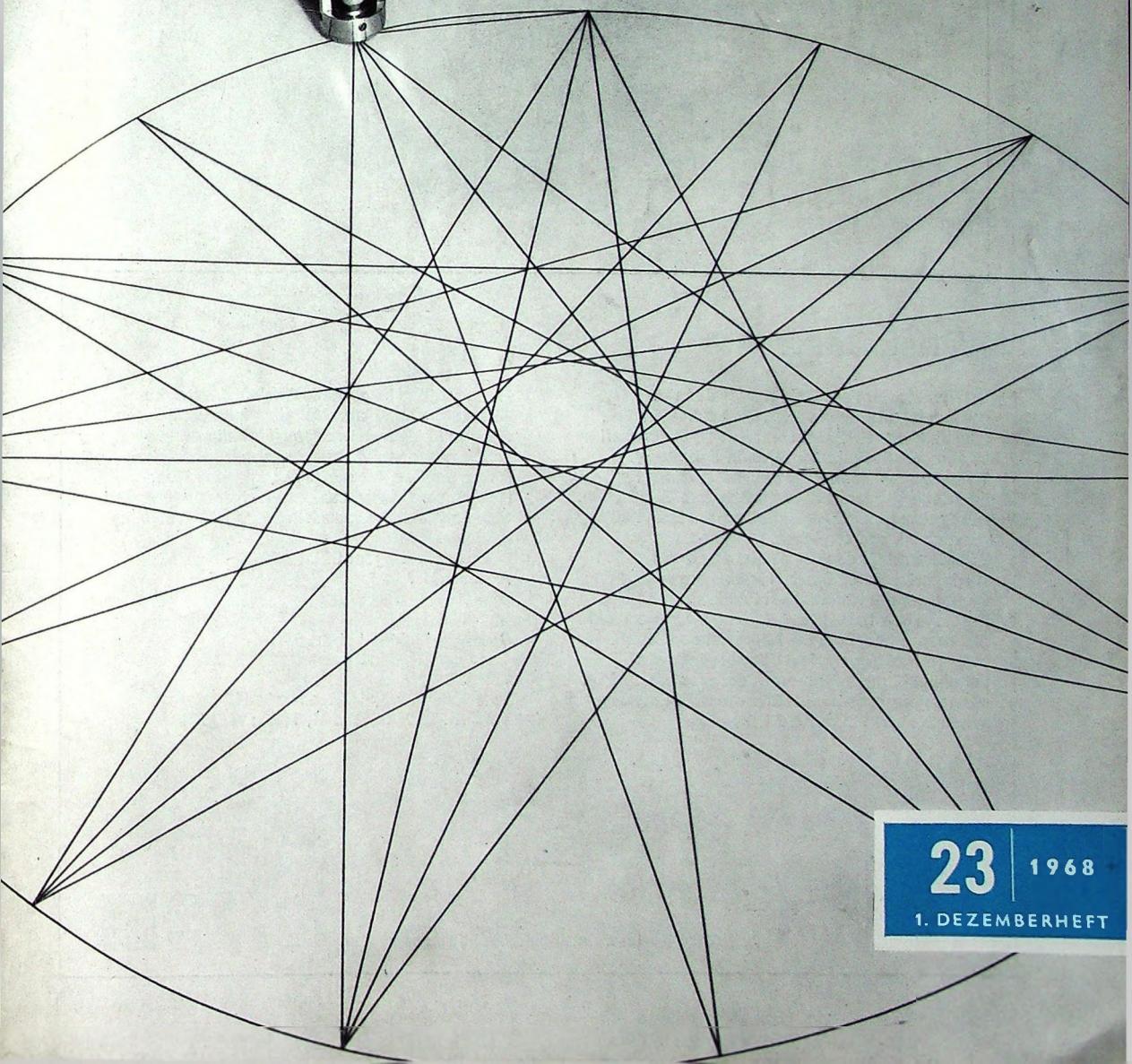


A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



23

1968

1. DEZEMBERHEFT

auch 55-cm-Farbbildröhren  
in Permacolor-Technik

65011



## Warum Gold?

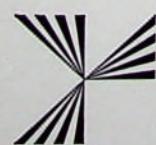
Mit *Permacolor* liegt Gold richtig, denn am goldenen Farbton erkennen Sie am besten die Qualität einer Farbbildröhre. Achten Sie darauf! Unsere neuen Farbbildröhren in *Permacolor*-Technik haben immer die gleiche, brillante Farbwiedergabe, auch gleich nach dem Einschalten. Durch eine spezielle Aufhängung der Lochmaske konnten wir das erreichen. Übrigens, der Zeitaufwand für den Service ist damit wesentlich verringert worden. Das ist für Sie bares Geld! Bisher war der Kontrast bei Farbbildröhren ein Problem. Wir haben jetzt durch besondere Wahl des roten Phosphors die Helligkeit des Schirmbildes um 20 % gesteigert. Damit wird selbst in hellen Räumen Farbfernsehen problemlos. Und nicht zu vergessen: beim Schwarzweiß-Empfang sehen Sie wirklich weiße Flächen.

Hervorragend ist auch die Qualität. Weltweite Erfahrungen und jahrzehntelange Entwicklungen stecken in jeder *Permacolor*-Farbbildröhre. Untersuchungen über die Lebensdauer zeigten Betriebszeiten, die nur mit Langlebensdauer-Röhren vergleichbar sind. Selbstverständlich sind SEL-Farbbildröhren auch in SELBOND®-Technik lieferbar.

Der Vorteile wegen: SEL-Farbbildröhren mit *Permacolor*!

Standard Elektrik Lorenz AG  
Geschäftsbereich Bauelemente  
Vertrieb Röhren  
73 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112  
Telefon: \*\* (07 11) 35141, Telex: 7-23594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband

 **SEL**

gelesen · gehört · gesehen .....	880
FT meldet .....	882
Neue Forschungsergebnisse durch Weltraum-Satelliten und -Sonden .....	889
Funknavigation	
Neue Radarentwicklungen für die Flugsicherung .....	890
Persönliches .....	892
Fernsehen	
Selengleichrichter in der Fernsehempfangstechnik .....	893
Das fotografierte Farbfernsehbild .....	896
Semiprofessionelle Video-Recorder .....	897
Kraftfahrzeug-Elektronik	
Thyristorzündung nach Maß .....	901
Computergesteuertes Testzentrum für 112 Kraftfahrzeug- Einzeltests .....	904
Für den KW-Amateur	
Ein SSB-Sender-Eigenbauprojekt .....	905
17. Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme ..	910
Für den jungen Techniker	
Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt .....	912
Ausbildung .....	916

Unser Titelbild: Die Zeichenmaschinen-Lochstreifensteuerung „Geograph“ von AEG-Telefunken ist mit einem frei programmierbaren Digitalrechner „AEG 60-10“ ausgerüstet. Als Zeichenmaschine kann die Anlage eine Zeichengeschwindigkeit bis zu 4 m/min erreichen. Die Lagemessung mit einer Meßgenauigkeit von 0,01 mm erfolgt mit Winkelcodierern.

Aufnahme: AEG-Telefunken

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 878, 881, 883-888, 907, 909, 911, 913 und 917-920 ohne redaktionellen Teil

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

## Neuerscheinung



*Kretzmann*

# Handbuch der Elektronik

## Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik

Herausgeber:

**Dr. Reinhard Kretzmann**

Mitautoren:

**Ing. Paul Gerke · Ing. Franz Kunz**

## AUS DEM INHALT

Einleitung	Photoelektronische Einrichtungen
Bauelemente und ihre Grundschaltungen	Schaltkreise und logische Kreise
Verstärker- und Senderöhren	Elektronische Zeitgeber-schaltungen
Dioden und Transistoren	Gleichspannungswandler
Leistungsgleichrichter	Wechselrichter
Thyristor	Transistoroszillator- und -verstärkerschaltungen
Gasentladungsröhren	Industrielle Steuer- und Regelschaltungen
Photoelektronische Bau- elemente	Elektronische Schweißzeit- steuerung
Katodenstrahlröhre	Hochfrequenzwärmung
Elektronische Bausteine und integrierte Schaltungen	Digitaltechnik in Industrie- anlagen
Elektronische Geräte für Industrielle Zwecke	Schlußwort
Elektronische Relais	Schrifttum / Sachwörter
Elektronische Zählschaltungen	

529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen · Ganzl. 42,- DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag · Spezialprospekt auf Anforderung

**VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
1 BERLIN 52**

### Stereo-Testsendungen für Hi-Fi-Fans

Um den technisch interessier-ten Rundfunkhörern, die eine Stereo-Anlage besitzen, die Einstellung ihres Gerätes zu erleichtern, strahlt der Bayerische Rundfunk spezielle Testsendungen aus, die sowohl eine gehörmäßige als auch meßtechnische Überprüfung von Stereo-Empfangsanlagen gestatten. Die Ausstrahlung erfolgt jeweils am ersten Freitag eines jeden Monats über das II. Hörfunk-Sendernetz, und zwar im Anschluß an die 24.00-Uhr-Nachrichten von 0.05 bis 0.30 Uhr.

### Neue Reiseempfänger

Der neue „Weekend automatic“ setzt die erfolgreiche „Weekend“-Serie im *Schaub-Lorenz*-Programm fort. Er empfängt die Bereiche UKM1 und hat automatische Scharfjustierung im UKW-Bereich. Die Ausgangsleistung ist etwa 2 W. Zur Stromversorgung dienen sechs Monozellen oder zwei 4,5-V-Flachbatterien. Über das Netzanschlußgerät „NG 3000“ ist auch Netzbetrieb möglich.

Mit serienmäßig im Batteriefach eingesetztem Netzteil wird der neue „Amigo automatic“ (UKM1, 6/9 Kreise, 9 Trans + 7 Halbleiterdioden + 1 Stabili) von *Schaub-Lorenz* geliefert, der sich auch gut als Zweit-Heimgerät eignet. Die eisenlose Gegenakt-Endstufe gibt rund 2 W an den 15 cm × 9,5 cm großen Lautsprecher ab. Bei Batteriebetrieb erfolgt die Stromversorgung aus sechs Monozellen oder zwei 4,5-V-Flachbatterien.

### Volt- und Milliamperemeter mit Ziffernanzeige

Mit dem „Digavi“ brachte *Grundig* ein handliches digitales Volt- und Milliamperemeter mit dreistelliger Ziffernanzeige heraus, das sich wie ein übliches Vielfachinstrument benutzen läßt. Es eignet sich für Gleichspannungs- und Gleichstrommessungen und hat die Meßbereiche 100 mV ... 1 kV sowie 100 µA ... 1 A. Die Genauigkeit des Meßgerätes ist 0,5 % ± eine Stelle.

### Neuer Universal-Laser

Der erste serienmäßig gelieferte *Siemens*-Laser, der Heilium-Neon-Universal-Laser „LG 64“, wird Ende 1968 durch das verbesserte Modell „LG 641“ abgelöst, das im Grundmodusbetrieb bei 632,8 nm Wellenlänge eine Ausgangsleistung von 10 mW hat. Das in den äußeren Abmessungen unveränderte Lasergerät enthält einen transistorbestückten

Wandler mit Hochspannungs- teil, so daß die Hochspannungsleitungen zwischen Netzgerät und Laser fortfallen. Die übrige Konzeption, zum Beispiel die Erzeugung der Wellenlängen 1152,3 und 3391,2 nm durch einfachen Wechsel der Spiegel, wurde nicht geändert.

### Erster Präzisionsschallpegelmesser mit Bauartprüfung

Wenn rechtserhebliche Lärm- messungen durchgeführt werden sollen, sind amtlich geprüfte Meßgeräte notwendig. Ab 1. Januar 1969 werden von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) nur solche neuen Schallmeßgeräte geprüft, die vorher eine Bauartprüfung bestanden haben. Dabei wird festgestellt, ob die Geräte alle Forderungen der Norm DIN 45 633 erfüllen, ob Konzeption und Ausführung dem Stand der Technik entsprechen und ob die Qualität der Bauelemente und das Herstellerverfahren die Einhaltung der Verkehrsfahrgrenzen über einen Zeitraum von zwei Jahren gewährleisten. Als erstes und bisher einziges Gerät hat der Präzisionsschallpegelmesser „ELT“ von *Rohde & Schwarz* diese Prüfung bestanden und erhielt das Bauartzeichen mit der Nummer 001.

### Photovervielfacher hoher Empfindlichkeit

Einen neuen Photovervielfacher mit hoher Empfindlichkeit kündigte *RCA* kürzlich an. Im Gegensatz zu den bisher bekannten Ausführungen ist die erste Dynode (Elektrode der ersten Vervielfachertstufe) mit einer Galliumphosphidsschicht überzogen. Sie wird aus der Dampfphase aufgewachsen und ermöglicht eine gegenüber herkömmlichen Materialien auf das Zehnfache gesteigerte Sekundärelektronenausbeute. Mit dem neuen Photovervielfacher hofft man, solche Forschungsvorhaben vorantreiben zu können wie die Aufklärung der Struktur der DNA-Moleküle, die Photosynthese der Pflanzen und die Natur der als Pulsare bekanntgewordenen Radiostörer. Auch für die Nachrichtenübertragung mittels Laserstrahlen kann das neue Bauelement Bedeutung erlangen.

### Überwachungseinrichtung für Tablettenpressen

Die *Philips Industrie Elektronik GmbH*, Hamburg, hat eine Überwachungseinrichtung in ihr Vertriebsprogramm übernommen, die in vorgegebenen Grenzen die Preßkraft bei der Herstellung von Tabletten und festgeformten Medikamenten

überwacht. Die Preßkraft in den Stempeln wird durch Meßwertaufnehmer mit Dehnungsmeßstreifen aufgenommen und in ein analoges Gleichspannungssignal umgewandelt. Die Speisung der Meßstelle erfolgt durch eine elektronisch stabilisierte Gleichspannungs-Speiseeinheit, die auch die Abgleichselemente enthält. Als Anzeiger und Grenzwertmelder dient ein „Getrosist“-Regler mit Minimalkontakten.

### Drehstrommaschine mit auswechselbaren Läufern

Für die Ausbildung von Ingenieuren und Technikern durch eigene Versuche mit Experimentiermaschinen hat *AEG-Telefunken* eine mit wenigen Handgriffen demontierbare Drehstrommaschine entwickelt, die durch Auswechseln des Läufers mehrere Varianten ermöglicht. Mit Hilfe einer einschraubbaren Montagestange läßt sich der Läufer aus dem Ständer herausnehmen, ohne daß man die Lagerschilde entfernen muß. Zu einem Drehstrommaschinenständer sind ein Synchronläufer mit Dämpfungswicklung, ein Schleifringläufer, ein Reluktanzläufer sowie ein Käfigläufer lieferbar, der wahlweise als Doppelstab-, Hochstab- oder Widerstandsläufer ausgeführt werden kann.

### Supraleitende Versorgungskabel

Untersuchungen an supraleitenden Materialien haben ergeben, daß die metallische Verbindung  $Nb_3Sn$  mit Stromdichten von mehr als  $1000 A/mm^2$  bei einer äußeren Feldstärke von 20 kOe belastbar ist, ohne daß der supraleitende Zustand zusammenbricht. Die Sprungtemperatur ist mit  $18,4^{\circ}K$  erstaunlich hoch. Werden die auftretenden Kühlprobleme gelöst und wird das Helium billiger, dann sind supraleitende Kabel für die Energieversorgung denkbar, die 100 000 MVA über 1000 km Entfernung übertragen können.

### Übertragungsanlage mit Impulsmodulation

Die britische Bahndirektion für London und Mittelengland hat *Marconi* einen Auftrag für eine Übertragungsanlage mit Impulsmodulation (PCM) erteilt, die die Fernsprechkanal-Kapazität zwischen dem Londoner Bahnhof Euston und der Station Bletchley ohne Erhöhung der Anzahl der Kabeladern erheblich vergrößern soll. Durch die Verwendung von PCM können 24 Ferngespräche mittels codierter Impulse gleichzeitig über Leitungen übertragen werden, die früher

nur zwei Gespräche zuließen. Die PCM-Anlage für die britische Bahnverwaltung, die Zwischenverstärker und Stromspeisepunkte in Watford und Tring erhält, wurde teilweise als Sonderausführung hergestellt, um spezielle Signalisierungsbedingungen zu erfüllen.

### Kongreßablauf über Sprechfunk gesteuert

Während der 24. Jahreshauptversammlung der International Air Transport Association (IATA) vom 28. bis 31. 10. 1968 in München stellte ein von der Deutschen *Lufthansa* aufgebautes Sprechfunknetz den reibungslosen Programmablauf sicher. Alle Stellen, an denen sich die etwa 400 IATA-Delegierten von fast 100 großen Luftverkehrsgesellschaften im Laufe des Tages aufhielten, waren über stationäre Sprechgeräte „W 12“ und transportable Taschenfunkgeräte „W 3“ von *Siemens* ständig mit einer Zentrale verbunden. Auf diese Weise konnte der gesamte Tagungsablauf bis ins letzte Detail zentral gesteuert und überall sofort ein gezielter Einsatz organisiert werden. Darüber hinaus ermöglichte dieser Sprechfunkverkehr auf der UKW-Frequenz 151,11 MHz auch eine schnelle und individuelle Berücksichtigung von Wünschen der einzelnen Delegierten.

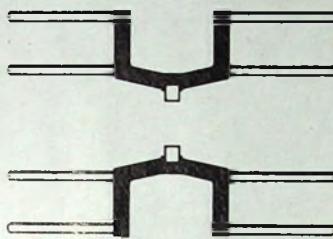
### Ein Schritt zur Kernfusion

Einen wichtigen Schritt zur gesteuerten Kernfusion, dem Verschmelzen von Atomkernen des schweren Wasserstoffs zu Helium, haben Wissenschaftler des Instituts für Plasmaphysik in Garching getan. Ihnen gelang erstmals ein stabiler Plasmaleinschluß durch ein Magnetfeld in einer Versuchsanordnung vom Stellarator-Typ. Das Plasma – ein Gemisch aus Bariumionen und freien Elektronen – dient dabei zu Modelluntersuchungen an Prozessen, wie sie in komplizierterer Form und bei mehreren Millionen °C in der Sonne und in anderen Fixsternen ablaufen. Das Alkali-Plasma hat dagegen nur eine Temperatur von 2000 bis 2500 °C.

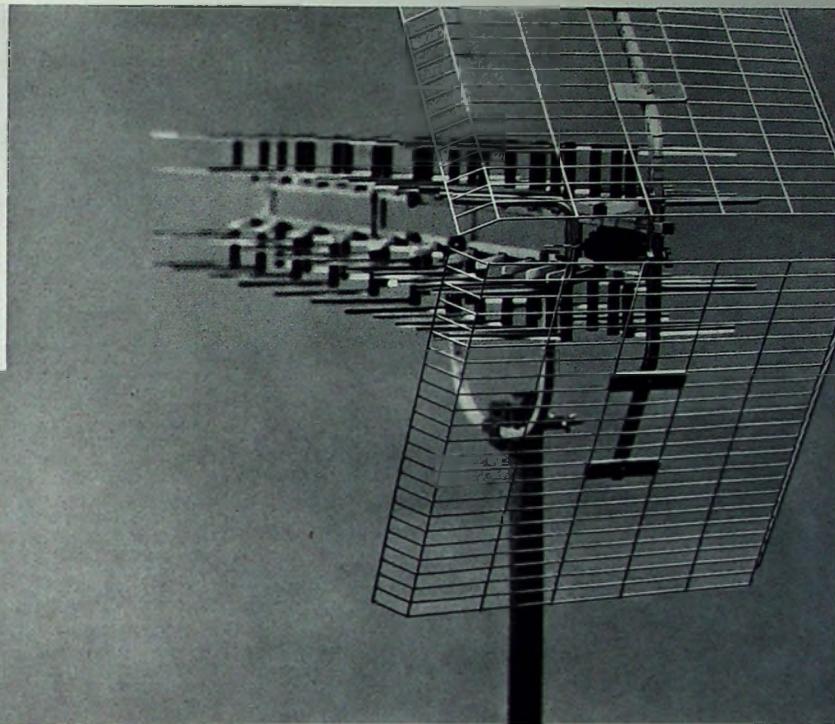
### Schnellkleber „Cyanolit“

Für die Verklebung – insbesondere kleiner Flächen – von Kunststoffen, Gummi, Glas, Keramik, Hartholz, Stahl, Aluminium und anderen Buntmetallen liefert die *Bostik GmbH*, Oberursel/Taunus, den lösungsmittelfreien Klebstoff „Cyanolit“. Er polymerisiert innerhalb weniger Sekunden ohne starke Druckanwendung und weist eine wasserähnliche Viskosität auf.

# Diamantklarer UHF-Empfang mit der gebündelten Leistung von acht Yagi-Antennen: Eltronik Ultra-8.



 **ELTRONIK**  
**ULTRA-8**



#### Ultra-kompakte Bauweise

Wo eine Yagi-Antenne mehr als 2 m, eine Vierfachantenne noch immer über 1 m lang sein muß, bringt eine Eltronik Ultra-8 schon mit nur 61 cm vergleichbaren Gewinn

#### Farbechtes Fernsehbild

Keine Farbsäume durch Reflexionen, praktisch nebenzipelfreier Lichtcharakteristik

#### Kein Schnee im Bild

Spitzengewinn von 17 dB rausch-  
er Empfang auch bei schwierigen  
fangsverhältnissen

#### Keine Geisterbilder

Keine Zündfunkentörungen

Extrem gutes Vor-Rückverhältnis bis 30 dB und besonders kleine Öffnungswinkel in beiden Ebenen ermöglichen sauberen Empfang auch unter ungünstigen Verhältnissen

#### Haltbare, wetterfeste Ausführung

Allseitig geschlossener Oberflächenschutz verhindert Korrosion, alterungsbeständige Kunststoffteile garantieren Stabilität

#### Werkzeugfreie Montage

Scharnier-Klappsystem für leichte

Montage. Eingebauter, schraubenloser Steck-Symmetrierübertrager zur wahlweisen Verwendung von 240-Ohm-Leitung oder 60-Ohm-Kabel

... und nicht zuletzt:

#### Eltronik Ultra-8-Antennen sind umsatzfreudlich

Nur 7 Typen in drei Leistungsklassen entsprechen allen Anforderungen der Praxis. Vier der sieben Typen sind Vormast-Antennen. Alle sieben Typen kommen dem Wunsch des Verbrauchers nach dem Besonderen entgegen.

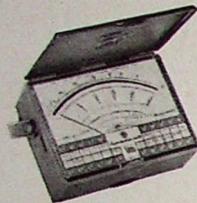
**ELTRONIK**  
**Fernsehantennen**

Robert Bosch Elektronik  
und Photokino GmbH

Mitglied der Bosch-Gruppe



# Universal-Vielfachmeßinstrument Modell 680 R



DM 124,— o. M.

- Hochwertiges 40  $\mu$ A-Drehspulinstrument (Skalenfeld 122 x 58 mm) mit Kernmagnet und Skalenriegel
- 80 Meßbereiche ( $V = /V \sim /A = /A \sim / \Omega$ /Frequenz/Output/dB/Kapazität)
- Anzeigegenauigkeit  $\pm 1\%$  S.E. bei  $=$ ,  $\pm 2\%$  S.E. bei  $\sim$
- Innenwiderstand 20 000  $\Omega/V$  bei  $=$ , 4 000  $\Omega/V$  bei  $\sim$
- Moderne Bauelemente, praxisgerechte Konstruktion (0,5% Metallfilm-Meßwiderstände, Drucktaste zur Verdopplung des Skalenendwertes, Überlastungsschutz bis zum 1000-fachen Wert des gewählten Bereichs, Widerstandsbereiche durch Drahtsicherung geschützt, Druckschaltungs-Verdrahtung, neuartiges Tragetui mit Bodenfach und Tragbügel als Schrägstellstütze)
- Ungewöhnlich reichhaltiges Sonderzubehör (Transistorvoltmeter und Transistorprüf-Adapter, Wechselstrom-Meßzange, HV-Tastkopf usw.)
- Datenblatt mit Kurz-Bedienungsanleitung wird auf Wunsch gern über sandt.

**Erwin Scheicher & Co., OHG**

8013 Grasdorf bei München  
Brünneinst. 12, Tel. 0811/46 60 35



**Hochleistungs-VHF-Breitband-Antenne mit 13 Elementen für Kanal 5–12**

Gewinn max 12 dB, V/R 26 dB

Kabelanschluß wahlweise 60 oder 240  $\Omega$ . Mech. Länge 2,9 m  
Stabile Lang-Yagi-Ausführung (10 mm starke Elemente)

Einzelpreis	DM 17,60	Mengenrabatt (ab 50 St.)
ab 5 Stück	DM 16,15 p. St.	auf Anfrage
ab 10 Stück	DM 15,15 p. St.	

