

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

7 | 1968

1. APRILHEFT

mit Elektronik-Ingenieur

**Kosten senken  
mit**

# Meßgeräten



**oder mit**

**GRUNDIG Fernauge® für  
Industrie, Handel, Medizin, Verkehr  
GRUNDIG Digitalgeräten und  
-Anlagen  
Numerischen Steuerungen  
für Werkzeugmaschinen**

Sie brauchen

**Fachleute  
als Partner  
deshalb**

Fordern Sie  
Informationen über

- Meßgeräte
- Digitaltechnik
- Fernauge
- Numerische Steuerungen

GRUNDIG Werke  
GmbH electronic  
851 Fürth/Bayern  
Ruf 0611/732041  
Telex 632436

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Funktion \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

**GRUNDIG**

**electronic**

gelesen · gehört · gesehen .....	224
FT meldet .....	226
Reisesuper noch interessanter .....	229
Farbfernsehen in Großbritannien .....	230
Rundfunk	
Reisesuper 1968/69 .....	231
Persönliches .....	233
Von Sendern und Satelliten .....	234
Simultan-Lehrgänge für elektronische Musikinstrumente .....	234
Farbfernsehen	
Kompensation der Lochmaskenausdehnung bei Farb- röhren .....	235
PAL-Farbdeceder in Breitbandtechnik .....	241
Elektronik-Ingenieur	
Grundlagen des integrierten Operationsverstärkers .....	237
Meßtechnik	
Stehwellenmeßplatz für den Frequenzbereich 2...900 MHz 243	
Automatisches Prüfen .....	245
FT-Bastel-Ecke	
Vom Experimentierchassis zum funktionierenden Gerät 248	
Selbsterstellung von gedruckten Schaltungen .....	248
Für den jungen Techniker	
Die Technik moderner Service-Oszillografen .....	250
Neue Bücher .....	252

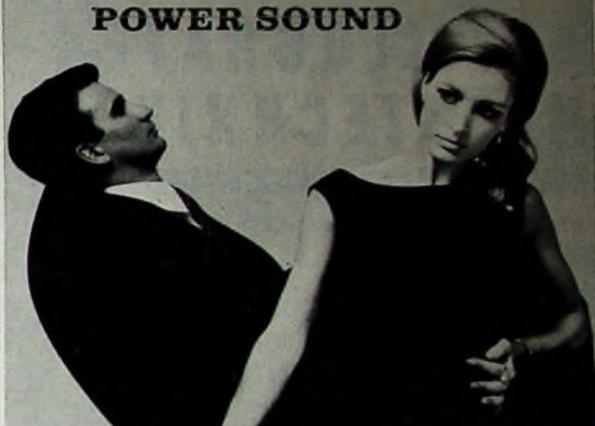
Unser Titelbild: Schlüssel und Konus der SEL-Farbbildröhre werden im Frit-Ofen des neuen Erlinger Werkes bei 450 °C gefrittet (s. a. S. 242) Aufnahme: SEL

Aufnahmen: Verfasser, Verkaufsaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verleger. Seiten 222, 227, 228, 247, 249, 251, 253—256 ohne redaktionellen Teil

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



## HI-FI Damit jeder Ton zum Erlebnis wird POWER SOUND



### ISOPHON bringt Tonperfektion Lautsprecher POWER SOUND

Hochqualifiziert für den Selbstbau von Kompaktboxen, deren nuancenreiche Wiedergabe faszinierend ist — vom Beat bis zur Oper. Ungewöhnliche Tiefen und brillante Höhen. Eine echte ISOPHON-Leistung für Mono und Stereo. Hervorragende HI-FI-Qualität durch individuelle Kombination mit Hoch-Mittel-tönern. — Ein Angebot, das mehr als gut ist für ein gutes Geschäft!

**POWER  
SOUND**  
Allfrequenz-  
lautsprecher

**POWER  
SOUND**  
Tief-  
töner



PSL 100

PSL 130 PSL 170 PSL 203 PSL 245

Fordern Sie für sich und Ihre Kunden unsere POWER SOUND und DRY SOUND Prospekte sowie das Handelsprogramm und die Broschüre: „ISOPHON-Lautsprecher richtig eingebaut“ an. Wir senden Ihnen alles kostenlos zu.



**die Welt hört auf sie**  
ISOPHON-WERKE GMBH, Abt. VK  
1 Berlin 42, Eresburgstraße 22/23



## Richtige Anwendung von Elektronenstrahl-Oszillografen

Alle hierfür erforderlichen Kenntnisse vermittelt das hervorragend beurteilte und vieltausendfach bewährte Werk

# OSZILLOGRAFEN- MESSTECHNIK

## Grundlagen und Anwendungen von Elektronenstrahl-Oszillografen

mit über 1100 Original-Oszillogrammen

von J. CZECH

### AUS DEM INHALT:

**Der Elektronenstrahl-Oszillograf**  
Aufbau von Elektronenstrahl-Oszillografen · Elektronenstrahlröhre · Netzgerät · Zeitblattenkgerät · Rücklaufzeit Meßverstärker

**Allgemeine Meßtechnik**  
Betriebsnahme und Einstellung des Oszillografen · Amplitudenmessungen Nullanzeige in Wechselstrom-Brückenschaltungen · Verstärker-Umschalter („Elektronischer Schalter“) · Anwendungsmöglichkeiten der Helligkeitssteuerung · Phasenmessungen · Frequenzmessungen · Darstellung der Anfangsflanke von impulsförmigen Meßspannungen mit Oszillografen ohne Verzögerungselemente im Meßverstärker

**Bestimmte praktische Beispiele**  
Aufnahme von Lichtstrom-, Strom- und Spannungsverlauf bei Leuchtstofflampen · Einschaltvorgänge bei Beleuchtungsampchen · Darstellung von Hysteresisschleifen · Aufnahme der Kennlinien von Kristalldioden, Transistoren und Elektronenröhren · Aufnahme der Durchlaßkurven von HF-Kreisen, Rundfunk- und Fernsehempfängern · Untersuchungen in der Fernsehtechnik, insbesondere an Fernsehempfängern · Untersuchung der Anpassungsverhältnisse und Messung von Impedanzen im UKW-Gebiet mit einer langen Meßleitung. Messung der Laufzeit und Untersuchung

der Anpassungsverhältnisse an Kabeln mit Impulsspannungen · Bestimmung der charakteristischen Eigenschaften von Resonanzkreisen und Bandfiltern aus dem Bild der abklingenden Schwingung nach einer Stoßberregung · Einige Verfahren zur Messung der Amplitudenmodulation hochfrequenter Wechselspannungen · Darstellung des Frequenzspektrums modulierter HF-Spannungen und Abbildung des Frequenz-Panoramas von Sendern · Abgleich von hochohmigen Breitband-Spannungsteilern mit Rechteckimpulsen oder symmetrischen Rechteckspannungen · Aufnahme von Niederfrequenz-Kennlinien · Einige Aufnahmen aus der Elektroakustik · Messung der Arbeitsweise von Zentralverschlüssen fotografischer Kameras · Aufnahme des Lichtstrom- und Zündstromverlaufs von Foto-Blitzlampen sowie Untersuchung der Arbeitsweise von Synchronkontakten · Untersuchung mechanischer Schwingungen mit elektromagnetischen und elektrodynamischen Aufnehmern · Untersuchung dynamischer Dehnungsvorgänge und Beobachtung mechanischer Schwingungen mit Dehnungsmessstreifen

**Fotografische Registrierung und Großprojektion der Oszillogramme**  
Fotografische Registrierung der Leuchtfleckspur · Großprojektion von Oszillogrammen

### Neue Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger

Grundig

Grundig ergänzte das Schwarz-Weiß-Fernsehempfängerprogramm durch die 59-cm-Tischempfänger „T7002“ und „T7012“. Beide Geräte sind mit einem durch eine Taste einschaltbaren 4,43-MHz-Sperrkreis ausgerüstet, der das 4,43-MHz-Moiré bei der Schwarz-Weiß-Wiedergabe von Farbsendungen unterdrückt. Der technische Aufbau stimmt bei beiden Typen grundsätzlich überein, jedoch ist der „T7002“ mit dem Einknopf-Programmwähler „Monomat“ bestückt, während der „T7012“ sechs Programmwahltasten hat.

Lumophon

Lumophon bringt das 59-cm-Schwarz-Weiß-Tischgerät „FT 116“ jetzt auch mit Schleiflackgehäuse heraus, lieferbar in den Farben Pastellweiß, Kirschrot und Dunkelgrün.

### Abstimmtdioden für Fernseh-Kanalwähler

Für die elektronische Abstimmung in Kanalwählern von Fernsehempfängern hat Valvo vor einiger Zeit die Silizium-Planardiode BB 105 herausgebracht. Es hat sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, diesen Typ in drei Untertypen aufzutrennen, deren Kennwerte den je nach Anwendungsfall unterschiedlichen Anforderungen angepaßt sind. Die BB 105 A ist für UHF-Kanalwähler bis 790 MHz, die BB 105 B für UHF-Kanalwähler bis 860 MHz und die BB 105 G für VHF-Kanalwähler bestimmt. Für BB 105 A und BB 105 B werden ein Serienwiderstand von  $\leq 0,8$  Ohm und eine Gleichlaufertoleranz der Kapazitäten gepaarter Dioden von 3% garantiert. Da die Anforderungen im VHF-Bereich weniger streng sind, betragen bei der BB 105 G die entsprechenden Werte  $\leq 1,2$  Ohm beziehungsweise 8%. BB 105 A und BB 105 B unterscheiden sich durch ihre Kapazität bei 25 V Sperrspannung und durch das Kapazitätsverhältnis.

### Funkfernsteuerungsanlage „Varioprop“

Die neuentwickelte Funkfernsteuerungsanlage „Varioprop“ von Grundig erlaubt die gleichzeitige und voneinander unabhängige proportionale Fernsteuerung von 10 Kanälen. Der Sender ist auch in 6-Kanal-Ausführung erhältlich und läßt sich dann bei Bedarf leicht auf 10 Steuerkanäle erweitern. Vier beziehungsweise acht Kanäle sind trimmbar. Auswechselbare

Steckquarze ermöglichen die schnelle Frequenzumstellung auf insgesamt 12 verschiedene Sendekanäle im 27-MHz-Band. Die Empfangseinrichtung für das zu steuernde Modell besteht aus einem Superhet-Grundbaustein, auf den sich bis zu fünf Servobausteine aufstecken lassen. Jeder Servobaustein enthält neben der Kanaldecodierung (Decodiermatrix mit Vierschichtdiode) auch noch einen dreistufigen Servoverstärker für jeweils eine Rudermaschine.

### Gemeinschaftsantenne für großes Wohnbauprojekt

Die Bewohner von 224 Mehrfamilien- und Reihenhäusern mit 2500 Wohneinheiten im Vivalla-Viertel in Örebro, dem größten geschlossenen Wohnbauprojekt in Schweden, werden ihre Hörfunk- und Fernsehprogramme über eine Siemens-Großgemeinschafts-Antennenanlage empfangen. Über ein 45 km langes Kabelnetz und verschiedene Zwischenverstärker gelangen die Bild- und Tonsignale zu den einzelnen Anschlüssen. Für fast jede Wohnung sind zwei Antennensektoren vorgesehen.

### Kurzwellenempfänger mit digitaler Frequenzanzeige

Bei dem Kurzwellen-Nachrichtenempfänger „RA 1218“ der Rascal Communications Ltd., Berkshire, England, der den Frequenzbereich 1...30 MHz erfaßt, erfolgt die Frequenzanzeige mit einem elektronischen Zähler. Der siebenstelligen Zähler wird von einer stabilen Bezugsquelle gesteuert, die eine Frequenzeinstellgenauigkeit von  $\pm 10$  Hz erlaubt.

### Abtastoszillograf „PM 3410“

Die Philips Industrie Elektronik GmbH, Hamburg, nahm jetzt den Abtastoszillografen „PM 3410“ (Sampling Oszilloscope) in ihr Vertriebsprogramm auf. Der Oszillograf besteht aus dem Grundgerät „PM 3410“, das die Elektronenstrahlröhre mit den zugehörigen Bedienungsorganen, die Stromversorgung, die Endverstärker für die vertikale und horizontale Strahlableitung sowie die Eichspannungsquelle enthält. Für die Y-Ablenkung und die Zeitbasiserzeugung stehen verschiedene Einschübe zur Verfügung. Mit den Einschüben „PM 3419A“ und „PM 3419B“ für die Abtasttechnik ist das Gerät ein vollwertiger Zweikanal-Abtastoszillograf, während es mit den Einschüben „PM 3417“ und „PM 3418“ in konventioneller Technik arbeitet, wobei die Bandbreite

### So urteilt die Fachpresse:

„... Wer mit Oszillografen zu tun hat, wird in dem Buch allein bereits eine seiner wertvollsten Arbeitsgrundlagen finden...“ Elektronik

„... Dieses Buch mit seinen gut ausgearbeiteten Einführungen ist allen zu empfehlen, vom Rundfunkmechaniker bis zum Wissenschaftler und vom Studierenden bis zum Fachmann. Es bietet wertvolle Unterstützung für Arbeit und Einarbeitung.“ Elektro-Technik

„... Das Werk kann somit als ein Kompendium der Oszillografentechnik bezeichnet werden, aus dem jeder, der sich mit diesem Spezialgebiet der Elektronik beschäftigt, größten Nutzen ziehen wird.“ Österreichische Radioschau

684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen · Ganzleinen 38,— DM

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

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



15 MHz und der Ablenkoeffizient 0,5 mV/cm ist. Die beiden Verstärker des Zweikanal-Einschubes lassen sich außer für die Doppelbilddarstellung auch als Differenzverstärker für die XY-Darstellung umschalten. Die obere Grenzfrequenz dieses Einschubes liegt bei 1000 MHz, wobei der kleinste Ablenkoeffizient 1 mV/cm ist.

#### Radiometer für Wettersatelliten

Ein neuartiges Radiometer für Wettersatelliten, das über Hunderte von Kilometern Temperaturschwankungen von nur 1 °C aufspüren kann, wird zur Zeit von Elliott-Automation gefertigt. Das Instrument, ein selektives Chopper-Radiometer, soll im nächsten Jahr an Bord eines „Nimbus“-Satelliten etwa 1000 km in das Weltall vordringen und Temperaturen in sechs verschiedenen Schichten der Erdatmosphäre messen. Das Gesamtsystem, das sechs Radiometer-Kanäle sowie das Steuer- und Stromversorgungsaggregat umfaßt, wiegt nur etwa 14,5 kg. Durch den Einsatz piezoelektrischer Antriebe für die optischen Chopper und durch integrierte Schaltkreise wurde eine Leistungsaufnahme von nur 5 W erreicht.

#### Computerband PEC 6000

Für die digitale Datenspeicherung liefert Agfa-Gevaert jetzt das neue Computerband PEC 6000, das speziell für die Verwendung bei hohen Informationsdichten entwickelt wurde und sich in einem sehr harten Test von fast einem Jahr bewährt hat. Das Band ist oberflächenveredelt, wodurch sich eine geringe Beanspruchung der Magnetköpfe und ein guter Band-Kopf-Kontakt ergeben, der hohe Sicherheit gegen Lesefehler gewährleistet. Die Abriebfestigkeit der Magnetschicht ist so groß, daß auch nach 50 000 Koppassagen keine Daten verlorengehen. Das PEC 6000 wird in den üblichen Konfektionierungen für Informationsdichten bis 800 bit je Zoll für das NRZ-Verfahren und für 1600 bit je Zoll für das Phase-Encoding-Verfahren geliefert.

#### Bausteinsystem für analoge Daten- und Meßwertverarbeitung

AEG-Telefunken hat aus den Steckeinheiten seiner Analogrechner ein Bausteinsystem zusammengestellt, mit dem in wirtschaftlicher Weise spezielle Geräte aufgebaut werden können. Es umfaßt chopperstabilisierte Rechenverstärker zum

Summieren und Integrieren, Differenzverstärker, Komparatorverstärker, Relaischalter, elektronische Schalter, Vorverstärkernetzwerke, Parabelmultiplizierer, Quadrat-, Logarithmus-, Sinus-, Cosinus-, Arcussinus- und einstellbare Funktionsnetzwerke sowie geeignete Stromversorgungsgeräte. Für diese Steckeinheiten sind Magazine lieferbar, die sich sowohl zum Einbau in Einschübe für Tisch- und Schrankgestelle als auch zur unmittelbaren Montage in Gehäusen und Schränken eignen.

#### Schnelle Mikrofilmkamera

Das Posttechnische Zentralamt Darmstadt hat die Entwicklungsarbeiten für eine sehr schnelle Mikrofilmkamera abgeschlossen, die automationsgerechte Postscheckbelege im Format DIN A 6 während des Durchlaufs durch den Sortierleser einer Datenverarbeitungsanlage mikroverfilmt. Die Kamera nimmt die Belege, die mit 3,8 m/s transportiert werden, über einen vertikal stehenden Schlitz auf den um den Verkleinerungsfaktor der Kamera langsamer laufenden 8 mm breiten Mikrofilm auf, der dann in ein Fixierentwicklerbad läuft und etwa drei Minuten nach der Aufnahme fertig entwickelt und fixiert geprüft werden kann. Anschließende Wässerung und Trocknung machen den Film innerhalb einiger Minuten archivfähig. Die Filme sind 120 m lang und haben bei der gewählten Verkleinerung eine Aufnahmekapazität von etwa 14 000 Bildern je Film. Die Belichtung ist abhängig von der Sortierlesergeschwindigkeit. Bei 3,8 m/s liegt die Stundenleistung unter Berücksichtigung des Filmwechsels bei über 50 000 Belegen.

#### Simulator für Flugzeug-Bordnetze

In Zusammenarbeit mit dem Entwicklungsring Süd (EWR) entwickelte AEG-Telefunken eine Simulationsanlage für Flugzeug-Bordnetze. Hierbei handelt es sich um eine im Datenfluß analog-digitalgesteuerte elektronische Datenverarbeitungsanlage, die die im Flugzeug bei Testflügen gewonnenen und auf Magnetbändern gespeicherten Meßdaten analysiert. Komprimiert und gespeichert, stehen sie dann für neue Entwicklungen und für Zuverlässigkeitsanalysen zur Verfügung. Neben der Analyse von Meßwerten lassen sich auch den Flugmeßwerten ähnliche Funktionen beliebig programmieren und darstellen.



## TELEFUNKEN-Tonregie-Anlagen sind Individualisten.

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

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

Tonregie-Anlagen nach Maß von TELEFUNKEN

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

TELEFUNKEN





## ROKA TRANSISTOR-NETZTEIL

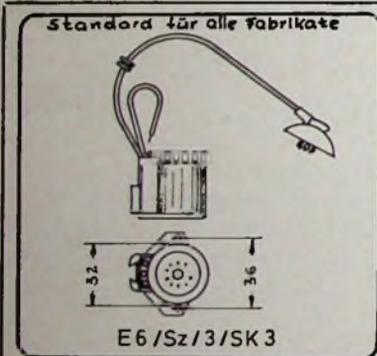


Die billige Dauerstromquelle für Kofferradios und andere Gleichstromverbraucher zwischen 7,5 V und 9 V Eingangsspannung. Max. Ausgangsstrom 0,3 A. Primär- und sekundär abgesichert. Brummfreier Empfang Umschalter für Netzbetrieb 220 V / 110 V. Elegantes zweifarbiges Kunststoffgehäuse.

8 Adapter erlauben den Anschluß des Roka-Transistor-Netzteils an fast jedes Kofferradio- oder Cassettentonbandgerät.

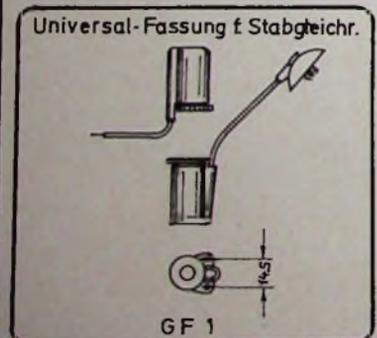
**ROBERT KARST · 1 BERLIN 61**

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057  
HANNOVER-MESSE: Halle 11, Stand 11



E6/Sz/3/SK3

Für Farbe: FFS/E/SM/Ve 3



GF 1

## Hochspannungs-Fassungen

für Gleichrichter-Röhren und Stabgleichrichter

„reparabel“ für alle Fabrikate und Typen

ELEKTRO-APPARATE-FABRIK

**J. HÜNGERLE K. G.**

776 Radolfzell a. B. · Weinburg 2 · Telefon (077 32) 25 29

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

**Professorenkonferenz in Ulm**  
Hochschulprofessoren, mit denen AEG-Telefunken auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik eng zusammenarbeitet, trafen am 6 und 7. März 1968 in Ulm zu der alljährlich dort stattfindenden Professorenkonferenz zusammen. In einem zweitägigen Vortrags- und Diskussionszyklus, der von Prof. Dr.-Ing. Werner Nestel, Vorstandsmitglied von AEG-Telefunken, geleitet wurde, berichteten die Professoren über ihre wissenschaftlichen Arbeiten und tauschten ihre Erfahrungen mit den Forschern und Ingenieuren des Unternehmens aus.

### Lizenzen für das PAL-System

Um die Verbreitung des Farbfernsehens zu beschleunigen, hat AEG-Telefunken, die Lizenzträgerin des PAL-Systems, den anderen deutschen Geräteherstellern bis Ende 1968 Lizenzfreiheit für die Benutzung des PAL-Systems zugesagt. Danach wird die Lizenzgebühr nicht mehr als 1/5 % des Fabrikpreises der Geräte betragen.

### Vertrieb des Körtling-Farbfernseh-Servicegenerators in Großbritannien

Körtling hat jetzt mit der britischen Firma Decca Radio & Television Ltd., London, für mehrere Jahre einen Ausschließlichkeitsvertrag für den Vertrieb des Farbfernseh-Servicegenerators „82 512“ in Großbritannien abgeschlossen.

### Britisch-französische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Automation

Zwischen der Elliott Process Automation und der Compagnie Générale d'Automatisme (CGA) wurde ein langfristiges Abkommen unterzeichnet, das eine Reduzierung der Entwurfs- und Entwicklungskosten bezweckt und einen Austausch von Automationsanlagen vorsieht. Dadurch werden rund 1000 Spezialisten künftig ihre Erfahrungen und ihr

Know-how auf dem Gebiet computergesteuerter Automations-systeme austauschen und gemeinsam verwerten.

### Fabrik für Mallory-Batterien in Europa

Mit der Fabrik in Aarschot in Belgien, die Ende 1967 fertiggestellt wurde, ist Mallory jetzt auch mit einer Produktionsstätte im EWG-Raum vertreten. Zur Führung des Unternehmens wurde in Belgien die NV Mallory Batteries SA gegründet, deren Anteile zu 75 % bei dem USA-Stammhaus P. R. Mallory & Co. Inc. liegen, während 25 % im Besitz englischer Interessengruppen sind.

### Elliott-Landesysteme für die „BAC Super 1-11“

Achtzehn Flugzeuge des Typs „BAC Super 111“ der BEA werden zur Zeit mit automatischen Landesystemen von Elliott-Automation ausgerüstet. Außerdem leitet Elliott das internationale Firmenkonsortium, das für das automatische Flugüberwachungs- und Landesystem der anglofranzösischen Überschallverkehrsmaschine „Concorde“ verantwortlich ist.

### Farbfernseh-Hi-Fi-Lehrgänge bei Wega

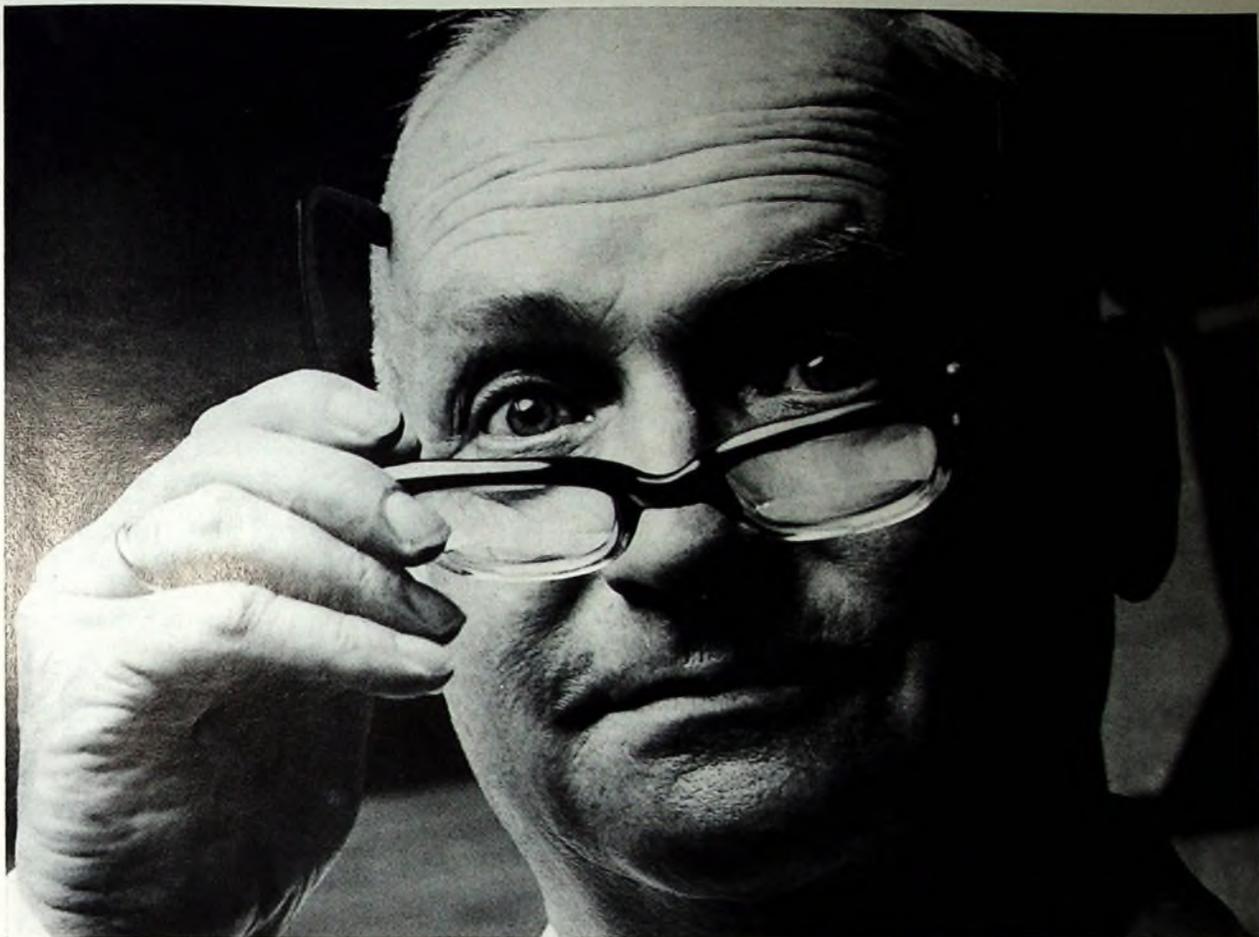
Die Farbfernsehlehrgänge von Wega werden jetzt als kombinierte Farbfernseh-/Hi-Fi-Lehrgänge mit einer Dauer von drei Tagen durchgeführt. Die ersten beiden Tage sind der Farbfernseh-technik gewidmet. Am 3. Tag findet ein sogenannter Hi-Fi-Lehrgang statt, bei dem im wesentlichen die Schaltungstechnik und die Besonderheiten der Wega-Steuergeräte behandelt werden. Die Lehrgänge werden je nach Bedarf voraussichtlich zweimal im Monat durchgeführt. Anmeldungen sind an die Technische Informationsabteilung der Wega-Radio GmbH, 7012 Fellbach bei Stuttgart, Postfach 399, zu richten.

## Aus dem Geschäftsbericht 1966/67 der Siemens AG

Für das Geschäftsjahr 1966/67 liegt der Geschäftsbericht der Siemens AG vor. Danach sind Auftragseingang und Umsatz leicht gewachsen. Bei — erstmalig in der Nachkriegszeit — verringertem Inlandsabsatz gab es im Export und bei den ausländischen Siemens-Gesellschaften bedrückende Zuwachsraten. Das Berichtsjahr wird als „günstiger als erwartet“ charakterisiert, obwohl der Ertrag das Vorjahresergebnis nicht erreichte. Der Auftragseingang erhöhte sich um 3% auf 8,3 Mrd. DM, der Umsatz stieg um 1% auf 7,94 Mrd. DM. Die Zahl der Mitarbeiter ging um 6% auf 242.000 zurück.

Dem Bericht über die einzelnen Arbeitsgebiete des Hauses ist unter anderem zu entnehmen: Im Bereich der Schwachstromtechnik setzte sich die kräftige Aufwärtsentwicklung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung weiter fort. Der Wernerwerk für Telegalen- und Signaltechnik steigerte auch in diesem Jahr das Geschäft wesentlich. Die universell einsetzbaren Datenverarbeitungsanlagen des Systems „4004“ wurden weiterhin gut aufgenommen. Gegenwärtig sind 230 Anlagen dieses Systems in Betrieb oder bestellt. Das System „300“ hat im Bereich der Prozessautomatisierung und der verkehrsbahngängigen Regelung des Straßenverkehrs besonderen Anklang gefunden. Im Wernerwerk für Bauelemente sind sowohl bei den herkömmlichen Bauelementen als auch bei den integrierten Halbleiterschaltungen beachtliche Rationalisierungserfolge zu verzeichnen. Bei Siliziumtransistoren wurde eine Grenzfrequenz von 3 GHz erreicht. Die weiteren Verbesserungen der Planartechnik führten zu Transistoren, die höchsten Zuverlässigkeitsanforderungen genügen. Erfolgversprechende Anwendungsgebiete zeichnen sich auch für Varaktordioden ab. Am Aufbau von Verstärkerschaltungen in integrierter Technik, die für die Nachrichtentechnik sowie für Hör- und Fernsehgeräte immer wichtiger werden, wird gearbeitet.

