse in Schleiflack weiß vorziehen. Ab sofort gibt es den „Burggraf“ in Schleiflack weiß.

Anfang Dezember 1970 liegen die Testergebnisse komplett vor. Wenn Sie Fachhändler sind und Interesse daran haben: Schicken Sie uns den Coupon. (...denn Graetz bekennt Farbe!)

Bitte senden Sie mir  
zu meiner Information  
die Ergebnisse Ihres  
Spiegel-Leser-Tests.

Graetz-Informations-  
dienst, 753 Pforzheim,  
Postfach 609

GTZ 157

Firmenstempel

Unterschrift



Es gibt keine bessere Qualität



# Der 110°-Erfolg von Loewe

Der große Erfolg auf der Funkausstellung in Düsseldorf.

Die Raumsparer von Loewe. Die Farbfernsehgeräte, die endlich handlicher sind. 20% kürzer. Durch die 110° Farbbildröhre. Und deshalb auch ins Regal passen. Ein bedeutender Vorteil – ein raumsparender.

Ihre Kunden werden ihn nützen – das ist Ihr Vorteil.

Machen Sie den 110°-Erfolg von Loewe auch zu Ihrem.

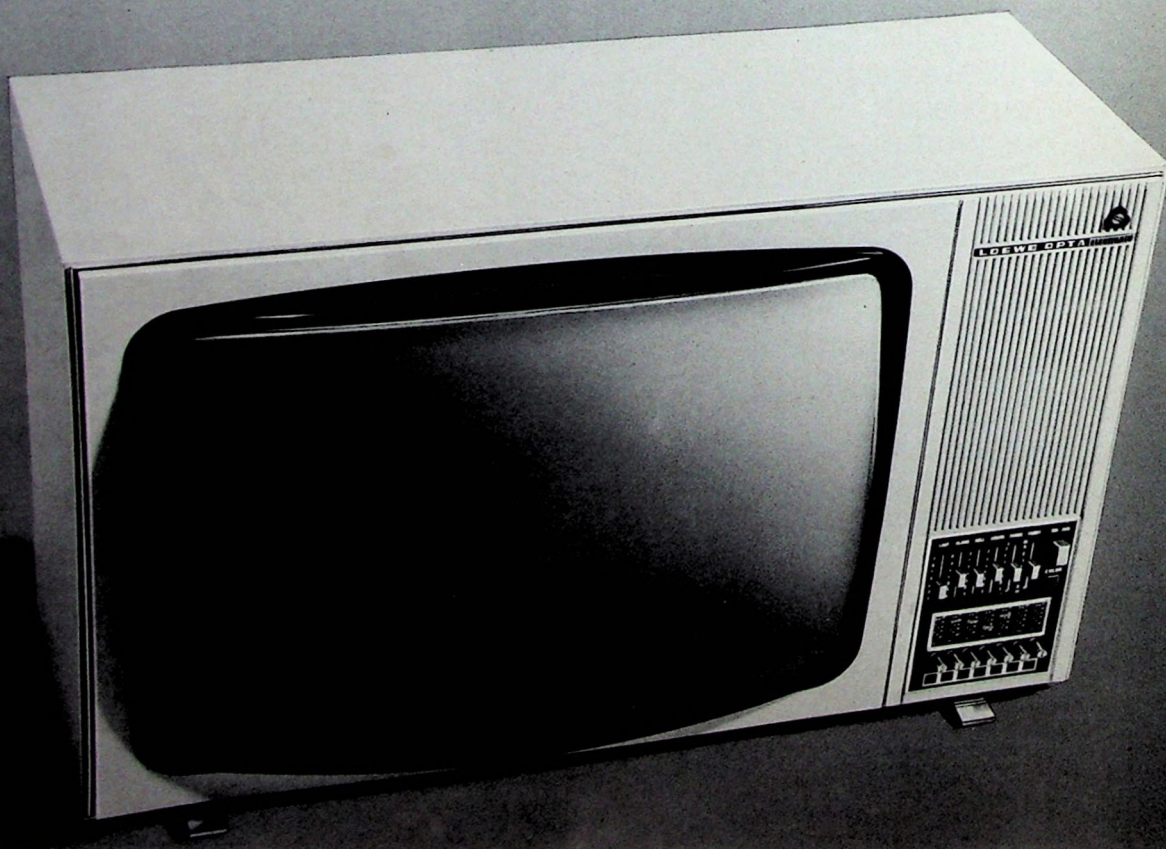
Ordern Sie rechtzeitig.

## Ein Loewe ist mehr.



Berlin – Kronach

# LOEWE OPTA





möglich ist, lassen sich die einzelnen Formen, ihre Farb- und Helligkeitskombinationen sowie ihr Bewegungsablauf immer wieder exakt wiederholen.

#### Potentialunabhängiger Stromwandler

Der Trend zu immer höheren Spannungen in Energieübertragungssystemen erschwert die Konstruktion konventioneller Stromwandler erheblich. Daher wurde im Brown Boveri-Forschungszentrum die Laborausführung eines unkonventionellen Stromwandlersystems realisiert, dessen Funktionsweise vollkommen unabhängig vom Potential der Übertragungsleitung ist. Das wesentliche Merkmal des neuen Wandlerprinzips besteht darin, daß die Verbindung zwischen Meßstelle (Leitung) und Erdboden auf optischem Wege – vorzugsweise mit einem Laser – erfolgt. Das Magnetfeld des Stromleiters (im Bild 2 durch eine Luftspule simuliert) verursacht auf Grund des Faraday-Effekts in einem magneto-optischen Element, das hier im Inneren der Spule angeordnet ist, eine stromproportionale Drehung des auf die Polarisationssebene fallenden linear polarisierten Lichts. Als magneto-optisches Element wird für Ausführungen mit infrarotem Licht ein Granat-Kristall und für sichtbares Licht ein Stück Flintglas benutzt. Die im Bild 2 gezeigte Ausführung verwendet als Lichtquelle einen Helium-Neon-Laser (unten rechts) mit der Wellenlänge  $0,6328 \mu\text{m}$ , dessen Strahlung über

optische Faserleitungen vom Erdboden zum Hochspannungsleiter und wieder zurück geführt wird. Im Bild 2 sind die Faserleitungen im Vordergrund rechts erkennbar; in einer praktischen Ausführung würden sie jedoch in das Innere des Hochspannungsisolators verlegt werden. Der zurückgeführte Licht-

strahl, dessen Polarisationssebene sich im Takt des Leitungsstroms dreht, wird elektronisch demoduliert. Auf diese Weise entsteht ein elektrisches Signal, das eine getreue Nachbildung des Leitungsstroms darstellt, und zwar sowohl bei Gleich- als auch bei Wechselströmen.