ZUFGV: MVS!

Lieferung erfolgt nur an den Fachhandel, und zwar in Einzelverpackung mit 3% Skonto frei Haus

8000 München 15  
Schillerstraße 40  
Telefon 55 53 21

**Bürklin**  
Industriegroßhandel

4000 Düsseldorf 1  
Kölner Straße 42  
Telefon 35 70 19

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

## Aufsichtsräte billigen Kooperation AEG-Telefunken—Siemens

Die Aufsichtsräte von Siemens und AEG-Telefunken haben die von den Vorständen vorgeschlagene Zusammenarbeit der beiden Unternehmen auf bestimmten Gebieten der Energietechnik genehmigt. AEG-Telefunken und Siemens werden ihr Turbinen- und Kraftwerksgeschäft sowie ihr Transformatorengeschäft in zwei gemeinsame Kapitalgesellschaften einbringen, an denen die Partner jeweils zur Hälfte beteiligt sein werden.

## 10 Jahre deutsch-französische TACAN-Zusammenarbeit

Auf Regierungsebene sowie zwischen den Firmen LMT (Le Matériel Téléphonique), Paris, und SEL (Standard Elektrik Lorenz AG), Stuttgart-Zuffenhausen, begann vor 10 Jahren eine deutsch-französische Zusammenarbeit bei der Herstellung und Weiterentwicklung von TACAN-Geräten. (Bei TACAN handelt es sich um ein Funknavigationsverfahren für Kurz- und Mittelstrecken.) Jede der beiden Firmen fertigt bestimmte Teile der Geräte und baut sie mit den vom Partner zugeleiteten Teilen zu kompletten Einheiten zusammen. Insgesamt wurden bisher über 4000 TACAN-Bordeinrichtungen und etwa 200 TACAN-Bodenanlagen geliefert und installiert.

## Philips-Zwischenbericht

Der Vorstand der N. V. Philips' Glühlampenfabrikation gibt in seinem Bericht über den Zeitraum vom 1. Januar bis 30. September 1968 bekannt, daß der Umsatz gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahrs um 9% gestiegen ist und eine Höhe von 6454 Mill. hfl. erreicht hat. Der Reingewinn belief sich in der Berichtsperiode auf 278 Mill. hfl. und betrug damit 4,3% vom Umsatz beziehungsweise 7,7% vom Eigenkapital. Die Zahl der Beschäftigten stieg auf 252 400 am 30. 9. 1968 gegenüber 241 500 am 1. 1. 1968.

## Comsat-Auftrag für größten Nachrichtensatelliten

Die Comsat Corporation (USA) hat ein internationales Firmenkonsortium unter Führung der Hughes Aircraft Company den Auftrag für die Entwicklung und den Bau des neuen „Intelsat IV“-Nachrichtensatelliten erteilt. Der Gesamtwert des Auftrages, der den Bau von vier kommerziellen Nachrichtensatelliten für das International Telecommuni-

cations Satellite Consortium (Intelsat) vorsieht, beläuft sich auf 72 Mill. Dollar. Hieran sind als Partnerfirmen der Hughes Aircraft zwölf Unternehmen aus zehn Ländern mit einem Auftragsanteil von 19 Mill. Dollar beteiligt, darunter auch AEG-Telefunken mit einem Auftragsvolumen von rund 3 Mill. Dollar.

Philips erhält Auftrag  
über eine Farbfernsehanlage  
für die Chirurgische  
Universitätsklinik Heidelberg

Als dritte deutsche Universitätsklinik wird die Chirurgische Universitätsklinik Heidelberg eine Philips-Farb- und Schwarz-Weiß-Fernsehanlage erhalten. Aus acht Operationssälen können dann die Bilder der Fernsehkameras teils in Farbe, teils in Schwarz-Weiß auf Sichtgeräte in verschiedene Studienräume übertragen werden. Die Übertragung in den großen Hörsaal erfolgt über einen Simultan-Farbfernseh-Grobbildprojektor, der ein etwa 9 m<sup>2</sup> großes Farbbild auf die Bildwand projiziert.

Wiederholung des Seminars  
„Praktische Dimensionierung  
aktueller Halbleiterschaltungen“

Das an der Technischen Akademie Esslingen im Oktober 1968 durchgeführte dreitägige Seminar „Praktische Dimensionierung aktueller Halbleiterschaltungen“ hat ein so großes Interesse gefunden, daß der Kurs in der Zeit vom 20. bis 22. 1. 1969 wiederholt wird. Entwicklungsingenieure aus den Laboratorien von SEL und Intermetal werden das Wissen vermitteln, das zum Entwerfen und Berechnen wichtiger Schaltungen auf dem Halbleitergebiet erforderlich ist. Anfragen und Anmeldungen sind zu richten an Professor Kögl, Technische Akademie, 73 Esslingen/Neckar, Ebershaldenstr. 40.

## Verkäuferschulung mit Video-Recorder

Zur Intensivierung der Schulung ihrer Verkäufer und Bürofachberater haben die Olympia Werke, Wilhelmshaven, in ihrem Verkaufsseminar einen Video-Recorder eingesetzt. Beim Verkaufstraining werden mit einer Fernsehkamera die Verkaufs-Übungsgespräche zwischen zwei Seminaristen, von denen der eine den Verkäufer, der andere den Kunden darstellt, aufgenommen und mit dem Video-Recorder gespeichert. Bei der anschließenden Wiedergabe kann man dann die Seminaristen auf verkaufspychologische Fehler aufmerksam machen.

## Junge Forscher für die Welt von morgen

Der von Philips auf europäischer Basis ausgeschriebene Wettbewerb „Junge Forscher für die Welt von morgen“ wendet sich an alle jungen Forscher und Erfinder vom vollendeten 12. Lebensjahr an. Neben Einzelpersonen sind auch Gruppen bis zu vier Teilnehmern zugelassen. Ihre Arbeiten können folgenden naturwissenschaftlichen und technischen Gebieten entstammen: Biologie, Chemie, Elektronik, Mathematik, Nachrichtentechnik, Physik, Technologie und Verhaltensforschung. Innerhalb dieser Bereiche ist die Themenwahl unbeschränkt. Die Sieger aus den Landeswettbewerben nehmen zu Pfingsten 1969 an der europäischen Ausscheidung in Eindhoven (Holland) teil.

Alle Beiträge müssen von den Teilnehmern zum erstenmal vorgestellt werden; Ausnahmen sind nur bei wesentlichen Verbesserungen oder Weiterentwicklungen bereits ausgestellter Arbeiten zulässig. Unter dem Stichwort „European Contest“ sind zunächst nur Fotos, Skizzen und Kurzbeschreibungen an die Deutsche Philips GmbH, 2 Hamburg 1, Postfach 1093, einzureichen. Einsendeschluß: 31.12.1968.



E 23/9/68

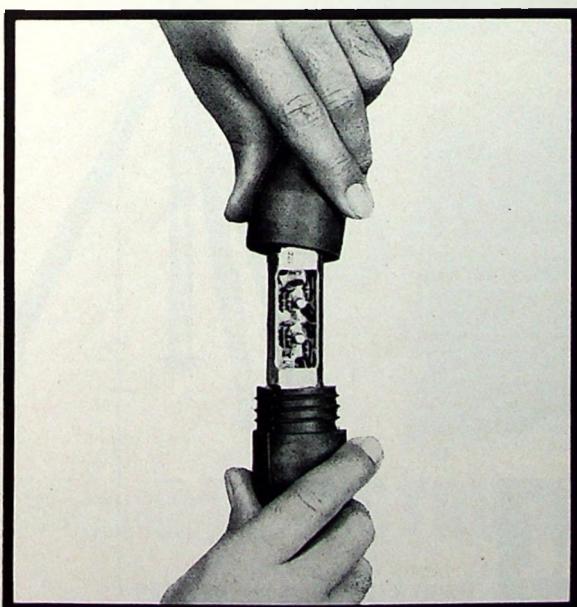
# Der fuba Trick

## ...für besseres Fernsehen !

Trick — jawohl, es grenzt an Zauberei. Mit einem kurzen, mühelosen Eingriff verhelfen Sie jeder Antennenanlage, die „das Letzte“ noch nicht hergibt, zu einer besseren Leistung. Kurz unter der Antenne wird das Ableitungskabel getrennt und der neue Kabelverstärker TKV 15-2 in die Leitung eingesetzt. Das Netzteil kommt unter Dach, die wasserdichte Gummihülse wird geschlossen und dann das Ergebnis betrachtet. Sie werden überrascht sein, wie wirksam das fuba-„Kraftei“ den Empfang verbessert — wie ein kleiner Eingriff große Wirkung zeigt.

HANS KOLBE & CO.  
3202 Bad Salzdetfurth

**fuba**



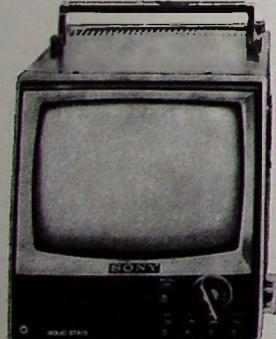
# SONY®

Qualitätsmarke mit Weltgeltung

## Neuer Umsatz, mehr Gewinn durch die SONY Videocorder-Anlage.

Die SONY Videocorder-Anlage bietet Ihnen die Chancen für eine echte Umsatzsteigerung, für zusätzlichen Gewinn. Technisch perfekt - wie alle Geräte mit der Qualitätsmarke SONY - bieten sie eine tragbare, volltransistorisierte Anlage für Fernseh-Aufzeichnung, -Speicherung und -Wiedergabe, die auf dem deutschen Markt ihresgleichen sucht. Und das zu einem einmalig günstigen Preis. Die komplette Anlage besteht aus dem Videocorder zur Aufzeichnung von Bild und Ton, der Video-Kamera und dem Monitor für Fernseh-Empfang und Kontrolle der Aufnahme und Wiedergabe. Die Anwendungsmöglichkeiten der SONY Videocorder-Anlage sind praktisch unbegrenzt. Überall, wo die Videocorder-Anlage gezeigt wurde, fand sie das Interesse eines breiten, kaufstarken Publikums. Hier nur einige

Beispiele für die Anwendungsmöglichkeiten: Produktionskontrolle in der Industrie - Aufzeichnung wissenschaftlicher Untersuchungen - optisch-akustische Darstellungen von Unterrichtsstoffen - Selbstkontrolle für Künstler und Sportler - Speicherung von Fernseh-sendungen für den kommerziellen und privaten Bereich. Über die SONY Videocorder-Anlage sollten Sie gründlich informiert sein. Wenden Sie sich an Ihren SONY-Vertreter. Oder schreiben Sie uns. Die Informationen liegen für Sie bereit.

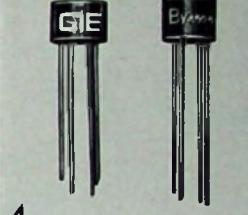
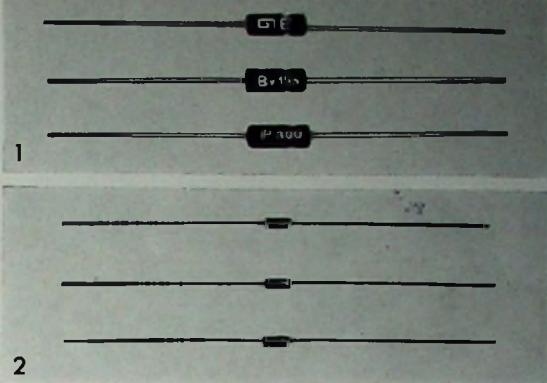
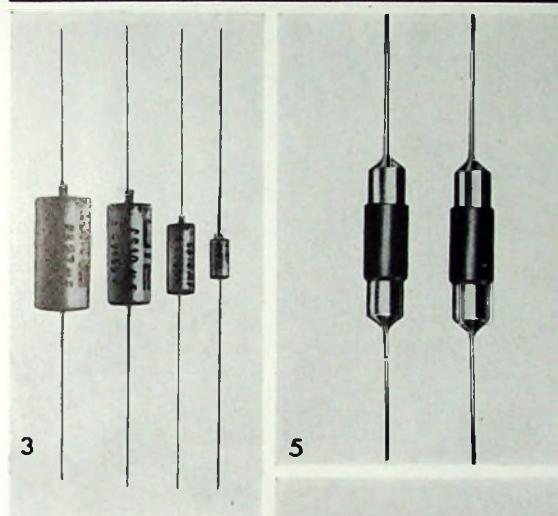


**ELAC**

ELECTROACUSTIC GMBH

2300 KIEL Westring 425-429

GENERAL  
INSTRUMENT  
EUROPE



**7** HALBLEITER  
BAUELEMENTE VON  
GENERAL INSTRUMENT EUROPE  
HÖCHSTE QUALITÄT  
IM EINSATZ MILLIONENFACH  
BEWÄHRT

**1. SILIZIUM - GLEICHRICHTER**  
"Glass - Amp" (DO 29, 1 A max., 1.000 V max).  
"Glass - Amp - Junior" (DO 7, 0, 5 A max., 600 V max)  
Hermetisch gekapselte Silizium-Gleichrichter und Dioden.

**2. SILIZIUM PLANAR DIODEN**  
Für schnelle Schalternwendung (DO-35, 500 mA max.,  
150 V max., 2 nsec., 2 pF) - Nitrid passiviert.

**3. TANTAL KONDENSATOREN**  
Mit festem Elektrolyt. Auch bipolare Ausführung von 0,068 µF -  
330 µF, von 6 - 50 V, Spezifikationen gemäß MIL-C-.

**4. SILIZIUM - BRÜCKENGLEICHRICHTER**  
Professionelle Typen: Serie W  
Standardtypen: Serie BY 159  
1 A max./600 V max.  
Ausgangssymmetrie: 2%

**5. HOCHSPANNUNGS - SILIZIUMGLEICHRICHTER**  
Mit kurzer Verzögerungszeit.  
5.000 - 6.000 V, 300 mA, 2,5 µsec.

**6. SPEZIAL SILIZIUM - GLEICHRICHTER  
BAUELEMENTE**  
a) Hochspannungs - Gleichrichter bis zu 200 KV-1A.  
b) Ein- und Dreiphasen Brückengleichrichter  
bis zu 200 KV-1A.  
c) Gleichrichter nach Kundenanforderung.

**7. ZWISCHENFREQUENZÜBERTRÄGER  
UND OSZILLATOREN**  
Für transistorisierte Schaltkreise AM/FM Radio-TV,  
Stereo (Masse: 7 x 7 mm, 10 x 10 mm, 15 x 15 mm).

**GENERAL INSTRUMENT DEUTSCHLAND GmbH**

8000 MÜNCHEN 33, Postfach 266, Tel. 0811/26.24.11 - 26.21.87, Telex 052.25.20

Technische Büros: 6000 Frankfurt/Main, Grethenweg 86 b, Tel. 0611/62.18.25, Telex 414524

3000 Hannover-Döhren, Postfach 260167, Tel. 0511/71.93.10

# BAUELEMENTE

für die  
**Nachrichtentechnik**  
**Elektronik**  
**Elektrizität**  
**Elektromechanik**

ab 1968 der Alleinexporteur für Ungarn

**EMO**  
ELEKTROMODUL

BUDAPEST

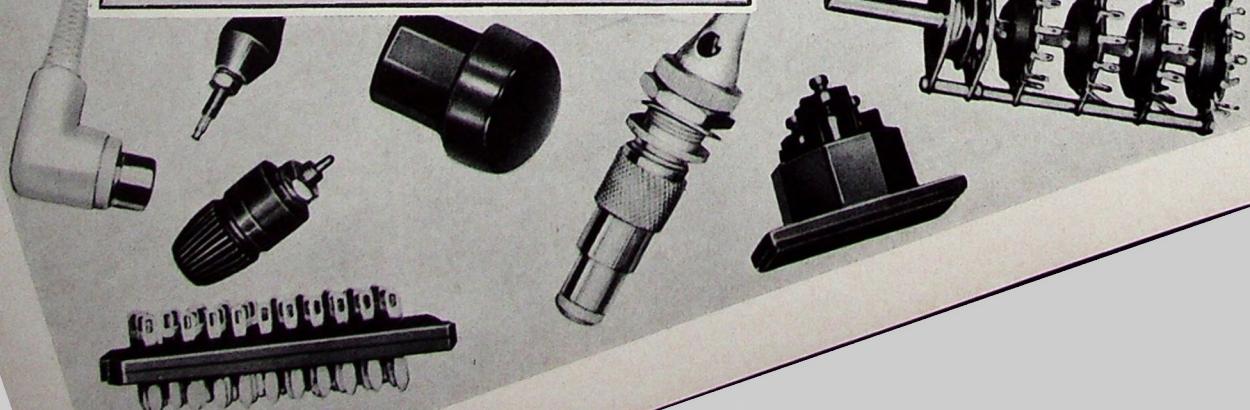
**Elektromodul**

Ungarisches Handelsunternehmen  
für elektrotechnische Bauelemente

Budapest, XIII., Visegrádi utca 47/a-b  
Telefon: 495-340 495-940 · Telex: 3648/3649

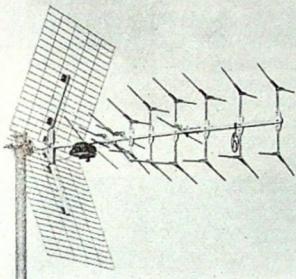
Export

Import

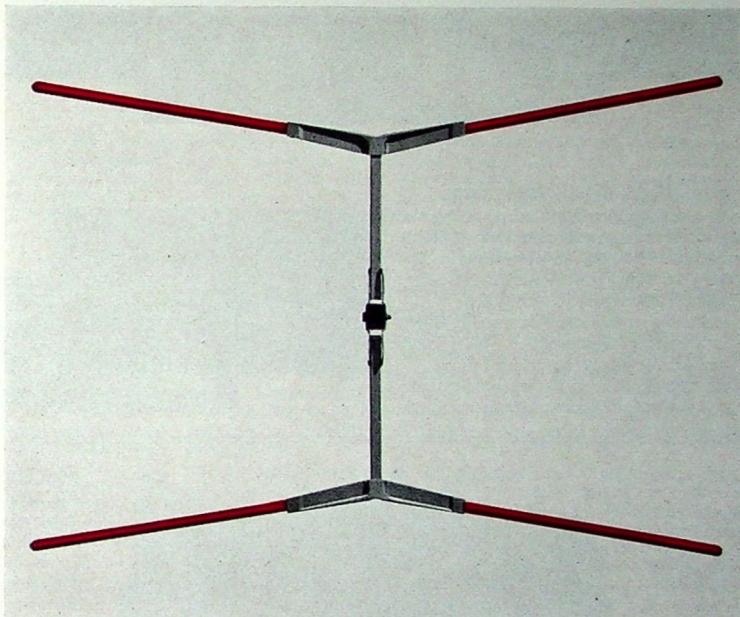


# Neue Dimensionen im Antennen-Verkauf.

## Hirschmann Super-Spectral mit starken Argumenten:



● Halb so lang – und größere Leistung im gesamten UHF-Fernsehbereich, besonders für das 2. und 3. Programm. Eine YAGI-Antenne von 3,6 m Baulänge bringt nicht mehr als eine Hirschmann Super-Spectral von nur 1,55 m Baulänge!



● Vier Antennen in einer. Die Hirschmann Super-Spectral vereinigt praktisch vier YAGI-Antennen in einer. Vierfach-Direktorreihe in Kombination mit großflächigem Winkelreflektor und breitbandigem Ganzwellendipol.

● Nur fünf Leistungsklassen zur optimalen Deckung des gesamten Bedarfs.

● Höchste Gewinne bei voller Breitbandigkeit.

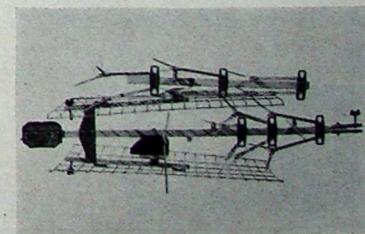
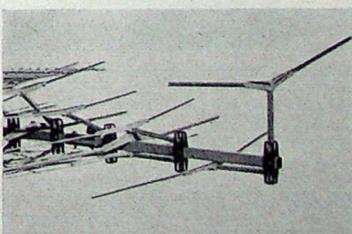
● Spitzenantenne der Super-Spectral-Serie erreicht die ungewöhnliche Größenordnung von 18 dB Gewinn!

● Hohes Vor-Rück-Verhältnis, keine störenden Nebenzipfel. Durch scharfe Bündelung werden Geister und Grieß optimal unterdrückt für ein gestochen scharfes Bild.

● Technische Raffinesse. Alle Elemente anklappbar. Deshalb kleine Verpackung. Voll vormontiert.

Vormastantennen ohne Tragarm in beliebiger Höhe am Standrohr zu befestigen. Anschlußgehäuse mit bewährten Hirschmann Schnellspannklemmen und Renkverschluß. Wahlweiser Anschluß für 240 und 60 Ohm.

Ganz neu: vollfedernde, stoßelastische Alu-Elemente und SENDZIMIR-verzinkte Gelenkstücke.

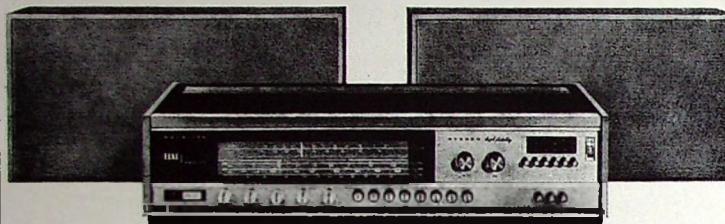


**Hirschmann**

Richard Hirschmann  
Radiotechnisches Werk  
73 Esslingen/Neckar

ELAC präsentiert:

## Hi-Fi-Stereo-Geräte der Weltspitzenklasse

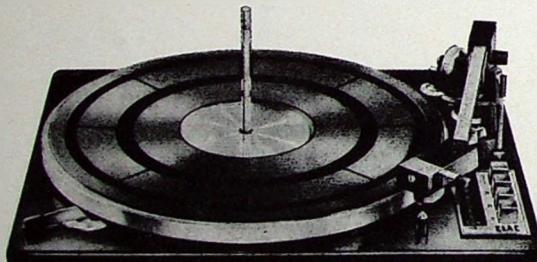
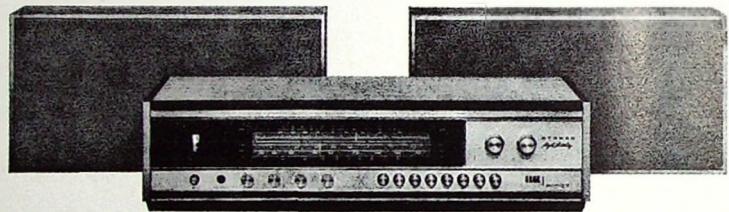


### Heim-Studio-Anlage ELAC 3200

Eine Heim-Studio-Anlage, die Hi-Fi-Qualität im besten Sinne des Wortes garantiert. Zu dieser erstklassigen Hi-Fi-Stereo-Anlage gehören der volltransistorisierte Receiver (2 x 35 Watt Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit Rundfunkteil für alle Wellenbereiche) und zwei besonders flache Lautsprecherboxen, die ein einzigartig ausgeglichenes Klangbild vermitteln.

### Heim-Studio-Anlage ELAC 2000

In komfortabler Ausführung präsentiert sich diese ausgezeichnete Heim-Studio-Anlage. Hi-Fi-Stereo-Verstärker (2 x 16 Watt) und Rundfunkteil mit allen Wellenbereichen sind als volltransistorisierter Receiver in einem modernen raumsparenden Flachgehäuse vereint. Vervollständigt wird diese Anlage durch zwei Lautsprecherboxen mit besonders flachen Gehäusen.



### MIRACORD 650

Ein Hi-Fi-Stereo-Laufwerk von hoher technischer und akustischer Perfektion, das die idealen Abmessungen eines kompakten Plattenspielers und den Bedienungskomfort großer Hi-Fi-Geräte in sich vereinigt. Die besonderen Kennzeichen wie allseitig ausbalancierter Präzisionstonarm mit hochwertigem Hi-Fi-Stereo-Magnet-Tonabnehmer, Tracking-Kontrolle, Antiskating-Einrichtung, Wechselautomatik, Drucktastensteuerung und Tonarmlift dürften in dieser Gerätekategorie wohl einmalig sein.



### MIRACORD 50 H

Ein Hi-Fi-Stereo-Laufwerk der internationalen Spitzenklasse für Kenner meisterlicher Musik, die nach höchster Tontreue, nach wirklicher High-Fidelity suchen. Ein Hi-Fi-Laufwerk mit vielseitigem Bedienungskomfort und attraktiven - für den heutigen Stand der High-Fidelity richtungweisenden - Merkmalen. Der international bekannte Formgestalter Hernandez gab diesem Hi-Fi-Laufwerk die klaren Konturen, die den harmonischen und funktionsbetonten Aufbau besonders deutlich machen.