Die Firma beurteilt die geschäftlichen Aussichten für die einzelnen Arbeitsgebiete und Märkte unterschiedlich, „im ganzen jedoch günstiger als vor Jahresfrist“.



August Bucker, Graetz-Werk Bochum

## Das ist der Augenblick, vor dem manche Leute bei uns manchmal zittern.

Diesmal vielleicht einige der Leute, die Bauelemente montieren. Und denen dabei ein Fehler unterlaufen sein kann.

Spätestens bei der Schaltungsprüfung wird er offenbar. Wenn der Prüfer sich weigert, seine Unterschrift auf die **Prüfgarantiekarte** für das entsprechende Gerät zu setzen.

Und das tut er schon bei der unbedeutendsten Kleinigkeit!

Das Gerät ist damit passé. Ausgeschaltet! Weil es ohne Prüfgarantiekarte niemals das Werk verläßt.

Genauso streng sind über hundert andere Prüfungen bei jedem einzelnen Fernsehgerät. Weil für uns ein Gerät erst dann perfekt ist, wenn alle Einzelteile und Funktionen ihre unbedingte Zuverlässigkeit bewiesen haben.

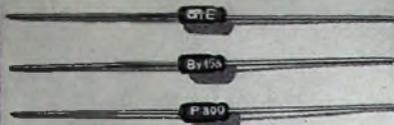
Darin sind wir heute besonders erbarmungslos. Wie unser **Prüfsystem**. Damit Sie und Ihre Kunden sich unbedingt auf die Qualität jedes Graetz-Gerätes verlassen können. - Wir wissen: Unsere Verpflichtung heißt Qualität.

Begriff des Vertrauens



## GLASS AMP®

DO-29  
to 1500 Volt - to 1 Amp.  
to 4 usec.  
glass/metal - hermetic seal



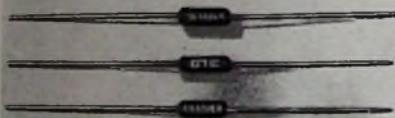
## PLANAR DIODES

DO-35  
to 150 Volt - to 200 mA  
to 2 usec. - 2 pF



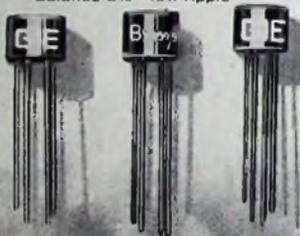
## 1 WATT ZENERS

DO-29  
10 Volt to 200V  
stable  
glass/metal - hermetic seal



## BRIDGE RECTIFIERS

BY 159 series  
to 400 Vrms - 0,8 Amp.  
Balance 2% - low ripple



GENERAL  
**INSTRUMENT**  
DEUTSCHLAND

Sonnenbergerstrasse 64 62 Wiesbaden  
tel. (06121) 30 37.50 telex 4/18.81.48



## Reisesuper noch interessanter

Zum gewohnten Zeitpunkt stellen die deutschen Reisesuper-Fabrikanten auch in diesem Jahr wieder ihr Neuheitenprogramm vor. Es enthält neben neuen oder weiterentwickelten Typen auch zahlreiche aus dem Vorjahr übernommene Modelle. Bei vielen Herstellern überwiegt sogar das unverändert weitergeführte Programm, was als Beweis für ausgereifte und zukunftssichere Konstruktion sowie für sorgfältige Marktforschung gelten kann. Bei Firmen mit einem bisher nur kleinen Neuheitenangebot darf man aber zur Hannover-Messe mit Ergänzungstypen rechnen.

Unter dem Druck des ausländischen Angebots verzichtete mancher Fabrikant auf die Fertigung billiger Taschensuper. Bei dem hohen Kostenfaktor der deutschen Industrie war es unmöglich, ein solches Gerät beispielsweise für 30 DM anzubieten. Außerdem wolle man eine bestimmte Grenze für die Qualität der Klangwiedergabe nicht unterschreiten. Schon im Vorjahr zeichnete sich als Ergebnis dieser Überlegungen ein neuer Taschensupertyp ab.

Der deutsche Taschensuper 1968 ist zweifellos kein Westtaschenradio. Mit Sicherheit paßt er aber in jede Manteltasche, in moderne Handtaschen und auch in die breiten Taschen von Sportjacken. Die Abmessungen liegen bei etwa 16 cm x 8,5 cm x 4 cm, und die Geräte wiegen je nach Komfort und Batteriesatz zwischen 400 und 500 g. Diese Taschensuperempfängerklasse ist auf den anspruchsvolleren Hörer zugeschnitten. Die Musik klingt erstaunlich gut, und das Design ist modern. Die Skalen in Linear- oder Uhrenform sind ausreichend groß und in Frequenzen oder Kanälen geeicht sowie mit Stationsnamen beschriftet. UKW und Mittelwelle sind Standardbereiche. Meistens findet man 5 AM- und 7 oder 8 FM-Kreise. Schwenkbare UKW-Antenne, eingebauter Ferritstab, UKW-Vorstufe, hohe ZF-Verstärkung, FM-Begrenzung und AM-Schwundregelung kennzeichnen den Aufwand. Im NF-Teil sind stromsparende Gegentaktdiendstufe (Ausgangsleistung etwa 0,2 W), permanent-dynamischer Lautsprecher (beispielsweise Ovalsystem 9 cm x 6 cm) und fast stets Schallbuchse für Ohrhörer oder Zusatzlautsprecher vorhanden.

In der nächstgrößeren Klasse, den sogenannten Mini-Reisesupern, findet man prinzipiell die gleiche Technik. Die höhere Ausgangsleistung (etwa 0,4...0,5 W), das hochwertigere Lautsprechersystem und die Netzanschlußbuchse weisen auf die Eignung für den Heimgebrauch hin. Auch hier sind zwei Wellenbereiche (UM) üblich. Da die Abmessungen gegenüber der Taschensuperempfängerklasse entsprechend größer ausfallen (beispielsweise 21 cm x 12 cm x 5 cm) und auch das Gewicht einschließlich Batterien rund 800 g erreicht, findet man hier bereits den schwenkbaren Tragebügel. Diese Klasse — es gibt hier eine Gemeinschaftsproduktion dreier großer Firmen — erfreut sich wegen des guten Klangs allgemeiner Beliebtheit.

Der Trend zu größerer Stationsauswahl und zu mehr Wellenbereichen ist typisch für die Weiterentwicklung der Reisesuper. Zum Beispiel wurden Erlaismodelle der Vorsaison mit den Bereichen UM auf drei Bereiche (UML oder UKM) umgestellt. Im Zusammenhang damit stehen weitere kleine Verbesserungen, die eine vielseitigere Anwendung zulassen oder die Ausstattung betreffen. Der Kurzwellenbereich ist oft das gespreizte 49-m-Band. In dieser Klasse handelt es sich im allgemeinen um 6/8-Kreis-Super mit rauscharmer UKW-Eingangsstufe und dreistufigem FM-ZF-Verstärker mit FM-Begrenzung und AM-Unterdrückung. Eisenlose Gegentaktdiendstufe mit Komplementärtransistoren und Schallbuchsen für Netzanschlußgerät und Ohrhörer (Zweillausprecher) sind hier selbstverständlich.

Die Gruppe der sogenannten Universalempfänger für Koffer- und Autobetrieb hat nach wie vor eine hochwertige Ausstattung. Hier überwiegt der 4-Bereich-Super (UKML). Der MW-Bereich 517...1620 kHz ist bei

Neukonstruktionen oft aufgeteilt. In dem Euro-Band — es gibt auch noch andere Bezeichnungen dafür — wird dadurch die bisher recht schwierige Abstimmung beispielsweise zwischen 1400 und 1620 kHz erleichtert, und man kommt zu einer ebenso einfachen Stationswahl wie im Gebiet um 500 kHz. Bei den meisten neuen Universalempfängern ist auch der Kurzwellenbereich gespreizt. Das bedeutet eine Aufwertung zweier AM-Bereiche und damit zusätzliche Stationsauswahl. Fast alle neuen Universalsuper begnügen sich bei Batteriebetrieb mit Ausgangsleistungen von 2 bis 2,5 W. Im Auto dagegen erhöht sich die Ausgangsleistung vielfach auf 5 W. Diese Empfängergruppe hat außerdem Anschluß für Kleinhörer, Zweillausprecher, TA/TB und Netzvorschalgerät. Über eine Autolhalterung sind die Geräte in jedem Wagen betriebsfähig.

Reisesuper gehören seit Jahren zu den Bestsellern der Radioindustrie. Man verspricht sich für 1968 noch günstigere Absatzzahlen und erweiterte das Angebot nicht nur nach unten durch Taschengerate und Minikoffer. Auch in der Spitzenklasse werden jetzt wesentlich mehr „Weltempfänger“ angeboten als bisher. Hier spricht man aber nicht nur die Kurzwellenrundfunkhörer an. Hinzu kommen die Kurzwellenamateure, für die man jetzt Spezialausführungen der Spitzengeräte bei mehreren Herstellern fertigt. Aber auch der Kreis der Gastarbeiter bevorzugt Geräte dieser Art, denn sie bieten vielfach Direktempfang aus der Heimat und sind darüber hinaus später als hochwertige Rundfunkgeräte in den jeweiligen nicht immer gut mit Rundfunk versorgten Ländern zu verwenden.

Bemerkenswert bei den Spitzengeräten der Saison 1968 sind die gesteigerte Empfangsleistung, die bequeme Bedienung und die Ausstattung. Der Schwerpunkt liegt aber auf der Erweiterung der Kurzwellenempfangsmöglichkeiten. Zum Beispiel erfährt ein neuentwickelter KW-Tuner mit acht Bändern lückenlos den Bereich von 10 bis 60 m. Dabei sind die acht Teilbereiche so festgelegt, daß in jedem von ihnen auch ein KW-Rundfunkband liegt. Durch Tastenumschaltung kann es jeweils über die ganze Skala gespreizt werden. Das Aufsuchen und Wiederfinden der Sender wird dadurch genauso bequem wie auf Mittelwelle. Ferner wurden Trennschärfe und Spiegelselektion durch das Doppelsuperprinzip weiter gesteigert. Für den KW-Amateur ist die Empfangsmöglichkeit von SSB und unmodulierten Telegraflesendern wichtig. Den dafür notwendigen SSB-Zusatz findet man in einem Universal-Reiseempfänger und in einer speziell für den Amateur bestimmten Konstruktion mit entsprechendem eingerichteten KW-Bereichen.

Zu den Fortschritten bei der Spitzenklasse zählen weiterhin Feldeffekttransistoren im UKW-Eingang, abgestimmte HF-Vorstufe für Mittel- und Langwelle sowie ein ZF-Teil mit AM-Bandbreitenumschaltung, die bedienungsmäßig mit dem Schalter für die automatische UKW-Scharabstimmung kombiniert ist. Bei einigen Geräten findet man ferner Stationsdrucktasten für den UKW-Bereich.

Neugestaltet wurden übrigens auch verschiedene Netzanschlußgeräte. Einige davon lassen sich an Stelle der Batterien in den Batterieraum einsetzen, und ein Mehrzweckgerät enthält in einem eleganten Gehäuse außer dem Netzteil noch eine Synchronuhr mit Wecksummer.

Bei allen Neukonstruktionen spielt das gute Design eine große Rolle. Je komplizierter ein Gerät ist, um so wichtiger werden für den Benutzer die funktionsgerechte Anordnung der Bedienungsknöpfe und die großzügig gestaltete Skala. Auch die Farben für Koffergehäuse werden heute sehr sorgfältig ausgewählt. Ein Hersteller bringt beispielsweise seine Geräte in acht verschiedenen Farbläusen, vom dezenten Anthrazit über Königsblau und Karneolrot bis zum gediegenen Nußbaum, auf den Markt.

Werner W. Diefenbach

# Farbfernsehen in Großbritannien

## Zeilennorm und Empfangsbereiche

Das Farbfernsehen in Großbritannien steht auch heute noch im Schatten der Entscheidung für die 405-Zeilen-Norm, mit der der öffentliche Fernsehdienst 1936 eröffnet und 1946 wieder unverändert aufgenommen wurde. Bei Einführung des kommerziellen Fernsehens (ITA) blieb man bei der Norm. Erst mit der Genehmigung eines zweiten BBC-Programms wurde am 20. April 1964 – und nur für dieses neue nationale Programm – die 625-Zeilen-Norm bei UHF eingeführt, und zwar ursprünglich nur in London. Ende 1967 wurde das BBC 2-Programm über 16 Hochleistungssender und 14 Ballsender ausgestrahlt, die 68 % der Bevölkerung zufriedenstellenden Empfang sicherten. Im Juni 1967 wurden zehn weitere Sender genehmigt, die bis 1974 für 89 % der Bevölkerung den UHF-Empfang sicherstellen.

Ein Weißbuch vom Dezember 1966 legte für das Farbfernsehen die PAL-Norm, 625 Zeilen und den UHF-Bereich fest. Zunächst geht BBC 2 auf das Farbfernsehen über, da man in den zur Verfügung stehenden Frequenzbändern insgesamt vier Programme unterbringen kann. Mitte 1969 werden sowohl BBC 1 als auch die ITA-Programmgesellschaften ihre Studios auf 625 Zeilen und Ende 1969 auf Farbe umstellen. Mit Rücksicht auf noch betriebsfähige, nur für 405-Zeilen-Sendungen geeignete Geräte werden die Programme aber noch einige Zeit mit beiden Normen ausgestrahlt werden. Farbfernsehempfänger müssen also vorläufig außer für UHF-Empfang mit 625 Zeilen auch für VHF mit 405 Zeilen (Schwarz-Weiß) ausgerüstet sein. Das verteuert nicht nur die Geräte, sondern erfordert auch besondere Exportmodelle.

## Übertragungsstrecken

Für die Verbindungen zwischen den Studios, den Sendern und der Satellitenstation Goonhilly stellt die Postbehörde bis auf 32 km Entfernung Koaxialkabel zur Verfügung, in die in etwa 5,5 km Abstand Verstärker eingeschaltet sind. Sonst werden Funkstrecken im 4- und 6-GHz-Band eingesetzt, für die in London und Birmingham Türme im Stadtzentrum gebaut wurden. Über den 189 m hohen Londoner Funkturm kann man entweder 150 000 gleichzeitige Ferngespräche oder 100 Farbfernsehkanaäle mit Gegenverkehr übertragen.

## Programmbeginn

Bei der BBC hatte man schon seit zehn Jahren an der Umstellung gearbeitet, in den letzten Jahren zusammen mit der ITA und deren Programmgesellschaften. Nach Annahme des Weißbuches im Unterhaus im Februar 1967 wurde beschlossen, bei den Versuchssendungen außerhalb des BBC 2-Programms möglichst bald geeignete Programme in Farbe auszustrahlen. Damit begann man am 1. Juli 1967, und zwar wurde eine Farbreportage vom Tennisturnier in Wimbledon gesendet, die auch über die Eurovision als Farbsendung wei-

tergegeben wurde. Auch die Eröffnung des deutschen Farbfernsehens wurde als Farbsendung über BBC 2 übertragen.

Die Aufnahme des vollen Farbbetriebs von BBC 2 verzögerte sich jedoch bis zum 2. Dezember 1967, da man alle geeigneten Sendungen wie Nachrichten, Reportagen, Dokumentar- und Spielfilme, Theater- und Kabarett-Übertragungen in Farbe bringen wollte. Seit diesem Tag werden insgesamt 20 der 30 Wochenstunden des BBC 2-Programms in Farbe ausgestrahlt. Diese Entscheidung war insofern von großer Bedeutung, als alle Regisseure und Produktionsteams gleichzeitig auf das Farbfernsehen umgeschult werden mußten.

## Studios

Die BBC hat zwei große Farbfernsehstudios, jedes etwa 30 m lang, 24 m breit und 14 m hoch. Ein kleineres Studio (10 m × 7,6 m × 10 m) ist ebenfalls fertig, ein weiteres (21 m × 15 m × 10 m) wird zur Zeit umgebaut. Die Farbkameras kommen von Marconi („Mk VII“), Philips und EMI („2001“). Videoaufnahmen werden aus Preisgründen auf Magnetband gespeichert.

## Normwandlung

Die BBC hatte bereits für den Programmaustausch mit Europa einen elektronischen Normwandler entwickelt und ging nun an die schwierige Aufgabe heran, die 525 Zeilen und 60 Teilbilder des amerikanischen NTSC-Signals auf den europäischen Standard (625 Zeilen, 50 Teilbilder) elektronisch umzusetzen. Der Grund dafür war die besonders bei Farbübertragungen und herkömmlichen Normwandlern auftretende Verschlechterung der Bildqualität. Ein einfacher Teilbildspeicher-Normwandler wurde entwickelt, der allerdings den Nachteil hat, daß das amerikanische Bild den Bildschirm nicht ganz füllt. Eine Weiterentwicklung vermeidet diesen Nachteil, und man hofft, diesen elektronischen Wandler für die Farbübertragung der Olympischen Spiele in Mexiko einsetzen zu können.

## Farbfernseh-Empfänger

Für Industrie und Handel ist das Farbfernsehen eine belebende Spritze. Das Zweitgerätegeschäft lief in England nie richtig an, und mit etwa 16 Millionen Empfängern in Großbritannien war man im wesentlichen auf das Ersatzgerätegeschäft angewiesen. Nach den Erfahrungen mit den Zwei-Normen-Empfängern und den amerikanischen Farbfernsehgeräten ging man jedoch recht vorsichtig in die Anlaufperiode. Die sechs Herstellergruppen planten für 1967 nur 35 000 Farbempfänger. Ausgeliefert wurden von der Industrie aber nur 30 000. Für 1968 liegt die Voraussage bei 120 000 ... 130 000 Geräten.

Die ersten Prototypen waren modifizierte NTSC-Chassis. Trotz der kurzen Zeitspanne zwischen der Entscheidung für das PAL-System und dem Beginn der Farbsendungen am 1. Juli 1967 gingen völlig neukonstruierte Empfänger in die Produktion. Die Thorn Electric-Gruppe brachte für ihre Marken den ersten voll-

transistorisierten Empfänger heraus. Im allgemeinen konzentrierten sich die sechs Hersteller auf den 63-cm-Bildschirm; nur GEC bot gleichzeitig auch ein 48-cm-Gerät an. Seitdem hat sich herausgestellt, daß die 63-cm-Bildröhre für englische Wohnräume eigentlich zu groß ist. Da der kleinere Bildschirm außerdem unter gleichen Bedingungen ein besseres Bild ergibt, werden auch andere Firmen solche Modelle entwickeln. STC kommt bald als siebenter Hersteller mit einem 48-cm-Modell auf den Markt. Unzureichende Signalstärke mit der eingebauten Antenne hat trotz japanischer Anregungen gegen die Einführung tragbarer Empfänger gewirkt.

Das empfangene Bild ist zwar völlig kompatibel, jedoch wurden natürlich mit der auf Farbe abgestellten Produktion gewisse Farbtabus der Schwarz-Weiß-Ära über Bord geworfen. Die Komposition des Schwarz-Weiß-Bildes einer Farbsendung ist schon aus diesem Grund nicht so kontrastreich. Außer diesen rein ästhetischen Mängeln gibt es noch einen technischen. Da die Farbbildröhre im allgemeinen mit niedrigerer Farbtemperatur betrieben wird als die Bildröhre der Schwarz-Weiß-Empfänger, erscheint das Bild bei Schwarz-Weiß-Empfang mit dem Farbempfänger weniger bläulich. Daher erhöht eine der Firmen die Farbtemperatur, wenn kein Farbsignal empfangen wird.

In Großbritannien kann der Kunde sein Gerät kaufen oder mieten. Aus rein steuerrechtlichen Gründen ist letzteres ein sehr ertragreiches Geschäft, und es gibt Spezialfirmen mit Hunderten von Filialen, die teilweise nicht nur ihre Geräte selbst herstellen, sondern auch – wie Radio Rental zusammen mit der RCA – in England die Fertigung von Farbbildröhren aufziehen. Aus volkswirtschaftlichen Gründen werden Anzahlung und Ratenanzahl der Abzahlungsverkäufe und die bei Mietverträgen zu leistende Vorauszahlung regierungsseitig geregelt und von Zeit zu Zeit geändert. Eine Erleichterung im Sommer 1967 brachte zwar eine leichte Belebung des Geschäftes, aber auf die der Abwertung folgende starke Nachfrage nach langlebigen Konsumgütern war niemand vorbereitet. Man erwartete nicht nur eine Verteuerung als Ergebnis der Abwertung, sondern auch eine Erhöhung der für Empfänger jetzt 27 1/2 % des Großhandelspreises betragenden Verkaufssteuer und eine Verschärfung der Abzahlungs- und Mietbedingungen im Etatvorschlag Ende März dieses Jahres.

Die Industrie war diesem plötzlichen Aufschwung nicht gewachsen, und Farb- sowie Schwarz-Weiß-Empfänger wurden knapp. Die Preise für 63-cm-Farbempfänger schwanken je nach Ausführung zwischen 285 und 330 £. Die meisten sind Tischmodelle mit einschraubbaren Beinen oder Fußgestellen; es gibt aber auch Truhen- und Stilmöbelmodelle. Das 48-cm-Gerät kostet etwa 265 £, ein verhältnismäßig geringer Unterschied. Alle Modelle enthalten auch den VHF-Teil für 405 Zeilen. Vergleichsweise verdient ein gelernter Facharbeiter in der Elektroindustrie 22 £ je Woche, im Kraftfahrzeugbau 26 £. Für An-

gestellte liegen keine amtlichen Zahlen vor, aber bei mittleren Angestellten (junior management) kann man mit etwa 30 £ Wochenverdienst rechnen.

Es ist schwer zu sagen, wie viele der bis zum 31. Dezember 1967 ausgelieferten Farbempfangen tatsächlich bei Kunden aufgestellt sind und wie viele in Schaufenstern stehen. Die Angaben schwanken stark. Die Einstellung des Publikums ist sehr unterschiedlich. Die ersten Empfänger wurden sicherlich als Statussymbol gekauft. Da es nur einen zusätzlichen Regler für Farbsättigung gibt, ist die Bedienung der Geräte einfach, und es heißt, daß Zuschauer des Farbprogramms oft den Geschmack an Schwarz-Weiß verlieren und daß auch die gelegentlich zuschauenden Besucher schnell Geschmack an der Farbe finden. Eine genaue Einschätzung der Einstellung des Publikums dürfte aber erst nach Beruhigung der durch die wirtschaftliche Lage hervorgerufenen Verzerrungen möglich sein.

Die Geräteknappheit hat sich auch auf die Empfängerführung ausgewirkt, und nur eine Firma berichtet von nennenswerten Stückzahlen für ein Exportmodell. Die Firmen hoffen jedoch für 1969 auf wesentliche Aufträge aus dem Ausland. Die Ausfuhr von Bauteilen wird als zufriedenstellend beurteilt.

#### Service-Fragen

Der amerikanische Witz, daß man zu jedem Farbempfangen auch einen Service-Ingenieur liefern muß, stirbt langsam und hat dazu geführt, daß die Hersteller durch scharfe Fertigungskontrollen sehr hohe Qualität erreichen. Trotzdem dürfte die Angst vor den Kinderkrankheiten der Geräte den Mietvertrag mit freiem Service stark begünstigen. Der Kunde wird für ein so teures Gerät auch einen fachkundigen Service verlangen, aber die Ausbildung der entsprechenden Ingenieure und Techniker bereitet erhebliche Sorgen. Seit Jahren gibt es an Technischen Lehranstalten Kurse mit anerkannter Abschlußprüfung für Service-Ingenieure. Dieses Examen wurde 1967 erstmalig auf einen Zusatzkurs für Farbfernsehen ausgedehnt. Von den 1300 Teilnehmern bestanden fast 1000 die Prüfung. Soweit bisher bekannt ist, nehmen in diesem Jahr ebenso viele an dem 80stündigen Kurs teil. Außerdem haben andere technische Schulen ähnliche Kurse ohne Abschlußprüfung eingerichtet.

Weitere Kurse werden von den Herstellern für das Personal von Fachhändlern und Großfirmen intern organisiert. Sie dauern im allgemeinen eine oder zwei Wochen und sind auf bestimmte Typen abgestimmt. Im großen und ganzen ist man mit der Anzahl theoretisch ausgebildeter Service-Ingenieure für den Anfang zufrieden. Es fehlt aber noch die praktische Erfahrung. Dieser weitere Lernvorgang wird auf Monate geschätzt und muß von den Händlern finanziert werden, deren Verdienstspanne für Farbempfangen prozentual der für Schwarz-Weiß-Empfänger entspricht. Die Händler haben jetzt keine Schwierigkeiten mehr, die geeigneten Prüfgeräte und Farbgeneratoren zu beziehen.

Wenn auch die wirtschaftliche Lage augenblicklich die Entwicklung in Großbritannien verzerrt, sieht sie langfristig doch gut aus.

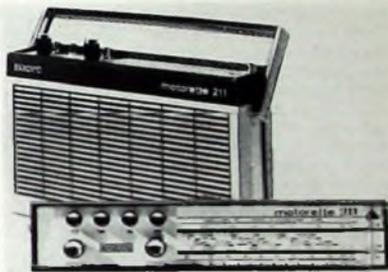
E. R. Friedlaender, Wembley

## Reisesuper 1968/69

Verschiedene Neuheiten auf dem Reiseempfängergebiet wurden bereits seit Anfang dieses Jahres in Kurzmeldungen vorgestellt, und über den allgemeinen Entwicklungstrend bei den neuen Reiseempfängern berichtet der Leitartikel dieses Heftes. Der folgende Beitrag macht nun ausführlich mit den Neuerungen der einzelnen Hersteller bekannt.

#### Akkord-Radio

In moderner Ausstattung und neuzeitlicher Technik stellt sich der Auto-Koffersuper „Motorette“ vor, der mit 10 Transistoren und 5 Dioden bestückt ist und Variometereingang bei Autobetrieb hat. Die maximale Ausgangsleistung ist im Wagen etwa 4 W. Der neue Empfänger kommt in den Varianten „Motorette 210“ mit den Bereichen UML und „Motorette 211“ mit den



„Motorette 211“ (Akkord)

Bereichen UKM auf den Markt. Er hat ferner die üblichen Anschlüsse für TA/TB und Ohrhörer sowie eine Klangtaste und Skalenbeleuchtung bei Autobetrieb. Zur Stromversorgung bei Batteriebetrieb sind 5 Batteriezellen (je 1,5 V) erforderlich. Mit einem getrennten Netzgerät ist auch Netzbetrieb möglich. Da die „Motorette“ sehr flach ist, wird auch bei kleineren Fahrzeugen die Bewegungsfreiheit der Mitfahrer nicht beeinträchtigt.

#### Blaupunkt

Neun verschiedene Modelle umfaßt das Kofferradio-Angebot von Blaupunkt. Die Reisesuper „Dixie“, „400 K“, „Diva K“ und „Derby H“ wurden unverändert aus dem Vorjahr übernommen.

Neu ist das preisgünstige Mini-Radio „Swing“, das nur 16 cm X 8,6 cm X 4,1 cm groß ist und mit Batterie lediglich 400 g wiegt. Obwohl es der preisgünstigen Klasse angehört, hat es zwei Wellenbereiche (UM) und eine eisenlose Gegentakt-Endstufe (0,2 W). Eine neuartige Diodenschaltung in der Endstufe sorgt für geringen Stromverbrauch. Für Ohrhöreranschluss ist eine Schaltbuchse vorhanden.

Bei dem neuen Autokoffer „Derby 681“ findet man fünf Wellenbereiche (UK2ML), MW-Europataste, eisenlose Gegentakt-Endstufe mit 3 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb und 2-W-Sparschaltung bei Kofferbetrieb. Anschlüsse für Autoantenne, TA/TB und Netzgerät sowie eine Schaltbuchse für Außenlautsprecher (Kopfhörer).

Eine andere Neuheit, der Automatik-Autokoffer „Derby de Luxe“, hat sechs Empfangsbereiche (U2K2ML), abschaltbare UKW-Scharfabstimmautomatik, Abstimmungsanzeige und Batteriekontrolle durch Profilinstrument. Bemerkenswert ist die eisenlose Gegentakt-Endstufe, die 3 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb und 2 W in



„Senator“ (Blaupunkt)

Sparschaltung bei Kofferbetrieb abgibt. Zwei Klangregler sowie die üblichen Anschluß- und Schaltbuchsen runden den Komfort ab.

Der Luxus-Autokoffer „Senator“ (beziehungsweise „Senator-Teak“) verfügt über vier Wellenbereiche (UKML), drei UKW-Stationstasten, abschaltbare UKW-Scharfabstimmung, KW-Lupe, getrennte AM/FM-Abstimmung, kombinierte Abstimmungsanzeige und Batteriekontrolle sowie Gegentakt-Endstufe für 4 beziehungsweise 2 W Ausgangsleistung. Zwei Klangregler und zahlreiche Anschlußbuchsen kennzeichnen den Komfort.