### ... und vor 50 Jahren

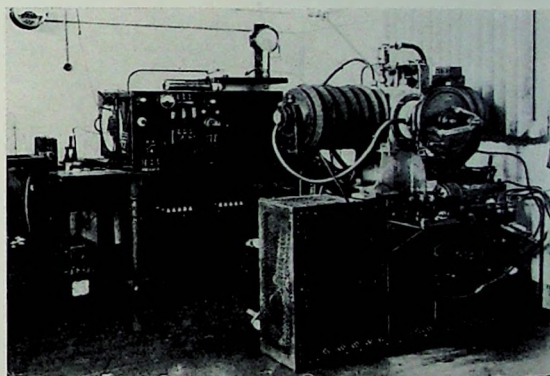
#### Erste Rundfunksendung am 22. 12. 1920

Die ersten Funkanlagen waren nur imstande, Telegrafenzeichen zu senden, doch im Jahre 1910 begann man mit Versuchen, auch Sprache zu übertragen. Zur Modulation des Senders wurden die damals üblichen Kohlekörnermikrofone verwendet. Sie lagen direkt im Antennenkreis des Senders und mußten, weil es noch keine Mikrofonverstärker gab, mündlich besprochen werden, damit man den direkt hindurchfließenden Hochfrequenzstrom ausreichend beeinflussen konnte. Wenn allerdings dabei die Nase des Sprechers

Poulsen-Longwellensender in Königswusterhausen fortgesetzt, dessen Aufbau ihm den Scherznamen „Kistenstation“ eintrug. Man sendete zunächst nur Sprache, später auch Musik von Schallplatten. In- und ausländische Postdienststellen, aber auch viele Funkamateure empfingen die Darbietungen mit primitiven Detektorapparaten und Kopfhörern.

Als „erste Rundfunksendung in Deutschland“ ging das vor 50 Jahren am 22. Dezember 1920 ausgestrahlte Weihnachtskonzert in die Geschichte ein. Das

4-kW-Lichtbogensender von Lorenz, mit dem am 22. 12. 1920 das historische Weihnachtskonzert ausgestrahlt wurde



mit dem Mikrofon in Berührung kam, führte die hohe Senderspannung zu leichten Verbrennungen, doch nahmen die Pioniere der Funktechnik derartige Zwischenfälle in Kauf. Das änderte sich mit der Pungs-Drossel, die Professor Pungs als Mitarbeiter der C. Lorenz AG, einer Stammfirma der heutigen Standard Elektrik Lorenz AG, erfand. Sie gestattete es erstmals, Sender großer Leistung mit Sprache zu modulieren, ohne den Sprecher zu gefährden. Nach Unterbrechung durch den ersten Weltkrieg wurden die Telefonversuche mit einem 4 kW starken

„Orchester“ bestand aus zwei Mann mit Harmonium und Geige. Die Geige spielte der damalige Inspektor Schwarzkopf, später Leiter des Senderhauses Zeesen. Begeisterte Hörerzuschriften kamen aus England, Holland, Luxemburg und den nördlichen Staaten. Der Rundfunk in Deutschland war aus der Taufe gehoben. Offiziell begann der Rundfunkbetrieb am 29. Oktober 1923 mit der Indienststellung des Berliner Mittelwellensenders im Voxhaus, den die Reichspost aus vorhandenem Material selbst zusammengebaut hatte.

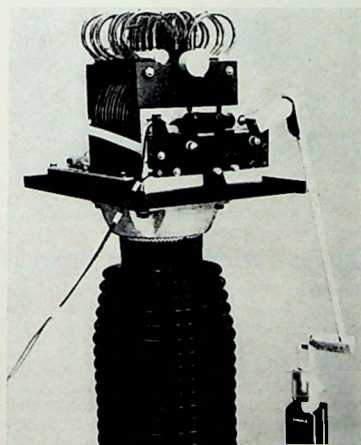


Bild 2. Versuchsaufbau eines optisch-elektronischen Stromwandlers zur potentialfreien Messung des Stroms in Übertragungsleitungen höchster Spannung mit Hilfe eines Helium-Neon-Lasers

## Es gibt jemand, der Ihnen zur Hand geht, wenn Transistoren Überhand nehmen.

 **Heninger  
Servix**



## Externer LMO „SB-640“

Der seit einiger Zeit als Bausatz oder als Fertiggerät erhältliche Linear Master Oszillator (LMO) „SB-640“ von Heathkit (Bild 1) erweitert die Betriebsmöglichkeiten des SSB/CW-Transceivers „SB-101“. Man kann mit dem eingebauten LMO des Transceivers, mit dem externen LMO oder auf zwei verschiedenen Quarzfrequenzen echten Transceiver-Betrieb abwickeln. Außerdem ist es möglich, mit dem externen LMO zu

frequenz ist parallel zu jedem Quarz ein 50-pF-Trimmer angeordnet (C 9, C 10). Über den Übertrager L 1, L 2 gelangt das Signal zum Schalter S 1, mit dem man von Quarz- auf LMO-Betrieb umschalten kann.

### Zusammenschaltung von „SB-640“ und „SB 101“

Sämtliche Bauelemente einschließlich Mehrfachbuchse sind Bestandteile des externen LMO. Zunächst montiert man die Mehrfachbuchse an der Rückwand des Transceivers „SB-101“ und verdrahtet sie nach den Angaben des Bauheftes. Diese Arbeiten sind auch bei einem betriebsfertig gelieferten externen LMO notwendig. Die Zusatzverdrahtung erstreckt sich auf die Spannungsversorgung und auf die Einspeisung des vom externen LMO gelieferten HF-Ausgangssignals.



Bild 1. Ansicht des externen LMO „SB-640“

Bild 2. Schaltung des externen LMO mit Quarz-oszillator

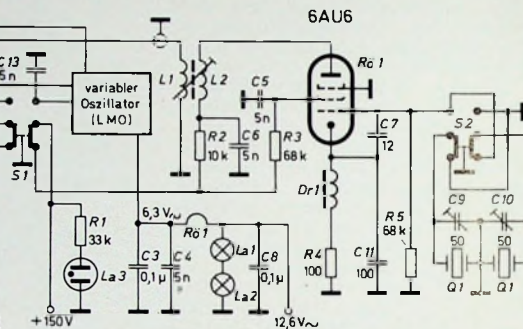
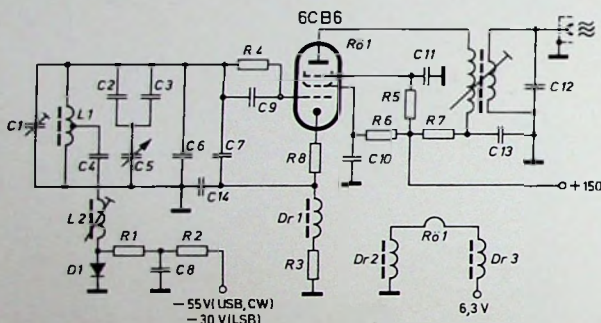
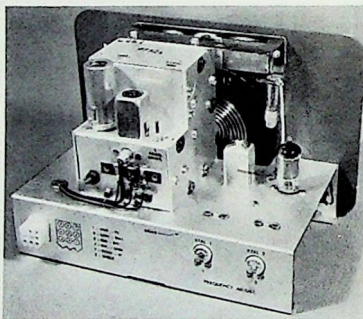


Bild 3. Schaltung des LMO-Bausteins

Bild 4. Blick auf das Chassis des externen LMO „SB-640“



senden und mit dem Transceiver-LMO zu empfangen. Alle genannten Betriebsarten lassen sich ohne Umstecken von Kabeln durch entsprechende Schalter an den Frontseiten des „SB-101“ und des „SB-640“ wählen.

### Schaltungseinzelheiten

Die Schaltung des „SB-640“ umfaßt einen variablen Oszillator und einen Quarzoszillator (Bild 2). Die notwendigen Versorgungsspannungen werden über ein Mehrfachkabel dem Transceiver „SB-101“ entnommen. Ferner ist eine HF-Verbindung zwischen beiden Geräten über ein Koaxialkabel erforderlich.

Nach Umschalten an der Frontplatte des Transceivers wird die Versorgungsspannung von +150 V an den variablen Oszillator (LMO) gelegt. Jetzt leuchtet die Glühlampe La 3 auf, und die Frequenz des Transceivers wird vom externen LMO bestimmt, denn sein HF-Ausgangssignal gelangt zur ersten und zweiten Empfängerstufe.