**ELAC**

ELECTROACUSTIC GMBH · 23 KIEL · Westring 425-429

Auf Wunsch senden wir Ihnen auch gern ausführliche Informationen.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Neue Forschungsergebnisse durch Weltraum-Satelliten und -Sonden

Seit Jahren gehören Satelliten und Sonden zu den wichtigsten Hilfsmitteln der Weltraumforschung. Gerade im Hinblick auf die Mondfahrtprojekte sind über Fernsehsender ausgestrahlte Bilder und über Funkverbindungen gesandte Meßwerte vom Terrain des Mondes sehr aufschlußreich. Nach der vorliegenden Auswerfung ähnelt die Oberflächenschicht des Mondes in der chemischen Zusammensetzung irdischem Basalt. Der tragfähige Boden läßt beispielsweise einen sicheren Stand von Raumschiffen zu. Die in der unmittelbaren Umgebung der weich gelandeten Surveyor-Sonden beobachtete Krümelstruktur gleicht annähernd feuchtem Sand oder frisch gepflügter Erde. Man nimmt daher an, daß der Mond aus dem gleichen Stoff wie die Erde besteht und sich vielleicht von ihr gelöst hat.

Allerdings hat der Mond weder eine Gashülle noch einen Strahlengürtel wie die Erde. Die Korpuskularstrahlung der Sonne und kosmische Strahlen aus Gebieten jenseits des Sonnensystems gelangen also ungehindert bis zur Oberfläche. Daher ist die oberste Schicht hellgrau gefärbt, während die darunterliegende Zone etwas dunklere Tönung aufweist. Man bezeichnet dieses Phänomene des Ausbleichens unter Einwirkung von Licht und kosmischer Strahlung als „lunar lack effect“. Ferner gelang es mit den Satelliten Orbiter 3, Orbiter 4 und Orbiter 5, die fotografische Aufnahme der Mondoberfläche auch in den Polgebieten und an der erdabgewandten Seite abzuschließen. Mit diesen Bildern wurde ein Mond-Atlas hergestellt, der etwa 90% der Mondoberfläche umfaßt. Diese Forschungsergebnisse eignen sich dazu, günstige Landeplätze für Apollo-Raumschiffe ausfindig zu machen. In den USA rechnet man jetzt damit, nachdem der erste Apollo-Flug erfolgreich abgeschlossen wurde, die erste Drei-Mann-Expedition zum Mond noch 1970 ausführen zu können.

Für die biologische Forschung brachte ein sogenannter Biosatellit interessante Erkenntnisse. Seine Kapsel mit Wespen, Froscheiern, Mehlwürmern, Pfefferpflanzen, Weizenkeimlingen usw. kreiste etwa 45 Stunden um die Erde und wurde dann geborgen. Dieser Versuch sollte die Auswirkungen von Schwerelosigkeit und Strahlung auf Wachstum, Keim- und Vermehrungsfähigkeit von Organismen zeigen. Nach den Resultaten beeinflußt die Schwerkraft das Wachstum stärker, als man bisher angenommen hat. Weizenkeimlinge wachsen im Weltraum um rund  $\frac{1}{3}$  schneller als auf der Erde. Die normalerweise waagerecht stehenden Blätter der Pfefferpflanzen orientierten sich immer weiter nach unten. Vor etwa einem Jahr wurde die Forschungssatellit OSO 4 gestartet. Er übermittelte sehr viele Aufnahmen von der Sonne im Bereich des ultravioletten Lichts. Sie lassen die gewaltigen Temperaturunterschiede auf der Sonne deutlich erkennen, gestalten bestimmte Vorgänge im Zusammenhang mit der Sonnenaktivität ohne Zeitverluste zu beobachten, und vermittelten neue Einsichten in die thermonuklearen Vorgänge im Sonnenkörper. Man hofft, mit diesen Aufnahmen die Sonnenatmosphäre dreidimensional darstellen zu können. Diese Untersuchungen schließen die Beobachtung von Röntgenstrahlung solaren und anderen Ursprungs sowie von Partikelstrahlung ein und sind geeignet, der Astrophysik neues Material zum Überprüfen der Theorien über Ursprung und Evolution der Sterne zu geben.

Immer größere Rätsel geben die etwa vor einem Jahrzehnt entdeckten quasi-stellaren Radioquellen der Wissenschaft auf. Hier handelt es sich offenbar um die ältesten und strahlungsintensivsten Himmelsobjekte überhaupt. Es ist eine große Aufgabe für die Forscher, mit Forschungsraketen und durch eingehende Untersuchungen mit Radioteleskopen mehr über die besonderen Merkmale der Quasare — so nennt man die quasi-stellaren Radioquellen — herauszufinden. So wurde beispielsweise

durch ein Raketenexperiment in den USA festgestellt, daß einer der hellsten Quasare, das sogenannte Objekt 3C-273, auch Röntgenstrahlung emittiert und bisher die mit Abstand stärkste Röntgenstrahlungsquelle im Universum ist. Wahrscheinlich weist es generell Röntgenlicht als Hintergrundstrahlung auf. Dadurch wird die Hypothese gestützt, daß vor mehr als zehn Milliarden Jahren das Weltall mit einer Urexploration begann. Die heute wahrnehmbare, allerdings sehr schwache Röntgenstrahlung ist anscheinend von gleichmäßiger Verteilung und Intensität. Man darf daraus schließen, daß es sich hier eventuell um ein Relikt der hypothetischen Urexploration handelt.

Im übrigen gelang es, verschiedene Radioteleskope einzeln und kombiniert für die Quasar-Beobachtung einzusetzen. In einem Fall wurden zwei rund 240 km voneinander entfernte Anlagen zusammenschaltet. Dabei war die Radioemission eines bestimmten Quasars zwanzigmal klarer als bei Einzelbeobachtungen zu empfangen. Diese Technik hofft man so verbessern zu können, daß eine hundertfache Verstärkung erreicht wird.

Für die Erforschung der viel näheren Regionen, beispielsweise des Nachbarplaneten Venus, war der Flug der Sonde Mariner 5 bestimmt. Sie erreichte mit 3968 km Abstand ihre größte Annäherung an die Venus. Rund 34 Stunden lang wurden sehr viele Meßdaten zur Erde gefunkt, beispielsweise über die Atmosphäre, über Temperaturen, Ionosphäre, über Leuchtkörpern, das Eigenmagnetfeld und die Einwirkung von Feldern, die mit solaren Partikelströmen herangetragen werden. Auch über die Intensität des Sonnenwindes und viele andere Vorgänge erhielten die Wissenschaftler genaue Angaben. Mit der Auswertung wurde bewiesen, daß Temperaturen und Druck zu hoch waren, um Lebensformen entstehen zu lassen, wie sie auf der Erde möglich sind.

Schon seit 1964 sendet die Marssonde Mariner 4. Sie meldet die Stärke der elektromagnetischen und Partikelstrahlung im Weltraum und informiert — ähnlich wie die Sonden Pionier VI und Pionier VII — über die Sonnenaktivität. Die schon im Juli 1965 übermittelten 21 Nahaufnahmen vom Mars sind inzwischen erneut in einem langwierigen Auswertungsverfahren bearbeitet worden. Nunmehr lassen sich weitau mehr Einzelheiten unterscheiden. So wurden von Spezialisten etwa 300 deutlich erkennbare Krater ermittelt, ferner weitere 300 Formationen, von denen man jetzt annimmt, daß sie gleichfalls wahrscheinlich Krater sind. Sichtbar wurden bei dieser Auswertung auch bis zu 320 km lange und 3,1 bis 11 km breite Bänder. Sie können von der Erde aus nicht beobachtet werden und sind daher nicht identisch mit den sogenannten Marskanälen. Man glaubt, daß es sich um Risse oder Einbruchzonen in der obersten Schicht des Planetenkörpers handelt.

Die langjährigen Erfahrungen mit Forschungssatelliten fördern auch die praktische Nutzung von Erdsatelliten für vorwiegend kommerzielle Zwecke. Dazu gehören die Intelsat-Modelle, einige ESSA-Satelliten zur Wetterbeobachtung mit direktem Bildabruf sowie Mehrzwecksatelliten. So kann man auch die ATS-Satelliten als Relais für transozeanische Radio- und Fernsehersendungen einsetzen (wie die in nahezu allen Fällen einwandfreien Fernsehübertragungen von den Olympischen Sommerspielen aus Mexico-City inzwischen bewiesen haben), ferner für den Funkverkehr mit Flugzeugen und Schiffen auf hoher See als Wetterwarten. Ein solcher Satellit erfaßt ständig mehr als ein Drittel der Erdoberfläche. Es besteht kein Zweifel, daß die Weltraumforschung mit Satelliten und Sonden noch sehr viele Aufgaben zu lösen hat, die außer für die Wissenschaft auch für die Weiterentwicklung des Funkverkehrs von großer Bedeutung sein können.

Werner W. Diefenbach

# Neue Radarentwicklungen für die Flugsicherung

Für die Einrichtung und Durchführung der Flugsicherung ist in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) die Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) zuständig und verantwortlich. Der Flugsicherungsdienst umfasst die Bezirkskontrolle (Area Control Service), die An- und Abflugkontrolle (Approach Control Service) und die Flughafenkontrolle (Aerodrome Control Service).

Zu den Mitteln des Flugsicherungsdienstes zählen die Flughafen-Informationszentrale (Flight Information Center) und die Flugverkehrskontrolleinrichtungen. Sie sind gegliedert in Zentralen für die Bezirkskontrolle (Area Control Center; in der BRD zur Zeit Frankfurt, Hannover und München; künftig Bremen, Düsseldorf, Frankfurt, Hannover und München) und Zentralen für die An- und Abflugkontrolle (Approach Control; in der BRD Bremen, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln/Bonn, München, Nürnberg und Stuttgart). Darüber hinaus gibt es noch Turmzentralen für die Flughafenkontrolle (Tower Control; in der BRD jeder Verkehrsflughafen).

Flächenmäßig unterscheidet man zwischen Gebieten für den kontrollierten zivilen Flugverkehr und Gebieten mit Flugbeschränkung. Vertikal ist der Luftraum für den Flugverkehr gegliedert in den unkontrollierten Luftraum bis 4000 ft (1200 m, außer im Bereich der An- und Abflugkontrolle), den unteren kontrollierten Luftraum (nationale Aufgabe) 4000 ft bis 25 000 ft (1200 m bis 7500 m) und den oberen kontrollierten Luftraum (Eurocontrol-Aufgabe) über 25 000 ft (7500 m). Die Höhenstaffelung des Flugverkehrs beträgt im unteren kontrollierten Luftraum 1000 ft (300 m), also 21 Flugflächen, und im oberen kontrollierten Luftraum 2000 ft (600 m).

## 1. Radaranlagen für die Flugverkehrskontrolle

Eine wesentliche Hilfe für die Durchführung der Aufgaben der Flugverkehrskontrolle sind die Radaranlagen als Informationsquellen sowie die darauf basierenden Auswerteeinrichtungen. Die zivile Radarbedeckung (Bild 1) setzt sich in der Bundesrepublik aus GCA-Anlagen (Ground Controlled Approach), GRS-Anlagen (Groß-Rund-Sicht) und SRE-LL-Anlagen (Surveillance Radar Equipment Longrange/Longrange) zusammen.

Der linke Teil des Bildes 1 zeigt die Bedeckung der in Betrieb befindlichen fünf „ASR-3“- und drei „ASR-4“-Anlagen (ASR = Airport Surveillance Radar) sowie die Anordnung der sieben PAR-Anlagen (PAR = Precision Approach Radar); außerdem ist die Bedeckung durch die beiden für Bremen und Nürnberg geplanten „ASR“-Anlagen zu sehen. Die Kombination einer „ASR“-Anlage mit einer „PAR“-Anlage ergibt die erwähnten GCA-Anlagen für die An- und Abflugkontrolle. Die wichtigsten Kenndaten dieser Anlagen sind

Nach einem Vortrag von Dr.-Ing. Jürgen Stelter, Leiter des Fachgebietes „Ortung“ im Hause AEG-Telefunken, Ulm.

ASR	Reichweite	etwa 70 km
	Höhenerfassung	etwa 7000 m
PAR	Reichweite	etwa 22 km
	Azimut	etwa 20°
	Elevation	etwa 7°

Der mittlere Teil des Bildes 1 zeigt die Bedeckung der drei in Betrieb befindlichen GRS-Anlagen für die Bezirkskontrolle mit folgenden Daten:

Reichweite	etwa 220 km
Höhenerfassung	etwa 10 000 m

Aus dem rechten Teil des Bildes 1 ist die Bedeckung der fünf bestellten SRE-LL-Anlagen, die zusätzlich zu den drei GRS-Anlagen für die Bezirkskontrolle vorgesehen sind, ersichtlich. Die Planung sieht

noch eine sechste SRE-LL-Anlage für Nürnberg vor. Kenndaten dieser Anlagen:

Reichweite	etwa 280 km
Höhenerfassung	etwa 22 000 m

Die Überlappung der ASR-, GRS- und SRE-LL-Anlagen ist nicht nur aus Redundanzgründen zur Erhöhung der Sicherheit erforderlich, sondern insbesondere zur Ausleuchtung von topographisch bedingten Abschattungen und von Blindzonen oberhalb jeder Radaranlage. Die SRE-LL-Anlagen sind außerdem erforderlich, um die Eurocontrol-Forderungen für die Radarkontrolle des oberen Luftraumes (oberhalb von 7500 m) zu erfüllen. Die eingezeichneten Bedeckungen der

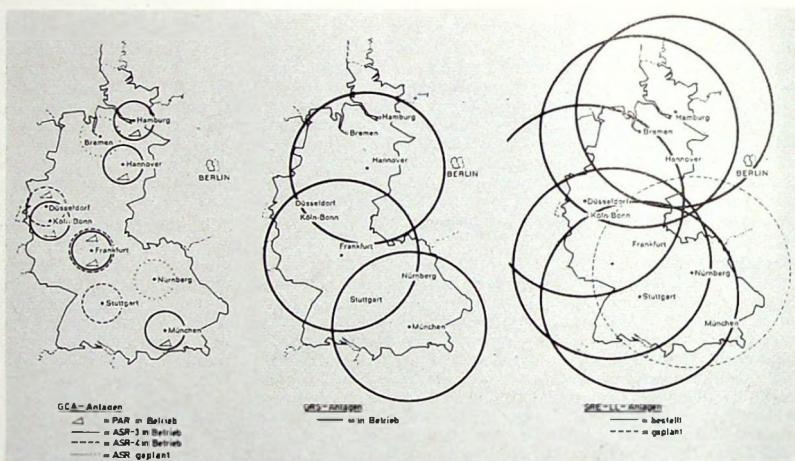


Bild 1. Zivile Radarbedeckung in der Bundesrepublik Deutschland

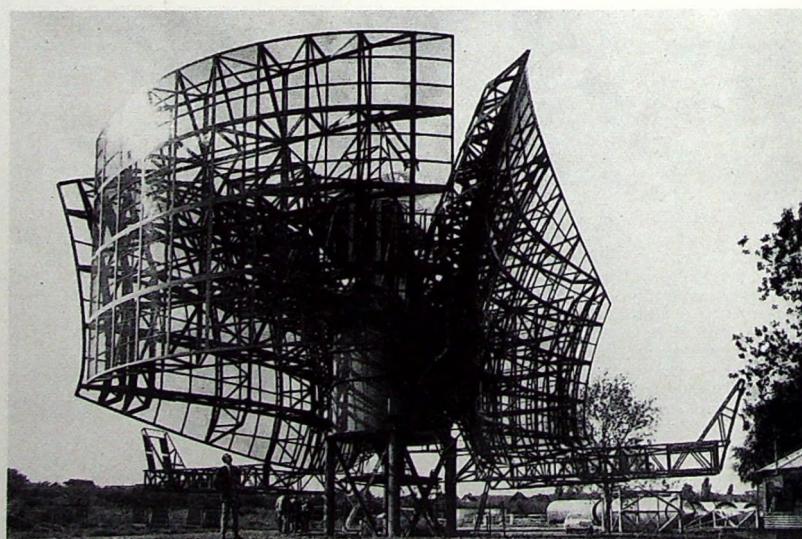


Bild 2. Gesamtansicht der „SRE-LL-1“-Antenne (Janus-Antenne) auf dem mechanischen Prüfstand

Rundsicht-Radaranlagen basieren jeweils auf einer Rückstrahlfläche von  $1,5 \text{ m}^2$  und einer Auffaßwahrscheinlichkeit von 90 %. Von den in Betrieb befindlichen und bestellten 23 Radaranlagen gehören – bis auf drei „ASR-4“-Anlagen – alle zum Lieferumfang von AEG-Telefunken.

## 2. Mittelbereich-Radaranlage „SRE-LL 1“

Die Mittelbereich-Radaranlage „SRE-LL 1“ ist eine stationäre Rundsicht-Radaranlage mit einer Reichweite von 150 NM (280 km), einer Höhenerfassung von 72 000 ft (22 km) sowie einer Azimutauflösung von  $1,2^\circ$  und einer Entfernungsauflösung von 0,6 NM (1100 m). Damit erfüllt sie die von der Flugsicherung an eine derartige Anlage gestellten Forderungen. Die angegebenen Werte sind für Flugzeuge mit einer äquivalenten Rückstrahlfläche von  $1,5 \text{ m}^2$  und einer Auffaßwahrscheinlichkeit von 90 % berechnet.

Die Antennenanordnung (Bild 2) besteht aus zwei gleichen „Rücken an Rücken“ stehenden Reflektoren, von denen jeder ein von je zwei Strahlern erzeugtes Doppeldiagramm bildet. Jedes Doppeldiagramm enthält also ein cosec<sup>2</sup>-förmiges Diagramm (zum Erreichen der Höhenbedeckung mit geringer Energieabstrahlung in Richtung auf den Boden) und ein Keulenförmiges Diagramm (für große Reichweiten in niedrigen Höhen). Die Drehzahl dieser Janus-Antenne ist zwischen 2 U/min und 7,5 U/min kontinuierlich einstellbar; die Informationsrate ist jeweils doppelt so groß wie die Drehzahl. Jeder Reflektor ist 9 m hoch und 14,5 m breit. Zwischen den Reflektoren sind Windableitbleche angeordnet, um eine möglichst gleichmäßige Rotation zu erreichen. Außerdem wird das Antriebssystem von einem Windmeßfänger automatisch gesteuert. Die zulässigen Windgeschwindigkeiten liegen im Betrieb bei 120 km/h und im Stillstand bei 185 km/h.

Das Sendesystem enthält vier Magnetron-sender, davon eines als Reserve-Sender, der sich im Übernahmefall mit einer Schnellverstimmung auf eine der beiden Betriebsfrequenzen abstimmen lässt. Zwei der Betriebssender arbeiten auf derselben Frequenz und speisen je eines der oberen cosec<sup>2</sup>-Diagramme. Der dritte Betriebssender arbeitet auf einer um etwa 30 MHz abweichenden Frequenz und speist die beiden unteren Keulen-Diagramme gemeinsam. Jeder der vier Sender erzeugt 5 MW Impulsleistung. Bei  $4,5 \mu\text{s}$  Impulslänge und etwa 400 Hz Impulsfolgefrequenz entspricht das einer Dauerleistung von rund 9 kW je Sender. Der Frequenzbereich der Sender liegt zwischen 1250 MHz und 1350 MHz, entsprechend einer Wellenlänge von 24,0 cm beziehungsweise 22,2 cm. Über ein Hohlleitersystem einschließlich Drehkopplung für vier Leistungskanäle ist das Sendesystem mit der Janus-Antenne verbunden; außerdem enthält die Drehkopplung Vorrichtungen zum Anschluß von zwei Sekundärradarkanälen für die beiden Janus-Hälften.

Jede Anlage enthält vier Betriebs- und einen Reserveempfänger für die vier Diagramme. Für die Erzeugung des normalen Radarbildes (Normal-Video) und des Radarbildes mit Festzeichenunterdrückung (MTI-Video; MTI = Moving Target Indication) hat jeder Empfänger zwei Empfangskanäle. Die MTI-Erzeugung geschieht nach dem Prinzip der Doppellöschung und mit variabler Rückkopplung.

Die Umschaltung von Normal-Video auf MTI-Video wird bereits im Empfänger



Bild 3. Digitales Umschaltgerät für Normal-Video- und MTI-Video-Darstellung

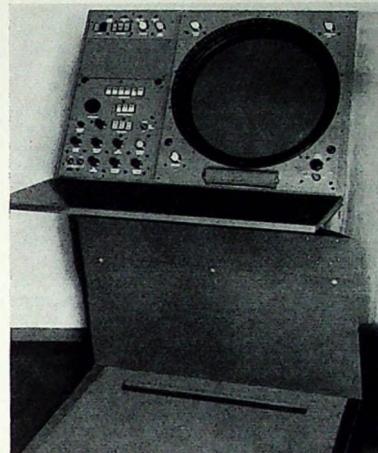


Bild 4. Transistorbestücktes Sichtgerät mit 16'-Bildschirm

vorgenommen. Sie kann ferngesteuert oder mit einem digitalen Umschaltgerät (Bild 3) automatisch azimut- und entfernungsabhängig erfolgen.

Das neue Anzeigegerät mit Sichtanzeige auf 16'-Bildschirm (Bild 4) ist transistorbestückt. Es entstand aus dem vorhandenen Standard-16"-Sichtgerät durch Erweiterung auf Janus-Darstellung. Hierbei wird der Schreibstrahl abwechselnd jeweils um  $180^\circ$  versetzt ausgelenkt, um die Informationen beider Antennen-Reflektoren verarbeiten zu können. Außerdem besteht die Möglichkeit, Zusatzinformationen wie Kennungssignale der Sekundärradar-anlagen, Peilsignale und Karten-Video-signale sowie eine Anzahl von Symbolen einzublenden. Sämtliche Anzeige- und Steuercröße der „SRE-LL“-Anlage sind in einem Regiepult zusammengefaßt, auf dem von einem Techniker alle erforderlichen Einstellungen und Umschaltungen vorgenommen werden. Auf einem Kontrollsichtgerät lassen sich wahlweise die acht Einzel-Videosignale der Anlage darstellen und auf einem zweiten Kontrollsichtgerät das zusammengesetzte Summen-Videosignal, das der Bildübertragungsanlage „Ludwig“ für die Übertragung über Richtfunk oder Kabel zugeführt wird.

Um am Antennensystem die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls infolge Defekts eines bewegten Teils auf ein Minimum zu reduzieren, sind zum Beispiel der Antrieb und die Lagerung doppelt vorhanden. Im Fall eines Lagerschadens (theoretische Lebensdauer des Lagers 200 000 Stunden) wird durch eine automatisch wirkende Blockierungseinrichtung das Betriebslager stillgelegt und das Reservelager in Betrieb genommen. Weitere Vorkehrungen ermöglichen es, eine Antriebsgruppe, bestehend aus zwei Motoren und Getrieben, während des Betriebs auszubauen.

Die Prototyp-Anlage wird 1969 in Betrieb gehen; die bisher bestellten vier Serienanlagen folgen anschließend.

## 3. Sekundärradaranlagen „SRT-2“ und „SRT-4“

Für die Luftverkehrskontrolle sind die Informationen über Höhe und Kennung der zu beobachtenden und zu führenden Flugzeuge von besonderer Wichtigkeit. Die bordunabhängigen Primärradaranlagen liefern direkt nur die Schrägentfernung und das Azimut eines Flugzeugs, bezogen auf den Aufstellungsort der Primärradaranlagen.

Aus dem militärischen Freund-Feind-Kennungssystem entstand das Sekundärradarssystem, das mit einem Empfangs-Sende-Gerät (Transponder) an Bord des Flugzeuges arbeitet. Eine besondere, mit der Primärradarantenne umlaufende Sekundärradarantenne sendet Abfrageimpulse aus. Diese im Flugzeug empfangenen Abfrageimpulse lösen im Flugzeug ein Antwort-Impulstrogramm aus, das die Kennung, die Höhe und gegebenenfalls weitere Zusatzinformationen enthält und wiederum von der Sekundärradarantenne empfangen wird. Außerdem lassen sich durch das Sekundärradarssystem ebenso wie beim Primärradarssystem auch die Schrägentfernung und das Azimut des Flugzeuges ermitteln. Decodiereinrichtungen entschlüsseln das Antwort-Impulstrogramm und ermöglichen die Darstellung der Information auf besonderen Sichtgeräten sowie von elektronisch eingeblendetem Markierungen auf den Primärradar-sichtgeräten.