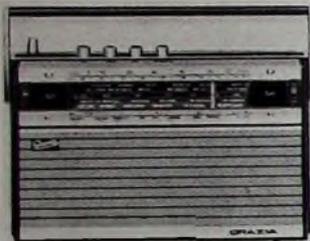
„Supernova“ (Blaupunkt)

Das Spitzenmodell „Supernova“ für Weltempfang mit KW-Trommeltuner und drei UKW-Stationstasten (Diodenabstimmung) hat jeden erdenklichen Komfort. Insgesamt sind zehn Empfangsbereiche (U7KML) vorhanden, die neben U und L einen lückenlosen Empfang im Bereich 10 bis 583 m ermöglichen. Der 6-Bereich-KW-Trommeltuner hat Dreifachabstimmung sowie eine KW-Lupe mit Kapazitätsdiode. Abschaltbare UKW-Scharfabstimmung, getrennte KW-Abstimmung, separate Skalen für jeden Bereich, zwei Klangregler und eingebauter Netzteil sind weitere Vorzüge. Die eisenlose Gegentakt-Endstufe liefert 2 W.

Bemerkenswert ist unter den zwei neuen Netzanschlußgeräten das Mehrzweckgerät „NG 900“ mit eingebauter Synchron-Schaltuhr und Wecksummer.

### Graetz

Das Kofferradioprogramm von Graetz umfaßt in dieser Saison insgesamt vier verschiedene Modelle. Das neue Gerät „Grazia 43 B“ kommt in den Bereichskombinationen UKM oder UKL auf den Markt. Die Bereichswahl erfolgt durch Runddrucktasten auf der Geräteoberseite. Mit der vierten Taste „Ton“ läßt sich der NF-Frequenzgang beeinflussen. Die Skala ist groß und übersichtlich. Durch einen Lupeneffekt wird die Sendereinstellung besonders erleichtert. Die hohe Ausgangsleistung von etwa 700 mW der eisenlosen Endstufe und der große Lautsprecher mit



„Grazia 43 B“ (Graetz)

den Abmessungen 12 cm X 8 cm sorgen für gute Wiedergabequalität. Über eingebaute Schaltbuchsen können ein Netzgerät und ein Außenlautsprecher oder ein Kopfhörer angeschlossen werden.

### Grundig

Auch Grundig ist in der neuen Saison mit einem umfangreichen Angebot vertreten. Neben dem bereits vorgestellten Spitzen-Reiseempfänger „Satellit“ bringt Grundig noch vier bewährte Reisesuper in weiterentwickelter Ausführung auf den Markt. Der bisherige Zweibereichempfänger „Record-Boy“ hat jetzt zusätzlich Langwelle und damit insgesamt drei Bereiche, während „Elite-Boy Automatik“, „Music-Boy Luxus“ und „Prima-Boy Luxus“ mit neugestalteten ansprechenden Gehäusen herauskommen.

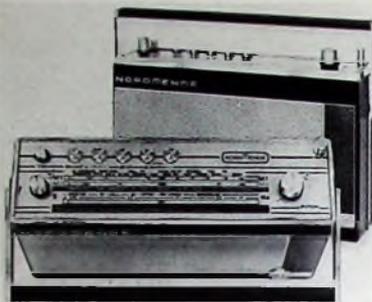
Der neue „Record-Boy“ mit drei Wellenbereichen (UML) bietet für ein Gerät seiner Preisklasse eine beachtliche Senderauswahl. Für einwandfreien Empfang sorgen die eingebaute Ferritantenne und die UKW-Teleskopantenne. Die eisenlose Endstufe gibt 1,5 W Ausgangsleistung an den Ovallautsprecher ab. An Stelle der beiden 4,5-V-Flachbatterien läßt sich auch das Netzteil „TN 12“ in das Gerät einsetzen.

Die neue Version des „Elite-Boy Automatik“ zeigt einen geschlitzten Frontgrill im Nußbaum-Look mit ebensolchen Seitenteilen. Er wird außerdem mit schwarzem Kunstlederbezug, gepolsterten Seitenteilen und Metall-Frontgrill geliefert. An der Geräteoberseite sind die Bedienungselemente angeordnet, die auf einer matt gebürsteten Metalleinlage wirkungsvoll zur Geltung kommen. „Music-Boy Luxus“ und „Prima-Boy Luxus“ haben gepolsterte Gehäuse mit Skai-Bezug in modischen „Schockfarben“.

### Nordmende

Mit vier Koffersuper-Neuheiten wartet Nordmende in der neuen Saison auf Neu-

entwicklungen sind die Geräte „Idol L“ (UML) und „Idol 49 m“, der außer UKW und dem 49-m-Band zwei gespreizte Mittelwellenbereiche (515 ... 1370 kHz und 1340 bis 1625 kHz) hat. Noch leistungsstärker (1,5 W) ist der Koffersuper „Euro“, der sich



„Idol 49 m“ (Nordmende)

mit fünf Wellenbereichen (UK2ML) besonders für Urlaub und Reise eignet. Zur Spitzenklasse gehört der neue Kombiempfänger „Transita GT“. Universelle Verwendungsmöglichkeiten, fünf Wellenbereiche (UKW, KW, 49-m-Band, MW, LW) und UKW-Abstimmautomatik kennzeichnen diesen Kombisuper. Alle neuen Geräte haben Anschlüsse für Netzgerät, Kopfhörer, Außenlautsprecher und TA/TB, „Transita GT“ ferner auch für Antenne und Autohalterung. Bei „Idol“ und „Euro“ kann das Netzgerät „TN 173“ an Stelle der beiden Flachbatterien in den Batteriekasten eingesetzt werden.

Für die Freunde der Kurzwellen brachte Nordmende eine neue Version des „Globetrotter“ heraus. Mit dem serienmäßigen Einbau von BFO und Produktdetektor für Telegrafie- und Einseitenbandempfang berücksichtigt der neue „Globetrotter amateur“ die Wünsche vieler KW-Amateure. Außerdem sind ein zweiter Überlagerungsoszillator im KW-Bereich und Feineinstel-

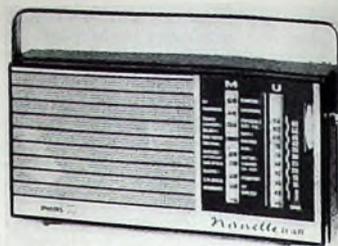


„Globetrotter Amateur“ (Nordmende)

lung beim Empfang von SSB-Sendern vorhanden. Das neue Gerät hat elf gespreizte KW-Bänder (80 m, 49 m, 40 m, 31 m, 25 m, 20 m, 19 m, 16 m, 15 m, 11 m, 10 m). Eine 1,30 m lange Teleskopantenne sorgt für guten Empfang bei UKW und KW. Der mit 18 Transistoren und 12 Dioden bestückte „Globetrotter amateur“ hat wie der „Globetrotter TN 6000“ Anschlußmöglichkeiten für TA/TB, Außenlautsprecher, Kopfhörer, Autohalterung, Antennen, Erde, Netzanschluß 110/220 V sowie externe Stromversorgung 7,5 V.

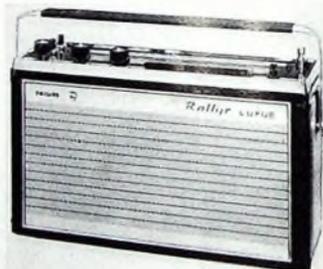
### Philips

Die Reihe der neuen Philips-Taschen- und Reiseempfänger des Jahres 1968 wurde mit den Empfängern „Nanette de Luxe“ und „Rallye Luxus“ eröffnet. Weitere Geräte werden zur Hannover-Messe vorgestellt. „Nanette de Luxe“ ist ein handliches Ta-



„Nanette de Luxe“ (Philips)

schengerät, das sich durch schicke äußere Form und gute Empfangsleistungen auf den beiden Wellenbereichen (UM) auszeichnet. Durch kompakte Anordnung der Bauelemente auf engstem Raum konnte ein verhältnismäßig großer Lautsprecher (8 cm Ø) eingesetzt werden, der zusammen mit der 0,5-W-Gegentakt-Endstufe ein gut ausgewogenes Klangbild vermittelt. Außerdem erhielt das Gerät einen großen Batterieraum, so daß es aus Babyzellen betrieben werden kann. Eine spezielle Transistorschaltung bewirkt im NF-Teil die Temperaturkompensation und sorgt für konstante Ausgangsleistung. Über eine DIN-Anschlußbuchse kann eines der üblichen 6-V-Netzanschlußgeräte angeschlossen werden. Ein Anschluß für den Ohrhörer „NP 1021“ ist ebenfalls vorhanden.

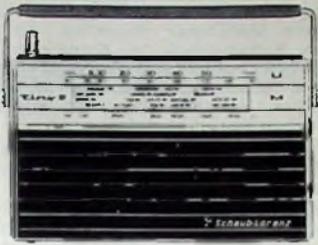


„Rallye Luxus“ (Philips)

„Rallye Luxus“ ist ein Kombinations-Reiseempfänger mit vier Wellenbereichen (UKML), der mit einem gepolsterten Gehäuse mit großer Lautsprecher-Zierblende geliefert wird. Die Skala und alle Bedienungselemente sind an der Oberseite angeordnet und können daher nach Einschub des Gerätes in die Autohalterung gut bedient werden. Die Abstimmung erleichtern einige wirksame Abstimhilfen, und zwar eine induktive Kurzwellenlupe, die das leichte und präzise Einstellen aller Stationen im Bereich 19 ... 49 m ermöglicht, der gespreizte Mittelwellen-Euro-Bereich und eine Sender-Memomatik zur Vorwahl von vier UKW-Stationen. Die Ausgangsleistung von 2,5 W erhöht sich bei Autobetrieb auf 5 W. Anschlüsse für Kleinhörer, Zweitlautsprecher, TA/TB und Netzanschlußgerät sind vorhanden.

### Schaub-Lorenz

Außer dem zum Jahresende herausgekommenen Reiseempfänger „Weekend-Universal“ stellt Schaub-Lorenz jetzt den Taschensuper „Tiny E“ vor. Das neue Gerät ist für den Empfang des MW- und UKW-Bereichs ausgelegt. Gute akustische Eigenschaften werden durch eine Gegentakt-Endstufe mit einer Ausgangsleistung von etwa 400 mW, einen großen Lautsprecher



„Tiny E“ (Schaub-Lorenz)

(12 cm X 8 cm) sowie durch die besondere Rückwandgestaltung für den Lautsprecher-Druckausgleich erreicht. Netzbetrieb ist mit den Netzgeräten „NG 1001“ und „NG 2001“ möglich. Im Styling wurde das Gerät der neuen Schaub-Lorenz-Linie angepaßt.

#### Siemens

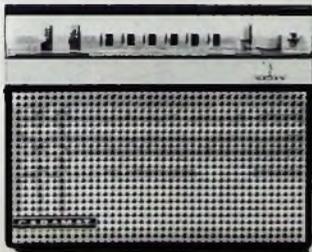
Die neue Reisesuper-Serie eröffnet der Taschensuper „Cordly RK 10“ für die Bereiche UM. Maximal 200 mW Ausgangsleistung der Gegentakt-Endstufe gewährlei-



„Cordly RK 10“ (Siemens)

sten lautstarken Empfang bei wirtschaftlicher Ausnutzung der 9-V-Batterie. Mit einer Schaltbuchse wird der eingebaute Lautsprecher (6,6 cm Ø) beim Anschluß eines Ohrhörers (10 ... 15 Ohm) abgeschaltet.

Charakteristische Merkmale des neuen Reisesupers „Norette RK 11“ sind kleine Abmessungen, geringes Gewicht und gute Empfangsleistungen auf UKW und MW. Der permanentdynamische Lautsprecher von 7,7 cm Ø gewährleistet gute Klang-



„Caramat RK 15“ (Siemens)

wiedergabe. Die übertragerlose Gegentakt-Endstufe liefert eine Ausgangsleistung von 300 mW. Die Bedienungsknöpfe für Senderwahl und Lautstärke sowie der Wellenbereichsschalter liegen griffgerecht. An einem schwenkbaren Bügel läßt sich das Gerät auch bei ausgezogener Teleskopantenne bequem tragen.

Der neue Reiseempfänger „Turf RK 12“ setzt die bewährte preisgünstige „Turf“-Serie fort. Betrieben werden kann er mit Flachbatterien, Babyzellen oder Energieblock sowie mit einem Netzgerät am Netz. Die zwei verschiedenen Gehäuseausführungen berücksichtigen unterschiedlichen Geschmack. Das anthrazitfarbene Gehäuse aus Kunststoff wird mit einer Front in Palisanderdekor oder anthrazitfarbenem Würfelmuster angeboten.

Neben UKW, MW und LW verfügt der neue „Caramat RK 15“ über zwei gespreizte Kurzwellenbereiche (19 ... 25 m und 31 ... 49 m) und einen gespreizten Euro-Bereich für Mittelwellensender zwischen 1400 und 1620 kHz. Der 10-cm-Rundlautsprecher gewährleistet gute Klangqualität. Zum Bedienungskomfort gehören die abschaltbare automatische UKW-Scharfabstimmung, ein Drehpulsinstrument zur Abstimmanzeige und zur Batteriekontrolle, Skalenbeleuchtung sowie besondere M- und L-Vorkreise für die Autoantenne. Bei Autobetrieb ist die Ausgangsleistung 3 W, bei Kofferbetrieb 2 W.

Mit seiner hochwertigen technischen Ausstattung bietet der neue „Turnier RK 16 Electronic“ Empfangsmöglichkeiten für zahlreiche Sender aus aller Welt. Der eingebaute 110/220-V-Netzteil schaltet automatisch von Batterie auf Netz um. Mit sechs gespreizten KW-Bereichen, dem Marineband (Seewelle) und dem MW-Bereich wird der gesamte Frequenzbereich zwischen 10 und 585 m lückenlos erfaßt. Der LW-Bereich ist um etwa 50 % erweitert. Im durch Dioden abgestimmten UKW-Bereich können neben der üblichen Senderwahl



„Turnier RK 16 Electronic“ (Siemens)

mit Drehknopf zusätzlich vier UKW-Sender mit Stationstasten gewählt werden. Der KW-Trommeltuner arbeitet mit HF-Vorstufe und Dreifachabstimmung. Die elektronische Kurzwellenlupe erleichtert auf den stark gespreizten KW-Bereichen das Aufsuchen und Wiederfinden von KW-Sendern. Verschiebbare Skalenreiter ermöglichen die Markierung beliebiger Stationen. Der NF-Teil ist übertragerlos aufgebaut und gibt 2 W Ausgangsleistung an den 10-cm-Lautsprecher ab.

Durch robuste Konstruktion und hohen Bedienungskomfort zeichnet sich der neue „Club RK 14“ aus, der gegenüber seinem Vorgänger „Club RK 92“ verschiedene Neuerungen aufweist. Der Netzteil ist eingebaut, und die Umschaltung von Batterie auf Netzbetrieb erfolgt automatisch. Außerdem hat er neben den üblichen Wellenbereichen UKML noch einen gespreizten Euro-Bereich für die Mittelwellensender zwischen 1400 und 1630 kHz.

W. W. Diefenbach

## Persönliches

### Hohe Auszeichnung für Konsul Dr. h. c. Max Grundig

Der Botschafter der Republik Italien, S. Exc. Mario Lucialli, übergab am 1. März in seiner Residenz Bad Godesberg den Verdienstorden der Republik Italien mit dem Rang eines „grande ufficiale“ an Konsul Dr. h. c. Max Grundig. Der Verdienstorden wird Persönlichkeiten überreicht, die sich um den wirtschaftlichen Aufbau besonders verdient gemacht haben, und hat drei Stufen. Der Rang eines „grande ufficiale“ ist die zweite Stufe.

### Georg Fürst Krapotkin 65 Jahre

Georg Fürst Krapotkin, Direktor der Philips-Filiale in Bielefeld, wurde am 24. März 65 Jahre. 1930 nahm er seine Tätigkeit bei Philips als Werbeleiter der Lettländischen Niederlassung in Riga auf, erhielt schon nach wenigen Jahren Prokura und wurde später Geschäftsführer der Philips Glühlampen- und Radio-Handels AG Riga. 1940 ging er nach Posen, um dort eine Philips-Filiale zu errichten. Von 1947 bis 1950 beteiligte sich Fürst Krapotkin als Leiter der Gruppe Rundfunkgeräte maßgeblich am Wiederaufbau der Hauptniederlassung in Hamburg. Im Anschluß daran wurde er mit der Leitung des Filialbüros in Bielefeld beauftragt.

### T. von Hauteville 60 Jahre

Sein sechzigstes Lebensjahr vollendete am 22. Februar 1968 Dipl.-Ing. Tankred von Hauteville, stellvertretendes Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereiches Weitverkehr und Navigation von SEL (Standard Elektrik Lorenz AG).

Nach Studium an der TH Stuttgart widmete er sich in mehreren Dienststellen vor allem Fragen der Funkerprobung für die Luftfahrt und trat anschließend 1948 als Entwicklungingenieur in die C. Lorenz AG, eine der Stammfirmen von SEL, ein. 1952 übernahm er die Leitung des Vertriebes Drahtlose Technik und Weitverkehr, bekam 1955 Prokura, wurde fünf Jahre später zum Direktor ernannt, und 1963 wurde ihm die

Leitung des Geschäftsbereiches Weitverkehr und Navigation der Standard Elektrik Lorenz AG übertragen; gleichzeitig erhielt er Generalvollmacht. 1964 folgte die Berufung zum stellvertretenden Vorstandsmitglied.

### H. Jensen 60 Jahre

Am 13. März vollendete Dr. phil. Hans Jensen, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH, Hamburg, sein 60. Lebensjahr.

Das Studium der reinen und angewandten Mathematik, der Physik und der Astronomie an der Universität Kiel schloß Dr. H. Jensen nach dem Staatsexamen für das höhere Lehramt 1933 mit der Promotion zum Dr. phil. ab. Anschließend war er lange Zeit in der optischen Industrie tätig, bis ihn 1953 sein Weg zu Philips führte. Dr. H. Jensen arbeitet hier an den Problemen der technischen und physiologischen Optik. Er ist Schriftleiter der Hauszeitschriften „Philips Kinotechnik“ und „Philips Audio-Video-Technik“. Durch zahlreiche Vorträge und Veröffentlichungen wurde Dr. H. Jensen in weiten Kreisen der Kino- und Fernsehtechnik bekannt.

### H. Schwarz 60 Jahre

Am 29. März 1968 vollendete Senator e. h. Dr. phil. nat. Hermann Schwarz das 60. Lebensjahr. Vor 35 Jahren hatte er mit Dr. Lother Rohde in München ein physikalisch-technisches Entwicklungslabor gegründet, aus dem die Firma Rohde & Schwarz hervorging. 1908 in Nördlingen geboren, studierte Hermann Schwarz Physik an den Universitäten Heidelberg, München und Jena, wo er 1931 promovierte. Bereits in der jenaer Zeit begann die Zusammenarbeit mit L. Rohde. In den ersten Jahren nach der Firmengründung war Dr. Schwarz vornehmlich als Entwickler tätig. Mit wachsender Firmengröße übernahm er organisatorische und unternehmerische Aufgaben immer mehr in den Vordergrund. Im Jahre 1959 würdigte die Technische Hochschule München Leistungen und Verdienste des Jubilars durch Ernennung zum Ehrensenator.

### Überssee-Funkstelle Usingen

Für die Inbetriebnahme neuer Funklinien nach Übersee und zur Ausstrahlung weiterer Pressefunksendungen mußten von der Deutschen Bundespost neue Sender und Antennenanlagen errichtet werden. Die neu aufgebaute Sendefunkstelle Usingen 3 der Deutschen Bundespost soll in der ersten Baustufe zehn neue fernbedienbare, sich selbständig abstimme Kurzwellsender mit einer Leistung von je 30/20 kW erhalten. Zu der Anlage Usingen 3 gehören fünf drehbare logarithmisch-periodische Antennen mit 30 kW von Rohde & Schwarz, die mit Hilfe neuartiger Anzeige- und Steuergeräte von „Ort“ und von „Fern“ automatisch auf vorgewählte Richtungen eingestellt werden. Drei dieser Anlagen sind bereits in Betrieb, zwei weitere werden noch in diesem Jahr übergeben. Es handelt sich dabei um den gleichen Typ, wie er bereits in Frankfurt-Bonames installiert wurde. Am 26. Januar 1968 fand das Richtfest für eine neue drehbare logarithmische 100-kW-Antenne von Rohde & Schwarz statt. Diese Antenne mit horizontaler Polarisation ist auf einer drehbaren Steuerung, die Schwenkungen um 360° (Azimut) ermöglicht, montiert. Die einzelnen Strahler der für den Frequenzbereich 5...30 MHz ausgelegten Antenne haben zwischen den Spitzen einen Widerstand von etwa 200 Ohm. Dieser wird durch einen Koaxial-Leistungstransformator auf etwa 60 Ohm transformiert. Die breitbandige Antenne verlangt bei Frequenzwechsel kein mechanisches Nachstellen. Das Stehwellenverhältnis ist  $< 2$ , der Leistungsgewinn, bezogen auf einen  $\lambda/2$ -Dipol im freien Raum, 10- bis 16fach. Die Antenne mit einem Gewicht von 15 600 kg ruht auf einem nur 3 m  $\times$  3 m großen und 65 t schweren Fundament. Die Gesamthöhe ist 43 m, davon entfallen 17 m auf den Drehmast. Die Basislänge des Strahlers ist 30 m, die Ausdehnung von der Basis zur Spitze beträgt 25 m.

### Radioteleskop „Effelsberg“

Den Auftrag für den elektrischen Antrieb und die Steuerung der etwa 2000 t schweren Antenne des Radioteleskops „Effelsberg“ erhielt AEG-Telefunken. Das Radioteleskop wird zur Zeit im Auftrag der Max-Planck-Gesellschaft in der Eifel errichtet. Es dient vorwiegend Meßaufgaben der Radioastronomie und wird nach seiner Fertigstellung im Jahre 1969 mit einem Spiegeldurchmesser von 100 m die größte und auch die genaueste frei bewegliche Antennenanlage ihrer Art in der Welt sein. Die Parabolantenne ist um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen drehbar und erreicht alle über dem Horizont liegenden Himmelsorte. Die Drehwinkel betragen in der Azimutachse (Vertikalachse)  $\pm 360^\circ$  und in der Elevationsachse (Horizontalachse)  $5^\circ \dots 94^\circ$ . Der Antrieb erfolgt in beiden Achsen über thyristorgesteuerte Gleichstrommotoren, wobei für die Azimutverstellung 16 Maschinen von zusammen 320 kW und für die Elevationsrichtung zwei Maschinen mit je 90 kW vorgesehen sind. Eine digitale Lageregelung läßt die Antenne auf 8" (das heißt auf  $1/100^\circ$ ) genau in die vorgegebene Position einlaufen.

Ein dem Steuer- und Meßbetrieb übergeordnetes Prozeßrechnersystem hat die Aufgabe, die Sollwertkoordinaten für die

Bahnsteuerung des Teleskops mit hoher Genauigkeit zu errechnen, in digitaler Form mit den Lage-Istwerten zu vergleichen und die Einstellungen gegebenenfalls zu korrigieren. Darüber hinaus soll der Prozeßrechner die Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen kontrollieren und im Störfall Gegenmaßnahmen einleiten. Eine weitere Aufgabe des Prozeßrechners liegt im Erfassen, Auswerten und Speichern analog anfallender Meßdaten der Antenne in 130 Datenkanälen im Online-Betrieb. Diese Aufgabe wird vom AEG-Prozeßrechner „Geomatic 1009“ erfüllt.

### Europäischer Fernmeldesatellit

Eine Gruppe von Fachleuten aus mehreren westeuropäischen Ländern beriet am 29. Februar und 1. März 1968 im Fernmeldetechnischen Zentralamt der Bundespost in Darmstadt über die technische Konzeption eines europäischen Nachrichtensatelliten.

Die Technik der Nachrichtensatelliten entwickelt sich rasch, und die Fachleute sind sich heute darüber einig, daß diese Form der Nachrichtenübertragung auch wirtschaftlich konkurrenzfähig sein wird. Zunächst gilt das allerdings erst für die großen Entfernungen zwischen den Kontinenten. Für die verhältnismäßig geringen Distanzen zwischen den europäischen Verkehrszentren – zwischen Frankfurt und Paris sind es beispielsweise rund 600 km – müssen ganz neue Systeme entwickelt

werden. In Darmstadt hat eine kleine Gruppe technischer Experten, die von einem Fachausschuß der Kommission der europäischen Post- und Fernmeldeverwaltungen (CEPT) eingesetzt worden war, über diese technischen Fragen beraten. Die Wirtschaftlichkeit des Projektes wird anschließend vom gesamten Fachausschuß zu prüfen sein.

Der Satellit muß in eine synchrone Umlaufbahn gebracht werden, die ihren scheinbaren Fixpunkt etwa bei 10 Grad östlicher Länge über dem Äquator hat; das ist in der Nähe der zentralafrikanischen Küste. In dieser Position kann der Satellit Nachrichtenverbindungen zwischen allen interessierten europäischen Staaten ermöglichen. Er arbeitet im Frequenzbereich oberhalb 10 GHz. Die Bodenstationen werden bei den Schwerpunkten des Nachrichtenverkehrs errichtet. Für Entwicklung, Produktion und Abschluß der Satelliten und für die benötigten Erdfunkstellen ist mit Investitionskosten von einigen hundert Millionen Mark zu rechnen. Entsprechend hoch sind auch die laufenden Betriebskosten.

Die europäischen Länder sind an solchen Vorhaben außerordentlich interessiert, weil sich ihnen hier die Möglichkeit bietet, den technologischen Vorsprung der Amerikaner auf diesem Gebiet aufzuholen. Es wurde auch daran gedacht, für den Abschluß des Satelliten möglicherweise eine eigene europäische Rakete der ELDO (europäische Organisation für Trägerraketen) zu verwenden. Bis jetzt steht aber noch nicht fest, ob das möglich sein wird.

## Simultan-Lehrgänge für elektronische Musikinstrumente

In zunehmendem Maße bemüht sich der Musikalienhandel, dem an elektronischen Musikinstrumenten interessierten Publikum nicht nur die Geräte vorzuführen, sondern ihm auch eine spezielle Einweisung in das Spielen elektronischer Musikinstrumente zu geben. Zahlreiche Händler richteten Studios ein, in denen Musiklehrer den Schülern – gleich welchen Alters – eine gewisse Grundausbildung vermitteln, die erst einen wirklichen Einblick in die vielfältigen Spielmöglichkeiten gibt. Der große Mangel an Musiklehrern ließ aber bisher eine rationelle Nutzung dieser Studios kaum zu. Um diesem Mangel abzuwehren, entwickelte die Deutsche Philips GmbH, Abteilung für elektronische Musikinstrumente, Hamburg, eine Simultan-Lehranlage für elektronische Musikinstrumente, mit der der Musiklehrer zu gleicher Zeit bis zu 20 Schülern unterrichten kann. Diese Anlage wurde jetzt auf der Frankfurter Messe (3.-7. 3. 68) vorgeführt. Sie besteht aus einem kleinen Regiepult, das auf dem Lehrerinstrument steht und das mit einem Mikrofon, Kopfhörer und mit 20 Anschlüssen für die Instrumente verschiedener Fabrikate ausgerüstet ist.

Während der Schüler übt – lautlos für die übrigen Schüler – hört er im Kopfhörer sein eigenes Spiel. Der Lehrer überwacht, gleichfalls mit Kopfhörer, diese Übung, wobei das Abhören unbemerkt erfolgt. Er kann über das Mikrofon sowohl den einzelnen Übenden als auch alle Schüler gleichzeitig ansprechen und, falls dies notwendig ist, korrigieren oder musikalische Beispiele von der Lehrorgel geben. Für

den Schülerplatz kann auch ein Kopfhörer mit Mikrofon verwendet werden. Damit besteht für den Schüler die Möglichkeit, mit dem Lehrer zu sprechen. Ferner kann der Lehrer von Schallplatte oder Tonband Beispiele in die Anlage einspielen, diese gleichzeitig kommentieren oder mit dem eigenen Spiel kombinieren, so daß sich



vielfältige Möglichkeiten für die Gestaltung des Lehrstoffes ergeben. Gleichfalls läßt sich der Unterricht auf Tonband und Tonband-Kassetten-Geräten vorprogrammieren. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Unterrichtsablauf zu Wiederholungszwecken auf Tonband (Kassette) aufzunehmen.

# Kompensation der Lochmaskenausdehnung bei Farbbildröhren

## 1. Einleitung

Bei Darstellungen der Funktion von Farbbildröhren nach dem Lochmaskenprinzip spielt der mechanische Abstand der Lochmaske vom Leuchtschirm eine wichtige Rolle in bezug auf die Farbreinheit des Farbbildes. Wie aus vorhergegangenen Veröffentlichungen bekannt, bestimmt dieser Abstand die Basisbreite des von den Elektronen getroffenen Farbtripeldreiecks und ist damit die Voraussetzung für das Auftreffen der Strahlen bezüglich eines gegebenen Farbtripels. Ausgehend von diesem Gedanken, ist leicht einzusehen, daß der Abstand (oder - genauer gesagt - die geometrische Lage des jeweiligen Maskenlochs zum zugeordneten Farbtripel) auch beim Betrieb der Farbbildröhre eingehalten werden sollte, damit die Bildröhre, unabhängig von bestimmten Schwankungen, farbstabil bleibt. Leider läßt sich die oben erhobene Forderung der Konstanz der geometrischen Anordnung von Lochmaske und zugeordnetem Farbtripel aus physikalischen Gründen nicht einhalten. Wegen der verhältnismäßig niedrigen Transparenz der Lochmaske nimmt die gesamte Maskenfläche ungefähr 80 % des Strahlstroms und somit eine relativ hohe Verlustleistung auf. Eine Erwärmung der Lochmaske auf nicht mehr zu vernachlässigende Temperaturen ist daher unvermeidlich.