Der Quarzoszillator mit der Pentode 6AU6 arbeitet in Colpitts-Schaltung. Mit dem Schalter S 2 kann jeweils ein Quarz an den Gitterkreis der Röhre geschaltet werden. Für das Nacheichen der Quarz-

Der LMO-Baustein (Bild 3) wird fertig verdrahtet und abgeglichen geliefert. Der Schwingkreis ist temperaturkompensiert (C 2, C 3) und läßt sich mit dem Drehkondensator C 5 abstimmen. An die Schwingkreisspule L 1 ist die Antenne zur Seitenbandumschaltung angekoppelt. Die Schaltspannung vom Transceiver sperrt oder schaltet die Diode D 1 durch. Bei leitender Diode liegt die Spule L 2 über den Kondensator C 4 der unteren Teilwicklung von L 1 parallel.

### Konstruktiver Aufbau

Aus Bild 4 geht der Innenaufbau des Gerätes mit dem LMO als Hauptbaustein hervor, der auch in der Bausatzausführung als Einbaublock verdrahtet und abgeglichen geliefert wird. Rechts ist der Quarzoszillator angeordnet. Im Vordergrund erkennt man hinter den Trimmern die beiden Quarzfassungen und dahinter die Röhre 6AU6 mit dem Übertrager L 1, L 2.

In der Frontplattengestaltung, den Abmessungen des Gehäuses und der Abstimmungsskala paßt sich der externe LMO dem SSB-Transceiver „SB-101“ und dem Stationslautsprecher „SB-600“ mit eingebautem Netzteil an.

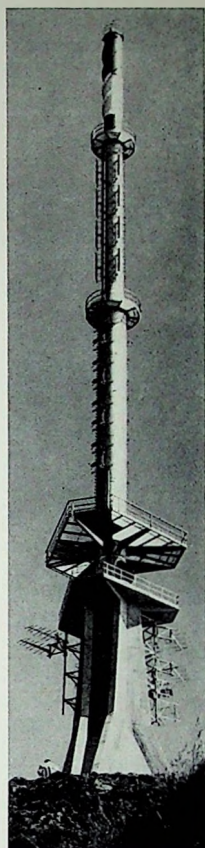
In der Amateurfunkpraxis erweist sich der externe LMO „SB-640“ in Verbindung mit dem Transceiver „SB 101“ als nützliches Hilfsgerät. Verschiedene Stationen in selten zu arbeitenden Ländern ziehen heute noch den Send- und Empfangsbetrieb auf getrennten Frequenzen vor, da dann die eigenen Sendungen durch dazwischenrufende Stationen nicht mehr gestört werden. Aber auch wenn man eine seltene Station erreicht hat, die gerade Funkverkehr mit zahlreichen anderen Stationen abwickelt, so daß man längere Zeit warten muß, bis man an der Reihe ist, erlaubt der externe LMO ein Absuchen des Bandes, ohne die eingestellte Transceiver-Frequenz zu verlieren. Man braucht nur auf Transceive-Betrieb umzuschalten, ohne nachstimmen zu müssen, wenn die seltene Station für Anrufe wieder aufnahmebereit ist. Wenn der externe LMO richtig abgeglichen und die Skala sorgfältig justiert wurde, stimmen die Frequenzangaben der externen LMO- und der Transceiver-Skala überein. Man kann daher die Frequenz einer mit dem LMO empfangenen Station auf der LMO-Skala genau ermitteln.

Werner W. Diefenbach



## Eurovisionssender auf dem Kitzbüheler Horn in 2000 m Höhe

Die gebirgige Landschaft Österreichs macht die Vollversorgung der Bevölkerung mit den Hörfunk- und Fernsehprogrammen besonders schwierig. Bis 1972 wird zur Erreichung dieses Zieles noch eine Vielzahl von Sendern errichtet werden müssen. Einer davon ist der UKW- und Fernsehsender auf dem 1989 m hohen Kitzbüheler Horn, den Ingenieure und Techniker von AEG-Telefunken im Auftrage des Österreichischen Rundfunks (ORF) bauten. Hinter der Terrasse des Gipfelrestaurants reckt sich dort oben die 85 m hohe Doppelantenne in den Himmel; sie, die erste Antenne ihrer Art, ist einer der ungezählten „Brückenpfeiler“ im großen Netz der Eurovision. Architektonisch wurde diese Bergstation als ein Stahlbetonbauwerk ausgelegt, dessen Basis zu einem Dreieck ausgebildet ist, das die technischen Einrichtungen enthält und den Sendemast trägt. Da selbst Anlagen in der Größe des Kitzbüheler Hornes nicht ständig mit



Fernseh-  
Sendeantenne  
Bereich IV,  
2. Programm

Fernseh-  
Sendeantenne  
Bereich III,  
1. Programm,  
Achterfelder

UKW-  
Sendeantenne  
Bereich II,  
1., 2. und 3.  
Hörfunk-  
Programm,  
Zweierfelder

Ballempfangs-  
antennen

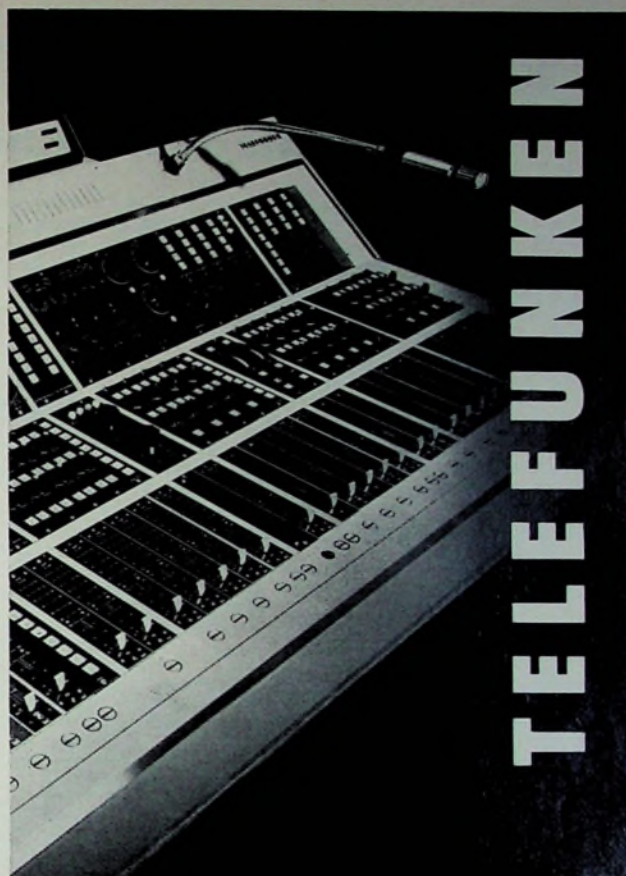
Personal besetzt werden können, wurde die Anlage für automatischen Betrieb ausgerüstet. Am unteren Teil des Stahlrohrturmes mit 2000 mm Durchmesser ist die UKW-Antenne angebracht. Der darüber befindliche Teil des Turms mit 1500 mm Durchmesser trägt die Fernseh-Antenne Bereich III. In dem darüber angebrachten Kunststoffrohr aus glasfaserverstärktem Epoxiharz von 9600 mm Länge und 1500 mm Durchmesser befindet sich die Bereich-IV-Antenne. Das Kunststoffrohr ist mit einer Stahlabschlußhaube abgedeckt, die gleichzeitig als Blitzschutz dient und die Flugzeugwarnbeleuchtung trägt.