Durch das Sekundärradarssystem werden also – sofern die Flugzeuge mit Transpondern ausgerüstet sind – auf einfache und schnelle Weise Informationen gewonnen, für die sonst ein zeitraubender Funk-sprechverkehr zwischen dem Lotsen und dem Piloten, spezielle Flugmanöver zur Identifizierung sowie aufwendige Höhenmeß-Radaranlagen erforderlich wären.

AEG-Telefunken ergänzte 1966 das Lieferprogramm durch derartige Sekundärradar-anlagen. Die Fertigung dieser „SRT-2“-Anlagen wurde zunächst auf der Basis eines Lizenzvertrages mit der amerikanischen Firma Whittaker aufgenommen, die in den USA für die Federal Aviation Agency (FAA) die Gesamtausrüstung übernommen hat. Neben intensiven Systemstudien führte AEG-Telefunken die eigene Entwicklung einer Sekundärradar-Monopulsantenne durch. Auf diesen Arbeiten basierend, ergab sich als eigene Weiterentwicklung die „SRT-4“-Anlage.

Die Antennenanordnung in Monopuls-Ausführung ermöglicht es im Zusammenwirken mit dem Empfänger, Systemstörungen auszublenden. Besonderer Wert wurde auf starke Nebenzirkelunterdrückung gelegt. Technisch wurde die Aufgabe durch die Kombination von logarithmisch-periodischen Einzelstrahlern gelöst, die durch eine spezielle Leistungsverteilung geprägt werden. Die hier gewählte Strip-line-Technik ermöglicht in der Fertigung die Anwendung gedruckter Karten.

In der Sende-Empfangs-Anlage wird ein im Abfragecodierer pulscodeiertes Abfrage-signal von 2 kW Impulsspitzenleistung erzeugt und das empfangene Antwort-Impulstrogramm in zwei symmetrisch aufgebauten Empfangskanälen für das Sum-

men- und das Differenzsignal der Antenne verarbeitet. Nach der Kombination der gleichgerichteten Summen- und Differenzsignale, die eine azimutale Verschmälerung der Antennencharakteristik zur Folge hat, werden die Signale verschiedener Abfrageperioden im Defruiter verglichen, um nichtschrone Störungen zu eliminieren.

Die von der Sende-Empfangs-Anlage gelieferten Informations- und Synchronisations-Pulse führt man schließlich dem Anzeigesystem zu. In einem Gemeinschaftsdecoder werden alle erhaltenen Flugzeugantworten nach Position, Identität und Höhe sortiert. Der Arbeitsplatzdecoder ist ein Datenfilter, das vom Bedienfeld des Sichtgerätes aus gesteuert wird. Die vom Sekundärradar gelieferten Daten lassen sich nicht nur auf den erwähnten separaten SSR-Sichtgeräten, sondern – in Verbindung mit digitalen Zielextraktor-Anlagen – auch auf Universal-sichtgeräten als Direkteinblendung mit alphanumerischen Zeichen darstellen.

Sieben der bestellten „SRT-2“-Anlagen, von denen vier bisher ausgeliefert wurden, sind zum Teil noch in Röhrentechnik aufgebaut. Im Rahmen der Weiterentwicklung werden in der „SRT-4“-Anlage, von der bisher vier Stück bestellt sind, auch die restlichen Baugruppen in Halbleitertechnik ausgeführt werden. Durch die Benutzung integrierter Bauelemente ergeben sich vorteilhafte Schaltungen, die auch die System-Integration der „SRT-4“-Anlagen mit den eingangs erwähnten SRE-LL-Anlagen leicht ermöglichen.

#### 4. Digitale Radar-Zieleextraktoren „DZE-67-1“ und „DZE-67-2“

Für die Auswertung der von den Radaranlagen gelieferten Informationen an zentralen Stellen ist der Aufbau eines eng vermaschten Informations-Übertragungsnetzes notwendig, das die wirtschaftliche Übermittlung von Radarinformationen auch über große Entfernen ermöglicht. Soll außerdem die Luftlagedarstellung automatisch stets auf den neuesten Stand gebracht werden, so müssen die zur Ermittlung des Luftverkehrsgeschehens hauptsächlich verwendeten Einrichtungen, nämlich die Radaranlagen (Primärradar und Sekundärradar), direkt mit dem Großrechner der Kontrollzentrale verbunden werden. Die Radaranlagen sind als nachrichtentechnische Geräte ursprünglich nicht für eine derartige Kopplung eingerichtet. Ihre Signale müssen daher zuvor

„digitalisiert“ und digital vorverarbeitet werden. Zwischen Radar und Rechner ist daher als Bindeglied eine Anlage erforderlich, die diese Aufgaben übernimmt.

Für die Zielerkennung und die Zielkoordinatenbestimmung ist es vorteilhaft, eine speziell für diese Aufgaben abgegrenzte Anlage einzusetzen, die die Funktion eines Bindegliedes zwischen Radar und Rechner übernimmt. Entsprechend ihrer Funktion nennt man diese Anlage „Radar-Zieleextraktor“.

Die Zielverfolgung nach den eingegebenen Zielortdaten ist dagegen eine weitere Aufgabe, für die sich eine Anlage mit Universalrechner-Struktur am besten eignet. Sie kann daher unter Umständen in dem für die übrige Informationsverarbeitung vorgesehenen Großrechner als zusätzliche Aufgabe miterledigt werden.

Im Zieldetektor wird in der ersten Schwelle durch Quantisierung geklärt, ob ein empfangener Primärradar-Echoimpuls als Zielimpuls oder als ein durch Rauschen erzeugter Impuls gewertet werden soll. Beim Sekundärradar gewinnt man vergleichbare Signale aus dem SSR-Decoder. Ob eine Reihe von aufeinanderfolgenden Echoimpulsen eine Zielinformation ist, wird in der sogenannten zweiten Schwelle, dem Wanderfenster-Detektor, entschieden. Hier werden die gespeicherten Echoimpulse nun in der Weise ausgewertet, daß man die innerhalb einer Radar-Antennenkeulenbreite aufgenommenen Echoimpulse auf ihre Korrelation untersucht und ihre Anzahl mit dem Schwellwertkriterium vergleicht. Das Schwellwertkriterium ist die vorwählbare minimale Anzahl von Echoimpulsen. Sie ist abgeleitet von der maximal möglichen Anzahl von Echoimpulsen, die ein Ziel beim Überstreichen der Radarkeule unter Berücksichtigung von Impulsfolgefrequenz und Antennenumdrehungsgeschwindigkeit überhaupt liefern kann. Anders ausgedrückt, kann man sagen, daß mit diesem Schwellwertkriterium geklärt wird, ob eine Reihe aufeinanderfolgender Echoimpulse als von einem Ziel kommend gewertet werden kann.

Die im Zieldetektor gewonnenen Primärradarinformationen – also Zielanfang, Zielende, Zielerfahrung und Zielazimut – und Sekundärradarinformationen – also Zielanfang, Zielerfahrung, Zielerfahrung, Zielazimut sowie Code-Informationen – werden in dem nachgeschalteten Rechner (AEG-Telefunken „TR 86“) verarbeitet.

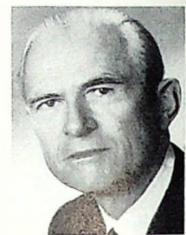
Durch diese Datenverarbeitung ist es möglich, ein Kontroll-Sichtgerät zu steuern und die Zielinformationen an eine Datenübertragungsanlage zu übergeben, die über zwei oder drei Telefonkanäle die Zielinformationen in die räumlich abgesetzte Kontrollzentrale übermittelt. Die synthetische Darstellung der mit den digitalen Radar-Zieleextraktor-Anlagen gewonnenen Informationen geschieht bei den Schirmarbeitsplätzen, deren Kernstück die von AEG-Telefunken entwickelten und gelieferten Universal-Sichtgeräte (Bild 5) sind. Diese Universal-Sichtgeräte ermöglichen die Betrachtung bei Tageslicht und können wahlweise auch – über einen Scan-Converter geleitete – Roh-Radarbilder in 1000-Zeilen-Fernsehtechnik wiedergeben.

Von der BFS erhielt AEG-Telefunken einen Lieferauftrag von drei „DZE-67-1“-Anlagen für eine ASR-, zwei GRS- und drei „DZE-67-2“-Anlagen für drei „SRE-LL-1“-Radaranlagen. Sie sollen 1969 bis 1971 ausgeliefert werden. -th

## Persönliches

### A. Munzer 65 Jahre

Andreas Munzer, Vertriebsleiter des Fachbereichs Bauteile NSF von AEG-Telefunken, vollendete am 22. November sein 65. Lebensjahr. Im Jahre 1920 trat er als kaufmännischer Lehrling in die damalige Nürnberger Schraubenfabrik und Fäcondreherei OHG ein und wechselte 1930 in den Vertrieb der inzwischen aufgenommenen Bauteilefertigung über. 1946 wurde ihm die Leitung der Verkaufsbeteiligung übertragen und Prokura erließ. Nach Eingliederung der Firma in die Telefunken GmbH übernahm A. Munzer die Vertriebsleitung des Fachbereichs Bauteile NSF.



### H. Pancke 65 Jahre

Am 1. Dezember 1968 begibt Helmuth Pancke, 1. Vorsitzender des Verbandes Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG) e.V. und Inhaber der Mufag-Großhandelsgesellschaft mbH in Hannover und Braunschweig, seinen 65. Geburtstag. Gleichzeitig kann auch sein Unternehmen das 40-jährige Bestehen feiern.

Den wirtschaftlichen Zusammenhängen der Branche galt von jeher das Interesse von Herrn Pancke. Er wurde zu einem verständnisvollen Förderer der Belegschaft der Fachverbände in den verschiedenen Wirtschaftsstufen. Das Vertrauen des Großhandels berief ihn bald an führende Stellen der Berufsschule. Seit fast eineinhalb Jahrzehnten steht er als 1. Vorsitzender an der Spitze des VDRG, das heißt seit dem Tage der Schaffung einer einheitlichen Berufsorganisation des Rundfunk- und Fernsehgroßhandels. Im Jahre 1965 wählte ihn der Großhandelsbund Niedersachsen zu seinem Präsidenten. Außerdem ist er Handelsrichter beim Landgericht Hannover, Mitglied der Vollversammlung der Industrie- und Handelskammer zu Hannover und stellvertretendes Mitglied des Beirates der Landeszentralbank Niedersachsen. Für seine Verdienste wurde ihm im Januar 1968 das Bundesverdienstkreuz I. Klasse verliehen.



### H. Nitschke 65 Jahre

Am 1. Dezember 1968 vollendet Hans Nitschke, Geschäftsführer der Phonogram Tongesellschaft mbH, Hamburg, sein 65. Lebensjahr. Da er am selben Tage in den Ruhestand tritt, wird Dr. Werner Vogelsang, der bisherige Geschäftsführer der Ariola-Euradis GmbH, seine Nachfolge antreten.

H. Nitschke ist einer der bekanntesten Schallplatten-Fachleute Deutschlands. Er übernahm nach Kaufmännischen Stellungen in Breslau, Berlin und Bielefeld 1954 die Leitung des damaligen Vertriebs Inland in der Zentrale der Deutschen Grammophon Gesellschaft, Hamburg. Im Jahre 1961 wurde er Prokurator, 1964 Leiter der damaligen Deutschland-Abteilung der DGG und 1960 als Nachfolger des nach Mexiko berufenen Hans Schrade Geschäftsführer der Philips Ton Gesellschaft (heute Phonogram Tongesellschaft), Hamburg.

### Veränderungen bei Braun

Dieter Skerisch, bisher Werbeleiter des Artikelbereichs Elektronik, hat die Gesamtwerbung der Braun AG in Kronberg/Taunus übernommen. Werbeleiter Elektronik wurde Franz-Georg Topp.

### Veränderungen bei Loewe Opta

Die Verkaufsstellung Inland von Loewe Opta ist den Prokursisten Karl Stoltz und Georg Zeis (Stellvertreter) übertragen worden. Der bisherige Vertriebsleiter, Friedrich-Wilhelm Sommer, scheidet in gegenseitigem Einvernehmen aus.

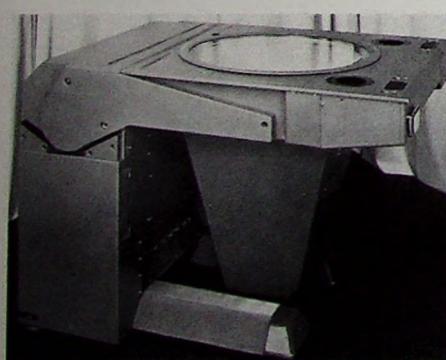


Bild 5. Gesamtansicht des Universal-Sichtgeräts mit 21"-Bildschirm für die Beobachtung des Radarbildes bei Tageslicht

# Selengleichrichter in der Fernsehempfangstechnik

Zur Erzeugung von hohen Gleichspannungen werden in zunehmendem Maße Selenhochspannungsgleichrichter eingesetzt. Die Gründe hierfür sind vor allem die hohe Zuverlässigkeit und die mögliche Minaturbauweise durch Stapelung von sehr dünnen und verlustarmen Gleichrichterplatten. Zu den konventionellen Anwendungsbereichen für Selenhochspannungsgleichrichter, zum Beispiel in Röntgen- und Entstaubungsanlagen, ist als neues vielversprechendes Anwendungsbereich die Fernsehempfangstechnik hinzugekommen. Hier lassen sie sich zur Gewinnung der Anodenspannung für Schwarz-Weiß-Bildröhren und der Fokusspannung für Farbbildröhren sowie in Kaskadenschaltung zur Erzeugung der Hochspannung für Schwarz-Weiß- und vor allem Farbbildröhren einsetzen.

## 1. Aufbau und Wirkungsweise

Der prinzipielle Aufbau einer Selengleichrichterplatte ist im Bild 1 dargestellt. Sie

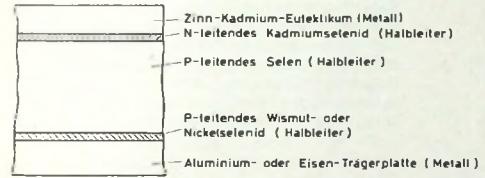
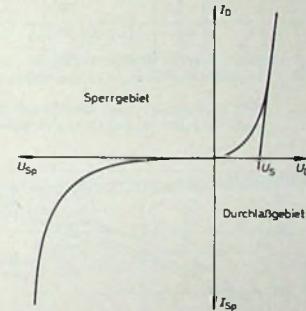


Bild 1. Aufbau einer Selengleichrichterplatte

Bild 2. Strom-Spannungs-Kennlinie einer Selengleichrichterplatte ( $U_D$  Durchlaßspannung,  $U_S$  Schleusenspannung,  $I_D$  Durchlaßstrom,  $I_{Sp}$  Sperrstrom)



besteht aus einer sehr dünnen Selen-Schicht, die auf jeder Seite einen metallischen Kontakt trägt. Der eine Kontakt besteht aus einem Metall, dessen Selenid mit Selen einen guten sperrfreien Übergang ergibt. Hierfür haben sich besonders Wismut und Nickel bewährt. Da diese Metalle jedoch sehr teuer sind, verwendet man ein billigeres Metall (Aluminium oder Eisen) als Trägerplatte, auf die man einen dünnen Wismut- oder Nickelüberzug für den nicht-sperrenden Übergang aufbringt. Als zweiter Metallkontakt dient eine bei niedrigen Temperaturen ( $177^{\circ}\text{C}$ ) schmelzende Zinn-Kadmium-Legierung, die im Kontakt mit Selen das Kadmiumselenid ergibt, wodurch eine besonders gute Sperrwirkung erreicht wird.

Die Gleichrichterwirkung kommt dadurch zustande, daß zwei halbleitende Schichten von unterschiedlichem Leitungsvermögen, nämlich P-leitendes Selen und N-leitendes Kadmiumselenid, aneinandergrenzen. Wegen des Überganges von N-Leitung (Überschüsseleitung) auf P-Leitung (Defektleitung) besteht zwischen den beiden kontaktierenden Halbleitern eine Potentialdifferenz. Diese Spannung ist so gerichtet, daß sie die Ladungsträger beider Halbleiter von der Randschicht abweist, das heißt

Ing. Werner Aumann ist Leiter des Applikationslaboratoriums für Selengleichrichter der Standard Elektrik Lorenz AG, Geschäftsbereich Bauelemente, Nürnberg.

in das Innere der beiden Halbleiter drückt. Legt man am Gleichrichter den positiven Pol einer Spannung an die Anode des Gleichrichters (Trägerplatte), so kann ein Strom erst dann fließen, wenn die Potentialdifferenz kompensiert ist. Sie wird als Schwellen- oder Schleusenspannung bezeichnet und beträgt bei einem Selengleichrichter  $0,35 \dots 0,65$  V. Erst oberhalb dieser Schleusenspannung steigt der Strom annähernd linear mit der Durchlaßspannung an (Bild 2). Die Raumladungsschicht ist hierbei ganz zusammengezogen.

Legt man dagegen die positive Spannung in Sperrrichtung (das heißt an die Deckelektrode) an, so werden die Ladungsträger von der Randschicht fortgezogen. Die Raumladungsschicht dehnt sich also aus. Ein Strom fließt nur dann, wenn sich Ladungsträger in der Randschicht selbst bilden können. Dies erfolgt zum Beispiel durch thermische Energie, und daher hängt der Sperrstrom auch von der Temperatur ab. Da der Selengleichrichter jedoch ein

formierten Gleichrichterstreifen ( $500 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ ) mit Aluminium als Trägermaterial gestanzt und fallen direkt in Keramikröhren. Nach Erreichen der für die betreffende Ausführung erforderlichen Stückzahl (automatische Zähleinrichtung) wird eine definierte Spiralfeder eingelegt, um den erforderlichen Kontaktindruck herzustellen. Anschließend verschließt man das Röhren mit einer Kappe (Bild 3).

In einem Rohr lassen sich viele der kleinen etwa  $0,20 \text{ mm}$  dicken Plättchen in Serie schalten, so daß sich die Gleichrichter für jede gewünschte Spannung herstellen lassen. Da jedoch die Sperrspannungen der Platten beim Stanzen etwas abfallen, haben die fertigen Gleichrichterstäbe noch nicht die erforderliche Sperrspannung. Sie müssen daher nachformiert werden. Das erfolgt durch Belastung der Gleichrichter mit einer Spannung in Sperrrichtung. Die Sperrsicht wird dadurch weiter ausgebildet, so daß sich der Sperrwiderstand erhöht und somit der Sperrstrom verringert.

Ein speziell für diese Stäbe entwickeltes Verfahren reduziert diesen Nachformprozeß auf eine Dauer von wenigen Minuten, was eine rationelle Fertigung ermöglicht. Wichtig ist hierbei jedoch, daß die Verbesserung der Sperrleigenschaften zu keiner nennenswerten Verschlechterung der Durchlaßleigenschaften führt und eine annähernd gleichmäßige Sperrspannungsaufteilung innerhalb des Plattenstapels erreicht wird, die sonst einzelne Plättchen im Stapel überlastet würden. Im Anschluß an die Nachformierung werden die TV-Hochspannungsstäbe beschriftet, in Durchlaß- und Sperrrichtung elektrisch geprüft und dann verpackt.

Um diesen diffizilen Fertigungsprozeß wirtschaftlich abwickeln zu können, ist die Herstellung weitgehend automatisiert. Dabei wird der gesamte Ablauf durch Prüfseinrichtungen überwacht, und die Produkte werden einer sorgfältigen Qualitätskontrolle unterzogen. Dazu gehören vor allem auch umfangreiche Dauerversuche unter harten Betriebsbedingungen, wozu Stichproben aus der laufenden Fertigung entnommen werden.

## 3. Hochspannungserzeugung in Schwarz-Weiß-Fernsehempfängern

Bis vor etwa zwei Jahren wurde die Hochspannung für Schwarz-Weiß-Bildröhren ausschließlich mit einer Hochvakuum-Gleichrichterröhre aus den Zeilenrückschlagimpulsen gewonnen. An Stelle der Gleichrichterröhre verwendet man neuerdings einen Selen-TV-Hochspannungsstab, der folgende Vorteile bietet: hohe Zuverlässigkeit (bei richtigem Einsatz); praktisch keine Alterung in Durchlaß- und Sperrrichtung und somit lange Lebensdauererwartung; keine Anheizzeit und somit rascher erscheinendes Bild; einfache Montage mit entsprechender Halterung (Bild 4); einfache und daher billigere Schaltung für die Leuchtstoffunterdrückung, da sich die Bildröhrenspannung über den endlichen Sperrwiderstand des Hochspannungsgleichrichters sehr schnell entlädt; Ersatz der Röhre durch den TV-



Bild 3. Selen-TV-Hochspannungsgleichrichterstäbe von SEL

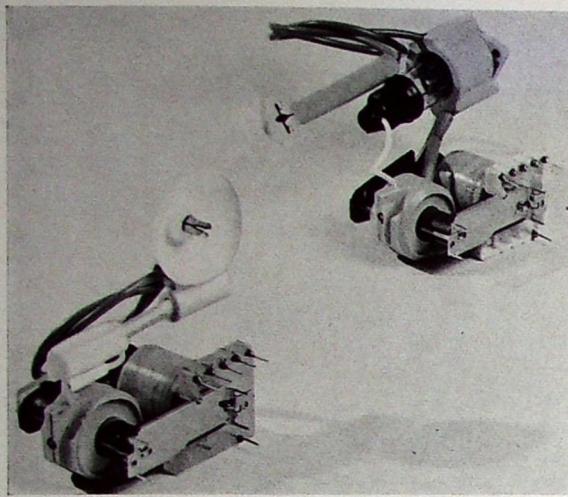


Bild 4. Größenvergleich zwischen einem Zeilentransistor mit der Röhre DY 86 und einer Ausführung mit dem Hochspannungsstab TV 18 (unten links)

sperrkennlinie zwar eine gute Beurteilung der Stäbe im Neuzustand erlaubt, jedoch nicht nach dem Betrieb mit Zeilenfrequenz. Wird dagegen für die Messung der Sperrkennlinien eine Spannung mit welliger Kurvenform verwendet, so erhält man eine Kennlinie, die den tatsächlich vorliegenden Sperrverhältnissen besser entspricht.

Ein echtes Kriterium für die Beurteilung des Sperrverhaltens ist dagegen die Stabtemperatur. Wie die Durchlaßkurven im Bild 6 zeigen, ist während einer Betriebsdauer von etwa 5000 Stunden nicht mit ansteigenden Durchlaßverlusten zu rechnen. Bleibt demnach die Stabtemperatur während eines Beobachtungszeitraumes weitgehend konstant, so kann daraus mit ausreichender Sicherheit geschlossen werden, daß sich die Sperrverluste (und somit der Sperrstrom) nicht erhöht haben. Diese Methode stellt unabhängig von angreifbaren Meßergebnissen mit unterschiedlichen Meßmethoden ein sicheres Merkmal für die noch vorhandene Brauchbarkeit eines unter Betriebsbedingungen geprüften TV-Stabes dar.

#### 4. Temperaturmessungen

Für die Bemessung der TV-Stäbe sowie für die Festlegung der bei Betriebsspannungen  $> 14 \text{ kV}$  erforderlichen Ableiterschleife sind Temperaturmessungen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen erforderlich. Da an den Hochspannungsstäben aber mitunter Wechselspannungen bis zu  $22 \text{ kV}_{\text{ss}}$  liegen, sind Messungen nach den üblichen Methoden, also mit Thermoelementen oder Halbleiterkontaktthermometern, nicht mehr durchführbar. Die be-

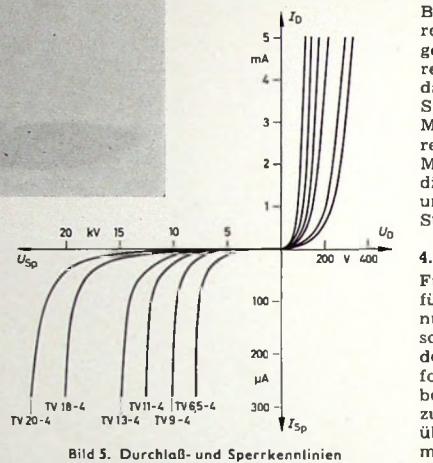


Bild 5. Durchlaß- und Sperrkennlinien von Hochspannungsgleichrichterstäben

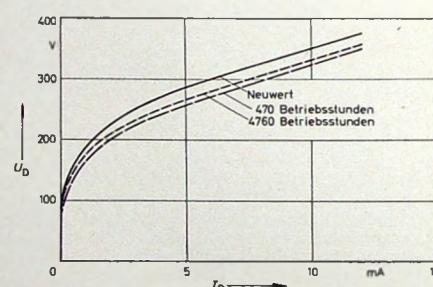


Bild 6. Durchlaßkennlinie des TV 18-4 in Abhängigkeit von der Betriebszeit bei Betrieb mit Zeilenfrequenz-Impulsspannungen

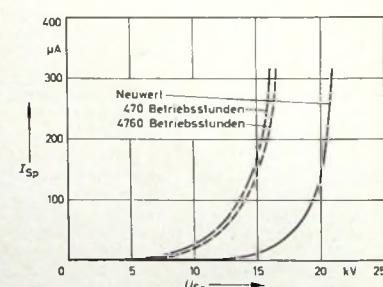


Bild 7. Sperrkennlinie des TV 18-4, gemessen mit Gleichspannung im Neuzustand und bei Betrieb mit Zeilenfrequenz-Impulsspannung

Temperaturerhöhung von  $\leq 10^\circ \text{C}$  infolge Sperrstromanstiegs. Eine Kontrolle der Sperrigenschaften nach beendeter Umformierprozeß ist mit der üblichen Gleichspannungsmessung jedoch nicht mehr möglich. Die dann beim Anlegen einer Gleichspannung ermittelten Meßwerte (Sperrströme) liegen weit über den Neuwert und würden bei Betrieb mit anderen Spannungsformen (zum Beispiel Zeilenimpulsen) keinen korrekten Aufschluß mehr über das wirkliche Sperrverhalten des betriebenen Selen-TV-Hochspannungsstäbes geben.