Trotz Schwärzung der Lochmaske durch einen besonderen Oxydationsprozeß während der Herstellung zur Erhöhung der Wärmeabstrahlung tritt eine merkliche Erwärmung der Maske ein, die zu einer flächenhaften Ausdehnung der Lochmaske führt. Die Größenordnung dieser Ausdehnung wird meist unterschätzt. Zum besseren Verständnis des Problems sei nachfolgendes Beispiel angegeben, das die Größenordnung der Ausdehnung, die natürlich von der Entfernung zur Schirmmitte abhängt, veranschaulicht. Bei Eisen als Maskenmaterial kommt es bei einer Erhöhung der Maskentemperatur von  $\Delta T = 100$  grad in 30 mm Entfernung vom Schirmmittelpunkt zu einer Verschiebung des Maskenlochs um  $40 \mu\text{m}$ , das heißt zu einer Versetzung des Maskenlochs um etwa  $1/10$  des Leuchtpunktdurchmessers. Bei 300 mm Entfernung vom Schirmmittelpunkt - ein Fall, der bei 63-cm-Farbbildröhren in den Ecken des Schirmes vorliegt - erreicht diese Versetzung unter der gleichen Voraussetzung bereits einen vollen Leuchtpunktdurchmesser, also rund  $400 \mu\text{m}$ . Dieses einfache Beispiel zeigt bereits deutlich die infolge der Ausdehnung der Lochmaske auftretenden Probleme in bezug auf die Farbstabilität, ermöglicht die Abschätzung der Auswirkungen und läßt die Notwendigkeit der Kompensation des Ausdehnungseffekts erkennen. Mit diesen Problemen beschäftigt sich der vorliegende Beitrag.

## 2. Folgen der Maskenausdehnung

Gegenüber dem umfangreichen technologischen Aufwand, der bei der Herstellung

Dipl.-Phys. Kurt Manfred Tischer ist Leiter der Labors für Bildröhrenentwicklung und Bildröhrentechnologie der Standard Elektrik Lorenz AG, Geschäftsbereich Bauelemente, Werk Edlingen.

der Lochmaske - angefangen vom Rohmaterial über die verschiedenen Herstellungsstadien (Ätzen, Glätten der Flachmaske, Glühen, Formen, Schwärzen) bis zu ihrem Einbau - getrieben werden muß, scheint die Frage der Farbstabilität beim Betrieb der Röhre bezüglich der Temperaturexpanansion der Lochmaske und deren Kompensation von untergeordneter Bedeutung zu sein. Das vor allem deshalb, weil bereits vor einiger Zeit eine zufriedenstellende Lösung des Problems gefunden werden konnte.

Im Zusammenhang mit dieser Lösung ist das der amerikanischen Firma RCA patentierte „Permachrome“-Verfahren<sup>1)</sup> zu erwähnen, das als Grundprinzip für die Kompensation der Wärmeausdehnung betrachtet werden muß und dessen Grundidee hier näher beschrieben sei.

Ausgehend von obigen Ausführungen über die Erwärmung der Maske infolge der hohen Verlustleistung und der daraus resultierenden flächenhaften Ausdehnung, ist die Auswirkung einer sich ausdehnenden Lochmaske auf die Farbreinheit einleuchtend. Wird die Maske an vier als Federn ausgebildeten Kontakten aufgehängt (Bild 1), dann läßt sich die Wirkung der Ausdehnung infolge Temperaturerhöhung leicht erkennen (Bild 2). Bei einer be-

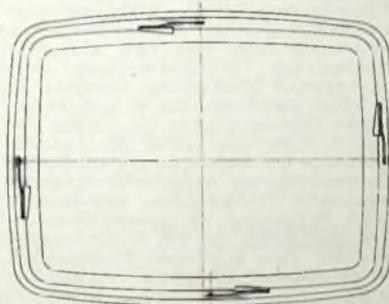


Bild 1. Aufhängung des Rahmens als Maskenträger an vier Punkten

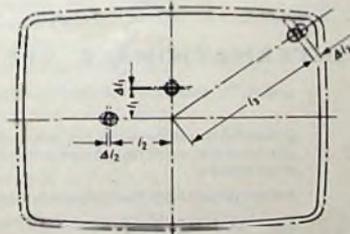


Bild 2. Darstellung der Lochversetzung bei Ausdehnung der Maske

stimmten Ausdehnung bleibt wegen der Vier-Punkte-Aufhängung der Mittelpunkt (des Schirmes beziehungsweise der Maske) unverändert. Außerhalb des Mittelpunktes liegende Maskenlöcher werden jedoch ent-

<sup>1)</sup> RCA-Patent Nr. 56 539 von T. S. H. r. a. d. e. s., USA

sprechend ihrem Abstand  $l_1, l_2$  beziehungsweise  $l_3$  um die Längen  $\Delta l_1, \Delta l_2$  beziehungsweise  $\Delta l_3$  nach außen versetzt, wobei wegen des Ausdehnungsgesetzes der Längenzuwachs  $\Delta l$  proportional dem Abstand  $l$  ist. Infolge dieser Versetzung der Maskenlochanordnung nach außen erfolgt eine Verschiebung des Maskenlochs in bezug auf das zugehörige Farbtripel, die zwangsläufig eine Verschiebung des Strahlauftref-

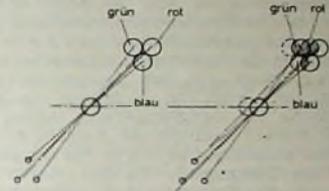


Bild 3. Auftretende Farbverschiebung bei Versetzung der Lochmaske

fens und somit eine partielle oder totale Farburnreinheit nach sich zieht. Dieser Effekt, der im Bild 3 im Prinzip dargestellt ist, hat zunächst die gleiche Auswirkung wie eine Farbbildröhre mit nicht ordnungsgemäß eingestellter Konvergenz, wobei jedoch - wie hervorgehoben werden soll - die Einschubwinkel der jeweiligen Elektronenbahnen stimmen, der Abstand Lochmaske - Schirm aber nachzukorrigieren wäre. Dieser Gesichtspunkt enthält bereits die Lösung des Kompensationsproblems, das noch anschließend behandelt wird.

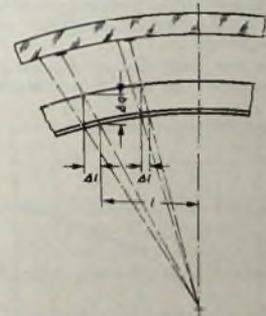


Bild 4. Prinzip der Jq-Korrektur bei einer Maskenlochversetzung  $\Delta l$

Im Bild 4 ist das Korrekturprinzip schematisch dargestellt. Die erforderliche Korrektur des Abstandes Maske - Schirm läßt sich daraus ersehen. Für jede Lochversetzung  $\Delta l$  ist in Abhängigkeit vom Abstand  $l$  eine Abstandsänderung  $\Delta q$  nötig, die mit dem Einschubwinkel  $\alpha$  des Elektronenstrahls verknüpft sein muß. Hierfür gelten die Beziehungen

$$\tan \alpha = \frac{\Delta l}{\Delta q} \text{ beziehungsweise } \Delta q = \frac{\Delta l}{\tan \alpha}$$

Auf den ersten Blick scheint es unmöglich, für die gesamte Maskenfläche ein einheitliches  $\Delta q$  zu finden, da mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkt der Einschubwinkel  $\alpha$  und somit auch der Wert des

Tangens wächst. Glücklicherweise verläuft der Wert  $\tan \alpha$  annähernd proportional  $\Delta l$  in Abhängigkeit von der Entfernung  $l$  zum Mittelpunkt, also  $\tan \alpha \approx \Delta l$ . Daraus folgt, daß die Abstandsänderung  $\Delta q$  für die gesamte Maskenfläche angenähert konstant ist. Diese Abhängigkeit ermöglicht eine einfache und zufriedenstellende Kompensation der Maskenausdehnung infolge von Temperatureffekten.

### 3. Wirkungsweise der Temperaturkompensation

Ausgehend von obigen Betrachtungen, läßt sich leicht die Lösung für die Korrektur des Abstandes angeben. Das technische Problem kann folgendermaßen formuliert werden: In die Farbbildröhre ist für die Maskenaufhängung ein Element einzubauen, das eine auftretende Versetzung  $\Delta l$  durch eine Abstandsänderung  $\Delta q$  ausgleicht. Da die auftretende Maskenlochversetzung linear von der Temperatur abhängt, muß auch die Änderung  $\Delta q$  des Abstandes von der Temperatur abhängen. Somit besteht nunmehr die Aufgabe darin, die Abstandsänderung  $\Delta q$  in Abhängigkeit von der Temperatur  $T$  der Maske zu variieren. Ein Element mit einer derartigen Längen-Temperatur-Charakteristik ist das allgemein bekannte Thermobimetall, das aus zwei Schichten verschiedener Metalle oder Metallegierungen mit unterschiedlichem Ausdehnungskoeffizienten besteht. Gemäß dem bereits erwähnten RCA-Patent enthält das zu verwendende Bimetall eine Ni-Cr-Fe-Schicht (größere Ausdehnung) und eine Ni-Fe-Schicht (kleinere Ausdehnung). In Deutschland wird zweckmäßigerweise das Thermobimetall Ge eingesetzt, das aus Ni-Mn-Fe und Ni-Fe besteht und im Temperaturgebiet von  $-20$  bis  $+200$  °C hohe thermische Empfindlichkeit und große Gleichmäßigkeit hat. Das Thermobimetall Ge stimmt hinsichtlich der Auslenkung mit dem amerikanischen Bimetall bis auf einige Prozent überein. Die Charakteristik dieses Bimetalls ist im Bild 5 dargestellt.

Es bleibt nun noch das mechanische Problem, das heißt die geeignete konstruktive

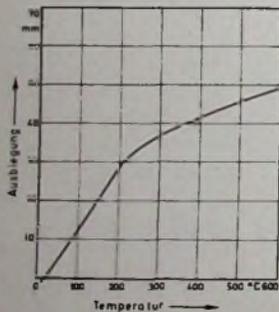


Bild 5. Charakteristik des Thermobimetalls Ge

Anordnung der vorgegebenen physikalischen Lösung, zu diskutieren. Bild 6 veranschaulicht die Wirkungsweise der möglichen temperaturabhängigen Abstandsvariationen. Im Bild 6a ist die Wirkungsweise eines herkömmlichen Bimetallstreifens dargestellt. Das nicht festgehaltene Ende des Streifens zeigt bei Temperaturerhöhung eine Auslenkung  $\Delta h$ , wobei die Kurve der Auslenkung auf einer Zykloidenbahn verläuft. Eine solche Anordnung ist für die Lösung des betrachteten Problems

natürlich nicht geeignet, da die Auslenkung angenähert geradlinig verlaufen muß. Wie man mechanisch eine solche Bewegung erreichen kann, ist aus Bild 6b zu ersehen. Durch Anbringen eines definierten Knicks, der bei Temperaturerhöhung auseinander klafft, erreicht man eine geradlinige Bewegung in Abhängigkeit von der Temperatur, die jedoch nur eine relativ geringe Auslenkung  $\Delta h$ , das heißt Änderung des Abstandes der Maske, ergibt. Bild 6c zeigt eine Modifikation des Prinzips nach Bild 6b, bei der durch geeignete Anordnung des Knicks nicht nur

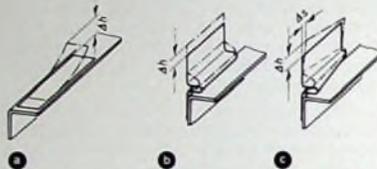


Bild 6. Wirkungsweise verschiedener Bimetall-Konstruktionen: a) herkömmlicher Bimetallstreifen. b) Bimetallstreifen mit Knick. c) Modifikation der Anordnung nach b) für seitliche Versetzung  $\Delta s$

eine lineare Bewegung  $\Delta h$ , sondern auch eine Versetzung um den Wert  $\Delta s$  erreicht wird. Sie ist dadurch gegeben, daß der ungleichmäßig tiefe Knick eine ungleichmäßige Auslenkbewegung  $\Delta h$  hervorruft. Die gewollt auftretende Versetzung um  $\Delta s$  wird dadurch erreicht, daß die Aufhängung nicht in der Mitte des Maskenrahmens erfolgt. Demzufolge ergäbe sich eine Versetzung der Mittellinie um  $\Delta s$  infolge der Wärmeausdehnung, die durch die obige Anordnung (Bild 6c) kompensiert wird. Gleichzeitig kann man eine zusätzliche Vergrößerung des Effektes noch durch das bekannte Hebelprinzip erreichen. Es ist leicht einzusehen, daß sich durch geeignete Dimensionierung des Knicks hinsichtlich Knicktiefe, Länge des Streifens und Länge des Hebelarms die gewünschte Abstandsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur einstellen läßt. Eine schematische Darstellung der behandelten Lösung zeigt Bild 7, aus dem unter Verwendung der oben gegebenen Ausführungen das Kompensationsprinzip verständlich wird.

Zur Veranschaulichung der relativ hohen thermischen Empfindlichkeit einer derarti-

gen Kompensationsanordnung, die zur Sicherstellung der einwandfreien Farbstabilität der Farbbildröhre unbedingt erforderlich ist, zeigt Bild 8 die Meßwerte einer eingespannten Bimetallanordnung für die

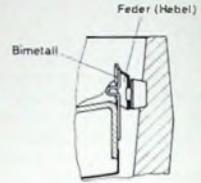


Bild 7. Schematische Darstellung der „Permalloy“-Aufhängung von RCA

63-cm-Farbbildröhre. Die linear verlaufende Kurve hat die Steigung  $4,8 \mu\text{m}/\text{grad}$ , aus der sowohl die empfindliche Wirkung der Kompensation als auch der Effekt der Farbverschiebung, der bei nichtkom-

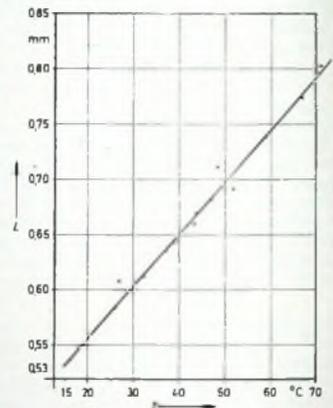


Bild 8. Gemessene Bewegung in Abhängigkeit von der Temperatur einer eingespannten Bimetallanordnung bei 63-cm-Farbbildröhren

penzierter Maskenaufhängung auftreten würde, deutlich hervorgeht.

Aus den vorstehenden Ausführungen dürfte darüber hinaus klargeworden sein, in welchem Maße die Lösung auch kleinerer Probleme bei der Herstellung von Farbbildröhren zu ihrem einwandfreien Funktionieren beiträgt.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Märzheft 1968 unter anderem folgende Beiträge:

Linearitätsmeßmethode für Sägezahn-  
generatoren nach dem Prinzip der Ur-  
stromquelle

Integriertes 16-bit-Speicherelement

Ein digitaler Frequenzmesser und  
Chronometer in RTL-Mikrologik

Photonengekoppelte Isolatoren

Operatorische Behandlung periodisch  
erregter Netzwerke

Elektronisches Multiplizieren

Elektronik in aller Welt · Angewandte  
Elektronik · Persönliches · Neue Er-  
zeugnisse · Industriedruckschriften ·  
Kurznachrichten

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich, Einzelheft 4,20 DM

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

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH** · Berlin-Borsigwalde

Postanschrift: 1 BERLIN 52

# Grundlagen des integrierten Operationsverstärkers

## I. Allgemeines

Der monolithische (integrierte) Operationsverstärker ist im Prinzip ein sehr hoch verstärkender direkt gekoppelter Verstärker, der normalerweise mit Gegenkopplung betrieben wird. Er kann zur Erfüllung einer Vielzahl komplizierter Aufgaben verwendet werden wie zum Beispiel Differentiation, Integration, Summation und Vergleich. Darüber hinaus kann er aber auch noch andere Funktionen erfüllen, wie sie etwa bei Video- oder Impulsverstärkern gefordert werden.

Grundsätzlich kann man sagen, daß der monolithische Operationsverstärker gegenüber dem Operationsverstärker mit diskreten Bauelementen eine größere Anwendungsbreite bietet und dem Anwender mehr Freiheit in der Auswahl der Gegenkopplungsschaltung gibt. Erreicht wird das dadurch, daß der monolithische Operationsverstärker meist einen Differenzverstärker in Kaskadenschaltung und eine angepaßte Ausgangsstufe sowie einen Differenzeingang hat, wogegen der mit diskreten Bauelementen aufgebaute Verstärker nur einen einfachen Eingang hat.

Bild 1 zeigt als Beispiel die Schaltung des monolithischen Operationsverstärkers SFC 2530 von *Cossem*, der aus zehn Transistoren, vier Dioden und elf Widerständen aufgebaut ist. Die zwei Eingangsmöglich-

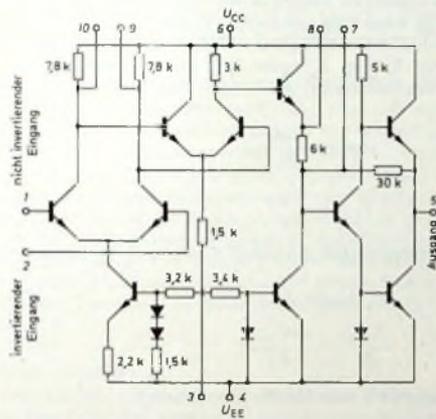


Bild 1. Aufbau des monolithischen Operationsverstärkers SFC 2530

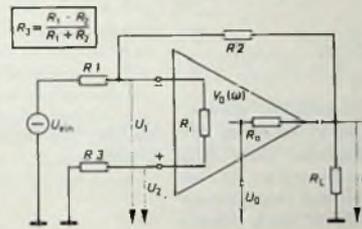


Bild 2. Prinzipschaltung für invertierenden Betrieb

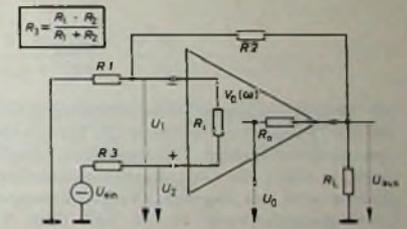


Bild 3. Prinzipschaltung für nicht invertierenden Betrieb

keiten „invertierend“ und „nicht invertierend“ können unabhängig oder gleichzeitig verwendet werden. Bei normalem Betrieb arbeitet man mit Gegenkopplung, obwohl teilweise auch Rückkopplung gebraucht wird, um beispielsweise einen Hystereseeffekt, wie er bei Komparatoranwendungen notwendig ist, zu erzeugen. Ein weiterer Vorteil der beiden Betriebsarten ist, daß der monolithische Operationsverstärker an verschiedene Generatorwiderstände anpaßbar ist.

Die Eigenschaften des monolithischen Operationsverstärkers sind durch wenige Gleichungen und Regeln definiert, die auf bestimmten Kriterien beruhen. Die Anwendung der Gleichungen setzt eine genaue Kenntnis der Anwendungsbedingungen voraus, so daß die Fehler, die durch die verschiedenen Näherungen entstehen, auf ein Minimum beschränkt werden. Es ist zweckmäßig, daß sich der noch weniger erfahrene Anwender auch mit dem Inneren des Operationsverstärkers befaßt und ihn nicht nur als Vierpol betrachtet. So kann er die Anwendungsmöglichkeiten erweitern, die Fehler und falschen Handhabungen verringern und die Entwicklungen optimal auslegen.

## 2. Grundgleichungen des Operationsverstärkers

Die Entwurfsgleichungen für die Verstärkung, die Gegenkopplungsschleifenverstärkung sowie für den Eingangs- und Ausgangswiderstand im invertierenden und nicht invertierenden Betrieb mit Gegen-

kopplung werden im folgenden für die verschiedenen Betriebsarten entwickelt.

### 2.1. Invertierender Betrieb mit Gegenkopplung

Ein monolithischer Operationsverstärker für invertierenden Betrieb mit Gegenkopplung ist im Bild 2 gezeigt. Es wird angenommen, daß der Lastwiderstand  $R_L$  so groß ist, daß seine Auswirkungen auf die Übertragungsfunktion vernachlässigbar sind ( $I_{AUS} = 0$ ).

Da bestimmte Operationsverstärker mit Differenzeingang einen beachtlichen Stromfluß an jedem Eingang haben, muß der Gleichstrompfad eines jeden Eingangs gleich sein, damit die geringste Spannungsunsymmetrie am Ausgang gleich sei. Daraus folgt, daß  $R_3$  gleich der Parallelkombination  $R_1$  mit der Serienkombination aus  $R_2$  und  $R_0$  ist. Der Ausdruck  $V_0$  ( $\omega = 0$ ) ist die differentielle Verstärkung ohne Gegenkopplung, wobei  $\omega$  ausdrücken soll, daß sie frequenzabhängig ist. Die Widerstände  $R_1$  und  $R_0$  sind die inneren Eingangs- und Ausgangswiderstände des Operationsverstärkers. Normalerweise sind sie im Symbol des Operationsverstärkers enthalten. In den Bildern 2 und 3 werden sie jedoch gesondert gezeigt, um ihre Bedeutung in den folgenden Gleichungen hervorzuheben.

Der Generatorwiderstand beeinflusst den invertierenden Betrieb mit Gegenkopplung und muß daher in den Ausdruck für  $R_1$  miteinbezogen werden. Der Einfachheit halber enthält er auch mögliche Gegenkopplungselemente. Die Anschlüsse „invertierend“ und „nicht invertierend“ sind mit minus (-) beziehungsweise plus (+) gekennzeichnet.

### 2.1.1. Verstärkung

Die Verstärkung eines Operationsverstärkers mit Gegenkopplung wird meistens als Verhältnis zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung betrachtet. Um das für den im Bild 2 gezeigten Verstärker abzuleiten, kann man von folgender Gleichung ausgehen:

$$U_0 = -V_0(\omega) \cdot (U_1 - U_2), \quad (1)$$

wobei

$$U_1 = U_{ein} \frac{(R_2 + R_0) \parallel (R_1 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_0) \parallel (R_1 + R_3)} + U_0 \cdot \frac{R_1 \parallel (R_1 + R_3)}{R_2 + R_0 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)} \quad (2)$$

und

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (3)$$

ist. Wie bereits erwähnt, wird in dieser und in den nachfolgenden Gleichungen der Lastwiderstand  $R_L$  als annähernd unendlich betrachtet.

Wenn die Ausdrücke für  $U_1$  und  $U_2$  in Gl. (1) eingesetzt werden, erhält man

$$U_0 = \frac{-V_0(\omega) R_1 (R_2 + R_0) U_{ein}}{(R_2 + R_0) (R_1 + R_3) + R_1 (R_2 + R_0 + R_1 + R_3) + V_0(\omega) R_1 R_3} \quad (4)$$

Ing. Gerhard Keyser ist Mitglied der Technischen Vertriebsleitung von *Di-traschem*, Landslut (Bay.).

Die Ausgangsspannung  $U_{\text{aus}}$  kann ausgedrückt werden durch  $U_0$  und  $U_{\text{ein}}$

$$U_{\text{aus}} = \frac{U_0 [R_2 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)]}{R_0 + R_2 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)} + \frac{U_{\text{ein}} R_1 (R_2 + R_0) \parallel (R_1 + R_3)}{(R_2 + R_0) [R_1 + (R_2 + R_0) \parallel (R_1 + R_3)]} \quad (5)$$

Die genaue Gleichung der Übertragungsfunktion mit  $U_0$ , definiert wie in Gl. (4), ist dann

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{R_0 (R_1 + R_2) - V_0(\omega) R_1 R_2}{(R_2 + R_0) (R_1 + R_2) + R_1 (R_2 + R_0 + R_1 + R_3) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (6)$$

Wird angenommen, daß  $R_1$  viel größer als die Kombination  $R_1$  parallel zu  $R_2$  und  $R_0$  sowie  $R_0$  viel kleiner als  $R_2$  ist, dann kann die Verstärkung mit Gegenkopplung wie folgt ausgedrückt werden:

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{-V_0(\omega) R_2}{R_2 + R_1 + V_0(\omega) R_1} \quad (7)$$

Wird weiterhin angenommen, daß die Verstärkung mit Gegenkopplung der vorherrschende Term in der Gleichung ist, dann vereinfacht sich der Ausdruck für die Verstärkung bei invertierendem Betrieb zu

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{-R_2}{R_1} \quad (8)$$

Diese Gleichung stellt den in der Praxis üblichen Ausdruck für die Verstärkung mit Gegenkopplung eines Operationsverstärkers im invertierenden Betrieb dar.

Die Gegenkopplungsschleifenverstärkung  $V_G$  ergibt sich dann aus dem Verhältnis der Verstärkung ohne und mit Gegenkopplung

$$V_G = \frac{V_0(\omega)}{\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}}} \quad (9)$$

Die Gegenkopplungsschleifenverstärkung kann verwendet werden, um die Genauigkeit der nach Gl. (8) errechneten Verstärkung des Operationsverstärkers vorauszusagen, denn allgemein kann man sagen, je höher die Gegenkopplungsschleifenverstärkung ist, um so genauer wird das Ergebnis. Vergleichsrechnungen mit der genauen Übertragungsfunktion Gl. (6) und dem Verhältnis nach Gl. (8) zeigen, daß das Ergebnis bereits nur noch einen Fehler von etwa 1 dB aufweist, wenn die Gegenkopplungsschleifenverstärkung mindestens 20 dB ist.

### 2.1.2. Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand kann wie folgt ausgedrückt werden

$$R_{\text{ein}} = \frac{U_{\text{ein}}}{I_{\text{ein}}} \quad (10)$$

wobei

$$I_{\text{ein}} = \frac{U_{\text{ein}} - U_1}{R_1} \quad (11)$$

und daher

$$R_{\text{ein}} = \frac{R_1}{1 - \frac{U_1}{U_{\text{ein}}}} \quad (12)$$

ist. Das Verhältnis  $U_1/U_{\text{ein}}$  kann man durch Einsetzen von  $U_0$ , gegeben durch Gl. (4), in Gl. (2) und Dividieren durch  $U_{\text{ein}}$  (wobei  $R_L \rightarrow \infty$ ) in nachfolgender vereinfachter Form erhalten

$$\frac{U_1}{U_{\text{ein}}} = \frac{(R_2 + R_0) (R_1 + R_3)}{R_1 (R_2 + R_0 + R_1 + R_3) + (R_2 + R_0) (R_1 + R_3) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (13)$$

Wenn der Ausdruck  $U_1/U_{\text{ein}}$  in Gl. (12) eingesetzt wird, kann man das Ergebnis vereinfachen, um folgenden genauen Ausdruck für den Eingangswiderstand mit Gegenkopplung zu erhalten

$$R_{\text{ein}} = R_1 + \frac{R_1 (R_0 R_1 + R_0 R_2 + R_2 R_3 + R_2 R_1)}{R_1 (R_2 + R_0 + R_1) + R_2 (R_1 + R_0) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (14)$$

Wenn  $V_0(\omega)$  sehr groß und  $R_0$  klein ist, vereinfacht sich diese Gleichung zu

$$R_{\text{ein}} = R_1 + \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{V_0(\omega) R_1} \quad (15)$$

Infolge der allgemeinen Bedingung, nach der  $R_3$  viel kleiner als  $R_1$  ist, vereinfacht sich die Gleichung noch weiter zu

$$R_{\text{ein}} = R_1 + \frac{R_2}{V_0(\omega)} \quad (16)$$

Die beiden letzten Gleichungen sind beispielsweise besonders wichtig für die Spannungssummierung, da sie den Grad der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Eingängen zu bestimmen ermöglichen. Wenn  $V_0(\omega)$  groß genug [ $V_0(\omega) \rightarrow \infty$ ] ist, können diese Gleichungen auch wie folgt zusammengefaßt werden:

$$R_{\text{ein}} = R_1 \quad (17)$$

Das ist die üblicherweise verwendete Gleichung für den Eingangswiderstand eines Operationsverstärkers mit Gegenkopplung. Die beiden letzten Gleichungen deuten die scheinbare Existenz von Massepotential am invertierenden Eingang an, selbst wenn keine galvanische Verbindung mit Masse besteht. Diese Behauptung kann anschaulich durch Gl. (17) oder direkt, wenn  $V_0(\omega)$  als Unendlich in Gl. (15) angenommen wird, überprüft werden. Darüber hinaus fließt auch kein Strom im negativen Anschluß des Operationsverstärkers, wenn die Verstärkung ohne Gegenkopplung Unendlich ist, weil die Spannung  $U_1$  gleich Null ist, während der Widerstand des negativen Anschlusses, das heißt  $R_1$  bzw.  $R_2$ , nicht Null ist. Die Tatsache des scheinbaren Massepotentials am invertierenden Eingang führt zu folgenden Gleichungen:

$$I_{\text{ein}} = \frac{U_{\text{ein}}}{R_1} \quad (18)$$

$$I_2 = \frac{-U_{\text{aus}}}{R_2} \quad (19)$$

Da kein Strom im invertierenden Anschluß fließt, kann geschrieben werden

$$I_{\text{ein}} = I_2 \quad (20)$$

$$\frac{U_{\text{ein}}}{R_1} = \frac{-U_{\text{aus}}}{R_2} \quad (21)$$

und nach Umformung erhält man für die Verstärkung

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{-R_2}{R_1} \quad (22)$$

Obwohl diese Betrachtung idealisiert ist, ist sie wegen des meist sehr kleinen Fehlers dennoch praxistauglich.