## 50 Jahre VDE-Prüfstelle im Dienste der Sicherheit

Ihren 50. Geburtstag feierte am 11.11.1970 die Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Offenbach. Ihre Entstehung verdankt die Prüfstelle der Tatsache, daß zu Beginn dieses Jahrhunderts immer häufiger Klagen über die Minderwertigkeit und Gefährlichkeit elektrischer Erzeugnisse laut wurden. Die bis dahin durchgeführten Prüfungen elektrischer Apparate beschränkten sich auf einzelne Fälle, deren sich zum Beispiel die Physikalische Reichsanstalt annahm. Immer lauter wurde bei Herstellern und Verbrauchern der Wunsch nach einer Kontrolle des Marktes für elektrotechnische Geräte. Im Jahre 1911 wurde eine Schutz- und Prüfvereinigung „zur Hebung der Fabrikation elektrotechnischer Installationsmaterialien durch Bekämpfung unlauteren Wettbewerbs und Verdrängung minderwertiger Erzeugnisse vom deutschen Markt“ gegründet. Aber die vorgesehene Einführung eines einheitlichen Prüfzeichens bereitete zunächst noch Schwierigkeiten, bis im Jahre 1913 das Gesetz über Warenzeichen auf Verbandszeichen erweitert wurde. Der Erste Weltkrieg verhinderte weitere Pläne zur Errichtung einer zentralen Kontrollstelle.

Erst Anfang November 1920 konnte die Prüfstelle in Berlin ihre Tätigkeit aufnehmen. 1931 bezog sie eigene Räume im VDE-Haus in Berlin. Nach Kriegsende mußte die Tätigkeit zunächst eingestellt werden. Im bescheidenen Umfang nahm dann die Prüfstelle ihre Arbeit wieder auf, zunächst in Wuppertal, später in Verbindung mit der Einrichtung einer Geschäftsstelle des wiedergegründeten VDE in Frankfurt. Als auch dort die Räume zu eng wurden, entschloß sich der Verband zum Bau eines eigenen Hauses, dem ein Gebäude für die Prüfstelle angegliedert wurde. Aber auch hier reichte der Raum bald nicht mehr aus, und es mußte in Offenbach ein Neubau errichtet werden, der jetzt im Jubiläumsjahr um einen zweiten Bauabschnitt erweitert wurde.

Die Tätigkeit der Prüfstelle umfaßt Prüfungen für das VDE-Zeichen, Prüfungen der Funkstörung, Gütebestätigung von Bauelementen der Elektronik sowie allgemeine Untersuchungen.



TELEFUNKEN

**Weil wir Tonregie-Anlagen  
nach Maß bauen,  
bekommen Sie bei uns auch  
die beste „Maßkonfektion“.**

In allen Teilen der Welt haben wir den individuellen Anforderungen gemäß individuelle Anlagen gebaut. Deshalb wissen wir, worauf es ankommt. So haben wir unsere Maßarbeit auch standardisieren können.

Alle Vorteile unserer Maßarbeits-Konzeption stecken auch in unseren Standard-Anlagen:  
Kompaktbauweise  
Übersichtlicher Aufbau  
Studio-Steckkarten-Technik  
(V 300 und V 600-Technik)  
Einfache Ersatzteil-Haltung  
(Standardisierte Verstärkertypen V 672 und V 676)  
Problemloser, schneller Service.

TELEFUNKEN-Tonregie-Anlagen stehen in den Studios der ARD, des ZDF und überall in der Welt.

**Alles spricht für TELEFUNKEN**





# Elektronischer Schalter

## Technische Daten

2 gleiche Kanäle  
 Frequenzbereich: 5 Hz ... 8 MHz  
 Meßbereiche umschaltbar für maximale Eingangsspannungen:  
 3, 10, 30, 100, 300 V<sub>ss</sub>  
 Verstärkung: < 1  
 Übersprechdämpfung:  
 40 dB bei 8 MHz  
 Strahlverschiebung:  
 Kontinuierlich durch Regler einstellbar  
 Umschaltfrequenzen: 5 kHz und 85 kHz  
 Stromversorgung: 220 V<sub>~</sub>  
 Bestückung:  
 11 Transistoren (6 × BC 109,  
 5 × BC 108)  
 4 Halbleiterdioden (2 × BA 112, 2 × BAY 17)  
 1 Z-Diode (Z 18)  
 Aufbau:  
 auf Resopalplatte, 235 mm × 110 mm  
 Zweckmäßiges Einbaugeschäube:  
 Leistner „Nr. 77 a“

Mit dem im folgenden beschriebenen elektronischen Schalter sollen zwei Schirmbilder auf dem Schirm eines Einstrahl-Oszillografen sichtbar gemacht werden<sup>1)</sup>. Ein solches Hilfsgerät ist heute vor allem beim Service von Stereo- und Fernsehempfängern nützlich. Beim Farbfernsehempfängerservice ist es möglich, PAL-Laufzeitdemulator, Burstaufastung, Farbdifferenz- und

<sup>1)</sup> s. a. Balzer, K.-J.: Zweifachschalter als Vorsatz zum Einstrahl-Oszillograf. Funk-Techn. Bd. 25 (1970) Nr. 2, S. 61-62

RGB-Endstufen auf einfache Weise zu überprüfen.

Der Frequenzbereich des elektronischen Schalters wurde für 5 Hz ... 8 MHz ausgelegt. Insgesamt sind fünf umschaltbare Bereiche für maximale Eingangsspannungen von 3, 10, 30, 100 und 300 V<sub>ss</sub> vorhanden. Die Übersprechdämpfung erreicht 40 dB bei 8 MHz, die Verstärkung ist < 1. Die Strahlverschiebung läßt sich kontinuierlich durch Regler einstellen. Die Schaltfrequenz kann von 85 kHz auf 5 kHz umgeschaltet werden.

## Schaltungseinzelheiten

Der elektronische Schalter führt die beiden darzustellenden Signale abwechselnd dem Oszillografen zu, wobei die Umschaltung durch eine sehr genaue Rechteckspannung mit kurzen Anstiegs- und Abfallzeiten gesteuert wird. Die Zeitablenkung des Oszillografen wählt man wie üblich entsprechend der Frequenz des darzustellenden Vorgangs, während die Umschaltfrequenz des elektronischen Schalters so einzustellen ist, daß möglichst durchgehende Kurvenzüge abgebildet werden.