Bild 7

zeigt die mit Gleichspannung gemessenen Sperrkennlinien eines SEL-TV-18-Stabes vor und nach dem Betrieb mit Zeilenfrequenz. Man erkennt, daß dieser Stab infolge des bei der Gleichspannungsmessung ermittelten hohen Sperrstromanstieges unbedingt zerstört werden müssen, was jedoch nicht geschah. Man kann deshalb sagen, daß die Gleichspannungs-

rührungslose Temperaturmessung mit einem Infrarot-Thermometer dürfte wegen der hohen Anschaffungskosten für das Meßgerät im allgemeinen kaum in Frage kommen. Es empfiehlt sich daher, für diese Messungen Thermofarben oder Thermopapiere zu verwenden. Bei Erreichen einer bestimmten Temperatur schlägt die Farbe des auf dem Prüfling aufgeklebten Thermopapiers von Weiß auf Schwarz um. Das Papier muß jedoch richtig aufgeklebt und der Kleber trocken sein, da sonst bei der Messung Glimmentladungen auftreten und zu hohe Temperaturen vorgetäuscht werden.

#### 5. Kapazitive Belastung der TV-Stäbe

Der mit anderen Bauteilen zusammen eingeschaltete TV-Stab hat gegen den geerdeten Abschirmkäfig eine Kapazität (Bild 8). Diese hat aber eine zusätzliche Belastung der Gleichrichterplatten in Sperrrichtung sowie eine Erhöhung der Durchlaßver-

Stab ohne Abänderung des 3-H-Abgleichs, da die Röhrenkapazität und die Kapazität des TV-Stabes praktisch gleich sind.

Als nachteilig erweisen sich die für den TV-Stab maximal zulässige Umgebungstemperatur von  $60^\circ \text{C}$  und die bei Hochspannungen  $> 14 \text{ kV}$  in jedem Falle erforderliche kapazitive Entlastung sowie der meistens etwas schwierigere Einbau in bereits vorhandene Gerätekonzeptionen.

Die Qualität eines Gleichrichters hängt im wesentlichen von den Gesamtverlusten (Durchlaß- und Sperrverluste), der maximal zulässigen Nennsperrspannung und der maximal zulässigen Plattentemperatur sowie vom Dauerbetriebsverhalten ab. Je nach Anwendungsgebiet können diese Eigenschaften unterschiedliches Gewicht haben und müssen bei der Dimensionierung entsprechend berücksichtigt werden. Zum Beispiel besteht für die Erzeugung der Bildröhrenspannung mit Selen-TV-Hochspannungsstäben im Gegensatz zu Leistungsgleichrichtern die Forderung, den in den Gesamtverlusten etwa zur Hälfte enthaltenen Sperrverlustanteil durch besonders hochsperrende Selenplatten möglichst niedrig zu halten. Die Beurteilung der Qualität erfolgt durch Messung der Kennlinien in Durchlaß- und Sperrrichtung mit Gleichspannung. Bild 5 zeigt die bei Raumtemperatur mit Gleichspannung gemessenen mittleren Durchlaß- und Sperrkennlinien der SEL-TV-Typenreihe.

Die Änderung des Durchlaßverhaltens während des Betriebes mit Zeilenfrequenz ist im Bild 6 dargestellt. Der Durchlaßwiderstand und damit der Spannungsabfall ist gegenüber dem Neuwert bei Betrieb mit Zeilenrückschlagimpulsen niedriger und bleibt mit Sicherheit für einige tausend Betriebsstunden auch darunter. Mit einer Erhöhung der Durchlaßverluste innerhalb von etwa 6000 Stunden braucht man nicht zu rechnen.

Ganz anders scheinen jedoch die Verhältnisse in Sperrrichtung zu sein. Beim Betrieb mit Zeilenrückschlagimpulsen (15 bis 21 kHz) wird der Selen-TV-Stab mit einer Spannungsform belastet, die nicht der entspricht, mit der er formiert wurde. Da Selengleichrichter jedoch die Eigenschaft haben, sich innerhalb einiger Betriebsstunden an die neuen Spannungsverhältnisse anzupassen, führt dieser Umformierprozeß nur zu einer vorübergehenden

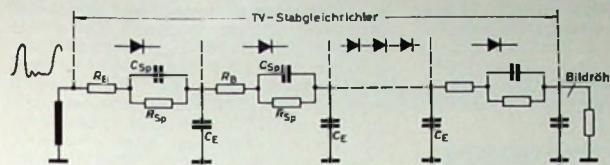


Bild 8. Ersatzschaltung eines Selen-TV-Hochspannungsgleichrichters mit eingezeichnet er Erdkapazität  $C_E$

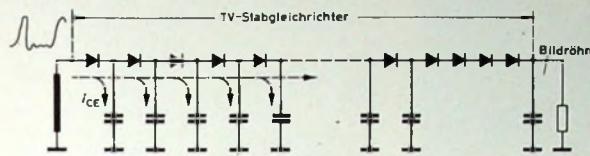


Bild 9. Hochspannungsgleichrichter mit belastendem Erdstrom

luste durch den Erdstrom  $i_{CE}$  (Bild 9) zur Folge. Die Zunahme der Gesamtverluste bewirkt, daß die Stabtemperatur innerhalb kürzester Zeit auf die Zerstörungstemperatur von etwa 130 bis 140 °C ansteigt. Man muß deshalb versuchen, diese Kapazität so zu verringern, beziehungsweise aufzuteilen, daß eine annähernd gleichmäßige Spannungs- beziehungsweise Temperaturverteilung über den Stab erreicht wird (Bild 10). Zur kapazitiven Ableitung müssen daher alle TV-Stabgleichrichter für Betriebsspannungen  $> 14$  kV eine Ableitsschleife (nach DBP 1064 642) erhalten. Für diesen Zweck hat sich je nach Stablänge und Typ eine 20 ... 35 mm lange, parallel zum Stab geführte Drahtschleife von etwa 3 mm Außendurchmesser als am einfachsten und billigsten erwiesen, die gleichzeitig den Anschluß zum Zeilentransformator herstellt. Bei sachgemäßem Einbau und gut arbeitender Ableitsschleife liegt die Oberflächentemperatur des Stabes bei Belastung mit den Nennbetriebsdaten höchstens um 20 °C über der Umgebungstemperatur. Bei einer maximal zulässigen Temperatur von 60 °C, wie sie in der Fernsehempfangstechnik gefordert wird, erhält man dann eine maximal zulässige Staboberflächentemperatur von 80 °C. Wird dieser Wert um 5 ... 10 °C überschritten, so ist trotzdem noch nicht mit einem Ausfall zu rechnen. Selbst kurzzeitige PlattenTemperaturen bis zu 110 °C führen im allgemeinen noch zu keinem Spontanausfall. Trotzdem sind die erhöhten Temperaturen möglichst zu vermeiden, da sonst mit einer rascheren Durchlaßalterung gerechnet werden muß.

## 6. Lebensdaueruntersuchungen

Für diese Zwecke standen aus verschiedenen Fertigungszeiträumen 200 Stäbe des Typs TV 18-4 zur Verfügung. Ein Teil davon wurde bei den Untersuchungen mit 200  $\mu$ A Strahlstrom, 18 kV Bildröhrenspannung und etwa 70 °C Stabumgebungstemperatur betrieben, während man den anderen Teil bei 45 ... 50 °C Stabumgebungstemperatur einem Wechselstrombetrieb (etwa 8 Stunden mit 200  $\mu$ A Strahlstrom bei 18 kV Bildröhrenspannung und etwa 16 Stunden mit 30  $\mu$ A Strahlstrom und 20 kV Bildröhrenspannung) unterworfen hatte. Die Ergebnisse dieser Lebensdaueruntersuchungen sind im Bild 11 zusammengestellt.

Diese Lebensdauerprüfungen haben ergeben, daß die bei Spannungen  $> 14$  kV erforderliche Ableitsschleife aus einem nicht entflammbaren, hochspannungsfesten PVC-freien Material (zum Beispiel Silikon) bestehen soll und daß die Halterung für den TV-Stab ebenfalls aus PVC-freiem Material (zum Beispiel Makrolon) hergestellt werden muß, da bei Verwendung

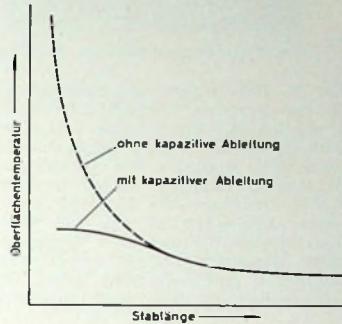


Bild 10. Temperaturverlauf längs eines Hochspannungsgleichrichterstabes

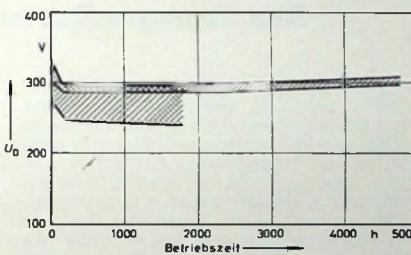


Bild 11. Durchlaßverhalten von 200 Hochspannungstäben TV 18-4 in Abhängigkeit von der Betriebszeit

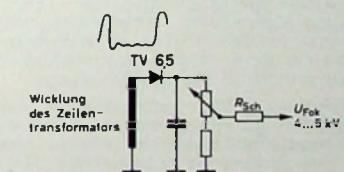


Bild 12. Gewinnung der Fokussierspannung für Farbbildröhren aus dem Zeilentransformator

von PVC infolge der stets leicht vorhandenen Corona-Entladungen die Gefahr von Salzsäurebildung besteht. Bei Berücksichtigung dieser Erkenntnisse ist die Zuverlässigkeit der SEL-Hochspannungsgleichrichterstäbe gewährleistet.

## 7. Hochspannungserzeugung für die Fokussierung der Farbbildröhre A 63-11 X

Für die Fokussierung der Farbbildröhre benötigt man eine Gleichspannung von 4 bis 5 kV, die ebenfalls durch Gleichrichter der Zeilenrückschlagimpulse gewonnen wird. Für diesen Anwendungsfall ist der Selen-Stabgleichrichter TV 6,5 bestimmt.

Er kann entweder mit Kappen oder mit Drahtanschlüssen geliefert werden und ersetzt die bisher verwendete Gleichrichteröhre DY 51 einschließlich Sockel und Heizschleife (Bild 12). Neben technischen und konstruktiven Vorteilen vermindern sich dadurch auch die Materialkosten.

## 8. Hochspannungserzeugung mit Selen-TV-Hochspannungsstäben in Kaskadenschaltung

Bei Kaskade geschalteten Selen-TV-Stäben läßt sich auf verhältnismäßig einfache Weise eine Spannungsvervielfachung fast beliebiger Höhe erreichen. Die Grundausführung ist die sogenannte Villard-Schaltung (Bild 13), mit der sich eine Spannungsverdopplung ergibt. Diese Schaltung hat den gleichen Aufbau wie eine normale Einphasen-Kondensatororschaltung, jedoch mit dem Unterschied, daß die Gleichspannung nicht am Kondensator, sondern am Ventil abgenommen wird. Im Leerlaufbetrieb mit Wechselspannung lädt sich der Kondensator bereits in der ersten Halbwelle auf den Scheitelwert der Transformatorschaltung auf und behält diese Ladung im Idealfall. Hierzu addiert sich dann noch der Scheitelwert der zweiten Halbwelle der Transformatorschaltung, so daß sich der im Bild 14 gezeigte Spannungsverlauf am Ausgang der Schaltung ergibt. Am Gleichrichter liegt im Leerlauf

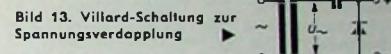


Bild 13. Villard-Schaltung zur Spannungsverdopplung

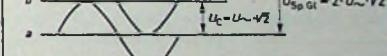


Bild 14. Spannungsverlauf am Ausgang der Verdopplerschaltung

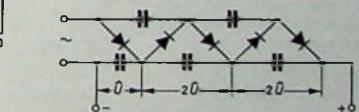


Bild 15. Schaltung zur Spannungsverlängfachung

als Sperrspannung demnach  $2 \cdot U_{\text{AC}} \cdot \sqrt{2}$ , also der doppelte Scheitelwert der Transformatorschaltung.

Mit der am Kondensator stehenden Ladespannung kann in Reihenschaltung mit der Speisespannung des Transformatoren ein zweiter Kondensator aufgeladen werden. Das bedeutet, daß sich durch Hinzufügen eines weiteren Kondensators und Gleichrichters zu der Grundschaltung eine Spannungsverdopplung (im Leerlauf) ergibt. Durch Hinzuschalten weiterer Kondensatoren und Gleichrichters ist eine  $n$ -fache Spannungsvervielfachung erreichbar.

Die Schaltung nach Bild 15 ergibt eine Spannungsverlängfachung, wenn man die Kaskade mit Wechselspannung speist. Da aber diese fünfstufige Kaskade bei der Erzeugung der Bildröhrenspannung in Fernsehgeräten aus der Rückschlagspitzenspannung vom Zeilentransformator betrieben wird, lädt sich nur eine Spannungsverdreifachung erreichen. Der Grund dafür ist, daß die Rückschlagspitzenspannung praktisch nur aus positiven Halbwellen besteht, die vervielfacht werden.

Mit der Vervielfacherschaltung kann man die für die Bildröhre von Farbfernsehgeräten erforderliche Hochspannung von 25 kV mit geringem Aufwand erzeugen, weil für die Ansteuerung der Kaskade nur eine Rückschlagspitzenspannung von etwa

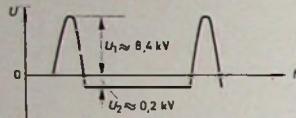


Bild 16. Kurvenform der Rückschlagspitzenspannung von etwa 8,6 kV<sub>ss</sub> aus dem Zeilentransformator

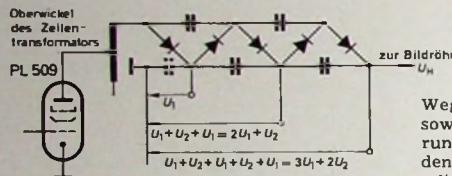


Bild 17. Spannungsaufteilung bei Hochspannungsgleichrichtern in Kaskadenschaltung

8,6 kV (Bild 16) erforderlich ist. Diese Spannung steht zur Verfügung, wenn die Wicklung des Zeilentransformators am Anodenanschluß der PL 509 (etwa 7 kV Spitzenspannung) um einige Windungen vergrößert wird (Bild 17). Der in den bisherigen Schaltungskonzeptionen vorhandene Hochspannungswickel ist daher nicht mehr erforderlich.

Die SEL-Kaskade TM 25-4 w (Bild 18) besteht aus fünf Selenhochspannungsgleichrichterstäben TV 9 und fünf hochspannungsfesten Kondensatoren. Gleichrichter und Kondensatoren sind für 30 kV maximale Ausgangsgleichspannung ausgelegt.

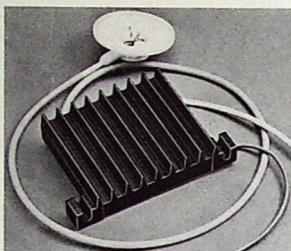


Bild 18. Hochspannungskaskade TM 25-4 w

Wegen der Überschlags- und Sprühgefahr sowie zur besseren Verlustwärmeverteilung werden die Gleichrichter und Kondensatoren in ein Gehäuse eingebaut und mit Gießharz vergossen. Die Oberflächentemperatur der Kaskade darf während des Betriebes mit Nenntemperatur 75 °C nicht überschreiten. Prinzipiell ist für die Spannungsvervielfachung der an Masse geschaltete Kondensator nicht erforderlich. Durch seinen Anschluß wird jedoch die Bildröhrenkapazität vergrößert und damit

die Hochspannungsstabilität wesentlich verbessert. Mit der Kaskade TM 25-4 w und dem SEL-Zeilen- und Ablenktransistor „FAT 909-2“ kann man bei einer Strahlstromänderung von 1400  $\mu$ A einen Innenwiderstand der Hochspannungsquelle von etwa 1,25 MΩ bei einer Bildbreitenänderung von insgesamt 5 mm einstellen. Ferner lassen sich mit der Kaskadenkonzeption die Nachteile der bisherigen Zwei-Transformator-Lösung (großer Aufwand und verhältnismäßig großer Platzbedarf) und der Ein-Transformator-Schaltung mit Ballaströhre (Preis der Ballaströhre sowie voll belastete Bauteile) vermeiden. Außerdem kann von der Kaskade über einen Spannungsteiler die Fokussierspannung für die Farbbildröhre entnommen werden, so daß man die Gleichrichteröhre DY 51 mit Sockel einspart. Da dabei die Fokussierspannung mit der Hochspannung der Bildröhre fest verkoppelt ist, bleibt auch bei Hochspannungsschwankungen die Bildschärfe erhalten. Die Daten der SEL-Hochspannungskaskade TM 25-4 w sind in Tab. I zusammengegestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß mit dieser einfachen, service-freundlichen Kaskadenkonzeption gegenüber der bisherigen Zwei-Transformator- und der Ein-Transformator-Lösung mit Ballaströhre eine größere Betriebssicherheit zu erwarten ist, da die kritischen Bauelemente wie Hochspannungswickel, Ballaströhre, Heizschleife und Gleichrichteröhre entfallen.

## Das fotografierte Farbfernsehbild

Tab. I. Vorläufige Daten der Kaskade TM 25-4 w

Elektrische Kenndaten mittlerer differentieller Durchlaßwiderstand $R_D$ der	
TV 9-Stäbe	6 kΩ
Betriebskapazität $C_{Befr}$ der Hochspannungskondensatoren	2 nF
Schutzwiderstand $R_{Sch}$	2,2 kΩ
Betriebsdaten	
Horizontalfrequenz $f_H$	15,6 kHz
Eingangsimpulsspannung $U_{E, s}$	8,6 kV
abgegebene Gleichspannung für die Fokussierung $U_{Fok}$	$\approx 7$ kV
abgegebene Gleichspannung $U_H$	25 kV
Gleichstrom $I$	$\leq 1,5$ mA
Maximale Betriebsdaten	
Eingangsimpulsspannung $U_{E, s \text{ max}}$	9,4 kV
abgegebene Gleichspannung $U_{H \text{ max}}$	27,5 kV
Gleichstrom $I_{\text{max}}$	1,5 mA
Umgebungstemperatur $\vartheta_u$	60 °C
Oberflächentemperatur der Kaskade $\vartheta_K$	75 °C
Für die Geräteeinstellung ist kurzzeitig ( $\leq 4$ min) $I = 2,5$ mA zulässig. Die maximalen Betriebswerte von Gleichspannung und Gleichstrom dürfen nicht gleichzeitig auftreten.	
Absolute Grenzdaten	
Eingangsimpulsspannung $U_{E, s}$	10,4 kV
abgegebene Gleichspannung $U_H$	30 kV
Abmessungen	
Breite	96 mm
Höhe	85 mm
Tiefe	28 mm

Zu Beginn der Sendereihe „Aktenzeichen XY ... ungelöst“, in der polizeiliche Fahndungsfotos gezeigt werden, gab das Zweite Deutsche Fernsehen einen Tip, wie diese Fotos vom Fernsehschirm fotografiert werden können. Für einen 24-DIN-Schwarz-Weiß-Film wurden Blende 4 und eine Belichtungszeit von  $1/15$  s empfohlen, für einen 27-DIN-Film Blende 5,6 bei ebenfalls  $1/15$  s. Inzwischen haben viele Zuschauer auch über diese Sendung hinaus Freude an der Bildschirm-Fotografie gefunden, und seit das Farbfernsehen eingeführt ist, vergrößert sich auch ständig die Zahl derjenigen, die vom farbigen Bildschirm Aufnahmen machen möchten. Ihnen sollen nachstehend einige praktische Tips gegeben werden.

Voraussetzung für Farbaufnahmen vom Bildschirm ist ein hochempfindlicher Belichtungsmesser. Farbfilme müssen nämlich viel genauer als Schwarz-Weiß-Material belichtet werden. Wie für Schwarz-Weiß-Aufnahmen, gilt aber auch für das farbige Fotografieren: Die Belichtungszeit darf nicht kürzer als  $1/15$  s sein, weil auch das farbige Fernsehbild in  $1/15$  s aufgebaut wird. Bei kürzeren Belichtungszeiten entstehen auf dem Filmbild Dunkelzonen (bei Schlitzeverschlußkameras in schräger Lage, bei Kameras mit Zentralverschluß waagerecht). Die relativ geringe Empfindlichkeit der heutigen Farbfilme macht jedoch auf jeden Fall eine längere Belichtungszeit als  $1/15$  s notwendig.

Der Fotoapparat muß so weit vom Fernsehgerät auf einem Stativ befestigt werden, daß die Farb-Leuchstoffpunkte der Bildröhre nicht mehr isoliert wahrgenommen werden können, das heißt nicht näher als 90 cm. Der Raum sollte abgedunkelt

werden, und der Fernsehschirm darf keine Raumdetails spiegeln.

Bei Aufnahmen mit Farbumkehrfilm (da ist Tageslichtfilm zu verwenden) wird zunächst der Hell-Dunkel-Kontrast durch getrennte Messungen der hellsten Bildpartie und der dunkelsten Bildpartie ermittelt. Dazu stellt man die Helligkeit so ein, daß die schwarzen Stellen des Fernsehbildes gerade noch als solche zu erkennen sind. Die beiden Meßwerte sollten nicht mehr als drei Blendenwerte auseinanderliegen. Ist der Kontrast jedoch größer, dann muß er mit Hilfe des Kontrastreglers am Fernsehgerät verkleinert werden. Der Mittelwert beider Messungen ist der Blendenwert für die Aufnahme. Es empfiehlt sich jedoch, zusätzliche Aufnahmen mit einem halben Blendenwert größer und einem halben Blendenwert kleiner zu machen, um auch geringfügige farbbeinflussende Fehler auszugleichen.

Bei der Verwendung von Farbnegativfilm genügt meistens eine Aufnahme, da dieses Material einen größeren Belichtungsspielraum hat und kleine Farbabweichungen beim Kopieren noch korrigiert werden können. Die Kontrastmessungen entsprechen denen bei Umkehrmaterial. Hierbei sollte jedoch der Kontrast zweieinhalf Blendenwerte nicht überschreiten, weil Colorpapier keine größeren Kontraste wiedergeben kann. Für beide Filmarten gilt jedoch, daß bei längeren Belichtungszeiten ( $> 1$  s) auftretende Farbverschiebungen durch Farbfilter bei der Aufnahme korrigiert werden müssen. Farbfilter werden von den Filmherstellern in verschiedenen Farben und Dichten geliefert.

(Nach einer Mitteilung des ZDF)

## Semiprofessionelle Video-Recorder

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 22, S. 850

## 6.2. Servosteuerung für die Videoköpfe beim „VR 650“

Das Prinzip der Kopf-Servosteuerung beim „VR 650“ ist im Bild 19 dargestellt. Während des Aufzeichnungsvorganges wird dem ankommenden Videosignal der V-Synchronimpuls entnommen, daraus ein trapezförmiger Impuls erzeugt und dieser mit einem 100- $\mu$ s-Rechteckimpuls verglichen.

wieder. Die vom Kopfrad abgeleiteten Tachoimpulse werden, von der Kopf-Servosteuerung kommend, dem Phasenvergleich des Bandtransport-Servos zugeführt. Die Breite dieser Impulse lässt sich mit Hilfe der Einstellregler für die Spurlage verändern. Bei der Aufzeichnung dienen außerdem noch 25-Hz-Impulse dem Phasenvergleich.

zwei Phasen erzeugt. Die Motorsteuer-  
spannung beträgt 260 V<sub>ss</sub>.