### 2.1.3. Ausgangswiderstand

Der Ausgangswiderstand mit Gegenkopplung ist das Verhältnis der unbelasteten Ausgangsspannung  $U_{\text{aus}}$  ( $R_L \rightarrow \infty$ ) zu dem Ausgangsstrom  $I_{\text{aus}}$  bei  $R_L \rightarrow 0$

$$R_{\text{aus}} = \frac{U_{\text{aus}}}{I_{\text{aus}}} \quad (23)$$

Dabei ist

$$I_{\text{aus}} = \frac{-V_2(\omega) (U_1 - U_2)}{R_0} \quad (24)$$

Ersetzt man  $U_2$  durch den Ausdruck nach Gl. (3), dann erhält man

$$I_{\text{aus}} = \frac{-V_0(\omega) R_1 U_1}{R_0 (R_1 + R_3)} \quad (25)$$

Bei kurzgeschlossenem Ausgang ( $R_L = 0$ ) kann die Spannung  $U_1$  als Ausdruck von  $U_{\text{ein}}$  dargestellt werden:

$$U_1 = \frac{U_{\text{ein}} R_2 \parallel (R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 \parallel (R_1 + R_3)} = \frac{U_{\text{ein}} R_2 (R_1 + R_3)}{R_1 (R_2 + R_1 R_3) + R_2 (R_1 + R_3)} \quad (26)$$

so daß für  $I_{\text{aus}}$  (bei  $R_L = 0$ ) jetzt geschrieben werden kann

$$I_{\text{aus}} = \frac{-V_0(\omega) R_1 R_2 U_{\text{ein}}}{R_0 [R_1 (R_2 + R_1 + R_3) + R_2 (R_1 + R_3)]} \quad (27)$$

Setzt man diesen Ausdruck in Gl. (23) ein, so ergibt sich

$$R_{\text{aus}} = \frac{R_0 [R_1 (R_2 + R_1 + R_3) + R_2 (R_1 + R_3)]}{-V_0(\omega) R_1 R_2} \cdot \frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} \quad (28)$$

Schließlich erhält man die gewünschte Gleichung für den Ausgangswiderstand mit Gegenkopplung, wenn der Ausdruck  $U_{\text{aus}}/U_{\text{ein}}$  durch Gl. (6) ersetzt wird, zu

$$R_{\text{aus}} = \frac{R_0 [R_1 (R_2 + R_1 + R_3) + R_2 (R_1 + R_3)] [V_0(\omega) R_1 R_2 - R_0 (R_1 + R_3)]}{V_0(\omega) R_1 R_2 [R_1 (R_2 + R_0 + R_1 + R_3) + (R_2 + R_0) (R_1 + R_3) + V_0(\omega) R_1 R_1]} \quad (29)$$

Ist die Verstärkung ohne Gegenkopplung sehr groß, so vereinfacht sich Gl. (29) zu

$$R_{\text{aus}} = \frac{R_0 [R_1 (R_2 + R_1 + R_3) + R_2 (R_1 + R_3)]}{V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (30)$$

Wenn  $R_1$  sehr groß ist, vereinfacht sich Gl. (30) zu

$$R_{\text{aus}} = R_0 \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{V_0(\omega)} \quad (31)$$

Die Annahme, daß  $R_1$  sehr groß ist, hat aber nicht immer Gültigkeit, daher gibt man Gl. (30) den Vorzug gegenüber Gl. (31).

## 2.2. Nicht invertierender Betrieb mit Gegenkopplung

Im Bild 3 ist die Schaltung eines Operationsverstärkers gezeigt, der im nicht invertierenden Betrieb mit Gegenkopplung arbeitet. Im Gegensatz zum invertierenden Betrieb mit Gegenkopplung muß der Operationsverstärker hier einen Differenzeingang haben, weil für den Gegenkopplungskreis ein invertierender Eingang erforderlich ist. Für die Entwicklung der Gleichungen werden die gleichen Voraussetzungen und Bedingungen gemacht wie beim invertierenden Betrieb mit Gegenkopplung. Der einzige Unterschied besteht darin, daß man es vorzieht, den Generatorwiderstand in den Widerstand  $R_3$  mit einzuzeichnen, und zwar an Stelle des Widerstands  $R_1$  beim invertierenden Betrieb.

### 2.2.1. Verstärkung

Wie bei invertierendem Betrieb ist die Übertragungsfunktion oder Verstärkung das Verhältnis zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung. Ist der Lastwiderstand  $R_L$  annähernd unendlich, dann kann die Ausgangsspannung für die im Bild 3 gezeigte Schaltung so ausgedrückt werden:

$$U_{\text{aus}} = \frac{U_0 [R_2 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)]}{R_0 + R_2 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)} + \frac{U_{\text{ein}} R_0 [R_1 \parallel (R_2 + R_0)]}{(R_2 + R_0) [R_1 + R_3 + R_1 \parallel (R_2 + R_0)]} \quad (32)$$

Diese Gleichung kann auch geschrieben werden

$$U_{\text{aus}} = \frac{U_0 [R_2 (R_1 + R_1 + R_3) + R_2 (R_1 + R_3)] + R_1 R_0 U_{\text{ein}}}{(R_1 + R_3) (R_1 + R_2 + R_0) + R_1 (R_2 + R_0)} \quad (33)$$

Die Spannung  $U_0$  ist

$$U_0 = V_0(\omega) \cdot (U_2 - U_1), \quad (34)$$

und  $U_2$  ist die Generatorspannung  $U_{\text{ein}}$  abzüglich des Spannungsabfalls an  $R_3$ , also

$$U_2 = U_{\text{ein}} - I_{\text{ein}} \cdot R_3, \quad (35)$$

wobei

$$I_{\text{ein}} = \frac{U_2 - U_1}{R_1} \quad (36)$$

ist.  $U_2$  kann daher so ausgedrückt werden:

$$U_2 = \frac{R_1 U_{\text{ein}} + R_3 \cdot U_1}{R_1 + R_3} \quad (37)$$

An Hand der Schaltung nach Bild 3 kann man feststellen, daß bei  $R_L \approx \infty$  die Spannung  $U_1$  durch

$$U_1 = \frac{U_0 \cdot R_1 \parallel (R_1 + R_3)}{R_0 + R_2 + R_1 \parallel (R_1 + R_3)} + \frac{U_{\text{ein}} R_1 \parallel (R_2 + R_0)}{R_1 + R_3 + R_1 \parallel (R_2 + R_0)} \quad (38)$$

gegeben ist. Wenn Gl. (34) für  $U_0$  und Gl. (37) für  $U_2$  verwendet werden, dann kann man  $U_1$  nur mit  $U_{\text{ein}}$  ausdrücken

$$U_1 = \frac{(R_1 R_2 + R_1 R_0 + V_0(\omega) R_1 R_1) U_{\text{ein}}}{(R_1 + R_3) (R_1 + R_2 + R_0) + R_1 (R_2 + R_0) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (39)$$

Unter Verwendung der Gleichungen (34), (37) und (39) kann man schreiben

$$U_0 = \frac{V_0(\omega) R_1 (R_1 + R_2 + R_0) U_{\text{ein}}}{(R_1 + R_3) (R_1 + R_2 + R_0) + R_1 (R_2 + R_0) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (40)$$

Wird  $U_0$  in Gl. (33) eingesetzt, diese vereinfacht und durch  $U_{\text{ein}}$  dividiert, dann erhält man

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{R_1 R_0 + V_0(\omega) R_1 (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_3) (R_1 + R_2 + R_0) + R_1 (R_2 + R_0) + V_0(\omega) R_1 R_1} \quad (41)$$

Die gebräuchliche Verstärkungsfunktion für die nicht invertierende Anordnung eines Operationsverstärkers kann von Gl. (41) abgeleitet werden, wenn man  $R_0$  als Null und  $R_1$  als sehr groß annimmt

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{V_0(\omega) (R_1 + R_2)}{V_0(\omega) R_1 + (R_1 + R_2)} \quad (42)$$

Diese Funktion kann auch so geschrieben werden:

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = \frac{V_0(\omega)}{1 + \frac{V_0(\omega)}{1 + R_2/R_1}} \quad (43)$$

Wenn der Ausdruck  $V_0(\omega)$  sehr groß ist, erhält man schließlich folgende Gleichung

$$\frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (44)$$

Die Gegenkopplungsschleifenverstärkung, die in ihrer Definition mit der beim invertierenden Betrieb übereinstimmt, ist

$$V_G = 1 + \frac{V_0(\omega)}{1 + \frac{R_2}{R_1}}, \quad (45)$$

und bei sehr großer Verstärkung  $V_0(\omega)$  ist

$$V_G = \frac{V_0(\omega)}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \quad (46)$$

Auch hier gilt, daß der Fehler zwischen der genauen Gl. (41) und der angenäherten Gl. (44) unter 1 dB bleibt, wenn die Verstärkung ohne Gegenkopplung größer als 20 dB ist.

### 2.2.2. Eingangswiderstand

Als Grunddefinition gilt auch hier

$$R_{ein} = \frac{U_{ein}}{I_{ein}} \quad (47) \quad \text{und}$$

$$U_1 = \frac{U_{ein} R_1 \parallel R_2}{R_2 + R_1 + R_1 \parallel R_2} \quad (56)$$

Wie aus Bild 3 ersichtlich, ist der Eingangsstrom

$$I_{ein} = \frac{U_{ein} - U_1}{R_1 + R_2} \quad (48)$$

Wenn man diese beiden Ausdrücke für  $U_1$  und  $U_2$  in Gl. (54) einsetzt, dann ergibt sich

Wenn man diesen Ausdruck in die Grundgleichung einsetzt, erhält man

$$R_{ein} = \frac{R_1 + R_2}{1 - \frac{U_1}{U_{ein}}} \quad (49)$$

$$I_{aus} = \frac{V_0(\omega) U_{ein} R_1 (R_1 + R_2)}{R_0 [R_1 + R_2] (R_2 + R_1) + R_1 R_2} \quad (57)$$

Der Ausgangswiderstand wird dann

$$R_{aus} = R_0 \left[ \frac{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) (R_2 + R_1)}{V_0(\omega) R_1 (R_1 + R_2)} \right] \cdot \frac{U_{aus}}{U_{ein}} \quad (58)$$

Ist nach der Ausdruck  $U_1/U_{ein}$  durch Gl. (39) gegeben, dann ergibt sich nach Vereinfachung folgender genauer Ausdruck für den Eingangswiderstand ( $R_L \rightarrow \infty$ ):

$$\bar{R}_{ein} = (\bar{R}_1 + R_2 + R_1) \frac{R_2 + R_0 + V_0(\omega) R_1}{R_1 + R_2 + R_0} \quad (50)$$

Ist außerdem auch  $V_0(\omega)$  sehr groß, dann gilt

$$R_{ein} = \frac{V_0(\omega) R_1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \quad (52)$$

Wird der Ausdruck  $U_{aus}/U_{ein}$  ersetzt durch den äquivalenten Widerstandsdruck nach Gl. (41), so erhält man als präzise Gleichung für den Ausgangswiderstand

$$R_{aus} = R_0 \frac{[R_1 R_2 + (R_1 + R_2) (R_2 + R_1)]}{V_0(\omega) R_1 (R_1 + R_2)} \times \frac{R_1 R_0 + V_0(\omega) R_1 (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2) (R_1 + R_2 + R_0) + R_1 (R_2 + R_0) + V_0(\omega) R_1 R_2} \quad (59)$$

Ist  $V_0(\omega)$  sehr groß, dann gilt

$$R_{aus} = R_0 \left[ \frac{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) (R_2 + R_1)}{V_0(\omega) R_1 R_1} \right]$$

Wie man aus dieser Gleichung ersehen kann, ist der Eingangswiderstand bei nicht invertierendem Betrieb  $R_1$  multipliziert mit der Gegenkopplungsschleifenverstärkung

### 2.2.3. Ausgangswiderstand

Wie bei der invertierenden Anordnung ist der Ausgangswiderstand mit Gegenkopplung definiert als das Verhältnis der Leerlaufspannung ( $R_L \rightarrow \infty$ ) zu dem Kurzschlußausgangsstrom  $I_{aus}$  bei  $R_L \rightarrow 0$

$$R_{aus} = \frac{U_{aus}}{I_{aus}} \quad (53)$$

wobei

$$I_{aus} = \frac{V_0(\omega) (U_2 - U_1)}{R_0} \quad (54)$$

ist. Für die nicht invertierende Anordnung eines Operationsverstärkers sind die Spannungen  $U_2$  und  $U_1$  bei  $R_L \rightarrow 0$

$$U_2 = \frac{U_{ein} (R_1 + R_1 \parallel R_2)}{R_2 + R_1 + R_1 \parallel R_2} \quad (55)$$

Die Gleichung für den Ausgangswiderstand mit Gegenkopplung läßt sich nur vereinfachen, wenn der innere Eingangswiderstand  $R_1$  und die Verstärkung ohne Gegenkopplung  $V_0(\omega)$  sehr groß sind. Unter diesen Bedingungen erhält man dann

$$R_{aus} = R_0 \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{V_0(\omega)} \quad (60)$$

Wie man aus der letzten Beziehung ersehen kann, ist der Ausgangswiderstand beim nicht invertierenden Betrieb gleich dem inneren Ausgangswiderstand  $R_0$  dividiert durch die Gegenkopplungsschleifenverstärkung. Zu bemerken ist noch, daß die vereinfachten Ausdrücke für den Ausgangswiderstand mit Gegenkopplung beim invertierenden und auch beim nicht invertierenden Betriebsfall, also Gl. (31) und Gl. (60), identisch sind.

## Silizium-Planar-Leistungstransistoren mit diskreten Emitttern

SGS-Fairchild hat die Typenreihe der Leistungsbaulemente um neue Transistoren (davon ein PNP-Baulement) erweitert. Diese Transistoren sind nach einem neuen Verfahren hergestellt, dessen Grundkonzeption auf einer mehrfachen Emittterstruktur des Systems beruht. An Stelle der üblichen Methode, die von einer Sperrschicht mit sogenannten fingerförmigen (interdigitated) Emittterstruktur ausgeht, haben die neuen Leistungstransistoren 262 diskrete Emittterstellen. Jeder dieser Emittter ist mit einer gemeinsamen Sammelleitung verbunden, die aus einer aufgedampften Chromnickel-Widerstandsschicht besteht.

Diese Methode gewährleistet eine bessere Verteilung des Gesamtstroms auf die Emittterfläche, ergibt weiterhin eine höhere Transitfrequenz  $f_T$  und eine höhere Linearität der Stromverstärkung  $B$  über einen weiten Strombereich. Auch ist dadurch der Einfluß von Neutronenbestrahlung auf das Element kleiner. Die zulässige Verlustleistung  $P_{tot}$  bei hoher Spannung und hohem Strom wird durch die Chromnickel-Widerstände ebenfalls größer.

Sollte bei einer Überlastung des Transistors einer der 262 Emittter (beziehungsweise Transistoren) zerstört werden, so ist das defekte Baulement automatisch unterbrochen. In diesem Falle wird auf Grund der Stromüberlastung der entsprechende Chromnickel-Widerstand, der zu einem der Emittter führt, zerstört. In Reihe zu jedem der 262 Emittter ist also gleichzeitig eine Sicherung eingebaut. Es können mehr als 10 % der diskreten Emittter unterbrochen werden, ohne daß sich  $B$ ,  $f_T$  und  $U_{CE sat}$  merklich ändern.

Diese Silizium-Planar-Leistungstransistoren mit diskreten Emitttern erlauben eine höhere garantierte Verlustleistung, gekoppelt mit relativ hoher Transitfrequenz (typisch 60 MHz) und kleiner Schaltzeit

### PNP-Transistor BLY 65

Verwendung: Leistungsverstärker (insbesondere für A- und B-Betrieb), HF-Verstärker im C-Betrieb, Servoverstärker, Netzgeräte, Umsetzer, Inverter, Regelverstärker und dergleichen; geeignet auch als

Komplementärtyp zum NPN-Leistungstransistor BLY 64

$U_{CE 0} = -60$  V,  $B = 30$  (bei  $I_C = 2,5$  A),  $f_T = 60$  MHz,  $P_{tot} = 50$  W (bei  $T_G = 50$  °C); TO-59-Gehäuse, Kollektor isoliert

NPN-Transistoren BLY 66, BLY 68  
Verwendung: Leistungs- und Servoverstärker für Gleich- und Wechselspannungen, Stromversorgungsgeräte.

$U_{CE 0} = 60$  V bzw. 80 V,  $f_T = 60$  MHz,  $P_{tot} = 20$  W bzw. 12,5 W (bei  $T_G = 100$  °C),  $U_{CE sat} = 0,35$  V bei 2 A (maximal 0,9 V), weiter Linearitätsbereich für  $B$  bei  $I_C$  zwischen 50 mA und 2 A

NPN-Transistoren BLY 64, BLY 70  
Verwendung: Schaltungen mit hohen Zuverlässigkeitsforderungen bei extremen Umweltbedingungen.

$U_{CE 0} = 60$  V bzw. 80 V,  $f_T = 60$  MHz bzw. 50 MHz,  $B = 20$  (bei  $I_C = 5$  A),  $P_{tot} = 50$  W bzw. 33 W (bei  $T_G = 50$  °C); TO-59-Gehäuse bzw. TO-3-Gehäuse

# PAL-Farbdecoder in Breitbandtechnik

Der im folgenden beschriebene Farbdecoder ist unter Verwendung von Breitbandübertragern aufgebaut und findet im Farbfernsehempfänger „Beovision 3000“ von Bang & Olufsen Verwendung. Nach der Behandlung des Blockschaltbildes wird auf die erforderlichen Eigenschaften der Breitbandübertrager und auf die vollständige Schaltung des Farbdecoders eingegangen.

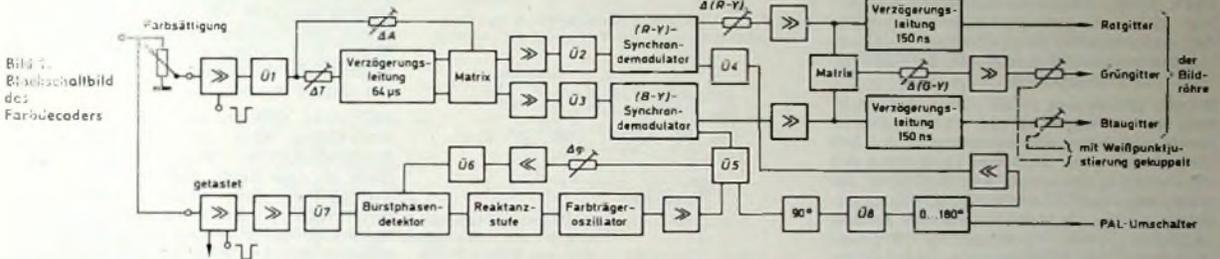
## 1. Aufbau des Farbdecoders

Die Blockschaltung (Bild 1) des Farbfernsehempfängers „Beovision 3000“ zeigt nur den Teil des Farbdecoders, der für die Phasenverhältnisse an den Synchronmodulatoren von Bedeutung ist, und läßt auch die Anordnung der erwähnten Breitbandübertrager erkennen. Vor dem Farbsättigungsregler wird das Chrominanzsignal für den Burstphasenvergleich ausgekoppelt. Über eine getastete Stufe wird das Signal zu einem Verstärker weitergeführt und

(R-Y)- und (B-Y)-Signale sind gegenüber dem (G-Y)-Signal um etwa 150 ns verzögert, und das (B-Y)- sowie das (G-Y)-Signal werden Amplitudenreglern zugeführt, die mit der Weißpunktjustierung im Luminanzsignalverstärker gekoppelt sind. Darauf wird später noch näher eingegangen. Die Schaltungskonzeption des Farbdecoders ist unter anderem durch die notwendigen Signalpegel bedingt. Die Forderungen an die Höhe der Ausgangsspannung der Synchrondemulatoren sind nämlich schon dadurch gegeben, daß man Farbdifferenzsignalsteuerung der Bildröhre und die „Niederspannungskonzeption“ für die Stromversorgung des Empfängers wählt. Die Niederspannungskonzeption (direkte Gleichrichtung der Netzspannung und Anwendung eines getrennten Hochspannungsgenerators) bedeutet, daß nur 295 V für den (B-Y)-Ausgangsverstärker zur Verfügung stehen. (Die Spannung wird durch

Anpassung der Demodulatoreingänge an die Chrominanzausgangsstufen. Mit den erwähnten hohen Ausgangsspannungen an etwa 500 Ohm (im Gegensatz zu vielen RGB-Konzeptionen mit Matrixierung bei niedrigem Signalpegel) kann man hier kaum übertragerlos mit rein widerstandsgekoppelten Stufen arbeiten.

Für die Impedanztransformation sind mehrere Lösungen denkbar. Ein abgestimmter Kreis ist schaltungstechnisch an sich günstig, bringt aber gewisse praktische Nachteile mit sich. So bekommt man eine Phasendrehung, die vom Abgleich des Kreises abhängig ist und dadurch auch eine Abhängigkeit zwischen Amplitudenjustierung und Phasenjustierung des Farbtägers ergibt. Das wird sich vor allem auch bei Temperaturänderungen und Langzeitänderungen bemerkbar machen. Ein unabgestimmter Übertrager mit halboffenem Eisenkern ergibt normalerweise keine so



mit dem Übertrager  $U_7$  auf etwa 100  $V_{BS}$  transformiert. Diese Spannung speist dann den Burstphasendetektor.

Das Farbtägersignal wird vom Oszillator über eine Verstärkerstufe geführt und gelangt zu  $U_5$ . Dieser Übertrager hat eine zentrale Bedeutung für die Phasenverhältnisse des Farbtägers, weil man an  $U_5$  das Signal für den (B-Y)-Synchrondemodulator, den (R-Y)-Synchrondemodulator und für den Burstphasenvergleich abgreift. Das (R-Y)-Signal durchläuft noch ein 90°-Phasendrehglied und den PAL-Umschalter bevor es dem (R-Y)-Synchrondemodulator über  $U_4$  zugeführt wird. Das Signal für den Burstphasenvergleich passiert ein justierbares Phasendrehnetzwerk und einen Verstärker mit dem Übertrager  $U_6$ . Im Signalweg für das Farbsignal wird dieses vom Sättigungsregler durch einen getasteten Verstärker geführt, wo der Burst mit Rücksicht auf die spätere Klemmschaltung entfernt wird. Über den Übertrager  $U_1$  wird das Signal der Verzögerungsleitung zugeführt, wo Justiermöglichkeiten für Verzögerungszeit und Amplitude vorhanden sind. Die Matrixschaltung nach der Verzögerungsleitung ist als reines Widerstandsnetzwerk aufgebaut. Die nachfolgenden Chrominanzverstärker führen die Signale den Synchrondemulatoren über die Übertrager  $U_2$  und  $U_3$  zu. Die (R-Y)- und (B-Y)-Videosignale gelangen schließlich zu den Endstufen, wo die Anodenmatrixierung zur Gewinnung des (G-Y)-Signals vorgenommen wird.

Gleichrichtung von einer 240-V-Überspannungswicklung auf der Primärseite des Heizspannungstransformators gewonnen.) Wenn man zur vollen Ansteuerung der Bildröhre mit etwa 210  $V_{BS}$  für das (B-Y)-Signal auskommen will, muß der Gleichspannungsarbeitspunkt der Endstufe sehr stabil gehalten werden. Gegenkopplung und Widerstandstoleranzen ergeben maximal etwa  $\pm 0,4 V$  Gleichspannungstoleranzen für das Gitterpotential, das mit seinem Absolutwert etwa auf Massepotential liegen muß. Die erforderliche Ausgangsspannung der Synchrondemulatoren kann zwar durch Einführung von Verstärkern vor den Endstufen verringert werden, doch ist das unzuverlässig, weil man eine durchgehende Gleichspannungskopplung benötigt, um auch extrem unsymmetrische Signale korrekt zu übertragen.

Diese Verhältnisse bedeuten, daß man im „Beovision 3000“ mit dem Wunsch nach einer relativ einfachen und stabilen Schaltung für die korrekte Wiedergabe auch von extremen Farbsignalen etwa 8  $V_{BS}$  für das (R-Y)-Signal und etwa 5,5  $V_{BS}$  für das (B-Y)-Signal als minimale Ausgangsspannung an den Synchrondemulatoren benötigt.

Daraus folgen die Bedingungen für die zwei Chrominanzausgangsstufen, die wegen der relativ hohen erforderlichen Videospannungen ein unverzerrtes Signal von etwa 10  $V_{BS}$  liefern müssen. Um niedrige Demodulatorverzerrungen und guten Wirkungsgrad zu erhalten, muß diese Spannung an einer niedrigen Impedanz (etwa 500 Ohm) verfügbar sein. Die Übertrager  $U_2$  und  $U_3$  haben ein Übersetzungsverhältnis  $u = 4$  und bewirken die optimale

feste Kopplung, daß man größere Streuinduktivitäten vermeiden kann, die dann ihrerseits elliptische Arbeitskennlinien für die Transistoren und recht große statische Phasendrehungen bewirken. Außerdem muß man mit Exemplerstreunungen rechnen, die den Phasenabgleich komplizieren würden.

Eine weitere Möglichkeit bieten Ringkernübertrager, mit denen sich folgende Vorteile ergeben:

1. Sehr feste Kopplung, kleine statische Phasendrehung und geringe Streuung der Phasendrehung sowie gute Langzeitstabilität,
2. keine Abgleicharbeiten mit dem dann unvermeidbaren Zusammenhang zwischen Amplituden- und Phasengang,
3. wegen des geschlossenen Feldlinienverlaufs ergeben sich sehr geringe Kopplungen mit räumlich benachbarten Kreisen.

- Diesen Vorzügen stehen folgende Nachteile gegenüber:
1. Schwierige Handwicklung oder teure Spezialwickelmaschinen (die Entscheidung hängt von den erforderlichen Windungs- und Stückzahlen ab),
  2. breitbandige Übertragung als Folge der festen Kopplung bedeutet auch Übertragung von möglichen Verzerrungsprodukten, was in einigen Fällen besondere Vorkehrungen erfordert.

Die Nachteile sind hier aber in Kauf genommen worden, weil die technischen Vorteile der gewählten Konzeption überwiegen. Die Überlegungen, die zur Wahl von Ringkernübertragern führten, gelten in ähnlicher Weise auch für die übrigen Stu-

Bent Møller Pedersen ist Entwicklungsingenieur und Projektleiter für das Gebiet Farbfernsehen bei Bang & Olufsen, Struer, Dänemark.

fen im Farbdecoder und haben zu einer entsprechenden Auslegung der Übertrager U1, U2, U3, U6 und U8 geführt. U8 besteht dabei aus zwei Einzelübertragern. Die Transformatoren U4, U5 und U7 sind als abgestimmte Kreise ausgeführt, wobei U4 für die Feinjustierung der 90°-Phasendrehung des Farbträgers ausgenutzt wird. Die Phasendrehung von U5 bleibt ohne Nachteile, weil das Signal für die Phasensteuerung des Farbträgers und die Farbträgersignale für die Steuerung der Synchronmodulatoren phasenmäßig demselben Punkt entnommen werden. U7 ist abgestimmt, um optimale Geräuschbandbreite des Burstsignals für den Burstphasendetektor zu erhalten.

## 2. Eigenschaften der Breitbandübertrager

Nach einigen Untersuchungen wurden Valvo-Ringkerne mit folgenden Daten gewählt: Außendurchmesser 14 mm, Ringkernpermeabilität  $\mu_{\text{tor}} = 2000 \dots 4000$ , in 10 Gruppen eingeteilt, Anzahl der für  $L = 1$  mH erforderlichen Windungen 44...31. Es wurden Messungen an einem Übertrager mit dem Übersetzungsverhältnis 1:1 ausgeführt. Die primär- und die sekundärseitige Induktivität (hier  $L_{11}$  genannt) ist 1 mH. Diese Messungen bilden die Grundlage für die Übertragerdimensionierung in den verschiedenen Stufen, wobei die Übersetzungsverhältnisse und die Induktivitäten unterschiedlich sind.

Durch Belastung der Sekundärwicklung und Messung auf der Primärseite ist die Streuinduktivität  $L_K$  zu ermitteln. Der Übertrager wird an einen Generator mit einer reellen Impedanz von 2,2 kOhm angeschlossen und ebenfalls mit 2,2 kOhm belastet. Jetzt kann man das einfache Ersatzdiagramm (ohne Rücksicht auf Verlustwiderstand und Wicklungskapazität) zeichnen (Bild 2). Messungen bei 1 MHz, 4 MHz und 8 MHz ergaben  $L_K = 14 \mu\text{H}$ , und mit  $L_{11} = 1$  mH wird der Streukoeffizient

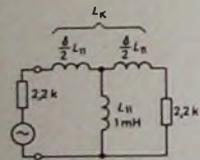


Bild 2. Ersatzschaltung des Breitbandübertragers

$$\sigma \cdot L_{11} = L_K = 14 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

$$\sigma = \frac{14 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 14 \cdot 10^{-3}$$

oder

$$1/\sigma = 70$$

Für das Verhältnis zwischen oberer und unterer Grenzfrequenz eines Übertragers gilt

$$\frac{\omega_H}{\omega_U} = \frac{f_H}{f_U} = 4 \cdot \frac{1}{\sigma}$$

Für den untersuchten Übertrager ist also

$$\frac{f_H}{f_U} = 4 \cdot 70 = 280$$

Danach hätte man also einen Übertrager, der bei einer unteren Frequenz von zum Beispiel 1 MHz eine obere Grenzfrequenz von 280 MHz hat. Zu beachten ist dabei aber, daß die Berechnung voraussetzt, daß die magnetischen Eigenschaften des Kernmaterials auch bei der hohen Frequenz unverändert sind, was jedoch in der Praxis nicht der Fall ist.