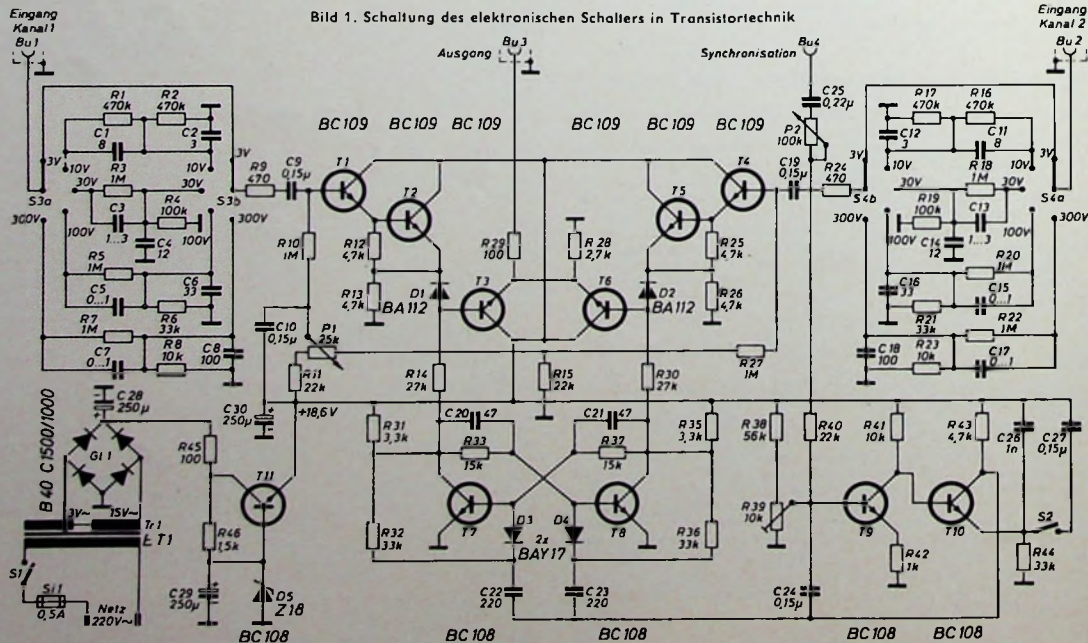
Das Rechtecksignal wird von dem bistabilen Multivibrator T7, T8 erzeugt, den der astabile Multivibrator T9, T10 steuert (Bild 1). Um sowohl tiefe als auch hohe Frequenzen oszillografieren zu können, läßt sich die Umschaltfrequenz von 85 kHz auf 5 kHz umschalten. Ein zweistufiger Emittorfollower macht den Eingang hochohmig. Eingangswiderstand und Eingangskapazität des Abschwächers wurden für möglichst geringen Verlustfaktor dimensioniert.

Der astabile Multivibrator mit den Transistoren T9 und T10 erzeugt eine Sägezahnspannung. Wenn das Gerät

eingeschaltet wird, lädt sich der Kondensator C26 (beziehungswise C27) über den Widerstand R44 auf. Je größer der Widerstand und der Kondensator bemessen werden, um so länger dauert die Ladezeit. Während der Ladezeit sperrt der Spannungsabfall an R44 den Transistor T10. T9 ist dabei geöffnet. Nach beendeter Aufladung wird der Transistor T10 geöffnet, über den sich dann der Kondensator C26 (C27) entlädt. Der dabei am Kollektor von T10 auftretende negative Impuls gelangt über C24 zur Basis von T9 und sperrt diesen Transistor, bis die Entladung des Kondensators beendet ist. Die Rückkopplung über C24 sorgt dafür, daß die Sperrung und die Öffnung der beiden Transistoren schlagartig erfolgen. Amplituden- und frequenzbestimmend ist neben dem RC-Glied R44, C26 (C27) auch der Basisspannteiler R39 mit dem Begrenzungswiderstand R38. Die Widerstände R41, R42, R43 und R44 begrenzen den Kollektorstrom und stabilisieren die Frequenz. Soll die Frequenzeinstellung stetig regelbar sein, dann schaltet man ein 100-kOhm-Potentiometer in Reihe mit dem Emittierwiderstand R44. Der Generator läßt sich über die Buchse Bu 4 synchronisieren. Den Grad der Synchronisation regelt man mit dem Potentiometer P2. Der Vorwiderstand R40 schützt T9 vor Übersteuerung, und C25 trennt etwaige Gleichspannungsanteile ab.

Der bistabile Multivibrator T7, T8 schaltet wegen der Gleichstromrückkopplung extrem schnell von einem Schaltzustand in den anderen. Die Umschaltung ist aber nur möglich, wenn er mit entsprechend kurzen und starken Impulsen angesteuert wird. Die Impulse, die der astabile Generator am Kollektor des Transistors T10 liefert, werden über C22 und C23 zugeführt. Ist beispielsweise T8 gesperrt und T7 geöffnet, so wird T7 durch einen negativen Impuls an seiner Basis gesperrt. An der Diode vor der Basis des geöffneten Transistors liegt vor dem Eintreffen

Bild 1. Schaltung des elektronischen Schalters in Transistorstechnik





# SANYO FÜR LEBENS LustIGE



## Der «Schwenkbare», unser neuester Hit

Tragbares Fernsehgerät, 360° schwenkbar.

Modernes Kunststoffgehäuse in den Farben Schwarz, Rot, Weiss.

VHF/UHF, 220/12V. 25-cm-Bildröhre,

8/13 cm Oval-Lautsprecher.

BxHxT=30,2x26,8x25,6 cm; 6,6 kg.

Verlangen Sie unseren Spezialprospekt.



# SANYO

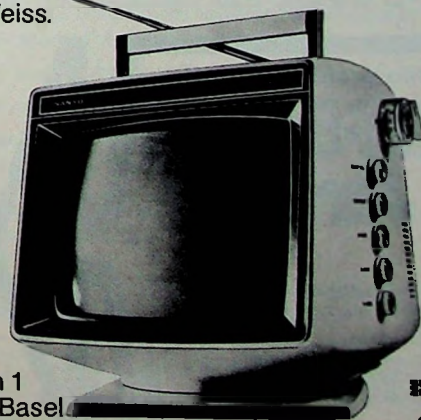
Vertretungen in

Deutschland: Perfect GmbH, 7850 Lörrach Baslerstrasse 7e

Österreich: Interpan, Marek & Co, Kramergasse 5, 1010 Wien 1

Schweiz: Buttschardt-Electronic, Lindenhofstrasse 32, 4000 Basel

Niederland: NV. Ingenieursbureau Connector, Prinsengracht 634, Amsterdam C



he u



des Schaltimpulses praktisch keine Spannung, denn ihre Katode ist über 33 kOhm (R 32, R 36) mit dem Kollektor dieses Transistors verbunden. Ein negativer Impuls wird daher voll zur Basis des geöffneten Transistors übertragen und sperrt ihn. Die andere Diode ist dabei gesperrt, weil ihre Katode auf hohem Potential liegt. Den Widerständen R 33 und R 37 sind Kondensatoren zum Erhöhen der Umschaltgeschwindigkeit parallel geschaltet. Die Emittoren von T 7 und T 8 haben Masseverbindung.

Die Umschalttransistoren T 3, T 6 arbeiten als Emittterfolger. Ihre Verstärkung für die Eingangsspannung ist daher  $< 1$ . Über die Widerstände R 14, R 30 wird das jeweils um  $180^\circ$  phasenverschobene Rechtecksignal angekoppelt. Der jeweils positiv angesteuerte Transistor schaltet die Eingangsspannung zum Ausgang durch. Am gemeinsamen Emittteranschluß von T 3 und T 6, der über R 28 an Masse liegt, wird das Signal über den 100-Ohm-Schutzwiderstand R 29 abgegriffen.

Der Eingangsspannungsteiler ist frequenzkompensiert. Die ohmschen Widerstände des RC- und CR-Gliedes ergeben zusammen etwa 1 MOhm. Dieser hohe Eingangswiderstand garantiert ein unverfälschtes Meßergebnis. Gleiches gilt auch für den kapazitiven Widerstand. Je nach Schalterstellung schwankt der Wert zwischen 10 und 35 pF. Der Abgleich der Kapazitätswerte muß mit einem Rechteckgenerator bei nicht zu niedriger Frequenz erfolgen.