Bei Wiedergabe werden dem Phasenvergleich die 25-Hz-Tachoimpulse und die Kontrollspurimpulse vom Band nach ent-

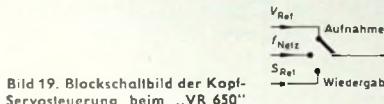
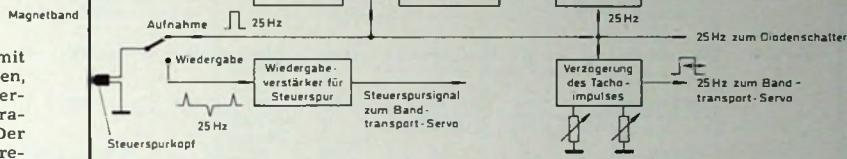


Bild 19. Blockschaltbild der Kopf-Servossteuerung beim „VR 650“



chen. Sobald die Kopfradimpulse nicht mit den V-Synchronimpulsen übereinstimmen, liefert der Phasenvergleich eine Fehlerspannung, die einen astabilen Multivibrator steuert, der mit 100 Hz schwingt. Der erzeugte 100-Hz-Impuls wird in einem Frequenzteiler auf 50 Hz geteilt. Im Motorverstärker werden diese 50-Hz-Impulse verstärkt und steuern über eine Brückenschaltung den Kopfradmotor.

Das Kopfrad, das aus nichtmagnetischem Material besteht, trägt am Rande zwei um  $180^\circ$  versetzte Fe-Stifte A und B (ein dritter Fe-Stift C ist gegen A um  $15^\circ$  versetzt), die beim Vorbeilaufen an einem Tachokopf 50-Hz-Impulse erzeugen. Die vom Kopfrad abgeleiteten Impulse gelangen über eine Torschaltung zu einem Frequenzteiler 1:2. Die so entstandenen 25-Hz-Impulse steuern einen Impulsgenerator, der 100- $\mu$ s-Impulse für den Phasenvergleich abgibt. Die 25-Hz-Impulse vom Frequenzteiler werden auch dem Steuerspurenkopf zugeführt, der sie auf dem unteren Bandrand aufzeichnet. Bei Wiedergabe wird für den Phasenvergleich entweder ein von der Netzfrequenz abgeleitetes Signal ( $f_{\text{Netz}}$ ) oder ein von einem Taktgeber abgegebenes Signal ( $S_{\text{Ref}}$ ) als Referenzsignal benutzt. Die Steuerspuren signale vom Band werden über einen Wiedergabeverstärker dem Bandtransport-Servo zugeführt.

Bild 20 veranschaulicht den Kopf-Band-Kontakt beim „VR 650“. Die Bewegung des Magnetbandes und der Videoköpfe sowie der Kopfvorsprung sind schematisch dargestellt. Für den Bandandruck links und rechts der Bandtrommel gilt

$$T_{\text{out}} = T_{\text{in}} \cdot e^{\mu \sigma}, \quad (6)$$

$$k = \frac{T_{\text{out}}}{T_{t_0}} = e^{\mu \phi} . \quad (7)$$

Darin ist  $T_{out}$  der Bandandruck links (Bandzug),  $T_{in}$  der Bandandruck rechts,  $\mu$  der Reibungskoeffizient,  $\varphi$  der Umschlingungswinkel und  $k$  der minimale Reibungsfaktor.

### 6.3. Bandtransport- Servosteuerung des „VR 650“

Bild 21 gibt das vereinfachte Blockschaltbild für die Bandtransport-Servosteuerung

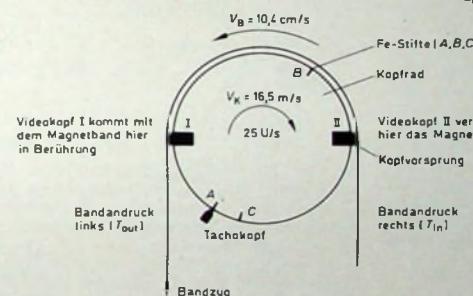


Bild 20. Kopf-Band-Kontakt beim „VR 650“ (Bewegung des Massenthaders und des Kopfzuges)

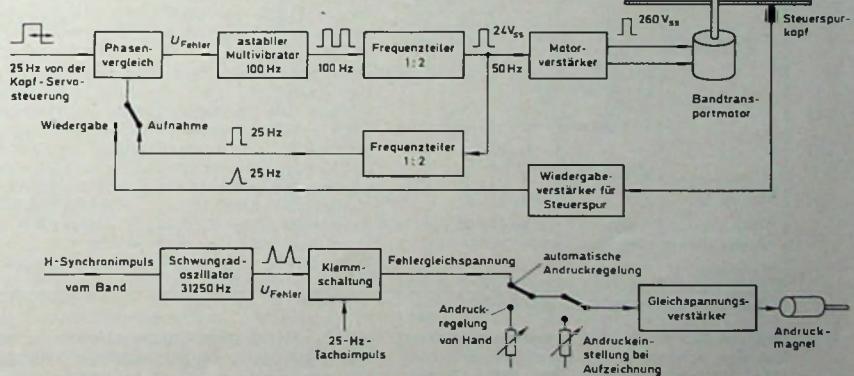


Bild 22. Grundprinzip des Bandandruck-Servos des „VR 650“

Ein astabiler Multivibrator erzeugt 100-Hz-Impulse, die über zwei Frequenzteiler laufen, so daß 25 Hz entstehen. Der astabile Multivibrator wird durch die Fehlerspannung nachgesteuert. Der Motorverstärker erhält 50-Hz-Impulse ( $24 V_{ss}$ ), aus denen eine Thyristor-Brückenschaltung im Motorverstärker für den Bandtransportmotor

sprechender Verstärkung und Impulsformung zugeführt, wodurch die Regelung bewirkt wird.

#### 6.4. Bandandruck-Servo beim „VR 650“

Um Bandveränderungen, die infolge von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankun-

Tab. I. Technische Daten von semiprofessionellen Video-Recordern

Hersteller	Typ	Anzahl der Videoköpfe	Magnetbandbreite	Aufzeichnungsgeschwindigkeit $v_A$ m/s	Bandgeschwindigkeit $v_B$ cm/s	Umschlingungswinkel $\varphi$	Trommeldurchmesser $D_{Tr}$ cm	Grenzfrequenz, Auflösung	Signal-Rausch-Abstand dB	Speicherzeit $t_{sp}$ min	Fernsehnorm (Anzahl der Zeilen)	Bosonderheiten, Zusatzeinrichtungen
Ampex	VR 650, VR 660	2	2"	16,51	10,1 (50 Hz) 9,4 (60 Hz)	360°	17,78	3 MHz ± 3 dB	40	180 300	625 525	Standbildwiedergabe
	VR 7000	1	1"		24			3,5 MHz ± 3 dB	40	60	525	
	HVR	2	1"		12 24			2 MHz 3,2 MHz	60 120	60 120	525	
									60	625		
Blaupunkt	BG 3001	2	1/2"		19,05	360° (α-Bandführung)						
Concord	VTR 600		1/2"		30,5					60	525	
Dage	DV-300	2	1"		15				38	63	525 625	Adapter „F-300“, Regenerierverstärker
Graetz	MF 300	2	1/2"		17,8			3 MHz	> 40	60	625	
Grundig	BK 100	1	1"	24,2	19,05	350° (Helix-Verfahren)	15,4	2,5 MHz — 3 dB	40	90	625	
	BK 200	2	1"	24,2	21	190° (Helix-Verfahren)	16,4	4 MHz ± 3 dB	40	75	625	Standbildwiedergabe
Ikegami	TVR-301	2	2/3"		30,5			2,7 MHz	40	45		
	TVR-301-3E	2	1/2"		25,4			2,2 MHz	40	64		
	TVR-311 E	2	1"		25,4			3 MHz	40	70		
Loewe Opta	Optacord 500	1	2"	25	19,05	360° (α-Bandführung)	15,9	3,5 MHz	≥ 40	105	525 625	Farbzusatzgerät „79690“
	Optacord 600	1	1"	19	15,2	360° (α-Bandführung)	12,2	2,5 MHz	≥ 40	60	625	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe, Farbzusatzgerät „79690“
	Optacord 602/603 S	1	1"	19	15,22 <sup>1)</sup> 21,25 <sup>2)</sup>	360° (α-Bandführung)	2,5 MHz ± 3 dB 2,5 MHz — 6 dB	≥ 27 100 <sup>1)</sup> 72 <sup>2)</sup>	625			
Machtronics	MVR 15	1	1"		19,05	180°		3,5 MHz	38	96	525	
Matsushita	MVR 65	2	1"	≈ 14	19,05			4,5 MHz	40	96	525	
		2	1"		28			2,5 MHz	40	60	525	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe, Farbzusatzgerät
Philips	Video Master	2	1"		16,2			3 MHz	40	60	625	
	EL 3400	1	1"	23,5	19,05	360° (Ω-Bandführung)	15,02	≥ 2,5 MHz	> 40	45	625	Farbzusatzgerät „EL 1801“
	EL 3402	1	1"			360° (α-Bandführung)		3,3 MHz		70	625	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe, Farbzusatzgerät „EL 1801“
Precision	PI-3V	2	1"		19,05			3,5 MHz	38	96		
Shibaden	SV-700		1/2"		19,05			3 MHz	36	60		
Sony	PV-100	2	2"		12,56			300 Zeilen	> 40	73	525	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe
	EV-200	2	1"		14,6 19,81			320 Zeilen	> 42	63	625	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe
	SV-300	2	1/2"		19,05			180 Zeilen	> 40	60		
	PV-120U, PV-120UE	2	2"	≈ 15	10,79 12,56			330 Zeilen	> 40	90	525	Zeitlupen- und Standbildwiedergabe
	TCV-2010	2	1/2"		19,05			280 Zeilen		60	625	
	CV-2100CE	2	1/2"		29,14	160°	18	200 Zeilen	> 40	40	405	elektronische Schnittvorrichtung, Standbildwiedergabe
Toshiba	HVT recorder	2	1/2"		19,05					625 819		
Victor Co.		1	2"	≈ 40	38			≈ 4 MHz — 6 dB		65		
Westel Co.	WTR 100	2	2"	≈ 38	≈ 38			≈ 4 MHz		30		
Wollensack 3 M	VTR 150	1	1/2"		19,05			2 MHz	35	60		

<sup>1)</sup> Eigenwiedergabe; <sup>2)</sup> für Bandaustausch

gen entstehen können, entgegenzuwirken, hat der Ampex-Video-Recorder „VR 650“ eine Servoeinrichtung, die diese Fehler ausgleicht. Bild 22 zeigt das Grundprinzip des Bandandruck-Servos. Die Bandandrucksteuerung arbeitet mit zwei Regelkreisen. Zuerst wird die Frequenz eines Schwungradoszillators mit den vom Band kommenden separierten  $H$ -Synchronimpulsen verglichen. Zwischen der entstehenden Fehlerspannung und den 25-Hz-Tachosignalen erfolgt dann nochmals ein Vergleich. Die Fehlereigenschaftspannung wird

einem Gleichspannungsverstärker zugeführt, der die Andruckmagnetspule speist.

Bei Wiedergabe wird das Magnetband durch einen Führungshebel, der mit der Andruckmagnetspule in Verbindung steht, entsprechend der Regelung mehr oder weniger stark gedehnt. Neben der automatischen Andruckregelung kann der Bandandruck auch von Hand eingestellt werden. Während der Aufzeichnung erhält der Gleichspannungsverstärker eine fest eingestellte Spannung, so daß der Bandandruck dann konstant ist.

## 7. Geräte mit feststehendem Videokopf

Die Geräte mit feststehendem Videokopf arbeiten meistens mit Direktaufzeichnung und zeichnen die Spuren in Längsrichtung auf das Magnetband. Das Band ist im allgemeinen schmal (1/4 oder 1/2"). Die Bandgeschwindigkeiten haben Werte von 76, 152, 228, 305, 380, 500 und 600 cm/s. Die obere Grenzfrequenz liegt bei 1 ... 2 MHz, und der Signal-Rausch-Abstand ist rund 30 dB. Es werden maximale Speicherzeiten von 100 min erreicht. In den USA sind

diese Geräte der einfachsten Ausführung bereits für 300 ... 500 Dollar erhältlich.

Folgende Firmen haben derartige Geräte entwickelt: Akai („VX 1100“), BBC („Vera“), Illinois Institut of Technology, Fairchild („V 5000“), RCA, PAR Vision, Wesgrove („VVKR-500“).

## 8. Farbtüchtige Video-Recorder

Farbzusätze oder farbtückige Geräte sind für den semiprofessionellen Bereich und für den Heimgebrauch ebenfalls von einigen Firmen entwickelt worden. So haben sich neben ausländischen Herstellerfirmen

tungen benötigt, über die das bereits umgewandelte Signal geleitet wird.

Das andere Verfahren (Philips, Loewy Opta) arbeitet bei der Aufnahme mit zwei Trägerfrequenzen, die bei etwa 3,3 MHz und 800 kHz liegen. Das Helligkeits- oder Luminanzsignal wird mit 3,3 MHz, die Farbdifferenzsignale  $U = (B - Y)$  und  $V = (R - Y)$  werden mit 800 kHz frequenzmoduliert.

### 8.1. Tripal-Verfahren

Die Erzeugung des zeilensequentiellen Signals für die Aufzeichnung (Bild 23) er-

trennt. Die Farbartsignale werden über einen Tiefpaß zu einem Modulator geführt, in dem sie eine quarzstabile Frequenz von 4,43 MHz modulieren. Diese Modulation ist erforderlich, um in den richtigen Arbeitsbereich der sich anschließenden Verzögerungsleitungen zu gelangen. Am Ausgang der beiden Verzögerungsleitungen liegen Transformatoren, die den Spannungsabfall ausgleichen.

Das vom Modulator kommende Signal wird direkt zum elektronischen Schalter (Dreifach-Diodenschalter) geführt. Außerdem gelangt es um 64 und 128 µs vor-

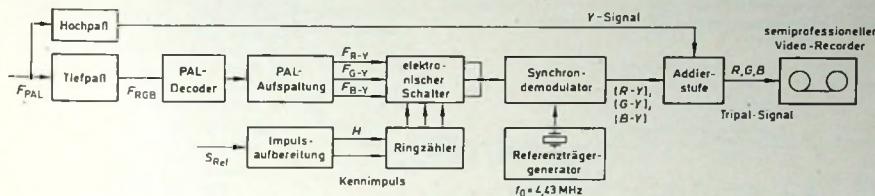


Bild 23. Aufzeichnung nach dem  
Tripal-Verfahren

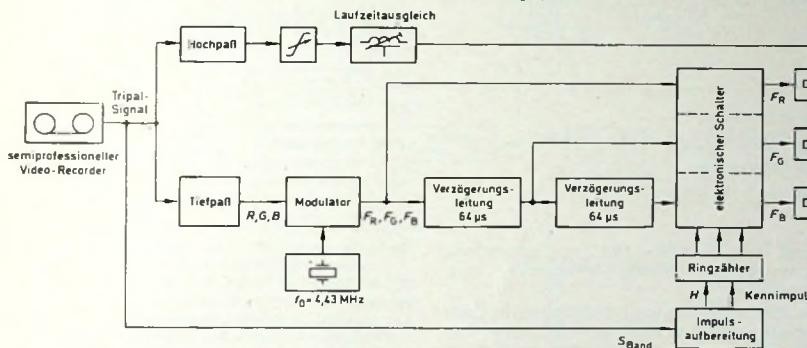
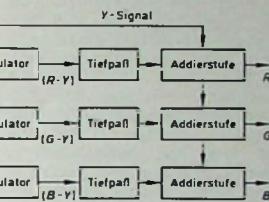


Bild 24. Wiedergabe nach dem  
▼ Tripal-Verfahren



gert zum elektronischen Schalter. Dieser wird ebenfalls vom Ringzähler gesteuert, dem man die vom Band kommenden Impulse über die Impulsaufbereitungsstufe zuführt. Vom elektronischen Schalter gelangen die Signale jeweils über einen Demodulator zur Beseitigung des 4,43-MHz-Farbrägers und einen Tiefpaß zu Addierstufen, in denen das Y-Signal, das über einen Hochpaß ausgefiltert wurde, hinzugefügt wird.

folgt in einem PAL-Decoder [11, 12, 13]. Nach einer Signalaufspaltung werden die Farbrührer  $F(R - Y)$ ,  $F(G - Y)$  und  $F(B - Y)$  die jeweils mit den Farbdifferenzsignalen  $(R - Y)$ ,  $(G - Y)$  beziehungsweise  $(B - Y)$  moduliert sind, entnommen. Diese drei Farbrührer (deshalb „Tripal“ genannt) werden einem elektronischen Schalter (Diodenschalter) zugeführt, der die zeilensequentielle Schaltung der drei modulierten Träger bewirkt.

Der elektronische Schalter wird von einem Ringzähler gesteuert, der wiederum den  $H-$  und den Kennimpuls von der Impuls- aufbereitungsstufe erhält. Auf den elektronischen Schalter folgt der Synchron- demodulator (Drei-Achsen-Decoder). In ihm erfolgt die Demodulation, bei der die schmalbandigen Farbdifferenzsignale ( $R - Y$ ), ( $G - Y$ ) und ( $B - Y$ ) entstehen, die in der Addierstufe mit dem breitbandigen  $Y$ -Signal (Leuchtdichtesignal) vereint werden. Der Frequenzbereich für die Farbinformation ist 0 ... 800 kHz und für das Leuchtdichtesignal 0,6 ... 2 MHz.

Bei der Aufzeichnung muß ein möglichst großer Anteil des Y-Signals (Leuchtdichteanteil) übertragen werden, da dieses hauptsächlich die Bildschärfe beeinflußt. Bei den RGB-Signalen genügt es dagegen nur die für die Aufzeichnung notwendigen Signaleile heranzuziehen. Von der Addierstufe gelangt das so aufbereitete zeilensequentielle Triphal-Signal zu einem semi-professionellen Video-Recorder.

Bei der Wiedergabe (Bild 24) werden durch eine Frequenzweiche zunächst Farbart- und Leuchtdichtesignal voneinander ge-

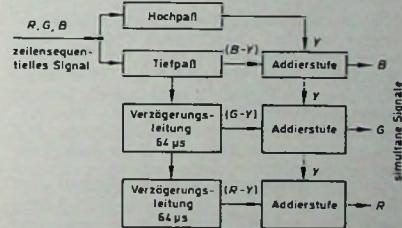


Bild 25. Prinzip der Umwandlung eines zeilen-  
sequentiellen Signals in ein simultanes Signal

Das auf diese Weise entstandene simultane Signal wird einem Farbmonitor zugeführt. Bild 25 verdeutlicht die Umwandlung eines zeilensequentiellen Signals in ein simultanes Signal.

## 8.2. Verfahren von Philips und Loewe Opta

Bei diesem Verfahren wurde das Ziel, Farbbilder mit Hilfe semiprofessioneller Video-Recorder zu speichern, bei der Aufzeichnung durch zwei Trägerschwingungen und bei der Wiedergabe durch nur eine Verzögerungsleitung erreicht [14].

Bei der Aufzeichnung (Bild 26) läuft das PAL-codierte Signal ( $F_{PAL}$ ) über eine Fre-

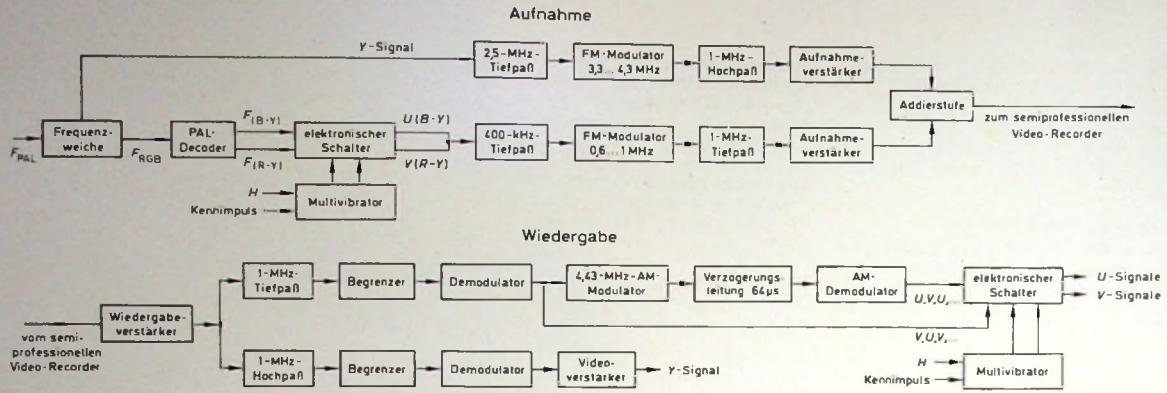


Bild 26 (oben). Verfahren mit zwei Trägern und einer Verzögerungsleitung

quenzweiche, die das Leuchtdichte- vom Farbtdsignal trennt. Nach entsprechender Decodierung, zeilensequentieller Umschaltung und Demodulation werden die beiden Farbdifferenzsignale  $V = (R - Y)$  und  $U = (B - Y)$  über einen 400-kHz-Tiefpaß dem FM-Modulator zugeführt. Das Y-Signal gelangt über einen 2,5-MHz-Tiefpaß zum FM-Modulator. Das frequenzmodulierte Y-Signal wird über einen 1-MHz-Hochpaß und einen Aufnahmeverstärker zur Addierstufe geführt. Die frequenzmodulierten Farbdifferenzsignale werden durch den 1-MHz-Tiefpaß von den Seitenbandsfrequenzen oberhalb 1 MHz befreit und nach Verstärkung mit dem Y-Signal additiv gemischt. Das Mischprodukt lässt sich dann auf einem semiprofessionellen Video-Recorder aufzeichnen.

Bei der Wiedergabe wird das vom Video-Recorder kommende Signal zunächst verstärkt und dann sowohl über einen 1-MHz-Hochpaß als auch über einen 1-MHz-Tiefpaß geführt, um Y-Signal und Farbdifferenzsignale voneinander zu trennen. Danach werden beide Signalarten begrenzt und demoduliert. Das Y-Signal wird anschließend verstärkt und steht dann für die Mischung mit den U- und V-Signalen in der Addierstufe zur Verfügung.

Die demodulierten Farbdifferenzsignale  $U$  und  $V$  werden unverzögert und um 64 us verzögert einem elektronischen Schalter zugeführt, der die richtige Schaltfolge aller U- und V-Signale sicherstellt. Das zu verzögern Signal muß wegen des Arbeitsbereichs der Verzögerungsleitung (3,6 bis 5,2 MHz) zunächst einem 4,43-MHz-Träger aufmoduliert und nach Durchlaufen der Verzögerungsleitung wieder demoduliert werden. Der elektronische Schalter wird von einem Multivibrator gesteuert, dem man die vom Band abgenommenen  $H$ - und Kennimpulse zuführt.

### 8.3. FAM-Verfahren

Das vom IRT in München entwickelte FAM-Verfahren [15] wurde auf der diesjährigen FTG-Tagung in Saarbrücken vorgestellt [16]. Es berücksichtigt besonders die geringere Bildstabilität bei semiprofessionellen Video-Recordern. Wegen des größeren Zeitfehlers wird hierbei eine Modulationsart gewählt, die die Farbaufzeichnung bei Wiedergabe gegen die zeilenmäßigen Phasenschwankungen unempfindlicher macht.

Das FAM-Verfahren beruht auf einer simultanen Wiedergabe. Modulations- und Demodulationsvorgang erfordern keinen allzu großen schaltungstechnischen Auf-

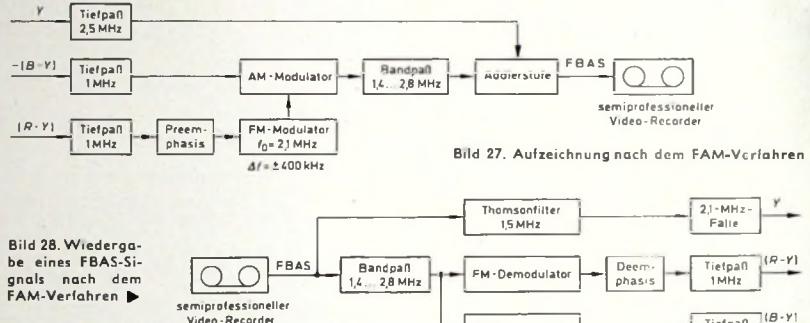


Bild 28. Wiedergabe eines FBAS-Signals nach dem FAM-Verfahren ►

wand. Das Verfahren ist bei Verwendung eines entsprechenden Tiefpasses auch kompatibel.