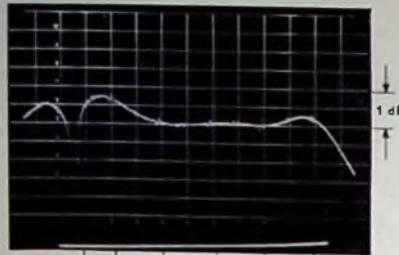


Bild 3a. Gewobbelte Durchlaßkurve des Übertragers im Bereich 0,5...50 MHz

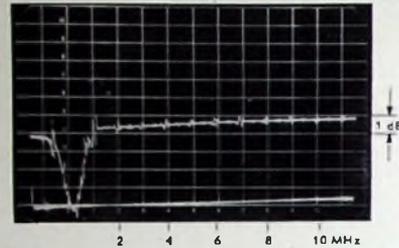


Bild 3b. Gewobbelte Durchlaßkurve des Übertragers im ausgenutzten Teilbereich 0,5...10 MHz

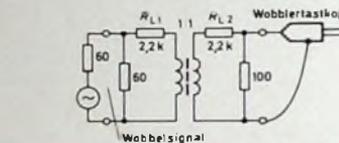


Bild 4 (oben). Meßschaltung für die Messungen nach den Bildern 3a, 3b

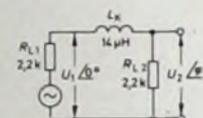


Bild 5. Ersatzschaltung des Übertragers mit ohmscher Last und  $L_K = 14 \mu\text{H}$

Die Frequenzabhängigkeit wird gewöhnlich mit Hilfe von Kurven für  $\frac{\tan \delta}{\mu} = f(f)$

ausgedrückt, die für das hier verwendete Ferritmaterial „3 H 1“ bei hohen Frequenzen sehr stark ansteigen. Es zeigt sich aber, daß der Anstieg vor allem von  $\tan \delta$  herrührt, während  $\mu$  sich weniger ändert. Da  $\tan \delta$  die Übertragerverluste ausdrückt, kann der Verlustanstieg bei hohen Frequenzen sogar als ein Vorteil betrachtet werden, weil mögliche Resonanzen bei hohen Frequenzen stark gedämpft werden. Mit den Übertragerabschlußwiderständen  $R_{L1} = R_{L2} = 2,2$  kOhm erhält man eine untere Grenzfrequenz  $f_U$  von

$$f_U = \frac{\omega_U}{2\pi} = \frac{R_{L1} \parallel R_{L2}}{2\pi \cdot L_{11}} \approx 180 \text{ kHz}$$

Mit 2,2-kOhm-Belastungswiderständen und  $f_H/f_U = 280$  ergibt sich die obere Grenzfrequenz  $f_H$  dann zu

$$f_H = f_U \cdot 280 = 50 \text{ MHz}$$

Bild 3a zeigt die gewobbelte Durchlaßkurve des Übertragers. Man sieht, daß der Frequenzgang innerhalb einer 1 dB bis zu 50 MHz linear ist – die geringe Anhebung der Amplitudenkurve bei 50 MHz rührt von der Streuresonanz zwischen  $L_K$  und der Wicklungskapazität her. Diese Resonanz ist aber stark gedämpft, so daß man sagen kann, daß die Wobbelmessung gut mit den be-

rechneten Werten übereinstimmt. Bild 3b zeigt in gedehnter Darstellung den bei den Übertragern tatsächlich ausgenutzten Teil der Durchlaßkurve. Im Bild 4 ist noch die für die Wobbelmessung verwendete Meßschaltung wiedergegeben.

Die Kopplungseigenschaften werden durch die Streuinduktivität bestimmt und sind für die Phasendrehung des Chrominanzsignals und die Exemplarstreuungen dieser Phasendrehung von Bedeutung. Sieht man von den 180° Phasendrehung ab, die von der jeweils gewählten Polung des Übertragers abhängen, dann findet man bei ohmscher Belastung und  $L_K = 14 \mu\text{H}$  (Bild 5) für die Farbträgerfrequenz 4,43 MHz als Scheinwiderstand

$$Z_{LK} = 2\pi \cdot f \cdot L_K = 390 \text{ Ohm}$$

und damit

$$\tan \varphi = \frac{Z_{LK}}{R_{L2}} = \frac{390}{2,2 \cdot 10^3} = 0,18,$$

woraus schließlich folgt

$$\varphi = 10,2^\circ$$

Diese 10°-Phasendrehung ist zu vernachlässigen, die Streuung bei variierender Belastung soll aber von den Justiermöglichkeiten des Decoders aufgefangen werden. Bei  $\pm 10\%$  Variation des Übertragerlastwiderstands durchläuft der Phasenwinkel das Gebiet von 9,1° bis 11,6°.

Man sieht, daß die Berechnung der Phasendrehung ohne Berücksichtigung der Hauptinduktivität des Übertragers ausgeführt ist. Das heißt, daß man nicht einen Ausdruck für den optimalen Fall bei 4,43 MHz erhält. In der Praxis kann man Belastungswiderstände und Induktivitäten so wählen, daß 4,43 MHz die Mittenfrequenz für den Durchlaßbereich des Übertragers wird. Dann ist die Phasendrehung bei rein reeller Belastung beinahe Null, und die Gruppenlaufzeitfunktion ist wegen der großen Bandbreite sehr ausgeglichen. Tatsächlich muß man allerdings noch den Einfluß von Blindanteilen des komplexen Lastwiderstands berücksichtigen.

(Schluß folgt)

## SEL-Farbbildröhrenwerk in Betrieb

Nach weniger als einem Jahr Bauzeit hat das SEL-Farbbildröhrenwerk in Esslingen die Produktion aufgenommen. Die neue Fabrik umfaßt einen umbauten Raum von annähernd 80 000 Kubikmetern und ist nach neuesten Gesichtspunkten eingerichtet. Eine weitgehend automatisierte Fertigung und ausgeklügelte Prüfmethoden garantieren die gleichbleibend gute Qualität der komplizierten Farbbildröhren. Unser Titelbild zeigt den 35 m langen Fritt-Ofen. Hier werden Schüssel mit eingelegerter Lochmaske und Konus der Farbbildröhren bei etwa 450 °C während der Durchlaufzeit von 4 1/2 Stunden zusammengefrittet. Alle das Werk verlassenden Farbbildröhren haben die „Permachrome“-Lochmaskenaufhängung (s. S. 235-236) und zeigen deshalb bereits nach dem Einschalten des Fernsehgerätes ein farbtreues Bild. Auch die SEL-Farbbildröhren sind mit dem „Selbond“-Implosionsschutz lieferbar, der den schutzscheibenlosen Einbau sowie das Durchstecken des Bildschirms durch das Gehäuse gestattet und dadurch auch bei Farbfernsehgeräten eine moderne Formgestaltung ermöglicht.

# Stehwellenmeßplatz für den Frequenzbereich 2 ... 900 MHz

Der hier beschriebene Meßplatz zur Bestimmung der Stehwellenverhältnisse beziehungsweise Ein- und Ausgangsimpedanzen von aktiven und passiven Vierpolen im Frequenzbereich 2 ... 900 MHz wurde im Applikationslaboratorium von SGS-Fairchild aufgebaut und erprobt. Das Meßergebnis kann auf dem Sichtgerät eines Wobbelmeßplatzes direkt abgelesen werden. Mit der verwendeten Brücke und HF-Spannungen  $\geq 5$  mV sind bei einem Fehler  $< 10\%$  Stehwellenverhältnisse  $m > 1,1$  (entspricht einem Reflexionsfaktor  $P > 5\%$ ) meßbar.

## 1. Allgemeines

Das Messen von Fingangsanpassungen beziehungsweise Stehwellenverhältnissen an HF-Bausteinen war schon immer ein kostenaufwendiges und zeitraubendes Problem und meistens nur für das Labor möglich. Oft wäre es erforderlich, zum Beispiel in der laufenden Fertigung die Bausteine auf Fingangsanpassung zu kontrollieren, was jedoch an dem zu hohen Aufwand an Kosten und Zeit scheitert. Insbesondere

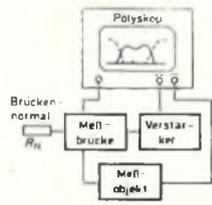


Bild 1. Meßplatz zur Stehwellenmessung

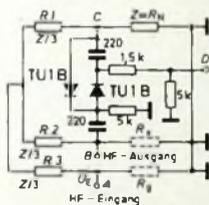


Bild 2. Schaltung der Meßbrücke

tormessung von  $< 15\%$  nicht mehr möglich. Kann jedoch mit größeren HF-Spannungen am Meßobjekt gearbeitet werden, dann sind Reflexionsfaktormessungen bis zu  $\geq 5\%$  möglich.

## 2. Funktionsbeschreibung

Der Meßplatz (Bild 1) besteht außer dem Wobbelmeßplatz (zum Beispiel einem Polyskop „SWOB II“ von Rohde & Schwarz) oder Meßsender und Anzeigegerät noch vor allem aus zwei Geräten, der eigentlichen Stehwellenmeßbrücke und dem nachgeschalteten Spannungsverstärker. Die Meßbrücke (Bild 2) arbeitet nach dem Prinzip der Wheatstone-Brücke, wobei die Brückenwiderstände so dimensioniert sind, daß sowohl der Meßsender als auch das Meßobjekt mit dem Wellenwiderstand  $Z$  des Meßsystems abgeschlossen sind. Zur Gleichrichtung der HF-Brückenspannung wurden zwei Backward-Dioden TU 1 B (Bild 3) in

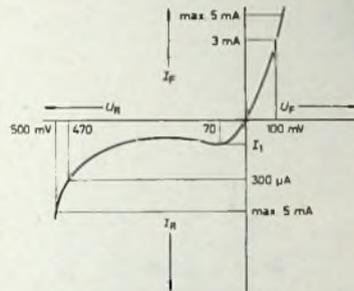


Bild 3. Spannungs-Strom-Verlauf für Durchfluß- und Sperrrichtung der Backward-Diode TU 1 B

hat auch der Funkamateur kaum eine Möglichkeit, seine Sende- und Empfangsanlagen sowie die einzelnen Bauteile und Antennen richtig anzupassen und auf ihre Impedanzen zu kontrollieren.

Diese Probleme löst der hier beschriebene Meßplatz. Der Aufbau ist relativ einfach und läßt sich preisgünstig erstellen. Die Messungen sind mit zum Teil üblichen Mitteln durchzuführen, zum Beispiel mit a) einem Meßsender (möglichst AM-modulierbar) und einem Anzeigegerät (Voltmeter oder Oszillograf) oder b) einem Wobbelmeßplatz.

Gegenüber dem zeitaufwendigen Messen mit einer teuren Meßleitung hat dieses System den Vorteil, daß man an einem Wobbelgerät – bei definierter Ausgangsspannung, geeichteter NF-Empfindlichkeit und einer mittels Eichnormalen erstellten Skala – beispielsweise die Eingangsanpassung eines Tuners an jedem Punkt des interessierenden Frequenzbereiches direkt ablesen kann. Dabei wird die Genauigkeit der Messung im wesentlichen von dem Fehler der verwendeten Vergleichsnormale bestimmt. Ein Nachteil ist jedoch der, daß dem Meßobjekt eine HF-Spannung von mindestens 5 mV angeboten werden muß, um noch mit einigermaßen guter Ablesegenauigkeit arbeiten zu können; bei dieser kleinen Spannung ist eine Reflexionsfaktor-

Ing. Günter Oetke ist Applikations-Ingenieur im Konsumer Marktbereich der SGS-Fairchild, Stuttgart.

Die Brückenspannung ist

$$U_{Br} = U_E \left( \frac{R_N}{R_1 + R_N} - \frac{R_2}{R_2 + R_N} \right) = U_E \left( K - \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_N}} \right) \quad (1)$$

mit  $R_2 = R_N \cdot \frac{Z}{3}$  und  $K = 0,75$ .

Die Brücke ist abgeglichen, wenn  $U_{Br} = 0$ . Das ist der Fall bei

$$K = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_N}}, \quad R_N = R_2 \cdot \frac{K}{1 - K} = 3 \cdot R_2 = R_N$$

Die sich am Punkt C einstellende gleichgerichtete Brückenspannung wird mit einem Operationsverstärker „1A 709“ (Bild 4) von SGS-Fairchild bei einer Bandbreite von 10 kHz 100fach verstärkt.

Durch die Verwendung von verschiedenen Eichnormalen, die an den Punkt B der Brücke angeschlossen werden, kann eine Skala festgelegt werden, die es ermöglicht, bei definierter HF-Spannung  $U_E$  und geeichter Eingangsempfindlichkeit des Sichtgerätes an jedem Punkt des abgebildeten Frequenzbereiches das Stehwellenverhältnis  $m$ , den Reflexionsfaktor  $P$  oder den Eingangswiderstand  $R_e$  (Bild 5) direkt abzulesen.

## 3. Dimensionierung der Brücke

Die Brücke kann bis zu Frequenzen von 900 MHz verwendet werden und ist

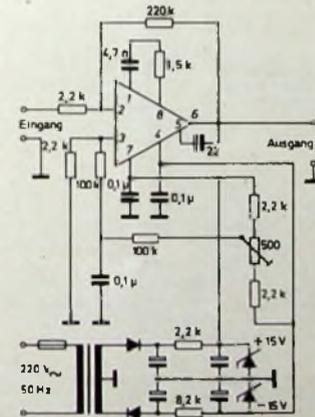


Bild 4. Schaltung des Operationsverstärkers „1A 709“

Spannungsverdopplerschaltung verwendet. Die Brücke (Bild 2) wird mit dem Punkt A an den Wobbler, das Meßobjekt mit seinem  $R_N$  an den Punkt B, das Brückennormal  $R_N = Z$  an den Punkt C und das Sichtgerät über den Verstärker an den Punkt D angeschlossen. Als Anschlußbuchsen für den Brückenbaustein lassen sich BNC-Steckverbindungen verwenden.

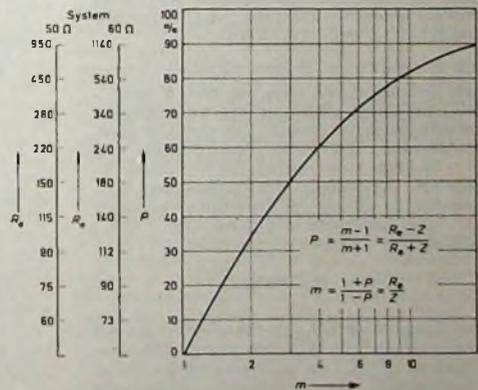


Bild 5. Darstellung der Beziehung zwischen Stehwellenverhältnis  $m$ , Reflexionsfaktor  $P$  und Abschlußwiderstand  $R_e$  im 50-Ohm- und 60-Ohm-System

koaxial für das 50-Ohm-System ausgelegt (Anschlüsse 50 Ohm BNC). Der Aufbau geht aus Bild 6 hervor.

## 3.1. Widerstandsnetzwerk

Das Widerstandsnetzwerk der Brücke nach Bild 2 und Bild 6 ist im Bild 7 gesondert herausgezeichnet. Gefordert wird

$$R_{gvs} = Z = 50 \text{ Ohm (bei } R_N = Z = R_0),$$

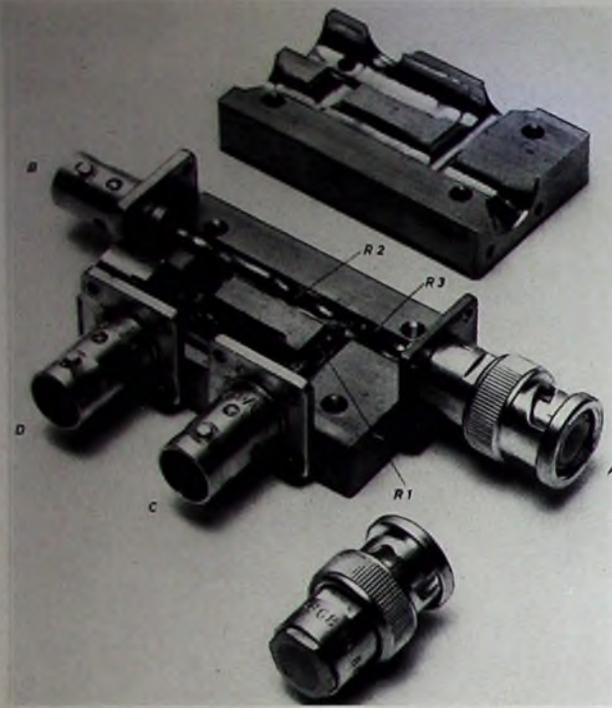


Bild 6. Aufgeklappte Meßbrücke: A Generatoranschluß, B Anschluß für Meßobjekt  $R_x$  oder Vergleichsnormale, C Anschluß für  $R_N$ , D Brückenanschlüsse für die Anzeige. Rechts unten: Brückenabschlußwiderstand  $R_N = Z$  oder Vergleichsnormale

$$R_g = R_2 + \frac{(R_1 + R_N)(R_2 + R_x)}{R_1 + R_2 + R_N + R_x} \quad (\text{nach Bild 7 a}), \quad (2)$$

$$R_x = R_2 + \frac{(R_1 + R_N)(R_2 + R_g)}{R_1 + R_N + R_2 + R_g} \quad (\text{nach Bild 7 b}), \quad (3)$$

Es ist

$$R_1 = R_g = R_2 = \frac{Z}{3} = 16,7 \text{ Ohm}$$

Als Brückenwiderstände  $R_1, R_g, R_2$  wurden Präzisions-Kohleschichtwiderstände „Rsf 1a“ für die Dezitechnik der Firma Resista gewählt (Toleranz  $\pm 0,3\%$ , Abmessungen  $2,1 \text{ mm } \phi \times 6,5 \text{ mm}$ ).

**3.2. Koaxiale Dimensionierung**  
Die Brücke wurde (wie aus Bild 6 ersichtlich) in einem geteilten und aufgebohrten Messingblock eingebaut. Um einen Wellenwiderstand der koaxialen Brücke von  $Z = 50 \text{ Ohm}$  zu erreichen, ist vor allem die richtige Auslegung der Bohrungen notwendig, in denen die Brückenwiderstände  $R_1 \dots R_g$  untergebracht sind. Mit Bild 8 gilt bei  $\epsilon = 1$  und  $u = 1$  für Luft

$$Z = 60 \ln \frac{D}{d} \quad (4)$$

Als Durchmesser  $d$  des Innenleiters ist der Durchmesser der Brückenwiderstände einzusetzen ( $d = 2,1 \text{ mm}$ ). Dann ergibt sich der Durchmesser der erwähnten Bohrungen zu näherungsweise  $D = 4,8 \text{ mm}$ .

Die übrigen Abmessungen des Gehäuses sind unkritisch und richten sich nach den Abmessungen der Bauteile und Anschlußstücke.

#### 4. Dimensionierung der Vergleichsnormale und des Brückenabschlußwiderstandes

Die für die Brücke erforderlichen Meßnormale und Abschlußwiderstände ließen sich aus BNC-Steckern herstellen (Bild 6, unten rechts). In die Stecker wurde ein Kohleschichtwiderstand „Rsf 1a“ (50 Ohm,

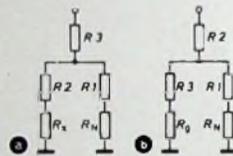


Bild 7. Widerstandsnetzwerk: a) Generatoranschluß, b) Meßobjektanschluß

Bild 8. Zur koaxialen Dimensionierung der Meßbrücke

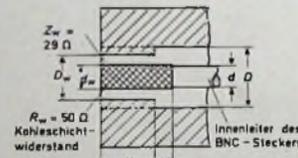
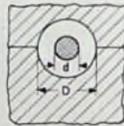


Bild 9. Kompensierter koaxialer Abschlußwiderstand  $Z = 50 \text{ Ohm}$

Toleranz  $\pm 0,3\%$ , Abmessungen  $2,1 \text{ mm } \phi \times 6,5 \text{ mm}$ ) von Resista eingelötet (Bild 9).

Für  $l/\lambda < 0,1$  gilt mit

$$a = \frac{l}{\lambda}$$

und

$$b = \frac{R_w}{Z_w}$$

( $R_w$  Schichtwiderstand,  $Z_w$  Wellenwiderstand) als gute Näherung

$$Z = R + jX = R_w [1 + 26,3 \cdot a^2 (1 - 0,2 b^2)] + j Z_w \cdot 2 \pi \cdot a (1 - 0,33 b^2) \quad (5)$$

Für  $a < 0,07$  und  $b < 5$  braucht der Faktor des Realteils von Gl. (5) nicht berücksichtigt zu werden, da er praktisch gleich Eins ist. Damit  $Z$  reell wird, muß  $jX$  (also der zweite Summand) gleich Null werden, daß heißt

$$j Z_w \cdot 2 \pi \cdot a (1 - 0,33 b^2) = 0,$$

$$1 - 0,33 b^2 = 0,$$

$$b = \sqrt{3}.$$

Mit  $b = R_w/Z_w$  erhält man

$$Z_w = \frac{R_w}{b} = \frac{R_w}{\sqrt{3}}$$

$$Z_w = \frac{50}{\sqrt{3}} = 29 \text{ Ohm}$$

Mit Hilfe der allgemeinen Beziehung nach Gl. (4), wobei hier  $D = D_w$ ,  $d = d_w$  und  $Z = Z_w$  zu setzen ist, gilt

$$Z_w = 60 \ln \frac{D_w}{d_w}$$

$$\frac{Z_w}{60} = \ln \frac{D_w}{d_w}$$

$$D_w = d_w \cdot \exp \frac{Z_w}{60}$$

Mit  $Z_w = 29 \text{ Ohm}$  und  $d_w = 2,1 \text{ mm}$  erhält man schließlich

$$D_w = 2,1 \cdot e^{\frac{29}{60}}$$

$$D_w = 3,4 \text{ mm}$$

Wird aber aus irgendeinem Grundein längerer Widerstand verwendet, so daß  $l/\lambda = a \geq 0,07$  wird, dann kann man den Faktor des Realteils von Gl. (5) nicht mehr vernachlässigen, weil er zunächst  $> 1$  ist. Man muß in diesem Fall  $b$  so bestimmen, daß der Faktor wieder gleich Eins wird. Das ist nur bei  $b = \sqrt{5}$  der Fall, wie man leicht nachprüfen kann. Mit diesem Wert für  $b$  erhält man für den Blindwiderstand (rechter Summand in Gl. (5))

$$jX = j Z_w \cdot 2 \pi \cdot a (1 - 0,33 b^2)$$

$$jX = -j 4,08 a \cdot Z_w$$

$$-jX \approx j 4 a \cdot Z_w$$

Dieser kapazitive Blindwiderstand muß durch eine Induktivität  $+jX = j\omega L$  kompensiert werden, die sich durch richtige Lage des Schichtwiderstands im BNC-Steckerteil realisieren läßt. Hierfür gilt (s. Bild 9)

$$\Delta l = \frac{X}{\omega} = \frac{1}{2 \ln \frac{D}{d_w}}$$

Darin ist  $X$  der zu kompensierende Blindwiderstand in Ohm und  $\omega = 2\pi f$  die Kreisfrequenz in GHz. Die Längendifferenz  $\Delta l$  erhält man dann in Zentimetern.

#### Schrifttum

Meinke, H. H., u. Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik 2. Aufl., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962, Springer

# Automatisches Prüfen

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 6, S. 206

## 3.2. Automatische Prüfgeräte zur Verbesserung der Fertigung

Es gibt viele Geräte, die keineswegs eine große Anzahl von Steckern, Buchsen und anderen Anschlußpunkten aufweisen, deren Prüfung aber besondere Kenntnisse und vielseitige Hilfsgeräte erfordert wie zum Beispiel Meßsender, Meßempfänger und Aufzeichnungsgereäte. Die Kompliziertheit einer automatischen Prüfanlage für solche Prüflinge kann verschiedene Grade annehmen, je nach dem Einfluß der verschiedenen Faktoren. Im Grunde genommen wird bei einer Messung ein bekanntes Eingangssignal am Prüfling benötigt, und die Arbeitsweise des Prüflings wird an Hand der gesuchten oder unerwünschten Ausgangssignale beurteilt. Bei der Durchführung von Prüfungen muß eine Bedienungsperson an den Eingangssignalen viele Änderungen über große Bereiche und entsprechende Einstellungen an den Meßgeräten durchführen. Aus diesem Grunde wurden Meßsender und Meßgeräte für die verschiedensten Funktionen entwickelt, um dem Bedienungspersonal zu helfen. Diese Geräte werden mit Knöpfen und Schaltern bedient, und zur Unterstützung der Bedienung sind gewöhnlich Strom- oder Spannungsmesser in irgendeiner Form vorhanden. Bei einer bekannten Ausführung eines Meßsenders müssen beispielsweise der Trägerpegel und der Modulationsgrad für verschiedene Ausgangsfrequenzen eingestellt werden, so daß am Ausgang der Eichleitung die richtige Spannung in Mikrovolt vorhanden ist. Außerdem muß gewöhnlich der Prüfling bei jeder Stufe einer Meßreihe neu eingestellt werden.

Zur Automatisierung solcher Meßverfahren ist offensichtlich sehr viel mehr erforderlich als nur ein schnelles Umschalten zwischen Gruppen von Prüfpunkten. Es müssen speziell entwickelte Meßsender mit Fremdeinstellung vorhanden sein. Ebenso müssen Meßgeräte mit Fremdeinstellung zur Verfügung stehen. Es kann unter Umständen unmöglich oder unwirtschaftlich sein, die Einstellung des Prüflings zu automatisieren, wie etwa bei einem kommerziellen Empfänger für große Frequenzbänder. Der Einbau von ferneingestellten Abstimmotoren, Relais und dergleichen würde wahrscheinlich die Kosten des Empfängers über einen vernünftigen Verkaufspreis erhöhen. Bei passiven Schaltungen wie Filtern kann aber eine Automatisierung der Messung von Durchlaßkurven angebracht sein. Halbautomatische Prüfanlagen hierfür sind auf dem Markt erhältlich. Bisher sind jedoch keine vollständig automatischen Anlagen zur Prüfung einer großen Anzahl verschiedenster Geräte über große Frequenzbereiche zu haben.

Eine ausführbare halbautomatische Prüfanlage, die man als eine Anlage mit manueller Unterstützung bezeichnen kann, ließe sich wie folgt konstruieren: Eine zentrale Steuereinheit mit einem Arbeitsspeicher erhält Programminformationen von einem Lochstreifen mittels eines Schritt- oder Blocklesers. Eine Gruppe von

Steuerleitungen führt zu fernbedienten Meßsendern und eine weitere Gruppe zu ferngesteuerten Meßgeräten mit einem geeigneten Registriergerät. Der Prüfling wird zwischen die Meßsender und die Meßgeräte geschaltet. Je nach der Art des Prüflings kann dieser mehrere Ein- und Ausgangsverbindungen haben. Ist der Prüfling ein Empfänger, dann muß er unter Umständen so konstruiert sein, daß verschiedene wichtige Punkte in den Schaltungen mit geeigneten Steckern oder Buchsen (Koaxialverbindungen, abgeschirmte oder einfache Anschlüsse usw.) verbunden sind, so daß Signale oder resultierende Spannungen in das Gerät geführt und/oder aus dem Gerät herausgeführt werden können. Die Eingangssignale können Tonfrequenzen sein, um die Arbeitsweise der niederfrequenten Ausgangsstufen des Empfängers zu prüfen. Es kann sich um Zwischenfrequenzen für die Einstellung und Prüfung des ZF-Verstärkers handeln oder auch um Hochfrequenzsignale, mit deren Hilfe sich die Hochfrequenzabstimmerschaltungen einstellen und die Empfängerempfindlichkeit sowie die Spiegelfrequenzdämpfung messen lassen. Die Ausgangssignale wären dann der Demodulatorstrom, die Schwundregelspannung und die Tonfrequenzausgangsspannung. Für spezielle Messungen kann man auch die Oszillatorströme herausführen.

Das Prüfprogramm ließe sich von dem Lochstreifen ablesen und in den Arbeitsspeicher übertragen. Es muß so aufgebaut sein, daß die in der vorhandenen Anlage gegebenen Möglichkeiten berücksichtigt sind, wobei das Bedienungspersonal eingeschlossen ist. Unter der Annahme, daß der Prüfling ein normaler Funkempfänger für einen großen Frequenzbereich ohne automatische Einstellung ist, wäre die erste Handlung eine Einspeisung einer Reihe von Tonfrequenzen von einem fremdgesteuerten Meßsender. Diese Tonfrequenzen erscheinen am Meßsenderausgang auf Befehl der Steuereinheit in einer bestimmten Reihenfolge, und die Ausgangsspannungen der Niederfrequenzstufen des Empfängers werden dann durch die auf Befehl eines anderen Teils des in der Steuereinheit gespeicherten Befehlsprogramms vorbereiteten Niederfrequenzmeßgeräte mit Aufzeichnungseinrichtung gemessen. Das Bedienungspersonal muß die aufgezeichneten Ergebnisse prüfen und, wenn sie zufriedenstellend sind, muß eine „Weiterprüfen“-Taste gedrückt werden.