Vom Abschwächer gelangt das Eingangssignal zu dem zweistufigen Emittterfolger mit den Transistoren T 1, T 2 (beziehungsweise T 4, T 5). Die Gesamtverstärkung dieser Stufen ist  $\approx 1$ . Vom Emittter von T 2 wird das Signal über D 1 der Basis des Umschalttransistors T 3 zugeführt. D 1 ist immer dann leitend, wenn T 7 gesperrt ist. Führt dagegen T 7 Strom, so wird D 1 gesperrt, und das Signal kann nicht zur Basis von T 3 gelangen. Die Koppelkondensatoren C 9 und C 19 dürfen nicht zu klein sein, damit die tiefen Frequenzen nicht unterdrückt werden. Wenn die Emittterfolger über den Koppelkondensator niederohmig an Masse liegen, entstehen Spannungsrückwirkungen vom bistabilen Multivibrator her, und die hochohmige Eingangsstufe beginnt dann zu schwingen. Diese Erscheinung tritt

bei den Stellungen 100 V<sub>ss</sub> beziehungsweise 300 V<sub>ss</sub> des Eingangsspannungsteilers wegen der dabei niederohmigen Abschlußwiderstände auf. R 9 und R 24 unterdrücken die Schwingneigung. Den gleichen Zweck erfüllt C 10, der die Basisvorspannung von T 1 glättet, die sich mit P 1 regeln läßt, um eine Strahlverschiebung und damit die Trennung der beiden auf dem Oszilloskopschirm dargestellten Kurven zu erreichen. Eine besondere Glättung der Basisvorspannung von T 4 ist nicht notwendig, da sich diese Vorspannung nicht variieren läßt. Die erreichbare Übersprechdämpfung hängt vom mechanischen Aufbau ab; sie ist beim Mustergerät 40 dB.

Das stabilisierte Netzteil ist verhältnismäßig einfach aufgebaut. Der Netztransformator Tr 1 (Engel „ET 1“) liefert sekundär durch Reihenschaltung von zwei getrennten Wicklungen 18 V<sub>~</sub>. Dabei ist die zweite Wicklung bei 3 V<sub>~</sub> angezapft. Bei der Reihenschaltung der Wicklungen ist auf die richtige Polung der Anschlüsse zu achten. Die vom Brückengleichrichter G 1 abgegebene Gleichspannung erreicht am Ladekondensator C 28 etwa 26 V. Die Z-Diode D 5 liefert die Referenzspannung für die Stabilisierungsschaltung. Die Elektrolytkondensatoren C 29 und C 30 verringern die Brummspannung.

(Schluß folgt)

## Hilfsmittel für den Service

Der Besucherherandring an den Ständen der Meßgeräte-Hersteller auf der Funkausstellung in Düsseldorf, an denen die Einsatzmöglichkeiten der Service-Meßgeräte im Reparatur- und Abgleichfall demonstriert wurden, zeigte, wie stark das Interesse ist, die Service-Werkstätten auf dem neuesten Stand der Technik zu halten. Dabei fanden aber auch die Neuheiten „am Rande“ Beachtung, mit denen die Service-Techniker angesprochen wurden. Hierzu gehört beispielsweise die Leuchtblille „899“ von Philips, mit der die Reparaturstellen ausgeleuchtet werden können, ohne daß die Hände in Anspruch genommen werden müssen. Am Brillenrand sind außen zwei 2,2-V-Lämpchen mit Reflektoren angebracht; die Lämpchen werden aus zwei 1,5-V-Batterien gespeist, die in einem Batteriekästchen untergebracht sind. Das Verbindungskabel zwischen Batteriekästchen und Brille ist 90 cm lang. Die Leuchtblille, eine Reparaturhilfe für unterwegs und für die Reparaturwerkstatt, kann auch von Brillenträgern verwendet werden.

Ebenfalls von Philips wurde ein flüssiges Lötharz „815 DRD“ angeboten. Hierbei handelt es sich um ein Flußmittel, das sämtliche Lötarbeiten, besonders aber das Absaugen überflüssigen Lötzinns mit der Entlötpistole erleichtert. An der Schraubkappe des Behälters ist ein Glasstab befestigt, der zum Auftragen des Flußmittels dient. Zum Reinigen schwer zugänglicher Stellen, zum Beispiel zum Entfernen von Ölresten und Abriebsstoffen bei Phono- und Tonbandgeräten, liefert der Philips-Service Reinigungstäbchen, die an beiden Enden Zell-

stoffwickel tragen. Diese Reinigungstäbchen sind in Beuteln zu 20 Stück oder in Plastikbechern zu 100 Stück erhältlich.

Zur Kontrolle der Bandgeschwindigkeit und gleichzeitig zur Justierung der Spaltstellung von Aufnahme/Wiedergabe-Köpfen von Cassetten-Tonbandgeräten dient die Meßband-Cassette „4822/397/30005“ von Philips. Auf dem Band sind in Vollspeer die Frequenz 6300 Hz sowie 800-Hz-Ton-Bursts aufgezichnet. Die Dauer der Bursts beträgt 0,5 s und ihr zeitlicher Abstand 100 s. Zur Kontrolle der Bandgeschwindigkeit kann man die Abstände zwischen zwei 800-Hz-Bursts mit der Stoppuhr messen. Bei richtiger Bandgeschwindigkeit müssen die Bursts im Abstand von 100 s hörbar werden. Man kann aber auch aus einem Tongenerator einen Lautsprecher mit 6300 Hz steuern und die Tongeneratorfrequenz akustisch mit der vom Cassetten-Recorder wiedergegebenen 6300-Hz-Frequenz vergleichen. Zur Justierung der Spaltstellung des Aufnahme/Wiedergabe-Kopfes wird der Gehäusedeckel des Cassetten-Tonbandgerätes abgenommen, so daß die Justierschraube zugänglich ist. Der Kopf wird dann so eingestellt, daß die Lautstärke beziehungsweise die Ausgangsamplitude des 6300-Hz-Tons maximal ist.

Zur Reinigung der Tonköpfe von Magnetbandgeräten dient ein Reinigungsband. Für Cassetten-Recorder wird es in einer Compact-Cassette unter der Bezeichnung „811/CCT“ und für Spulen-Tonbandgeräte unter der Bezeichnung „811/CT“ auf einer Spule geliefert. Zum Reinigen der Tonköpfe genügt es, das gleichfalls von Philips angebotene Band zweimal durchlaufen zu lassen. Ki.

Neu erschienen

## RIM-Electronic Jahrbuch 71

Ein Nachschlagewerk über das gesamte RIM-Selbstbau-Programm.

Ein reichhaltiger Überblick über elektronische Bauelemente, sonstige einschlägige Artikel und Fachbücher.

Aus dem Inhalt:

Ober 100 Bausätze und Baugruppen aus den Gebieten der HF-, NF-, Meß- und Prüftechnik sowie aus der Elektronik.

■ Für den Anfänger: Feldeffekt-Transistor-Empfänger-Serie.

■ Neue Baugruppen für NF-Anwendungen.

■ Stereo-Mischpult mit integrierten Schaltungen und 6/3 Eingängen mit Flachbahnreglern.

■ Verzerrungsgerät mit 5 Klangreglern in Flachbahnreglerausführung.

■ Verstärkersystem 1004“ zum Selbstbau von Verstärkern mit 1-4 Eingängen und 100 W oder 40 W Ausgangsleistungen. Vollsiliziumtransistorisiert. Ein System zur praktischen Verwirklichung von Verstärkern „nach Maß“.

■ Flachtonsäulen.

■ Im Katalogteil über 25 000 elektronische Bauelemente und Teile aller Art mit zahlreichen Abbildungen, Maßskizzen u. a.