Bei der Aufzeichnung (Bild 27) werden die Signale  $-(B - Y)$  und  $(R - Y)$ , ohne daß eine zeilenweise Umschaltung erfolgt, je einem 1-MHz-Tiefpaß zugeführt. Das  $(R - Y)$ -Signal wird vorverzerrt (Preemphasise) und moduliert im FM-Modulator eine 2,1-MHz-Frequenz mit einem Frequenzhub von  $\Delta f = \pm 400$  kHz. Dieser bereits frequenzmodulierte Farbräger wird im AM-Modulator mit dem  $-(B - Y)$ -Signal amplitudenmoduliert. Der Farbräger durchläuft anschließend einen Bandpaß von 1,4...2,8 MHz. Danach erfolgt eine Addition mit dem Leuchtdichtesignal Y, dessen Bandbreite etwa 2,5 MHz ist. Dieses Summensignal kann dann ein semiprofessioneller Video-Recorder aufzeichnen.

Bei der Wiedergabe (Bild 28) gelangt das vom semiprofessionellen Video-Recorder kommende FBAS-Signal zu einem Bandpaß von 1,4...2,8 MHz und einem Thomsonfilter. Eine 2,1-MHz-Falle befreit das Y-Signal von der 2,1-MHz-Frequenz. Das  $(B - Y)$ -Signal wird durch Amplitudendemodulation gewonnen und anschließend über einen 1-MHz-Tiefpaß geleitet. Das  $(R - Y)$ -Signal entsteht im Frequenzdemodulator. Nach der Entzerrung (Deemphasise) passiert es ebenfalls einen 1-MHz-Tiefpaß.

### Schrifttum

- [11] Die magnetische Farbbildaufzeichnung nach dem Tripal-Verfahren. *Funk-Techn.* Bd. 23 (1968) Nr. 1, S. 17-18
- [12] Bruch, W.: Das Tripal-Verfahren - Aufzeichnen von Farbfernsehbildern. *Funkschau* Bd. 39 (1967) Nr. 18, S. 563
- [13] Bruch, W.: Versuche zur Farbbildaufzeichnung auf Magnetband mit einfachen Videoaufzeichnungsgeräten für den Heimgebrauch. *Radio Mentor* Bd. 32 (1966) Nr. 12, S. 987-989
- [14] Günther, H.: Farbadapter mit zwei Trägern für Bildbandgeräte. *Radio Mentor* Bd. 33 (1967) Nr. 12, S. 906
- [15] Mayer, N.: Farbfernsehübertragung mit gleichzeitiger Frequenz- und Amplitudensmodulation des Farbrägers (FAM-Verfahren). *Rundfunktechn. Mitt.* Bd. 4 (1960) Nr. 6, S. 238-252
- [16] Mayer, N., Holoch, G., u. Möll, G.: Farbfernsehsignalenaufzeichnung mit Magnetbandgeräten begrenzter Frequenzbandbreite. Vortrag auf der FTG-Tagung in Saarbrücken am 7. 10. 1968

### Weiteres Schrifttum

- Walter, H.-G.: Aufzeichnung und Wiedergabe von Standbildern mit dem Folienspielder. *Rundfunktechn. Mitt.* Bd. 6 (1962) S. 106 bis 110

Schmidbauer, O.: Fernsehbilder auf Magnetband. *Umschau in Wissenschaft und Technik* Bd. 55 (1955) Nr. 14 und Bd. 58 (1958) Nr. 1

Fix, H., u. Funk, H.: Fernsehbild-Aufzeichnung auf Magnetband. *Umschau in Wissenschaft und Technik* Bd. 64 (1964) Nr. 20

Backers, F. Th.: Magnetische Fernsehaufzeichnung mit einer Einkopf-Anlage. *Nachrichtentechn. Z.* Bd. 15 (1962) Nr. 15

Mayer, W.: Das Grundig Bildbandgerät BK 100. *Grundig Techn. Inf.* Bd. 12, September 1965, S. 953-958

Haas, H.: „Optacord 500“ - ein Bildbandgerät für das industrielle Fernsehen. *Internat. Elektron. Rdsch.* Bd. 17 (1963) Nr. 1, S. 27 bis 29

Praß, P.: Ein neues Verfahren für die Aufzeichnung von Fernsehbildern auf Magnetband. *Funk-Techn.* Bd. 16 (1961) Nr. 13, S. 455 bis 456

Tetzner, K.: Einige Neuerungen bei Video-Aufzeichnungsgeräten. *Funkschau* Bd. 39 (1967) Nr. 19, S. 615

Tetzner, K.: Farbtüchtige Video-Recorder. *Funkschau* Bd. 39 (1967) Nr. 20, S. 645

Farbzusatzgerät, Typ EL 1801. *Philips-Druckschrift*

# Thyristorzündung nach Maß

## 1. Vorbemerkung

Die Veröffentlichungen über Thyristorzündungen nehmen auch weiterhin geraumten Platz in Fachzeitschriften ein. Keiner der Vorschläge beseitigt das Grundübel aller Thyristorzündanlagen, die schlechte Energieübertragung durch die konventionelle Zündspule. Der Verfasser hat bereits auf diesen Mangel hingewiesen<sup>1)</sup>. Anknüpfend an diesen Aufsatz sei hiermit eine Thyristorzündanlage nach Maß vorgestellt. Die vorhandenen Bauteile können verwendet werden; Interessenten werden sich eine für ihre Belange günstige Schaltung zusammenstellen.

## 2. Zündfunke

Der Zündfunke einer konventionellen Zündung besteht aus Funkenkopf und Funkenchwanz. Der Funkenkopf entsteht durch die kapazitive Umladung beim Öffnen des Unterbrecherkontakte. Er ist mit 1  $\mu$ s sehr kurz, aber weist den hohen Strom von 20 bis 50 A auf. Der Funkenchwanz ist der auf den Funkenkopf folgende Lichtbogen zwischen den Kerzelektroden. Er hat eine Stromstärke von 20 bis 50 mA und eine sehr lange Standzeit.

Ein gut aufbereitetes Gemisch wird bereits durch den Funkenkopf gezündet. Es wird also nur eine sehr kurze Standzeit benötigt, wenn genügend Strom vorhanden ist. Das kann sich bei einem schlechten Gemisch aber sehr schnell ändern. Tatsächlich werden teilweise erhebliche Standzeiten benötigt. Hier wird nur der Funkenchwanz wirksam. Der stehende heiße Lichtbogen des Funkenchwanzes verdampft den Gemischnebel, erwärmt ihn, macht ihn so zündfreudiger und entflammt ihn. Ein gut aufbereitetes Gemisch wird mit einer Funkenleistung von 1 bis 3 mWs gezündet. Der Energieinhalt der normalen Zündspule liegt zwischen 10 und 50 mWs. Die herkömmliche Zündung kann also im ungünstigsten Falle nur 10 mWs abgeben; wegen des Wirkungsgrades ist es noch etwas weniger. Die konventionelle Zündung überdeckt aber alle vorkommenden Verhältnisse im normalen Kraftfahrzeug.

Die Zündspannung, die mit negativer Polung an den Kerzelektroden anliegt, muß zunächst so hoch sein, daß der Elektrodenabstand übersprungen wird. Der Anfang des Funks – der Funkenkopf – bewirkt einen Schlauch ionisierter Luft, über den die weitere Entladung (Flammbogen) stattfindet. Die Anfangsspannung muß relativ hoch sein, was leider wegen der relativ hochohmigen Spannungsquelle – der Zündspule – nicht immer gewährleistet ist. Die benötigte Spannung liegt je nach Zylinderdruck und Elektrodenabstand der Zündkerze zwischen 5 und 15 kV. Der Flammbogen kommt mit 200 bis 800 V aus. Die normale Zündung hat also die folgenden Werte:

Funkenkopf: 20 ... 50 A, 1  $\mu$ s,  
Funkenchwanz: 20 ... 50 mA, 1 ms,  
Speicherenergie  $A$ : 10 ... 50 mWs,  
Spannung:  $\leq 15$  kV.

<sup>1)</sup> Kupfer, K.-H.: Kondensator-Zündanlage für Kraftfahrzeuge. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 1, S. 21-23

Diese Werte müssen von einer Thyristorzündung überboten werden, sonst ist der Bau einer Anlage, wenn er nicht aus purem Bastlertrieb erfolgt, sinnlos. Dazu nun einige nachgezeichnete Oszillogramme (Bild 1). Sie wurden aufgenommen mit Oszillograf „535 A“ (Tektronix), Stromzange „P 6016“ (Tektronix) und Hochspannungstastkopf „P 6015“ (Tektronix).

arbeiten, und sie können, weil es zwei Funken gibt, sogar von Vorteil sein.

## 3. Speicherenergie

Zunächst wird einmal die Speicherenergie  $A_C$  auf 120 mWs festgelegt, damit sich ein wirklicher Vorteil gegenüber einer Normalzündung ergibt. Bild 2 ist zu entnehmen, daß sich diese Leistung mit 1  $\mu$ F und

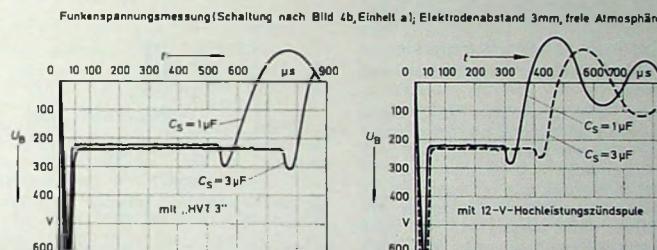
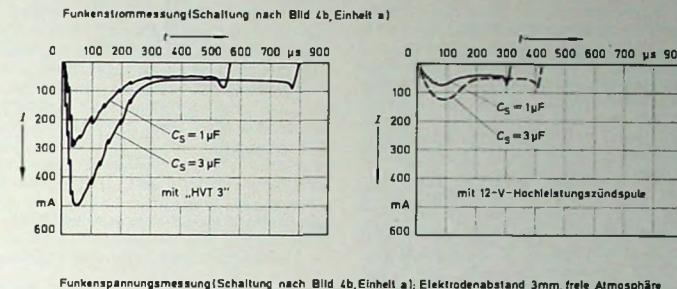


Bild 1. Oszillographische Funkenstrom- und Funkenspannungsmessungen

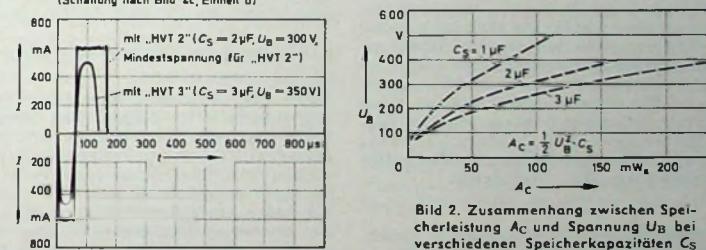


Bild 2. Zusammenhang zwischen Speicherleistung  $A_C$  und Spannung  $U_B$  bei verschiedenen Speicherkapazitäten  $C_S$

Diese Oszillogramme zeigen eindeutig, daß eine Thyristorzündung in Verbindung mit einer normalen Zündspule wenig Vorteile bringt. Wendet man dann außerdem noch eine Schaltung mit Spannungsrückgewinnung nach Bild 4a an, so hat man zu dem schwachen Funkenstrom noch eine kurze Funkenstandzeit. Bei kräftigen Funken kann man dagegen mit kurzen Standzeiten

500 V genauso erreichen läßt wie zum Beispiel mit 2  $\mu$ F und 350 V. Damit man sich nun für einen bestimmten Kondensator und die zugehörige Betriebsspannung entscheiden kann, betrachte man die Hochvolttransformatoren (HVT), die für die Energiewandlung aus dem Speicherkondensator zur Zündkerze gewählt worden sind. Multipliziert man das Übersetzungsverhältnis

Tab. I. Bei den Versuchen verwendete Energiewandler

Wandler	$\mathcal{V}$	$R_p$ Ohm	Wicklungen
			primär sekundär
Zündspule	1:50 ... 1:100	1 ... 0	
HVT 1 <sup>1)</sup>	1:100	$\leq 0,1$	22 Wdg., 1.0 CuL
HVT 2 <sup>1)</sup>	1:40	$\leq 0,1$	100 Wdg., 1.0 CuL
HVT 3 <sup>1)</sup>	1:100	$\leq 0,1$	60 Wdg., 1.0 CuL
$1)$ Kern: Ferritkern UI 58, Material 3C0, mittlere Kerulänge $l_e = 10,4$ cm, Keruquerschnitt $Q_e = 1,75$ cm <sup>2</sup> , Kernvolumen $V_e = 28,8$ cm <sup>3</sup> ; es sind auch passende Kerne ausgedrehter Zeilentransformatoren verwendbar			



Der Wandler ist ein stromgesteuerter geschalteter Durchflußwandler. Zwei Beispiele sind im Bild 4a und im Bild 6 wiedergegeben. Der Basisableitwiderstand läßt im Transistor  $T_1$  einen schwachen Strom fließen, der in der Sekundärwicklung von  $T_1$  eine Spannung induziert. Diese ist so gepolt, daß an  $E$  eine positive Spannung entsteht, und die beiden Dioden  $D_1, D_2$  (in der Schaltung nach Bild 6 auch  $D_{13}, D_{14}, D_{15}$ ) werden geöffnet. Es fließt ein Strom durch  $C_S$ , der an  $A$  negatives Vorzeichen hat, das heißt, der Transistor wird mit dem Ladestrom von  $C_S$  aufgesteuert (s. a. Heft 1/1968, S. 21). Für ein gutes Funktionieren des Wandlers ist es wichtig, daß die Gleichstromverstärkung des Transistors größer ist als das Übersetzungsverhältnis von  $T_1$ . Je günstiger das Verhältnis ist, um so besser schwingt der Wandler an.

Bei der Schaltung nach Bild 6 wird ein kleiner Trick angewandt, um eine hohe Oberspannung an  $C_{S2}$  zu erhalten.  $C_S$  übernimmt die Stromsteuerung für den Transistor, und mit  $N_3$  wird eine reine Spannungsübersetzung vorgenommen. Der Kondensator  $C_2$  (560 pF) muß eine Spannungsfestigkeit von 3 kV haben, und es müssen zwei beziehungsweise drei Dioden eingesetzt werden, weil die Rückschwingphase einen sehr hohen negativen Impuls an  $E$  entstehen läßt. Der dabei an  $A$  entstehende positive Impuls könnte die Basis des Transistors zerstören; er wird aber über die Dioden  $D_4, D_5$ , die noch eine zweite Funktion haben, kurzgeschlossen.

Wegen der stromabhängigen Steuerung des Wandlers nimmt er im Leerlauf nur etwa 50 mA auf und gleicht damit die entstehenden Verluste aus. Die Sekundärspannung ist der Primärspannung direkt proportional. Das ist für eine Umdimensionierung zum Beispiel auf 6 V wichtig, wobei auf die Gleichstromverstärkung  $B$  des Transistors zu achten ist. Aus der direkten Proportionalität ergibt sich, daß die Hochspannung selbst bei 50%igem Absinken der Spannung des 12-V-Bordnetzes und bei Verwendung des „HVT 3“ in keinem Fall unter 17,5 kV absinkt.

### 5.3. Hochspannungserzeuger-Einheit

#### 5.3.1. Grundsätzliches

Es sind verschiedene Arten angeführt. Im Prinzip unterscheiden sie sich nur durch die Anschaltung der Diode  $D_3$ .

Das Schaltungsbeispiel nach Bild 4b zeigt die Diode parallel zum HVT. Diese Schaltung setzt die gesamte gespeicherte Leistung in Funkenleistung um. Es wird eine relativ lange Funkenstandzeit erreicht.

Bei der Schaltung nach Bild 4c wird die nicht verbrauchte Speicherenergie aus  $C_S$  über  $D_3$  zurückgewonnen. Es entsteht ein genau definierter negativer und positiver Spannungsimpuls an den Zündkerzen, und daher treten zwei Zündfunken direkt hintereinander auf.

Bild 5 zeigt eine Variante mit normaler Zündspule. Wegen des Autotransformator-Prinzips der Zündspule muß  $15$  an Plus oder an Masse liegen, damit ein direktes Gegenpotential für den Funken geschaffen ist. Diese Schaltung läßt sich auch – wie angedeutet – durch Einbau einer Diode  $D_3$  variieren.

Bild 6 gibt ein Beispiel für eine gestaltete Energiespeicherung. Sie ist für den „HVT 2“ wichtig. Dieser ist speziell für das Zwei-funkenprinzip mit relativ langen Standzeiten entwickelt worden. Das Übersetzungsverhältnis konnte dabei leider ohne

große Umstände nicht vergrößert werden, und „HVT 2“ benötigt eine hohe Primärspannung. Nimmt man nun für ausreichende Standzeiten ein großes  $C_S$ , dann wird die Speicherleistung zu groß. Deshalb wird  $C_{S2}$  (0,47 ... 1  $\mu$ F) auf 540 V aufgeladen und dient zur Erzeugung der benötigten Spannungsspitze.  $D_{12}$  schaltet bei entsprechend abgefallener Spannung an  $C_{S2}$  den Kondensator  $C_S$  (2  $\mu$ F) zu.

#### 5.3.2. Einheit a

Über  $D_6$  (Bild 4b) bekommt der Thyristor  $Th$  einen positiven Steuerimpuls und schaltet durch.  $C_S$  entlädt sich über die Primärwicklung von  $T_2$ , über  $Th$  und  $D_4, D_5$ . Für  $D_4, D_5$  würde auch eine Diode genügen, aber wegen des sehr niederohmigen Primärwickels der Hochvolttransformatoren sollte kein Ohm auf der Primärseite verschenkt werden. Am Anschluß  $B$  entsteht ein positiver Impuls, der den Transistor des Gleichspannungswandlers sperrt. Die gesamte Kondensatorladung ist nun im HVT gespeichert. Das Feld bricht zusammen; es entsteht eine Spannung mit umgekehrtem Vorzeichen.  $Th$  sperrt, und  $D_3$  schaltet durch. Der Primärwickel von  $T_2$  ist kurzgeschlossen, und die gespeicherte Energie wird auf die Sekundärseite transformiert. Es entsteht ein Impuls nach den im Bild 1 gezeigten Oszillogrammen.

#### 5.3.3. Einheit b

Auch hier gelangt über  $D_6$  (Bild 4c) der Steuerimpuls an den Thyristor  $Th$ . Er schaltet durch.  $C_S$  entlädt sich über den Primärwickel von  $T_2$ ,  $Th$  und  $D_4, D_5$ . Am Anschluß  $B$  entsteht auch hier ein positiver Impuls, der den Gleichspannungswandler abschaltet.  $C_S$  und die Primärinduktivität von  $T_2$  bilden nun einen Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz durch die Kapazität und die Induktivität bestimmt wird. Mit der Variation der Kapazität  $C_S$  und von  $L_{p, T_2}$  läßt sich ein Funke vorbestimmter Standzeit erzeugen. Bild 1 zeigt zwei Beispiele. Es entstehen für die Verbrennung sehr wichtige lange Standzeiten hoher Stromdichte, die jedoch wiederum nicht zu lang sein dürfen, denn lang anhaltende, intensive Flammzeiten sind Kerzenfresser! Zu Beginn der ersten Halbwelle wird die Energie von  $C_S$  im HVT ( $T_2$ ) gespeichert. Beim Durchschwingen wird  $E$  negativ, und  $Th$  sperrt;  $D_3$  schaltet auf Durchlaß, so daß der Schwingkreis erhalten bleibt. Da hierbei  $A$  positiv ist, lädt sich  $C_S$  mit der restlichen Energie, die im HVT verblieben ist, auf. Es handelt sich um eine Leistungsrückgewinnung, die außerdem Wandlerleistung sparen hilft.

### 5.4. Thyristor-Ansteuereinheit

Auch hier stehen zwei Beispiele zur Auswahl.

#### 5.4.1. Einheit a

Die Schaltung nach Bild 4d ist sehr einfach gehalten. Die Dioden  $D_7, D_8$  und  $D_9$  erzeugen eine negative Vorspannung, die den Thyristor  $Th$  mit Sicherheit wegen der Kombination über Anschluß  $B$  mit dem Wandler sperrt. Der negative Steuerimpuls an  $A$  von  $T_1$  des Wandlers würde den Thyristor sonst durchschalten.  $D_6$  (Bilder 4b und 4c) dient als Schutzdiode für  $Th$ . Um  $Th$  auch bei Unterspannung des Bordnetzes einwandfrei zünden zu können, wurde die Drossel  $D_r$  in der Schaltung nach Bild 4d eingefügt. Diese Schaltung arbeitet bei 12 V mit Unterbrecherkondensator; bei einer eventuellen 6-V-Version müßte er entfallen. Der Unterbrecher wird bei  $U$  angeschlossen. Ist der Unterbrecher ge-

schlossen, dann fließt ein Strom durch  $D_r$ , der von  $R_2$  begrenzt wird. Nach Unterbrechung des Stromes durch den Unterbrecher entsteht infolge des zusammenbrechenden Feldes in  $D_r$  ein positiver Impuls, der dem Bordnetz überlagert ist. Dieser Impuls gelangt über  $C_1$  zum Gate des Thyristors  $Th$ . Da der Unterbrecherkondensator angeschlossen bleibt, übersteigt dieser Steuerimpuls die Grenzdaten des Thyristors nicht.

#### 5.4.2. Einheit b

Bild 4e ist ein Beispiel für eine transistorgesteuerte Thyristor-Ansteuereinheit. Der Unterbrecherkondensator kann auch hier verbleiben und erfüllt dabei noch einen Zweck; er kann aber auch entfallen. Die Einheit arbeitet als übersteuerter Gleichstromverstärker. Die Dioden an den Emettern der Transistoren ermöglichen die einwandfreie Sperrung der Transistoren unter allen Verhältnissen. Alle Bauteile sind 100%ig überdimensioniert.

Öffnet der Unterbrecher, dann steigt die Spannung am Unterbrecherkondensator an. Wird die Schwellenspannung an  $T_2$  überschritten, dann steuert  $T_2$  durch. Die am Kollektor von  $T_2$  abfallende Spannung öffnet  $T_3$ . Sein Kollektor wird schlagartig positiv, und über  $C_1$  gelangt der Impuls zum Thyristor  $Th$ . Diese Schaltung ist sehr sicher gegen Prellen der Kontakte, solange der Kondensator am Unterbrecher verbleibt. Über  $R_2$  wird der Unterbrecherkondensator aufgeladen. Es entsteht ein integrierter Impuls. Erst wenn die Schwellenspannung von  $T_2$  erreicht ist, schaltet dieser durch. Die entstehende Zündzeitverzögerung von einigen  $\mu$ s ist ohne Bedeutung. Da die obere Drehzahl durch  $R_3$  begrenzt ist, muß  $R_3$  für Drehzahlen über 7000 U/min verkleinert werden. Zur Rechnung dient die Zeitkonstante aus  $R_7, R_3$  und  $C_1$ .

### 6. Aufbau der Anlage

Der Verfasser wählte für seinen „Rekord 1700 S“ folgende Zusammenstellung: Wandler a nach Bild 4a; Hochspannungserzeuger-Einheit a nach Bild 4b mit „HVT 3“ und  $C_S = 2 \mu$ F (Polyester-Kondensator, 400 V, Printaufführung von Valvo); Thyristoransteuereinheit b nach Bild 4e.

Beim Aufbau ist jedem freie Hand gelassen. Folgendes dient nur der Anregung. Die gesamte Einheit paßt auf ein abgewinkeltes Messingblech mit einer Montagefläche von 100 mm  $\times$  175 mm nach Bild 7.

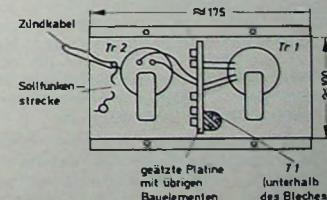


Bild 7. Aufbauskizze der Thyristorzündung

Die Teile können beispielsweise mit einem handelsüblichen Plastik-Kühlschrankbehälter oder zur besseren Störstrahlungsschutzdeckung mit einem Metallgehäuse abgedeckt werden. Die Schaltelemente tragen eine geätzte Platine, die stehend angebracht wird. Auf der Leiterbahnsseite steht der Wandlertransformator  $T_1$ , der hier auch direkt angeschlossen ist. Der Transistor  $T_1$  ist mit Glimmerzwischenlage

unter dem Montageblech montiert, so daß die Anschlüsse ebenfalls direkt auf die Platine treffen. Der HVT (Tr 2) ist wegen Funkenüberschlag-Gefahr mit genügendem Abstand von der Platine zu montieren. Auf der Montageplatte wird in der Nähe von Tr 2 außerdem ein Drahtbügel befestigt, der mit etwa 18 bis 20 mm Abstand auf die Lötöse des HVT zeigt (Sicherheitssollfunkensstrecke, die die Einheit bei abgezogenen Zündkabeln schützt).