Die nächste Prüfung und die zugehörigen Befehle für Meßsender und Meßgeräte werden dann in den Arbeitsspeicher der Steuereinheit eingegeben. Diese Prüfung könnte die Einstellung des ZF-Verstärkers umfassen und würde ein gewobbeltes Signal erfordern, das mindestens den beabsichtigten Durchlaßbereich des Verstärkers überstreicht. Weiterhin ist eine Sichtanzeige in der Form einer Durchlaßkurve mit dB-Angaben erforderlich, die von dem Demodulatorstrom abgeleitet werden kann. Sobald die Ein- und Ausgangsschaltungen hergestellt sind, wird das Bedienungspersonal mittels alphanumerischer Anzeige angewiesen, die Bedienungsmittel in einer

vorgeschriebenen Weise zu betätigen, um die Durchlaßkurve an ein festgelegtes Muster anzulegen. Mit heutigen Mitteln ist es nicht unmöglich, sowohl die Befehle als auch die gesuchte Meßkurve auf einer Bildröhre anzuzeigen und diesem Bild die tatsächlich gemessene Kurve zwecks Vergleichs zu überlagern.

Die nachfolgenden Prüfungen folgen dann einem rationalen Plan, bis der Empfänger vollständig durchgemessen und die Ergebnisse aufgezeichnet sind, wobei die Bedienungsperson als Übermittler der Befehle fungiert; das Personal führt dabei Arbeiten durch, die von der automatischen Steuerung nicht erfaßt werden können. Es werden also bei einigen Teilen der Prüfungen die Wünsche des Prüfprogrammierers maschinell vom Lochstreifen abgelesen und in automatische Vorgänge umgewandelt, und zwar besonders arbeits erleichternde Vorgänge wie die Einstellung von Meßsendern und Meßgeräten, während in anderen Teilen dem Bedienungspersonal die Wünsche des Prüfprogrammierers mittels einer durch Befehle auf den Lochstreifen gesteuerten Sichtanzeige mitgeteilt werden. Das Personal übersetzt diese Befehle in Handlungen, die persönliche Mitarbeit und in manchen Fällen persönliche Fähigkeiten in der Deutung der aufgezeichneten Ergebnisse erfordern. Bei einigen Prüfungen kann eine kombinatorische Deutung dieser Ergebnisse eine durch Druckknopfbedienung ausgelöste Unterprüfung mit einer kurzen Lochstreifenschleife verlangen, die ein besonderes Prüfprogramm enthält, das bei dem Vorhandensein bestimmter Bedingungen benötigt wird.

Solche Prüfungen werden besonders bei der Fehlersuche während der Reparatur und Wartung Anwendung finden, wobei die falsche Arbeitsweise eines Gerätes mittels Spezialprogramms diagnostisch behandelt werden kann. Solche Programme dienen zur Eingrenzung des Fehlergebietes oder sogar zur genauen Anzeige des Fehlers. Gerade auf diesem Gebiet können solche zeitsparenden automatischen Prüfanlagen als Mittel zur Verringerung der Ausfallzeit von Geräten von großem Nutzen sein. Offensichtlich ist, wie bereits erwähnt, eine sorgfältige Vorbereitung dieser diagnostischen Prüfungen sehr wichtig und muß einen Teil der mit solchen Geräten verbundenen Konstruktionsbedingungen bilden. Diese Vorbereitung erfordert eine genaue Kenntnis der betreffenden automatischen Prüfanlage.

## 3.3. Durch Rechner unterstützte Prüfanlagen

Die Einbeziehung besonderer Unterprogramme zur Durchführung von Unterprüfungen in Abhängigkeit von Abweichungen der Meßergebnisse von einem vorgegebenen Schema legt die Benutzung von Rechnern nahe, die den Prüfanlagen angegliedert werden können, damit eine große Anzahl von Unterprogrammen schnell durchlaufen werden kann. Das Auftreten gewisser Bedingungen im Prüfling kann von dem Rechner durch Vergleich mit programmierten Werten, die in dem Rechner gespeichert sind, erkannt werden und kann die Durchführung entsprechender Prüfungen veranlassen. Der Rechner kann auch Rechnungen durchführen, um funktionelle Beziehungen zwischen den Ein- und Ausgangssignalen festzustellen, das heißt die Übertragungsfunktion eines Gerätes berechnen. Im Fall von Digitalgeräten eignet sich der Rechner besonders für die Erzeugung von Serien- oder Paral-

leimpulsen geeigneter Zusammensetzung, um komplizierte Digitalanlagen zu prüfen. Mit anderen Worten: Eine Rechenanlage kann eine Bedienungsperson dadurch unterstützen, daß sie diejenigen Funktionen ausführt, die von dem menschlichen Gehirn nicht so gut gemeistert werden wie die sehr schnelle Sortierung einer großen Datenmenge, die schnelle Durchführung von Rechnungen mit diesen Daten und die Anzeige der Daten zur Auslösung von Handlungen oder für Registrierzwecke. Je nach dem gespeicherten Programm kann die Rechenanlage außerdem viel schneller als das Bedienungspersonal entscheiden, ob die Prüfung A, B oder C usw. folgen soll. Die Möglichkeit der schnellen Datenverarbeitung mit der Rechenanlage läßt sich besonders für diagnostische Prüfungen und die Fehlersuche ausnutzen. Viele Kenntnisse und eine Voraussagemöglichkeit über das Verhalten der Prüflinge unter verschiedenen Fehlerbedingungen müssen vorhanden sein, damit ein Programm für alle möglichen Fälle zusammengestellt werden kann, und der Prüfling muß weitgehend Prüfpunkte zum Anlegen von Prüfsignalen der verschiedensten Art enthalten. Das illustriert wiederum, wie wichtig es ist, daß die spätere automatische Prüfung bereits im Anfangsstadium des Entwurfs von neuen Geräten berücksichtigt wird. Die automatische Prüfung muß in den Gedankengängen des Entwicklers zur Lebensgewohnheit werden.

#### 34. Durch Rechner gesteuerte Prüfanlagen

Die letzte Stufe in der Entwicklung von automatischen Prüfanlagen wäre der Ersatz des Bedienungspersonals durch eine Rechenanlage mit unter Umständen notwendigen Regelschleifen. Die Mitarbeit des Bedienungspersonals und dessen Zusammenarbeit mit der Prüfanlage während der Durchführung von Messungen wurde im Abschnitt 3.2. behandelt. In mancher Hinsicht scheint das nur ein geringer Teil der Gesamtarbeit zu sein. Immerhin wären jedoch ein Rechner und ein Steuersystem von beträchtlicher Komplexität notwendig, wenn man alle die notwendigen, intelligenten Handlungen selbst der langweiligsten Bedienungsperson automatisch ablaufen lassen würde. Eine menschliche Bedienung kann die befohlene Abstimmung eines Empfängers auf eine bestimmte Sendestation ausführen, ohne daß der Bediende sich über die vielen Anweisungen seines Gehirns an die Muskeln seines Armes bewußt ist. Die menschliche Regelschleife arbeitet unter Ausnutzung der gehörmäßig empfangenen Signale. Optische Signale können auch eine Rolle bei der Entscheidung über den Drehsinn an den Bedienungsknöpfen spielen. Der Berührungssinn, das heißt das Gefühl der Leichtigkeit, kann die Bewegungen der Bedienungsperson beeinflussen. Außerdem muß die Bedienungsperson zur Ausführung einer Arbeit nicht in eine bestimmte Stellung in bezug auf die Bedienungsmittel gebracht werden.

Die für eine Ausführung dieser Funktionen mit elektromechanischen Mitteln erforderliche Apparatur kann sehr umfangreich sein, und zur Prüfung verschiedener Arten von Geräten kann die Kompliziertheit unerschwinglich sein. Es sind nicht nur Betätigungseinrichtungen, sondern auch Anzeigegeräte für eine Umformung der Angaben über Erfüllung oder Nichterfüllung einer geforderten Bedingung in Steuerinformationen notwendig. Aus die-

sem Grunde ist es oft kaum möglich, vorhandene Prüfanlagen praktisch für eine vollautomatische Prüfung umzubauen. Wo das jedoch als unbedingt notwendig erachtet wird, muß das zu prüfende Gerät mit eingebauten Fernbedienungsmöglichkeiten versehen sein, und die für eine Befehlsbestätigung erforderlichen Rückmeldesignale müssen einer Betätigungsvorrichtung zugeführt werden.

#### 4. Eigenschaften und Grenzen automatischer Prüfanlagen

##### 4.1. Wie weit soll automatisiert werden?

Da die Entwicklung von Prüfanlagen zu dem Gedanken der Schaffung einer universellen, vielseitigen und teuren Anlage verleitet, mag ein kurzer Seitenblick auf die natürliche Entwicklung bei den Tieren und Pflanzen auf der Erde angebracht sein. Neben vielen gleichartigen Tätigkeiten haben beispielsweise manche Lebewesen spezielle Fähigkeiten. Jede Art ist an den Ort oder die Lebensaufgabe angepaßt und paßt in den allgemeinen Naturhaushalt. Natürlich darf eine Analogie nicht zu weit getrieben werden; es scheint aber, daß man eine Spezialisierung nicht fallenlassen sollte, wenn man an automatische Messungen denkt. Es ist nicht unbedingt ein Nachteil, wenn eine automatische Prüfanlage nur für eine relativ kleine Anzahl von Gerätearten geeignet ist. Die wichtigste Überlegung gilt offensichtlich der Wirtschaftlichkeit; aber Wirtschaftlichkeit ist nicht einfach eine Frage der Gesteungskosten eines einzelnen Gerätes. Es müssen viele Faktoren berücksichtigt werden, von denen die wichtigsten nachstehend behandelt sind.

##### 4.2. Vertrauen

Es besteht die Befürchtung, daß automatische Prüfanlagen zu viele Fehler „finden“. Je nach der Art der Geräte können die Pflichtwertgrenzen zu eng oder zu weit gewählt sein; viele werden jedoch aus über-ehrgeiziger Vorsicht von seiten des Prüfvorbereiters unnötig eng gewählt. Maßvorschriften können von erfahrenen Prüfern oft freizügig gedeutet werden, wenn diese Prüfer die praktische Verwendung des Prüflings kennen. Eine unparteiische Maschine, besonders aber eine mit hoher Zuverlässigkeit, wird jeden Punkt registrieren, an dem eine Abweichung von dem Inhalt des Prüfprogramms festgestellt wird. Wenn die Maschine nicht so zuverlässig arbeitet, dann verliert sie sehr schnell das in sie gesetzte Vertrauen, weil sie unter Umständen einen Fehler meldet, der in Wirklichkeit nicht in dem Prüfling, sondern vielleicht in einer losen Verbindung eines Steckers zwischen der Prüfanlage und dem Prüfling liegt. Es muß natürlich unbedingt eine Gewähr dafür gegeben sein, daß man der Maschine uneingeschränktes Vertrauen schenken kann. Aber eine in der Konstruktion berücksichtigte Sicherheit kann Geld kosten.

##### 4.3. Zuverlässigkeit

Eine automatische Prüfanlage muß zuverlässig sein, ja – wenn dies möglich ist – sogar viel zuverlässiger als der Prüfling. Obwohl es nicht immer durchführbar ist, einen Bauteilausfall in der Prüfanlage zu vermeiden, gewinnt man jedoch großes Vertrauen, wenn ein solcher Ausfall nicht unbemerkt bleibt, bevor eine größere Anzahl von Messungen scheinbar falsch ist. Die Zuverlässigkeit kann durch den Ein-

bau von Selbstprüfmöglichkeiten in die Prüfanlage erheblich verbessert werden. In der im Bild 2 gezeigten Anlage „ACT 2“ wird beispielsweise nach dem Ablesen einer Prüfvorschrift von dem Lochstreifen und nach einem Bruchteil einer Sekunde vor der Ausführung einer Durchgangsmessung an einem Prüfling eine Selbstprüfung durchgeführt, und zwar etwa in der gleichen Art wie ein Meßtechniker sein Widerstandsmeßgerät vor einer Widerstandsmessung durch Kurzschließen der beiden Prüfschnüre prüft. In der Anlage „ACT 2“ werden Selbstprüfschaltungen mit Präzisionswiderständen benutzt. Wenn diese Selbstprüfung schlecht ausfällt, wird die Anlage sofort gestoppt und kann normalerweise die Messungen nicht weiterführen, bevor der Fehler beseitigt ist. Bei dieser Anlage können die Art und der Ort des Fehlers mittels der Anzeigefelder in Verbindung mit den Schaltungkenntnissen des Wartungspersonals sehr schnell gefunden werden.

Ein weiterer Faktor bei der Erreichung von Zuverlässigkeit ist die Ausschaltung der menschlichen Unzulänglichkeit. Jeder von einer Prüfanlage gemeldete Fehler sollte automatisch registriert werden; man darf sich nicht zu sehr auf die Fähigkeiten des Bedienungspersonals verlassen, seine Arbeitskonzentration bei einer Reihe gleicher Messungen aufrechterhalten zu können. Die Erfahrung hat gezeigt, daß trotz der richtigen Anzeige eines Fehlers durch die Prüfanlage das Bedienungspersonal die Registrierung dieses Fehlers nicht nur manchmal unterläßt, sondern aus Gewohnheit sogar den Knopf für Weiterprüfen drückt. Der so gemessene Prüfling bleibt damit fehlerhaft und verursacht später viel Ärger. Jede von der Prüfanlage gemachte Aussage muß registriert werden.

##### 4.4. Qualität der Messung

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Beurteilung des Wertes einer automatischen Prüfung ist die Qualität der Messung. Die Qualität wird von der grundsätzlichen Güte der Meßeinrichtung, den Umschaltvariationen für die Prüfverbindungen und von den hier kurz als „Laune“ des Bedienungspersonals bezeichneten menschlichen Eigenschaften bestimmt. Die Genauigkeit der Meßeinrichtung läßt sich durch regelmäßige Fremd- oder Eigeneichprüfungen sehr hoch treiben. Eine automatische Durchführung dieser Prüfungen gibt die Gewähr dafür, daß die grundsätzliche Genauigkeit der Anlage nicht durch zeitweiliges Nachlassen der Konzentration des Bedienungspersonals beeinträchtigt wird. Das Bedienungspersonal unterliegt Schwankungen in der physischen und geistigen Leistungsfähigkeit durch Aufmunterung, Ermüdung, Lästigkeit oder im Fall von militärischem Wartungs- und Reparaturpersonal im Kriegseinsatz durch Furcht und Angst. Eine automatische Prüfanlage kennt weder Furcht noch Angst und ermüdet nicht, sie hat keine Langeweile, und sie gerät auch nicht in Erregung. Gegenüber dem Menschen hat sie den Vorteil, daß sie sowohl lesen als auch gleichzeitig arbeiten kann.

##### 4.5. Wirtschaftlichkeit

Es ist schwierig, genaue Angaben über die einzelnen Einsparungen durch automatische Prüfungen zu machen, weil eine Definition und Bearbeitung der Informationen für eine Kostenaufteilung sehr aufwendig ist. Ferner kann sich bei der Einführung einer automatischen Prüfung eine Änderung der



# TELEFUNKEN



TELEFUNKEN-Bauelemente  
für Elektronik und Nachrichtentechnik  
zuverlässig und von hoher Präzision

**HANNOVER-MESSE 1968**

27. April bis 5. Mai

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT  
AEG-TELEFUNKEN

GESCHÄFTSBEREICH BAUELEMENTE

Halle 11 Obergeschoß Stand 1404

Prüfungs- und Herstellungsfolge ergeben, wodurch ein Vergleich erschwert wird. Es ist beispielsweise schwierig, den psychologischen Wert einer automatischen Schaltungsprüfung abzuschätzen, die zu einer schnellen Rückgabe einer fehlerhaften Arbeit an den betreffenden Arbeiter führt. Früher hat dieser Arbeiter seine Arbeit vielleicht niemals wiedergesehen, weil die Aussortierung zu einem viel späteren Zeitpunkt erfolgte und die Ausbesserung von einem anderen Arbeiter durchgeführt wurde.

Die derzeitige Erfahrung mit automatischen Schaltungs- und Verdrahtungsprüfanlagen hat gezeigt, daß Zeiteinsparungen im Verhältnis von 10:1 bis 20:1 möglich sind. Die Erfahrung bei Prüfungen von Geräten mit der „Autoscan“-Anlage während des Herstellungsprozesses mit nachfolgender dynamischer Prüfung hat eine erhebliche Verkürzung der Zeit für Fehlersuche in dem späteren Teil der Herstellung ergeben. In einem Fall zeigten 220 Geräte eine Ausschöpfung von 17,5% bei der automatischen Prüfung und nur 0,4% (1 Gerät) Ausschub bei der dynamischen Prüfung. Die „Autoscan“-Anlage benötigte durchschnittlich 3 Minuten je Gerät, und die Zeit für Fehlersuche war auf Grund der Hilfe durch die gedruckten Angaben der Maschine klein im Verhältnis zu den typischen Fehlersuchzeiten, die normalerweise bei der dynamischen Prüfung auftraten.

Ähnliche Verhältnisse ergaben sich bei einer Anzahl anderer Geräte, bei denen der Prüfvorgang verfolgt und die Ergebnisse mit früheren Zeiten für manuelle Prüfung und Fehlersuche verglichen wurden. Bei einem vollständigen kleinen Gerät wurde nach Einführung der „Autoscan“-Anlage allein eine Nettoeinsparung von 10 Stunden je Gerät im Vergleich mit der früheren manuellen Prüfung festgestellt. Das Gerät wurde zusätzlich auch anderen automatischen Prüfungen unterworfen; für diese Prüfungen waren keine alten Prüfzeiten für einen Vergleich vorhanden. Jedenfalls ergaben sich ganz sichere Einsparungen, und die Gesamtersparnis lag wahrscheinlich in der Größenordnung von 12 bis 13 Stunden je Gerät.

Die Kabelbaumprüfanlage (Bild 1) benötigte 30 Minuten für eine Prüfreihe. Die Anbringung der Zuführungsleitungen vor dem Prüfen und deren Entfernung hinterher dauerte ungefähr eine Stunde. Somit konnte ein ganzes Gestell in 1½ Stunden geprüft werden. Es mußten etwa 1800 Punkte geprüft werden, wofür zwei Prüfmechaniker, die nur mit einem Durchgangsprüfer ausgerüstet waren, zwei oder drei ganze Tage benötigten; zwei Gestelle je Woche war also die maximale Prüfungsgeschwindigkeit dieser beiden Leute, wenn eine einigermaßen zuverlässige Arbeit erwartet wurde.

Die Kosteneinsparung läßt sich natürlich nur sehr viel schwieriger feststellen, da diese unter anderem von den Anschaffungskosten für die Anlage und von der Ausnutzung der Anlage abhängt.

Eine zweijährige Erfahrung mit „Autoscan“-Anlagen und einer käuflichen Prüfanlage zeigte als durchschnittliche prozentuale Ausfallzeit für Reparaturen und regelmäßige Wartungsarbeiten 5,5% bei den zuerstgenannten Anlagen und 6,5% bei der letzteren. Berücksichtigt man die Zeit für Programmerprobung und dergleichen, dann lassen sich für die prozentuale Anlagenausnutzung kaum mehr als 85% erreichen. Der Kostengleichheitspunkt für das Prüfen läßt sich je nach Programmierungserfah-

rung und Geschwindigkeit sowie Anlagenausnutzung und Anschaffungskosten bei Prüfungszahlen von ungefähr 4 bis 40 erreichen.

#### 5. Allgemeine Anwendungen von automatischen Prüfanlagen

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Hauptvorteile von automatischen Prüfanlagen dort liegen, wo die Prüfkosten aus folgenden Gründen hoch sind:

a) Häufige zeitraubende kleine Arbeiten, zum Beispiel bei punktwisen Prüfungen auf Stromdurchgang und Isolation in Gestellen mit vielen Drähten oder Kabelbäumen;

b) Arbeiten, die fachliches Können verlangen und eine dauernde Beschäftigung von teurem Personal erfordern.

Automatische Prüfungen können ferner in Wartungsdepots und in Gerätelagern vorteilhaft sein, wo verhältnismäßig ungelernes Personal schnelle und zuverlässige Prüfungen durchführen muß, um zu gewährleisten, daß eine Reparatur richtig ausgeführt wurde oder daß ein nach langer Lagerzeit entnommenes Gerät richtig arbeitet.

## FT BASTEL-ECKE

### Vom Experimentierchassis zum funktionierenden Gerät

Bevor mit dem Bau eines Gerätes begonnen wird, muß eine in allen Einzelheiten wohlüberlegte Schaltung vorliegen. Sind alle Schaltungseinzelheiten bekannt, dann ist die Frage der zu verwendenden Bauteile zu klären. Bei der Auswahl der Bauteile kommt es vielfach darauf an, zwischen den Mitteln, die man aufwenden kann, und den Anforderungen, die man später an das Gerät stellt, einen guten Kompromiß zu schließen. Bereits benutzte Einzelteile sind auf Funktionstüchtigkeit zu überprüfen, um spätere Störungen, die sich häufig nur mit Mühe feststellen lassen, zu vermeiden. Da nachträgliche Änderungen oft zu großen Schwierigkeiten führen, ist ein sorgfältig überlegter Versuchsaufbau zu empfehlen. Diese Versuchsschaltung läßt sich entweder auf einer Perforationsplatte mit Lötösen oder auf einer Rasterplatte aufbauen. Bei Röhrenschaltungen verwendet man besser ein Blechchassis.

Wenn das auf ein Experimentierchassis gebaute Gerät den Anforderungen entspricht, kann der endgültige Aufbau begonnen werden. Dabei legt man die Einzelteile so auf das endgültige Chassis, wie sie später eingebaut werden sollen. Um die in mechanischer und elektrischer Hinsicht günstigste Anordnung zu finden, bedarf es gründlicher Überlegungen. Die Einzelteile sind so anzubringen, daß sie sich gegenseitig nicht beeinflussen können. Unter Umständen sind Abschirmbleche einzusetzen. Transformatoren und Übertrager sollte man möglichst am Chassisrand montieren, um mechanische Verformungen des Chassis zu vermeiden. Vorteilhaft ist es auch, wenn man das Gerät in einzelne Baugruppen aufteilt und diese gesondert aufbaut. Beim Bau von Transistorgeräten ist zunächst zu überlegen, ob das Gerät mit einer Batterie oder aus dem Netz be-

Man könnte daran denken, daß automatische Prüfanlagen für Prüfungen von kleinen Gerätstückzahlen zu teuer sind. Das braucht nicht unbedingt der Fall zu sein, wenn die Ausschaltung von menschlichen Unzulänglichkeiten wichtig ist. Automatische Anlagen können besonders in Entwicklungslaboratorien von großem Nutzen sein, wenn umständliche Messungen sorgfältig wiederholt werden müssen, um das Ergebnis von Änderungen auf Grund von früheren Messungen festzustellen. Die Benutzung von automatischen Meßanlagen durch Entwicklungstechniker kann außer einer Zeitersparnis und der Vermeidung von menschlichen Fehlern auch noch die Gewähr dafür bieten, daß bei den neuentwickelten Konstruktionen die Prüfung während der Produktion bereits berücksichtigt wurde.

Der Autor dankt an dieser Stelle seinen Kollegen für die freundliche Hilfe, insbesondere I. L. Spence und R. Mostyn für ihre Vorschläge und R. Kitchen für beiträgende Informationen mit Erfahrungswerten über die Zeitersparnis mit automatischen Anlagen bei Prüfungen in Produktionsabteilungen.

trien werden soll. In vielen Fällen wird man den Netzteil gleich mit einbauen.

Stehen die Einzelteile am richtigen Platz, kann man die entsprechend großen Durchführungslöcher in das Chassis bohren. Dieses Chassis wird bei Röhrengeräten im allgemeinen aus Blech bestehen, bei Transistorgeräten aus Hartpapier (Pertinax).

Beim Verdrahten der Einzelteile sollten Verbindungen so kurz wie möglich ausfallen. Wenn das Gerät verdrahtet und funktionsfähig ist, wird schließlich das Gehäuse gebaut oder bearbeitet. Es kann aus Holz oder Metall gefertigt sein, je nachdem, ob es sich um einen Empfänger oder ein Meßgerät handelt.

Auf der Frontplatte des Gehäuses sind vor allem Schalter, Potentiometer, Drehkondensatoren, Skalen, Lautsprecher usw. zu montieren. Auf der Rückseite des Gerätes werden nur Buchsen und Sicherungshalter angebracht.

Bevor das fertige Gerät eingeschaltet wird, ist die Schaltung auf Kurzschlüsse oder Schaltfehler zu untersuchen. Wenn es voll funktionstüchtig ist, wird das Gehäuse je nach Material noch furniert oder lackiert. Bei serienmäßigen Gehäusen ist dieser letzte Arbeitsgang überflüssig. di

### Selbsterstellung von gedruckten Schaltungen

Eine schnelle Herstellung gedruckter Schaltungen ist mit Hilfe von positiv beschichteten kupferkaschierten Platten möglich, wie sie jetzt auch im Versandhandel für Elektronik-Bedarf erhältlich sind. Die mittels Tusche oder unter Verwendung von selbstklebenden Bändern und „Lötlagen“ auf Transparenzpapier angefertigte Zeichnung wird auf eine Glasplatte und darauf die beschichtete Platte gelegt. Die Belichtung (10 bis 15 min) läßt sich mit Hilfe einer 100-Watt-Lampe vornehmen (besser noch mit einer Leuchtstofflampe). Die belichtete Platte wird etwa 2 min in einer Entwicklungslösung belassen und anschließend geätzt. (nach Angaben von Radio-Fern)



## Der Touring, der aus der Kälte kam

Was wir dem Touring zumuten, ist mehr als Ihre Kunden je von ihm verlangen werden.

Eine Bewährungsprobe – eine von vielen – ist der Test im Klimaschrank: Zuerst erhitzen wir den Touring auf  $+75^{\circ}\text{C}$ , dann kühlen wir ihn ab bis  $-25^{\circ}$ . Ein Temperaturintervall von  $100^{\circ}\text{C}$ ! Und erwarten noch, daß er spielt. Er spielt! Das bedeutet für die Praxis: Weder heiße Sommer

noch eiskalte Winter können ihn tonlos machen. Wir wissen, daß Ihre Kunden wieder kritischer geworden sind. Man achtet heute mehr denn je auf Qualität. Und damit Sie ihre Forderungen mit gutem Gewissen erfüllen können, bauen wir unsere Geräte nicht nur so gut wie nötig, sondern so gut wie möglich. Schaub-Lorenz-Qualität – ein neuer Maßstab.



# Die Technik moderner Service-Oszillografen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK  
Bd 23 (1968) Nr. 6, S. 217

## 2.4.9. Elektronische Umschalter

Bereits im Abschnitt 2.2.6. wurde darauf hingewiesen, daß es mitunter vorteilhaft ist, zwei Oszillogramme gleichzeitig auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre darzustellen. Hierfür sind an sich die ebenfalls schon erwähnten Zweistrahl- und Mehrstrahlröhren sehr gut geeignet. Häufig steht jedoch bereits ein Oszillograf mit Einstrahlröhre zur Verfügung. Durch eine Zusatzschaltung, die man elektronischen Umschalter oder Elektronenstrahlschalter nennt, lassen sich jedoch auch auf dem Schirm einer Einstrahlröhre zwei verschiedene Oszillogramme gleichzeitig darstellen. Man nutzt dabei die Trägheit des menschlichen Auges aus, von der schon zu Beginn unserer Beitragsreihe die Rede war. Stellen wir uns einmal vor, der Leuchtpunkt auf dem Schirm einer Elektronenstrahlröhre werde durch eine entsprechend geformte Ablenkspannung periodisch so hin- und herbewegt, daß der Leuchtfleck in jeder der beiden Endstellungen verhältnismäßig lange verweilt, während die Zwischenstellungen in sehr kurzer Zeit durchlaufen werden. Dann ist die Strahlhelligkeit in den beiden Endpunkten konzentriert, und das Auge vermeint zwei übereinander- oder nebeneinanderliegende Leuchtflecke zu sehen, vorausgesetzt, daß die Umschaltfrequenz hoch genug ist. Das Auge sieht jetzt also den Punkt zweimal auf dem Leuchtschirm.

Das gleiche Prinzip läßt sich auf ein ganzes Oszillogramm anwenden, wobei man zwei verschiedene Möglichkeiten unterscheidet. Bevor wir diese besprechen, sei noch darauf hingewiesen, daß die Umschaltung grundsätzlich in beiden Fällen durch eine Rechteckspannung erfolgt. Diese erfüllt nämlich die eingangsgestellte Forderung, daß die Verweilzeit des Leuchtfleckes beziehungsweise des gesamten Oszillogramms groß gegenüber der Umschaltzeit sein muß. Durch bestimmte Schaltungen sorgt man nun dafür, daß beispielsweise während der positiven Halbwelle der Rechteckspannung der erste zu untersuchende Vorgang an der Elektronenstrahlröhre wirksam wird, während bei der negativen Halbwelle der zweite in Erscheinung tritt.