Format: 16,5 cm x 24 cm, 672 Seiten. Schutzgebühr DM 8,-.

Vorkasse bei Versand Inland DM 7,-, bei Ausland DM 8,50 (Postcheckkonto München 13 753); Nachn. Inland DM 7,80.

# RADIO-RIM

Abt. F2

8 München 15, Bayerstr. 25, am Hbf.  
Tel. (0811) 557221. Telex: 05 - 28 166 rarim-d

**RIM**  
electronic



Warum strebsame

## **Nachrichtentechniker Radartechniker Fernsehtechniker Elektromechaniker**

ihre Zukunft in der EDV sehen

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

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

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

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

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

Remington Rand GmbH Geschäftsbereich Univac  
6 Frankfurt (Main) 4, Neue Mainzer Straße 57  
Postfach 174 165

 SPERRY RAND

**UNIVAC**  
Informationsverarbeitung

## **Rundfunk- und Fernsehtechniker als AUSBILDER**

Die Ausbildung und Fortbildung unserer Mitarbeiter sowie die Heranbildung geeigneten Nachwuchses ist uns ein besonderes Anliegen. Wenn Sie über fundiertes Fachwissen verfügen, pädagogisch begabt sind und Freude daran haben, jungen Menschen das für ihren späteren Beruf notwendige Wissen zu vermitteln, bzw. Erwachsene fortzubilden, finden Sie in unserer Ausbildungsabteilung interessante Aufgaben.

Sie sollen im Stammwerk in Hildesheim oder in unserem Zweigbetrieb Landau die Ausbildung und Fortbildung von Elektromechanikern (Elektronik) oder Mechanikern und Werkzeugmachern übernehmen. Mindestalter: 25 Jahre.

## **Wir bilden Rundfunk- und Fernsehtechniker zum LABORTECHNIKER aus**

Im Herbst dieses Jahres beziehen wir unser neues Entwicklungszentrum. Damit verbunden ist auch der weitere Ausbau unserer Autoradio- und Fernsehgeräteentwicklung.

Tüchtige und strebsame Rundfunk- und Fernsehtechniker finden in diesen Bereichen interessante und vielseitige Aufgaben. Um die Einarbeitung zu erleichtern, nehmen Sie vor der Tätigkeit in der Entwicklung — oder auch in anderen Abteilungen unseres Unternehmens — an einem 6monatigen betrieblichen Techniker-Lehrgang teil. Während des Lehrgangs werden noch fehlende Fachkenntnisse und notwendige Spezialwissen vermittelt.

Der erste Techniker-Lehrgang beginnt am 4. 1. 1971.

Bei der Wohnraumbeschaffung sind wir behilflich.

Bitte, senden Sie uns Ihre Bewerbungsunterlagen mit handschriftlichem Lebenslauf.

BLAUPUNKT-WERKE GMBH  
Personalabteilung  
3200 Hildesheim  
Robert-Bosch-Str. 200  
Postfach



**BLAUPUNKT**

Mitglied der Bosch-Gruppe



# Zwei Jahre Übersee für Ingenieure und Techniker

die ihren Beruf lieben, sich vor neuen Aufgaben nicht fürchten, gern etwas von ihrem Wissen abgeben, in einer Welt, die dieses Wissen dringend braucht.

**2 Jahre** mit dem Deutschen Entwicklungsdienst (DED) in Afrika, Asien oder Lateinamerika. Lernen, ausbilden und arbeiten für den Fortschritt bei voller sozialer Sicherheit nach dem Entwicklungshelfergesetz.

**Nach 2 Jahren:** Erfahrung, Horizont, Weitblick, mehr Chancen im eigenen Land — und 5.600 DM bei der Rückkehr auf dem Konto — extra. Wehrpflichtige können vom Grundwehrdienst befreit werden.

Der DED bereitet Sie gründlich vor. Zuerst in Deutschland, dann im Ausland. Die nötigen Sprachkenntnisse werden Ihnen vermittelt. Bedingungen sind: mindestens 21 Jahre, ledig, deutsche Staatsangehörigkeit.

Für folgende Berufe hat der DED kurzfristig Projekte frei:

**Elektro-Ing.  
Nachrichten-Ing.  
Elektronik-Ing.  
Meß- und Regeltechniker  
Elektroniktechniker  
Elektrotechniker  
Radio- und TV-Techniker  
Elektriker**

Schreiben Sie an:

Deutscher Entwicklungsdienst (DED)  
Abt. F 27.47

53 Bonn/Bad Godesberg  
Truchseßstraße 100

## Erfolg mit

**AEG**



### Leiter der Abteilung „Elektrische Betriebsmittel“

Das Aufgabengebiet umfaßt die Entwicklung und Montage von Meß- und Prüfgeräten, Prüfautomaten und elektrischen Fertigungseinrichtungen sowie den Bau der elektrischen Steuereinrichtungen von mechanischen Betriebsmitteln. Wir erwarten für diese Position einen **Diplom-Ingenieur**, der mehrjährige Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung von elektronischen Baugruppen und Geräten besitzt. Geschick in der Führung qualifizierter Mitarbeiter und Organisationstalent werden vorausgesetzt. Für eine erste Kontaktaufnahme genügt ein kurzes Schreiben, aus dem die wesentlichen Merkmale Ihrer Berufstätigkeit ersichtlich sind, oder ein Anruf unter der Nummer (0731) 19 12 37.

**AEG-TELEFUNKEN**

79 Ulm (Donau)  
Söflinger Straße 100

In zwei Werken mit 300 Beschäftigten stellen wir Bauelemente für die Rundfunk- und Fernsehindustrie her. Für unsere Entwicklungsabteilung suchen wir einen

## Elektro-Ingenieur

der Fachrichtung HF- oder Nachrichten-Technik und einen tüchtigen

## Labor-Techniker

mit einer Ausbildung als Rundfunk- und Fernsehtechniker. Eine Laborpraxis ist erwünscht, aber nicht Bedingung, da wir alle Möglichkeiten der Einarbeitung bieten. Fachwissen, Einsatzbereitschaft und Wille zur Teamarbeit schätzen und honorieren wir besonders. Wir helfen bei der Wohnungsbeschaffung. Wenn Sie an einer Dauerstellung interessiert sind, bewerben Sie sich bitte und fügen Sie Zeugnisse und tabellarischen Lebenslauf bei.

**NEOSID Pemetzröder KG., 5894 Halver**  
Langenscheiderweg 26/30 — Postfach 344 — Telefon 0 23 53 / 27 41

## Verkaufsleiter

bisher Prokurist (Ein- und Verkauf) einer FS-, Rundfunk- und Elektrogerätegroßhandlung in Nordbayern mit über 30jähriger Branchen- und Markterfahrung, 49 Jahre, dynamisch, energisch, verantwortungsbewußt, verhandlungsgewandt und diktatsicher, sucht neuen Wirkungskreis ab 2.1.1971 im Großhandel oder einer Werksvertretung.

Erwartet wird gutes Betriebsklima, Lebensexistenz und leistungsgerechte Bezahlung.