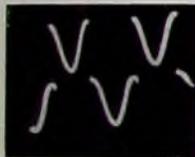


Bild 48. Umschaltfrequenz und Vorgangsfrequenz sind gleich hoch; hier fällt auf eine halbe Periode der Vorgangsfrequenz eine halbe Periode der Umschaltfrequenz

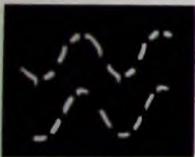


Bild 49. Größere Umschaltfrequenz als im Bild 48; Umschaltfrequenz jedoch noch zu klein gegenüber Vorgangsfrequenz

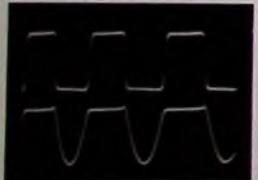


Bild 50. Doppelooszillogramm bei Verwendung eines elektronischen Schalters. Die Umschalt-Rechteckspannung ist so steil, daß sie im Oszillogramm nicht mehr zu sehen ist; außerdem ist die Umschaltfrequenz sehr hoch gegenüber der in den Oszillogrammen dargestellten Folgefrequenz der Schwingungen

Wie schon erwähnt, gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten für das elektronische Umschalten. Bei der ersten wählt man die Umschaltfrequenz sehr hoch gegenüber der Vorgangsfrequenz. Dann wird jedes Oszillogramm gewissermaßen aus kleinen Stückchen aufgebaut (Bilder 48 und 49), deren Lücken zu der Zeit gehören, während der die Rechteckspannung das jeweils andere Oszillogramm schreibt. Vom Auge werden diese Lücken und Schaltvor-

gänge kaum erkannt, vorausgesetzt, daß die Rechteckspannung sehr steile Flanken hat und daß ihre Frequenz wirklich so hoch gegenüber der Vorgangsfrequenz ist, daß die Lücken vom Auge nicht mehr gesehen werden (Bild 50). Im zweiten Fall läßt man jeweils eine volle Periode der Vorgangsfrequenz auf dem Leuchtschirm erscheinen und schaltet erst dann um, wenn eine neue Periode beginnt, das heißt während der Zeit des Rückspringens der zeitlinearen Kipperschwingung in Horizontalrichtung. Da man während dieser Zeit die Röhre dunkellasten kann, ist das Umschalten überhaupt nicht sichtbar, und man bekommt sehr stabile Oszillogramme. Zu hohen Umschaltfrequenzen wird man greifen, wenn die Periode der Meßfrequenz so klein ist, daß ein Umschalten nach jeder vollen Periode nicht mehr von der Augenträgheit verdeckt werden könnte.

Im Laufe der Zeit sind sehr viele Anordnungen zur Verwirklichung des elektronischen Umschaltens erdacht worden. Während sie früher mit Röhren arbeiteten, sind heute Transistoren gebräuchlicher. Die Schaltspannung erzeugt man meistens mit astabilen Multivibratoren, die bei geeigneter Bemessung saubere Rechteckschwingungen liefern. Dabei müssen natürlich die Zeitkonstanten der beiden RC-Glieder des Multivibrators gleich groß sein. Mit diesen Schaltspannungen steuert man nun weitere aktive Bauelemente entweder auf oder zu, so daß während der einen Halbwelle nur eines, während der anderen Halbwelle dagegen das andere arbeitsfähig ist.

Ein Beispiel für einen elektronischen Umschalter ist im Bild 51 wiedergegeben. Die beiden Transistoren T und T<sub>1</sub> bilden zusammen mit C, C<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R und R<sub>1</sub> einen astabilen Multivibrator, dessen Wirkungsweise wir als bekannt voraussetzen dürfen. In

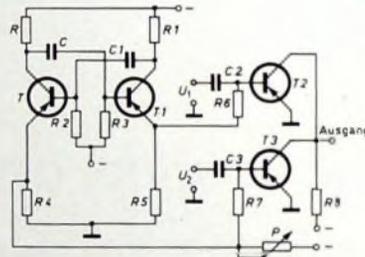


Bild 51. Prinzipschaltung eines elektronischen Umschalters

den Emittenteilungen der beiden Transistoren liegen die Emittenterwiderstände R<sub>4</sub> und R<sub>5</sub>. Die Frequenz der von dem Multivibrator erzeugten Rechteckspannungen hängt von den Zeitkonstanten C · R<sub>3</sub> und R<sub>2</sub> · C<sub>1</sub> ab; außerdem wird sie noch von den Daten der Transistoren und der Höhe der Spannungen bestimmt.

Die Rechteckspannungen können an R<sub>4</sub> und R<sub>5</sub> abgegriffen werden. Sie werden über R<sub>6</sub> der Basis von T<sub>2</sub> und über R<sub>7</sub> der Basis von T<sub>3</sub> zugeführt. Diese beiden Transistoren haben einen gemeinsamen Kollektorerwiderstand R<sub>8</sub> zu den Basisanschlüssen von T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> gelangen ferner über C<sub>2</sub> beziehungsweise C<sub>3</sub> die beiden Meßspannungen U<sub>1</sub> und U<sub>2</sub>. Nehmen wir nun an, T<sub>1</sub> befände sich gerade im nichtleitenden Zustand, dann erhält die Basis von T<sub>2</sub> über R<sub>5</sub> und R<sub>6</sub> Emittenterpotential, und der Transistor leitet nicht. Infolgedessen kann auch die Vorgangsspannung U<sub>1</sub> nicht wirksam werden. Im gleichen Augenblick erhält jedoch – weil nun T<sub>1</sub> leitet – die Basis von T<sub>3</sub> über R<sub>7</sub> eine negative Vorspannung von R<sub>4</sub>, und T<sub>3</sub> kann leiten. Während dieser Phase ist die Vorgangsspannung U<sub>2</sub> wirksam, und an R<sub>8</sub> erscheint die verstärkte Spannung U<sub>2</sub>. Schaltet nun der Multivibrator um, so wird T<sub>3</sub> gesperrt, während T<sub>2</sub> zu leiten beginnt und die Vorgangsspannung U<sub>1</sub> verstärkt. Diese erscheint dann ebenfalls an R<sub>8</sub>.

Ohne weitere Maßnahmen würden die beiden Oszillogramme ineinandergeschrieben auf dem Schirm erscheinen, weil wir voraussetzen, daß jeder der beiden Transistoren T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> gleichen Kollektorstrom führt. Will man die Oszillogramme voneinander trennen, so muß man irgendwo eine Unsymmetrie einführen, was zum Beispiel durch entsprechendes Einstellen von P möglich ist. Damit kann man der Basis von T<sub>3</sub> zusätzlich eine negative Spannung zuführen, so daß der Kollektorstrom von T<sub>3</sub> etwas höher

# Nützen Sie den Hi-Fi-Trend? Wir schufen das Vertrauen der Käufer. Mit dem unvergleichlichen Dual 1019.



Hi-Fi-Experten auf der ganzen Welt wissen: Der Dual 1019 ist ein einmaliger Verkaufserfolg. Kein automatischer Plattenspieler konnte bisher alle seine Vorzüge in dieser Präzision und Perfektion bieten: Exakte Neutralisierung der Skatingkraft von der ersten bis zur letzten Schallrinne. Tonarmlift mit direkter Betätigung. Mitlaufachse. Dynamisch ausbalancierter Tonarm. Ausgewuchteter Plattenteller. Drehzahlfeinregulierung. 15 Grad Abtasttechnik. Und viele weitere Raffinessen.

Der Dual 1019 ist Automatik-Spieler, Einzelspieler und Wechsler zugleich. Gebaut nach dem erfolgreichen Dual-Prinzip: Hi-Fi-Präzision in Großserie. Das macht den automatischen

Plattenspieler Dual 1019 – wie alle Dual-Geräte – preiswert.

Mit dem Hi-Fi-Verstärker, den Hi-Fi-Lautsprechern (6 Typen stehen zur Wahl.), dem neuen Hi-Fi-Tuner und der Stereo-Tonband-Componente ist die Componenten-Reihe von Dual nun vollständig: technisch ausgefeilt und aufeinander abgestimmt. Eine Componenten-Anlage für anspruchsvolle Musikfreunde. Zu vernünftigem Preis.

Achten Sie auf unsere Werbung. Unsere Dual 1019-Anzeigen schalten wir jetzt im Frühjahr 1968 wieder ein. Damit bestellen wir auch in diesem Jahr frühzeitig das Feld für ein gutes Hi-Fi- und Stereo-Geschäft. Wir verkaufen für Sie vor.

Zum guten Ton gehört Dual



**Frage:** Haben Sie genügend Werbematerial?  
Wenn nicht – schreiben Sie uns!  
Dual, Gebrüder Steidinger  
7742 St. Georgen/Schwarzwald

als der von T2 wird. Dadurch ergeben sich kollektorseitig verschieden hohe Gleichnungspotentiale, die als Vorspannung für die Meßplatten wirken und daher die beiden Vorgänge räumlich voneinander trennen.

Die beiden erwähnten Frequenzverhältnisse kann man leicht durch passende Wahl der Zeitkonstanten des Multivibrators erreichen. Praktisch ausgeführte Schaltungen sind wesentlich komplizierter, weil Störeffekte, die beim Umschalten auftreten können, unterdrückt werden müssen. Bild 51 ist daher nur zur Veranschaulichung des Grundsätzlichen gedacht. Über elektronische Umschalter gibt es ein umfangreiches Spezialschrifttum, dem man die verschiedensten Schaltmöglichkeiten entnehmen kann. Erwähnt sei noch, daß sich unter Umständen ein strenger Gleichlauf zwischen der Umschaltspannung und der Spannung für die Zeitablenkung empfiehlt; die Oszillogramme stehen dann ruhiger und sind sauberer [2, 6, 8, 12].

## 2.5. Eigenschaften der Zeitablenkssysteme

Mit diesem Abschnitt beginnen wir die Besprechung von Detailfragen, die für die Oszillografentechnik von großer Wichtigkeit sind. In der praktischen Oszillografie überwiegt nämlich die Darstellung zeitabhängiger Vorgänge, die wir bereits früher an Hand von Bild 4 besprochen haben. Wir entnehmen jetzt dem Bild 4, daß wir an die Vertikal-Ablenkplatten der Oszillografenröhre eine zeitlinear verlaufende Spannung legen müssen, die ganz bestimmte Bedingungen erfüllen muß. Die damit verknüpften Einzelfragen sind recht umfangreich und sollen in diesem Abschnitt sowie im Abschnitt 2.6. besprochen werden. Während wir zunächst vor allem Begriffe definieren und dabei nur gelegentlich von Schaltungen zur Erläuterung Gebrauch machen, wird sich der Abschnitt 2.6 mit der sehr vielseitigen und interessanten Schaltungstechnik der Zeitablenkssysteme befassen.

### 2.5.1. Form der Zeitablenkspannung

Im Idealfall müßte der Verlauf der Zeitablenkspannung (Bild 4, links unten) absolut geradlinig sein. Sobald die maximale Amplitude erreicht ist, müßte sie dann in einer praktisch unendlich kurzen Zeit auf Null zurückspringen, um dann wieder anzusteigen. Beide Forderungen lassen sich in der Praxis zwar nicht erfüllen, aber doch weitgehend annähern. Zunächst sei untersucht, wie man grundsätzlich eine solche Spannung herstellen kann und zu welchen Maßnahmen man greifen muß, um nach Möglichkeit einen idealen Verlauf zu erhalten.

Bild 52 zeigt die einfachste Schaltung zur Erzeugung einer ansteigenden und dann rasch wieder abfallenden Spannung, die man wegen ihrer Form auch Sägezahnspannung oder Kippspannung nennt. Von einer Gleichspannung  $U_0$  wird der Kondensator C über den ohmschen Widerstand R aufgeladen, wobei das Produkt  $R \cdot C$ , die Zeitkonstante, die Dauer der Aufladung bestimmt. Par-

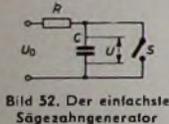


Bild 52. Der einfachste Sägezahn-generator

Bild 53. Verlauf der Ladespannung

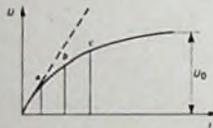
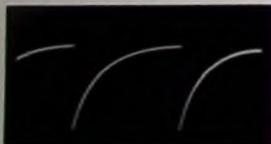


Bild 54. Typisches Bild einer exponentiell verlaufenden Kippspannung; der Rücklauf ist so kurz, daß er im Oszillogramm nicht mehr sichtbar wird



alle zu C soll ein sich periodisch öffnender und schließender Schalter S liegen, der in der Praxis stets mit elektronischen Mitteln realisiert wird. Wenn der Schalter nach Erreichen der Endspannung an C geschlossen wird, entlädt sich der Kondensator C sehr schnell über diesen Kurzschluß. Öffnet man den Schalter anschließend wieder, so kann eine erneute Aufladung über R erfolgen. Bild 53 zeigt, daß sich keineswegs ein geradliniger Verlauf der Ladespannung an Kondensator ergibt, sondern daß die Kurve stark gekrümmt ist. Sie folgt der Exponentialfunktion

$$U = U_0 \left( 1 - \exp - \frac{t}{R \cdot C} \right), \quad (25)$$

ist also im wesentlichen durch  $U_0$  und die Zeitkonstante bestimmt. In dieser Form (Bild 54) ist die Kippspannung für unsere Zwecke nicht brauchbar.

Es gibt nun mehrere Mittel, um einen linearen Anstieg oder, wie man auch sagt, einen linearen Hinlauf zu erreichen. Eine Mög-

lichkeit ist bereits im Bild 53 durch die gestrichelt dargestellte Tangente angedeutet. Beschränkt man sich nämlich nur auf ein kurzes Stück des Hinlaufs, so kann man diesen als annähernd linear betrachten. Die Spannung U folgt dann der Gleichung

$$U = U_0 \cdot t \cdot \frac{1}{R \cdot C}. \quad (20)$$

Daraus erkennt man, daß nun Proportionalität zwischen U und t besteht. Indessen hat dieses Verfahren gewisse, später zu besprechende Nachteile.



Bild 55. Exponentielle Kippspannung. Entladung jedoch etwas frühzeitiger als im Bild 54 abgebrochen. Der Hinlauf erscheint linearer; der Rücklauf dauert hier gegenüber Bild 54 länger, so daß er im Oszillogramm zu erkennen ist



Bild 56. Oszillogramm einer zeitlinearen Kippspannung mit sehr langem Rücklauf, der beinahe die Länge des Hinlaufs erreicht; es entsteht fast eine Dreieckschwingung

Der eigentliche Grund für die Krümmung der Kurve im Bild 53 ist darin zu suchen, daß der Ladestrom nicht konstant ist. Das ist verständlich, denn auf den Widerstand R entfällt mit zunehmender Aufladung von C ein immer geringerer Spannungsanteil bei konstanter Speisespannung  $U_0$ . Nun ist nach den Grundgesetzen die Ladung gleich dem Produkt aus Strom I und Zeit t, aber auch gleich dem Produkt aus Kapazität C und Spannung U. Daraus ergibt sich die einfache Beziehung

$$U = \frac{I \cdot t}{C}, \quad (27)$$

das heißt, bei konstantem Ladestrom I und konstanter Ladekapazität C besteht strenge Proportionalität zwischen Spannung und Zeit. Es kommt also darauf an, den Kondensator mit konstantem Strom aufzuladen, und hierfür gibt es, wie wir noch sehen werden, zahlreiche Schaltungen. Wichtig ist ferner ein kurzer Rücklauf; ein solcher nach Bild 56 ist zum Beispiel untragbar groß.

Für unser Auge ergibt sich nur dann ein stehendes, ruhiges Oszillogramm, wenn der Vorgang, den wir darstellen wollen, periodisch dauernd wiederholt wird. Die Zeitablenkspannung muß also periodisch ansteigen, anschließend fallen und wieder ansteigen. Wie sich das schaltungstechnisch verwirklichen läßt, wird im nächsten Abschnitt beschrieben. (Fortsetzung folgt)

## Neue Bücher

Fernseh-Bildfehler-Fibel. Von W. Arling. 3. Aufl. München 1966, Franzis. 244 S. m. Über 200 B. 13 cm X 20,7 cm. Preis in Plastik geb. 22,80 DM

Unter dem Stichwort „Fibel“ steht im Duden die Erklärung „Erstes Lesebuch“, „Elementarlehrbuch“. Wenn man aber an „Fibel“ denkt, verbindet damit schon jeder den Begriff von weitgehend durch Bilder ausgedrückten Aussagen; das knapp gehaltene Wort soll nur das bestätigen, was aus dem Bild schon eindringlich hervorgeht. In dieser Weise verfährt auch die neubearbeitete 3. Auflage der Fernseh-Bildfehler-Fibel. Der Hauptteil „Systematische Fehleruche“ enthält 74 Beispiele. Dargestellt ist jeweils das bei dem besprochenen Fehler vorhandene Schirmbild; gezeigt wird aber auch jedesmal das vollständige Blockschalbild des Schwarz-Weiß-Empfängers, in dem die Baugruppe rot markiert ist, in der voraussichtlich der Fehler zu suchen ist. Jeweils nur wenige Sätze umreißen die Fehlermerkmale (Bild und Ton) des Empfängers und geben Hinweise für Fehleruche und -beseitigung.

Vorangestellt ist den Fehlerbildern eine übersichtliche Zusammenstellung von Bildfehlern, wobei an Hand von Symbolen der schon äußerlich erkennbare Zustand von Raster, Bild und Ton markiert ist und auf die dafür in Frage kommenden nummerierten Fehlerbilder hingewiesen wird.

Eine eindeutige Feststellung der Fehlerquelle ist im allgemeinen nur durch Messungen möglich. Die ersten 65 Seiten des Buches gehen deshalb kurz auf die einzelnen Standardstufen des Schwarz-Weiß-Empfängers ein und geben Hinweise für an diesen Stufen zweckmäßige Messungen, die Höhe der normalen Spannungen und Ströme und die Art der dort feststellbaren Normaloszillogramme.

Tabellen über die deutschen Fernsehender beschließen das in der Service-Werkstatt - wie schon die bisherigen Auflagen bewiesen - geschätzte Buch. jü.

**heninger**  
SERVIX

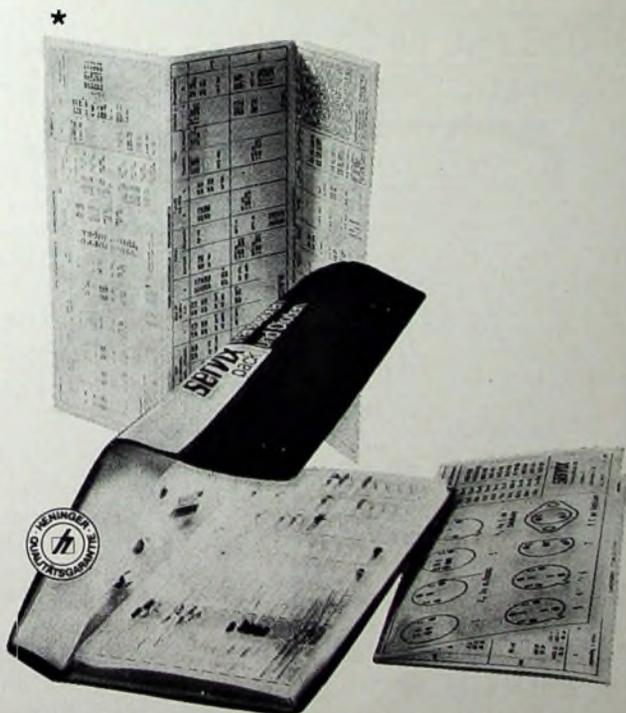
# Was ist das?

*Eine neue Marke? Ein neues Verkaufs-System? Ja, beides – und noch mehr! Neu – und eigentlich doch nicht neu – denn HENINGER kennen Sie und SERVIX auch! Und HENINGER-SERVIX ist die Kombination des bewährten HENINGER-Programms – mit dem perfekten Service von SERVIX!*

vollständiges, zweckmäßiges Sortiment in Ersatzteilen für Radio und Fernsehen,

★ **Qualitätsgarantie,**  
prompte Lieferung – am gleichen Tag –,  
neue technische und verkaufsfördernde Ideen,  
günstige Preise –

★ **SERVIXPACK-Taschen** mit den vorteilhaften Zusatzhilfen,  
SERVIX-Kassetten,  
SERVIX-Wandregale,  
SERVIX-Verkaufshilfen,  
SERVIX-Markenartikel,  
das rationelle SERVIX-Ordnungsprinzip für jede Werkstatt. –



Die Firmen HENINGER und SERVIX haben sich zusammengeschlossen und bieten Ihnen nun ein Programm und einen - kostenlosen - Service, wie Sie ihn wohl kaum anderswo erhalten. Deswegen ist HENINGER-SERVIX

eine neue Marke, auch ein neues Verkaufssystem – vor allem aber **Ihr idealer Partner für die Ersatzteilbeschaffung!**

Überzeugen Sie sich – am besten gleich!

**heninger**  
SERVIX

8 München 15, Mittererstraße 3



## Kontaktprobleme? Hier ist die Lösung!

Diese 3 Spray-Erzeugnisse helfen überall, wo es Kontaktschwierigkeiten gibt. Sie sind unentbehrlich in der NF-, HF- und UHF-Technik. Fachleute und Techniker in den Rundfunk- und Fernsehwerkstätten, in Industrie, Luft- und Seefahrt, Bahn, Bergwerken, Radar, Automation sowie in der modernen Datenverarbeitung und überall, wo elektrische Kontakte zu pflegen sind, verwenden diese verlässlichen Kontaktreinigungsmittel.

Kontaktisprays sind in allen leistungsfähigen Fachgroßhandlungen erhältlich. Auf Wunsch geben wir gern Bezugshinweise. Für interessierte Fachleute halten wir darüber hinaus kostenlose Literatur mit nützlichen Werkstatt-Tips zur Verfügung. Schreiben Sie bitte an

**KONTAKT**  **CHEMIE**

7550 Rastatt · Telefon Rastatt 42 96 · Postfach 52

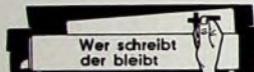
## Kaufgesuche

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

Labor-Meßinstrumente aller Art, Char-  
lottenburger Motoren, Berlin 30

**Es lohnt sich!**  
Preise stark herabgesetzt  
für Schreibmaschinen und  
Verfälschung und Reparaturen,  
trinken Kassa u. Restschme-  
cke. Kassette Kassa. Perfekte  
die Schickelung 807 B

**NOTHEL** Verkaufsstelle großer  
Schreibmaschinen  
34 GÜTTINGEN, Postfach 601



**Mal's trotz Mehrwertsteuer leicht**  
MOGLER-Kassen halten schnell die  
versch. Umsatzarten fest, insbeson-  
dere auch Vorsteuerposten wie Frach-  
ten, die abzählbar sind. Alles ist nach  
Sparien getrennt zur schnelleren Ab-  
rechnung zur Verfügung. Fordern Sie  
unverbindlich Prospekt Nr. 188  
MOGLER-Kassenfabrik, 71 Heilbronn.

FUNKTECHNIK Jg. 46-50;  
Radio-Magazin Jg. 48-55;  
Funkschau Jg. 39, 55-60  
Angebote an Scheer,  
2081 Ellerbek, Moordamm 83

## Moderne Elektronik-Fachbücher

für Techniker – Studenten – Amateure.  
Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!

### RIM-Electronic-Jahrbuch '68

– 464 Seiten – Schutzgebühr DM 3,90, Nachn.  
Inland DM 5,70. Vorkasse Ausland DM 5,60,  
(Postscheckkonto München Nr. 137 53).

8 München 15, Postfach 275. – Abt. F 2.

Telex 05-28166 rarim-d.

**RADIO-RIM**

Als bedeutendes Unternehmen der Radio-Zubehör-Branche und Hersteller von Empfangsantennen für Rundfunk und Fernsehen, Autoantennen und Steckverbindungen haben wir ein umfangreiches Produktionsprogramm. Nahezu 3000 Mitarbeiter sind heute bei uns beschäftigt.

Im Zuge unserer stetigen Expansion suchen wir

## dynamischen Ingenieur der Feinwerktechnik

Alter etwa 30 bis 35 Jahre, dem die technische Beratung der Kunden in Industrie und Großhandel auf dem Gebiet der Steckverbindungen obliegt und dem auch später weitere organisatorische Aufgaben übertragen werden sollen. Menschenführung, Gewandtheit und Sicherheit des Auftretens sowie die Fähigkeit, wechselnde Marktsituationen rechtzeitig zu erkennen, setzen wir voraus.

## Reise- und Vortrags-Ingenieur

Fachrichtung Hochfrequenztechnik

für unser Verkaufsgebiet Fernseh- und Gemeinschaftsantennen, dessen Aufgabengebiet die Vorbereitung und Durchführung von technischen Vorträgen und Kundenbesuche umfaßt.

Kenntnisse der Rundfunkbranche, pädagogische Befähigung und Verhandlungsgeschick sind Grundbedingungen dieser interessanten, abwechslungsreichen und selbständigen Tätigkeit.

Hätten Sie Freude an einer dieser Aufgaben?

Dann reichen Sie bitte Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen (Lichtbild, handgeschriebener Lebenslauf, Gehaltsvorstellung) an unsere Personalabteilung ein.

### RICHARD HIRSCHMANN

Radiotechnisches Werk  
73 Eßlingen a. N., Ottilienstraße 19  
Postfach 110, Tel. (0711) 3901-259



**Hirschmann**

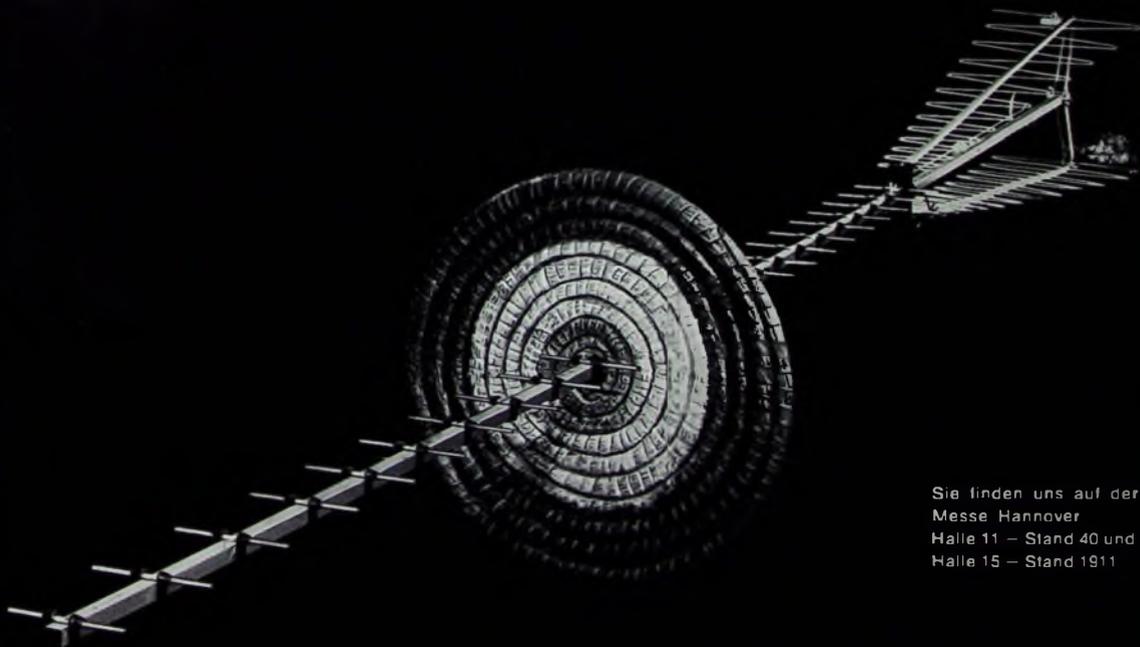
# Sie sind erst wenige Monate auf dem Markt und schon steht fest: Die Dezi-PFEIL-Antennen sind echte Treffer!

Das echte Breitband-Antennensystem gibt gleichmäßig gute Eigenschaften für das 2. und 3. Fernsehprogramm. Das neuartige Anschlußgehäuse hat beim Doppelleitungs-Anschluß keine Übertragerdämpfung. Nur 4 Antennentypen bedeuten einfache Lagerhaltung. — Dazu: Schnelle Montage — niedrige Windlast — kompakte Verpackung. Deshalb sind die Dezi-PFEIL Volltreffer.



F 02468

Den Fortschritt erkennen — **KATHREIN** *Antennen*



Sie finden uns auf der  
Messe Hannover  
Halle 11 — Stand 40 und  
Halle 15 — Stand 1911

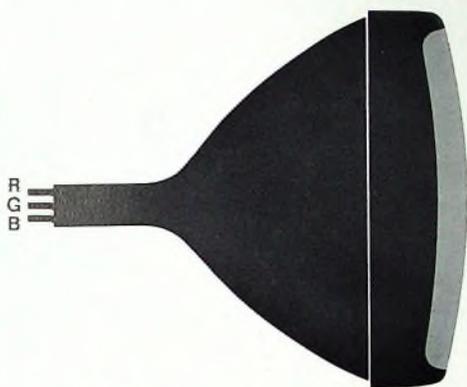
171

10020

E.-Thälmann-Str.56

**VALVO**

Bauelemente für die gesamte Elektronik



**RGB oder...**



**Farbdifferenz**

Die Entscheidung liegt bei Ihnen.

A. 0768/RS5.0

**Auf jeden Fall aber VALVO-Bauelemente!**

RGB:	BF 186, BD 115	Video-Endstufen
Farbdifferenz:	BF 186, BD 115	Leuchtdichte-Endstufen
	Transistorsatz 40822	Farbdifferenz-Endstufen

Die angeführten Transistoren für Video-Endstufen in Farbempfängern haben sich inzwischen sowohl bei der Geräteherstellung als auch bei uns in der Massenfertigung bewährt. Die nun eingeführten Verbesserungen einiger Grenz- und Kenndaten, die aus den gesammelten Erfahrungen resultieren, erlauben größere Aussteuerreserven und vereinfachte Dimensionierungen.



Wir stellen aus  
Halle 11, Stand 1314



VALVO GmbH Hamburg