Kontaktaufnahme unter F. Z. 8541



## Preiswerte Halbleiter 1. Wahl



AA 117	DM —,55	
AC 187/188 K	DM 3,45	
AC 192	DM 1,20	
AD 133 III	DM 6,95	
AD 148	DM 3,95	
AF 239	DM 3,80	
BA 170	DM —,60	
BAY 17	DM —,75	
BC 107	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 108	DM 1,10	10/DM 1,—
BC 109	DM 1,20	10/DM 1,10
BC 170	DM 1,05	10/DM —,95
BF 224	DM 1,75	10/DM 1,65
BRY 39	DM 5,20	10/DM 4,80
ZG 2,7 ... ZG 33	je DM 2,20	
1 N 4148	DM —,85	10/DM —,75
2 N 708	DM 2,10	10/DM 1,95
2 N 2219 A	DM 3,50	10/DM 3,30
2 N 3055	DM 7,25	10/DM 6,89

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

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

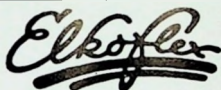


## Selbstbau- Orgeln

Nettoliste  
direkt von

## Electron-Music

Inh.: Wilcek & Gaul  
4951 Döhren 70 - Postf. 10/18



## Isolierschlauchfabrik

gewebehaltige, gewebelose, Glas-  
seldensilicon- und Silicon-Kautschuk-

## Isolierschläuche

für die Elektro-

Radio- und Motorenindustrie

Werk: 1 Berlin 21, Huttenstr. 41-44  
Tel: 03 11 / 391 70 04 — FS: 0181 885

Zweigwerk: 8192 Gartenberg / Obb.  
Rubezahlstr. 663

Tel: 081 71 / 600 41 — FS: 0526 330



## Achtung! Ganz neu!

Kleinzeiger-Ampere-meter  
mit Voltmesser.

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

nur 122,— DM + MW.  
mit eingeb. Ohmmesser  
(300 Ω) 188,50 DM + MW.

Elektro-KG - Abt. B 75  
6 Ffm. 60, A.E. Schlag 22

Prospekt  
FT 12 gratis.

## KARLGUTH

1 BERLIN 36

Dresdener Str. 121/122

## STANDARD- LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm

Lötösen 3 K 2

Lochmitte: Lochmitte 8 mm

Meterware: -selbst trennbar!

Modernst eingerichteter

Industriebetrieb

der Feinmechanik und Elektronik

im Raum Emmendingen/Baden

wird ab 1. Januar 1971

über freie Kapazität

für folgende Fertigungen verfügen:

## 1. Bausteinefertigung

## 2. Druckplattenfertigung

## 3. Montagefertigung

Selbstverständlich jeweils

mit modernster Fertigungsprüfung

(Betriebs- und Meßgerätelabor).

Zuschriften erbeten unter F. C. 8544

## Infolge verschiedener Produktänderungen verkaufen wir gegen Höchstgebot:

### Kohleschichtwiderstände (Vitrohm)

270 KΩ, 1/8 W, 5%	Menge	154.000
3,6 KΩ, 1/8 W, 5% MBT	Menge	30.000
10 KΩ, 1/8 W, 5% MBT	Menge	40.000
220 Ω, 1/8 W, 5% MBT	Menge	30.000
390 Ω, 1/8 W, 5% MBT	Menge	30.000

### Tantal-Kondensatoren

1,5 µF/35 V	Ero-Tantal	Menge	6.000
3,3 µF/20 V	Valvo	Menge	47.000
6,8 µF/25 V	Valvo	Menge	3.200
2,2 µF/25 V	Valvo	Menge	4.000
2,2 µF/16 V	Valvo	Menge	4.000

### Ker. Kondensatoren

10.000 pf — 20 + 80%, 16 V	Menge	200.000
GFo 606, Resista		

### Engel-Transformatoren

Menge 8.000  
NT-Ei 48, Prim. 110/220 V, Sek. 29 V/0,  
15 A, Serien-Parallel-Schaltung, 2-Kammern-  
Ausführung für Druckschaltung

Angebote an:

**Hans Kolbe & Co., Abt. MW**

3202 Bad Salzdetfurth, Postf. 49, Telefon 0 50 63/8 92 56

# MASCOT

## Stromversorgungs- einheiten



### Netzteile für Batterie-Geräte

Typ	Eing.	Ausgang
684	220 V ~	7,5/9 V ~, 0,5 W
646	220 V ~	6-12 V ~, 2,4 W
696	220 V ~	7,5-15 V ~, 4,8 W
682	220 V ~	6-12 V ~, 12 W

### Gleichspannungs- wandler

Typ	Eing.	Ausgang
692	6 V ~	12 V ~, max. 2 A
695	24 V ~	12 V ~, max. 1 A

### Minilader

Typ	Eing.	Ausgang
691	220 V ~	20/50 u. 100 mA

Mascot - Stromversorgungseinheiten sind in ganz Skandinavien wegen ihrer großen Betriebssicherheit und guten Stabilität bekannt. Alle Netztransformatoren werden mit 4000 V, 50 Hz geprüft. Technische Daten sind auf Anfrage erhältlich.

NB. Für Großverbraucher können Spezialausführungen geliefert werden.



**MASCOT ELECTRONIC A/S**

Fredrikstad Norge - Telefon (031) 11 200

## Elektronik- Bastelbuch gratis!

für Radio- und Elektronikbastler und alle, die es werden wollen. Bastelvor-schläge, praktische Tips, Bezugsquel-lennachweis. Kostenlos erhältlich bei  
**TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33 BE 6**

Hans Kaminsky

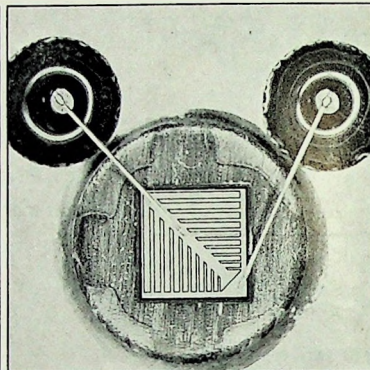
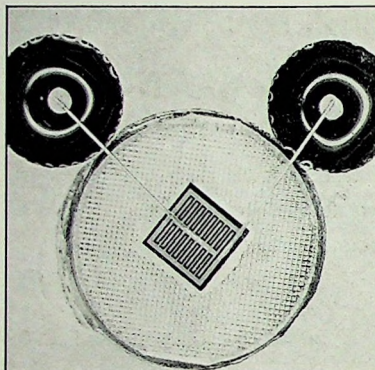
Spezialröhren, Rundfunk-röhren, Transistoren, Di-oden usw., nurfabrikneue Ware, in Einzelstücken oder größeren Partien zu kaufen gesucht.

8 München-Solln · Spindlerstr. 17



## BU 105

## BU 108



# Zwei Transistoren für die Zeilenablenkung in Schwarzweiß- und Farbfernsehempfängern

Das Besondere an den Transistoren BU 105 und BU 108 ist die hohe Kollektor-Sperrspannung von 1,5 kV in Verbindung mit sehr kurzen Schaltzeiten (z. B. Abfallzeit = 0,75  $\mu$ s).

Die übrigen Grenz- und Kenndaten wurden auf die Anwendung in einer Hochvolt-Zeilenablenkschaltung abgestimmt. Die mit dem Hochvoltkonzept verbundenen niedrigen Ströme erlauben einen besonderen Schaltungskniff: Die Basis-Kollektor-Diodenstrecke konnte so ausgelegt werden, daß sie zu Beginn des Zeilenhinlaufs die Funktion der sonst üblichen Paralleldiode übernimmt. Dieses führt zu einer außerordentlich wirtschaftlichen Lösung für die Zeilenendstufe.

Bei gleicher Kollektor-Sperrspannung unterscheiden sich der BU105 und der BU108 in den Grenzwerten für Kollektor- bzw. Emitter- und Basisstrom. Der Kollektorstrom beträgt 2,5A für den BU105 und 4,5A für den BU108.