Wegen der geringen Stromaufnahme der gesamten Thyristorzündung kann es vorkommen, daß der Motor nach Ausschalten der Zündung lustig weiterläuft; die Anlage wird dann über den Rückstrom der Ladekontrolllampe gespeist! Eine Diode BY 127 am Regler besitzt diese Unart.

Die komplette Anlage muß an einer kühlen Außenwand im Motorraum befestigt werden, damit eine gute Kühlung wegen der relativ hohen umgesetzten Leistung gewährleistet ist.

Die Transformatoren werden so aufgebaut, wie schon im Heft 1/1968 beschrieben. Zunächst wird aus etwa 10 Lagen 0,1-mm-Makrofol-Folie ein Wickelkörper hergestellt (die Folie läßt sich gut mit purem Aceton verkleben). Darauf wird der Primärwickel aufgebracht. Der Aufbau muß sehr stabil und gleichmäßig sein. Auf den Primärwickel folgen 3 Lagen Folie, die verklebt werden müssen. Auf diesen Unterbauplatte ist der Sekundärwickel mit großer Sorgfalt aufzubringen. Auf jede Wickellage kommt 1 Winding Folie. Beim „HVT 3“ ergeben sich bei einer Wickelbreite von etwa 26 mm bei guter Ausnutzung der Breite rund 50(!) Lagen. Wegen Überschlagsgefahr auf dem Schenkel des Kernes darf nicht das gesamte Fenster ausgefüllt werden. Der Ausläufer des Hochspannungswickels wird mittig herausgeführt und endet mit einer Lötöse. Zu diesem Zweck befestigt man eine Lötöse auf etwa fünf Lagen Folie und klebt diese auf die letzte Folienlage, die zur Wickelab-

deckung dient. Alle übrigen Ausläufer werden an Lötleisten gelegt, die man am Kern befestigt. Die Wickel werden nun im Vakuum mit Polyester getränkt. Sollte keine Vakuumanlage vorhanden sein, dann genügt auch einfaches Vergießen mit einem hochspannungsfesten Klebstoff.

Jeder Schenkel muß mit fünf Lagen Folie umwickelt werden, damit es keine seitlichen Überschläge aus dem Wickel auf den Schenkel gibt. Der Kern wird mit 0,1 mm Luftspalt verklebt.

Wegen der hohen Leistung der Anlage besteht Lebensgefahr! Die entsprechende Vorsicht ist unbedingt geboten. Auch im Fahrzeug ist darauf zu achten, und durch entsprechende Hinweise muß jede fremde Person gewarnt werden!

Zum Überprüfen der Anlage im „Trockenen“ genügen zwei 4,5-V-Flachbatterien.

#### Schriftum

- Kraftfahrzeugtechnisches Taschenbuch, 15. Aufl., S. 322-323. Bosch-Druckschrift

## Computergesteuertes Testzentrum für 112 Kraftfahrzeug-Einzeltests

Seit Anfang Juli 1968 erprobt die Mobil Oil in East Meadow auf Long Island in der Nähe von New York ein computergesteuertes Kraftfahrzeug-Testzentrum, das sie gemeinsam mit der IBM entwickelt hat. Kernstück des Diagnosezentrums ist eine modifizierte Datenverarbeitungsanlage „IBM 1130“, die direkt mit einer Reihe von Meßgeräten verbunden ist. Der Computer kann innerhalb von wenigen Minuten auf Grund von Berechnung nach mehr als 100 Kriterien herausfinden, ob ein Auto ohne Mängel und noch verkehrssicher ist. Ein Plattspeicher enthält sämtliche technischen Daten für jeden amerikanischen Kraftfahrzeugtyp, der in den letzten zehn Jahren hergestellt wurde. Mit Hilfe dieses Speichers kann der Computer die gemessenen Werte mit den gespeicherten Soll-Werten vergleichen. Das Untersuchungsergebnis wird nach Beendigung der Prüfung, die etwa 1/2 Stunde dauert, über einen Schnelldrucker ausgedruckt. Der Computer bewertet Punkt für Punkt jeden der insgesamt 112 Einzeltests und faßt jede Testgruppe in einem abschließenden Urteil zusammen, etwa „befriedigend“ oder „in Ordnung bringen“ oder „reparaturbedürftig“. Es folgen eine genaue Liste der durchzuführenden Reparaturen sowie eine Aufstellung über die Preise der benötigten Ersatzteile und die voraussichtlichen Arbeitskosten.

Für diese Versuchsanlage wurden von der IBM einige spezielle Meßgeräte entwickelt, beispielsweise eine Prüfvorrichtung, die die elektrische Ausrüstung des Kraftfahrzeugs direkt mit dem Computer verbindet und Auskunft über die Zündung des Motors gibt, ein neuartiger Bremsenprüfstand zur Untersuchung der Bremsanlage und ein Schaltzettel, von dem aus der Prüfer die einzelnen Tests auslösen kann und auf dem angezeigt wird, ob die Informationen für den Computer ausreichend waren. Die Meßgeräte werden durch einen tragbaren IBM-Handlocher ergänzt, mit dem der Prüfer visuelle Eigenbeobachtungen (zum Beispiel Scheinwerferinstellung, Zustand von Schall- und Stoßdämpfern)

fern, Reifenprüfung usw.) in Lochkarten lochen kann. Diese Karten werden nach Beendigung der Testserie ebenfalls dem Computer eingegeben.

Ein Test läuft folgendermaßen ab: Wenn ein Kunde das Mobil-Car-Repair-Center in East Meadow besucht, werden im Büro zuerst seine Personalien aufgenommen. Name, Adresse, Kennzeichen des Autos und die Nummer des Diagnosetests werden in eine Lochkarte gelocht. Diese Testnummer wird gleichzeitig auf zwei weitere Lochkarten, die sogenannten Inspektionskarten, übertragen, die für den Prüfer bestimmt sind, der darin seine eigenen Beobachtungen festhält.

Der Prüfer locht mit dem tragbaren Handlocher zuerst die allgemeinen Daten (Baujahr, Fabrikat, Modell und Typ des Autos, PS-Zahl, Daten über Getriebe, Bremsen, elektrische Ausrüstung usw.) in die erste Karte. Während das Auto von dem Prüfer anschließend zur ersten Diagnosestation gefahren wird, kontrolliert er Hupe, Handbremse sowie die Scheibenwischer und bewertet sie durch Lochungen in der Karte. Sobald das Fahrzeug die erste Station der Diagnosestrecke erreicht hat, wird es vom Wagenheber angehoben. Der Prüfer inspiziert Räder, Reifen, Scheinwerfer, Keilriemen, Luftfilter, Dichtungen, Bremsflüssigkeit, Ölstand und ähnliches und stanzt die Prüfergebnisse in die zweite Lochkarte.

Nach Beendigung dieser visuellen Prüfungen rollt das Fahrzeug zur zweiten Station, in der die Bremsen automatisch untersucht werden. Die Vorderräder des Autos werden von den Rollen eines Bremsprüfstandes in Drehung versetzt. Bei diesem Test untersucht der Computer automatisch die Vorderradbremse auf mechanische und hydraulische Verzögerung, Bremsschwund, Ausgleichsfehler und aufgewendete Bremskraft. Bei jedem Pedaldruck werden die Bremsen vom Computer bis zu zweihundertmal in der Sekunde geprüft. Anschließend werden die Hinterradbremsen untersucht.

In der dritten Station ruhen die Hinterräder des Autos auf den Rollen des Leistungsprüfstandes. Am Motor werden Meßfühler und an den Zündkabeln des Motors Kontakte für die Motorprüfung befestigt. Der Prüfer erhält durch Signale über ein Bedienungspult vom Computer genaue Anweisungen, wie stark er den Motor beschleunigen, bremsen oder wiefern anfahren muß.

Als nächstes wird eine fahrbare Kontrollleinheit an das Auto herangerollt, mit der 12 Tests durchgeführt werden. Der Prüfer beginnt jeden Test, indem er einen Knopf drückt, und der Computer zeigt durch Aufleuchten eines Lämpchens an, wenn der Test beendet ist. Anschließend wird in der vierten Station der Radstand vermessen. Die Meßdaten werden ebenfalls durch Knopfdruck automatisch dem Computer übermittelt.

Nach dieser Prüfung verläßt das Auto die Diagnosestrecke. Der Prüfer steckt die Kundenkarte und die zwei Inspektionskarten in den Kartenleser der Datenverarbeitungsanlage. Kurze Zeit später kann der Kunde den fertigen Untersuchungsbericht in Empfang nehmen. Darin werden die Messungen an dem Auto mit den Meßwerten des Herstellers verglichen. Der Bericht zeigt, wieviel die einzelnen Reparaturteile kosten werden, wieviel die Arbeitslöhne betragen und wie hoch die Gesamtkosten der Reparatur sein werden. Außerdem gibt der Bericht darüber Auskunft, ob die Reparaturen unbedingt notwendig für die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs sind oder ob man sich damit noch etwas Zeit lassen kann.

Der Diagnosecomputer von East Meadow wurde während des Sommers 1968 getestet. Die beiden beteiligten Firmen, Mobil Oil und IBM, wollten dabei Erfahrungswerte sammeln. Die bis jetzt gewonnenen Erkenntnisse stimmen optimistisch. Es scheint so, als ob der Computer auch im Kraftfahrzeug-Reparaturbetrieb Eingang finden wird.

(Nach IBM-Unterlagen)

# Ein SSB-Sender-Eigenbauprojekt

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 22, S. 865

Anfänglich wurde eine Heptode (ECH 81) in der zweiten Mischstufe verwendet, doch ergab diese Röhre keine Vorteile bezüglich der Oszillatorenunterdrückung im Ausgang, der erforderlichen Oszillatorenspannung und der Verstärkung mit Breitbandabstimmung des Anodenkreises. Als Vorfrequenzröhre kam zunächst eine 6AB6 zur Anwendung, doch gab diese besonders bei 28 MHz nicht genügend Leistung ab, ohne übersteuert zu werden.

Ähnlich war es mit der Treiberstufenröhre 12BY7, so daß die stärkere EL 84 eingesetzt werden mußte (Bild 7). Während die 12BY7 wegen der geringen Gitter-Anoden-Kapazität keine Neutralisation erfordert

habe berühren. Alle HF führenden Röhrenfassungen wurden über dem Chassis montiert, und alle keine HF führenden Röhrenanschlüsse gehen direkt zu 1-nF-Durchführungskondensatoren. 10-nF-Scheibenkondensatoren wurden unterhalb des Chassis zusätzlich parallel zu den Durchführungskondensatoren geschaltet. Ebenso sind auch bei der Endstufe keinerlei HF führende Teile oder Leitungen unter dem Chassis vorhanden. Diese klare Trennung hat sich sehr bewährt. Die EL 84 wird ohne Abschirmzylinder betrieben, um die

stufe fast völlig (max. 0,2 mA) unterbunden werden.

Ein weiterer Teil der HF-Spannung wird abgezweigt, um nach Gleichrichtung einem Transistor zugeführt zu werden, in dessen Kollektorkreis ein Milliampermeter als HF-Voltmeter liegt. Damit können die Steuersender-Ausgangsspannung und die Abstimmung auch bei nichtarbeitender Endstufe kontrolliert werden.

Der Steuergitterstrom der Endstufen wird dauernd überwacht, weil hier auch Ver-

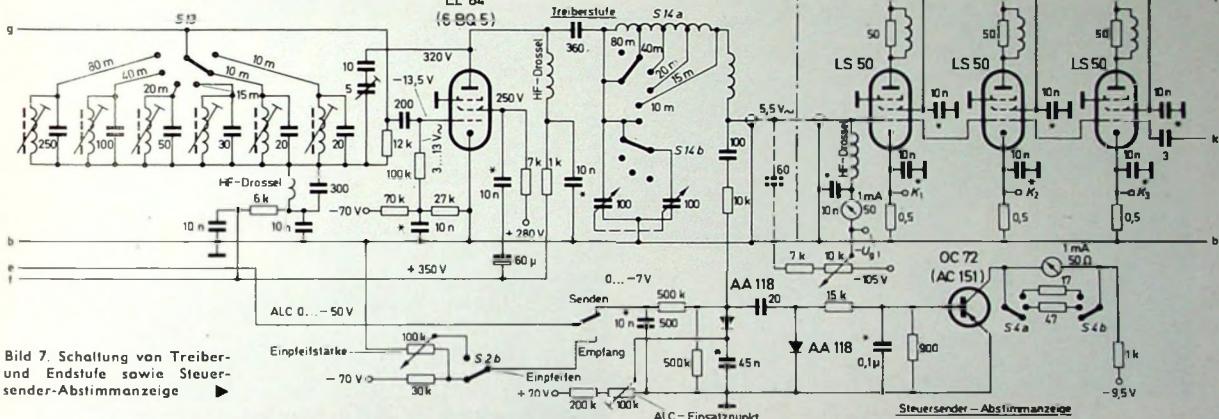


Bild 7. Schaltung von Treiber- und Endstufe sowie Steuersender-Abstimmzeige

(wobei sich auch die versetzte Abstimmung der Kreise günstig auswirkt), mußte die EL 84 neutralisiert werden, um Selbsterregung zu vermeiden. Der Gitterkreis der Treiberstufe ist daher am kalten Ende über 300 pF an Masse gelegt, so daß hier die gegenphasige HF-Spannung von der Anode über kleine Kondensatoren eingespeist werden kann.

Der Anodenkreis der Treiberstufe ist als Pi-Kreis ausgeführt, um etwa 55 V<sub>HF</sub> HF-Spannung an den Endstufengittern zu haben, ohne daß dort ein weiterer Satz von umzuschaltenden Schwingkreisen erforderlich wird. Dabei wird auch die höherliegende CO-Frequenz in den letzten drei Stufen wirksam unterdrückt. Die Ausgangskapazität dieses Pi-Kreises wird hauptsächlich durch die Gitter-Katoden-Kapazität der Endröhren und die Kapazität des Verbindungsabzweiges (300-Ohm-Koaxkabel) gebildet. Bei 3,5- und 7-MHz-Betrieb wird ein zweites 100-pF-Drehkondensatorpaket der Eingangskapazität des Pi-Kreises parallel geschaltet. Das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangskapazität bewirkt eine HF-Spannungsverstärkung in bezug auf die Steuerspannung (Abwärtstransformation bei höheren Frequenzen).

Damit die Kreise nicht über den Gehäusedeckel und um die Trennwände herum koppeln und keine Selbsterregung verursacht wird, wurden Kontaktfedern oben an den Trennwänden angebracht, die die Metall-

Anodenkapazität zu vermindern, weil sonst die Abstimmung auf 29 MHz Schwierigkeiten macht.

Da zum Einpeifen die Endstufe durch Unterbrechen der Schirmgitterspannung mit dem Antennenrelais abgeschaltet wird, benutzt man eine von Hand einstellbare negative Gitterspannung, um die Verstärkung des zugesetzten Trägers nach Bedarf regeln zu können (Einpeifeleistung zum Beispiel S 9 am Empfänger). Schalter S 2b legt die Steuergitterleitung von -70 V Blockierspannung an ein 100-kOhm-Potentiometer, mit dem die HF-Verstärkung des Steuersenders dosierbar ist. Ein Umschaltkontakt des Stand-by-Relais sorgt dafür, daß beim Sendebetrieb nur die ALC-Regelspannung an die Gitterleitung gelangt.

An der Ausgangsbuchse des Steuersenders erfolgt auch die Abnahme der HF-Spannung über 100 pF und 10 kOhm, um die ALC-Regelspannung zu gewinnen. Die Kathode der Ge-Diode erhält eine regelbare positive Vorspannung, um den ALC-Einsatzpunkt wählen zu können, damit erst von einer gewünschten Steuerspannung an die Gleichrichtung erfolgt und die Verstärkungsregelung einsetzt. Vier Röhren des Steuersenders sind an die Regelleitung angeschlossen, wodurch die ALC sehr steil wirkt, ohne Verzerrungen zu verursachen, weil jede einzelne Röhre nur wenig zugegeregelt wird. Normalerweise treten etwa 0...-7 V Regelspannung auf. Mit dieser Anordnung kann Gitterstrom in der End-

Tab. V. Betriebsdaten der Endröhren

	Betriebswert	Datenblattangabe
$U_h$	12,6 V	12,6 V
$I_h$	0,7 A	0,7 A
$U_a$	1200 V	1000 V
$I_a$	130 mA	30/100 mA
$U_g 2$	350 V	300 V
$I_g 2$		9 mA
$U_g 1$	-75 V	-60 V
$I_g 1$	max. 0,2 mA	0 mA
$R_a$		6 kOhm
$P_a$		40 W

sagen der Neutralisation oder falsche Betriebsverhältnisse erkannt werden können. Auch bei Versuchen ist das Instrument sehr nützlich.

In Tab. V sind die tatsächlichen Betriebswerte der Endstufen den Datenblattangaben gegenübergestellt. Die höheren Spannungen und Leistungen konnten hier benutzt werden, weil der Sender mittels Ventilatoren gekühlt ist, so daß auch Dauerbetrieb mit diesen Werten bei 20 m, 40 m und 80 m möglich ist. Bei den kürzeren Wellen ist der Anodenkreis weniger wirksam, und die hohe Leistung kann den Röhren dann nur bei SSB-Betrieb zugeschrieben werden. Auch Versuche, deren Dauer auf etwa 10 Minuten beschränkt werden muß, sind noch möglich.

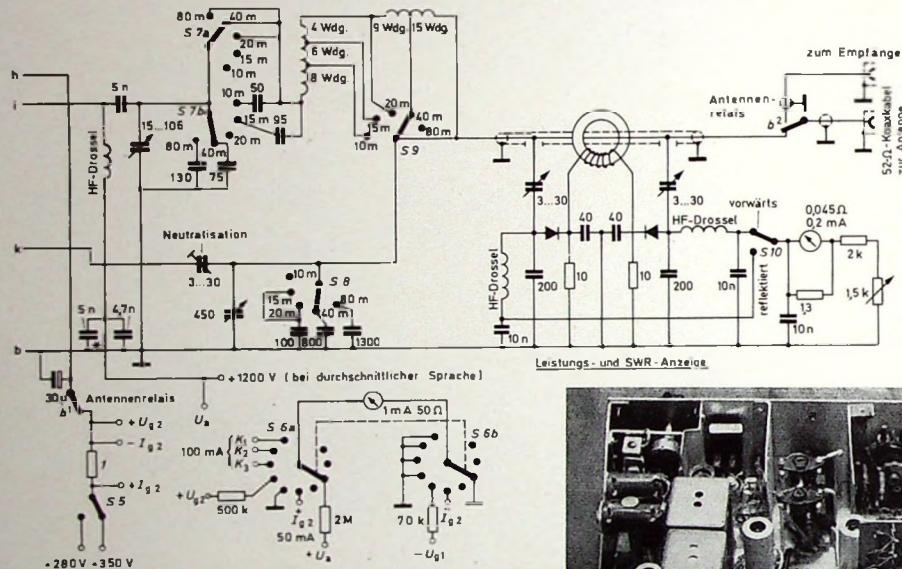
Um Störschwingungen der Endstufe zu vermeiden, wurden verschiedene Ferrit-

perlen erprobt, die aber entweder keinen Erfolg brachten oder bei 28 MHz keine Steuerspannung mehr zum Gitter gelangen ließen. Die Anodenschutzwiderstände von 50 Ohm dürfen nur mit Drosseln umgeben sein, die nicht mehr als 2,5 Windungen aus 4 mm breitem Kupferband haben; sonst brennen die Kohlewiderstände ab, weil an ihnen eine unnötig hohe HF-Spannung abfällt.

Die erforderliche Neutralisation (auf 21 und 28 MHz) konnte nicht in der Art wie bei der Treiberstufe durchgeführt werden, weil die PA in einem getrennten Gehäuse untergebracht ist und nur eine Koaxleitung zum Steuersender führt. Eine gegenphasige HF-Spannung für die Steuergitter der Endröhren kann man aber am

wirksam, wodurch die Anoden zur Anpassung (Transformation) wechselspannungsmäßig an einem kapazitiven Abgriff liegen. Die Anoden-Katoden-Kapazität und der 106-pF-Drehkondensator sowie etwa 40 pF Schaltkapazität bilden den masseseitigen Kapazitätsteil, während Serienkondensatoren von 95 pF beziehungsweise 50 pF zwischen den Anoden und dem Eingangsende der Pi-Kreis-Spule liegen. Erst durch diese Maßnahme war es möglich, am Eingang des Pi-Kreises die notwendige geringe Kapazität von 40 pF zu erreichen, womit beim 10-m-Betrieb die Induktivität verdoppelt werden konnte. Mit einem  $L/C$ -Verhältnis von 4 wurde eine Kreisgüte  $Q = 12$  beim belasteten Kreis erreicht, und der Wirkungsgrad bei 28 MHz konnte so von 30 % auf 50 % gesteigert werden.

Die Kreisumschaltung erfolgt mit drei keramisierten Schaltern mit Dreifach-Kontaktfedern. Die Zusatzkondensatoren mit keramischem Dielektrikum auf der Hochspannungsseite des Pi-Kreises sind für 10 kVA dimensioniert. Da bei Linearbetrieb der Endstufe, wie es für SSB nötig ist, Abstimmung und Antennenkopplung (PA-Belastung) nicht an einem Anodenstrom-Dip nach AM-Praxis eingestellt werden können, verlässt man sich entweder auf die berechneten Pi-Kreis-Daten (zum Beispiel nach dem A.R.R.L.-Handbuch oder ähnlichen Unterlagen), oder man führt Messungen durch. Dazu benötigt man eine künstliche Antenne (beispielsweise Heath-„Cantenna“), die bei etwa 50 Ohm Abschlußwiderstand die volle Leistung im Dauerbetrieb aufnehmen kann. Ferner ist



Ausgangskondensator des Pi-Kreises (Bild 8) abnehmen. Die einwandfreie Neutralisation hängt etwas von der Pi-Kreis-Abstimmung ab, und der Anpassungsfaktor (Stehwellenverhältnis VSWR) soll nicht größer als 1:3 sein.

Zur Einstellung der Neutralisation wird der Sender mit Träger, aber ohne PA-Schirmgitterspannung betrieben. Die Kreise werden mit dem GDO zunächst abgestimmt. Mittels Röhrenvoltmeters (Diodentastkopf) mißt man die restliche HF-Spannung an der Anode der PA und stellt den Neutralisationstrimmer auf Spannungsminimum ein. Dann wird der Sender mit Antenne und Träger wie normal betrieben und der Pi-Kreis auf maximale Leistung nachgestimmt. Nun wiederholt man die oben beschriebene Neutralisationseinstellung mit dieser Abstimmung. Damit bleibt die Neutralisation bei allen Bändern und Bandstellen erhalten, solange das Stehwellenverhältnis nicht über 1:3 steigt, was von der Antenne abhängt.

Der Ausgangskreis ist bei 80 m, 40 m und 20 m als normaler Pi-Kreis geschaltet. Bei 80 m und 40 m werden auf der Anodenseite 130 pF beziehungsweise 75 pF parallel geschaltet, während auf der Antennenseite 1300 pF beziehungsweise 800 pF parallel geschaltet werden. Bei 15 m und 10 m sind auf der Anodenseite Serienkondensatoren

Bild 8. Pi-Filter und Stehwellenmeßbrücke; unten links die Schaltung für die Meßpunktüberwachung mit S 6

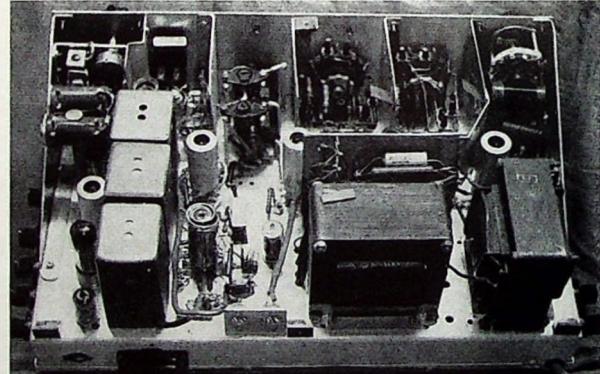


Bild 9. Chassis des Steuersenders. Links die NF-Modulator- und Voxröhren, daneben die Abschirmbecher für Quarzfilter und Ringmodulator. Rechts dahinter sind die ZF-Kreise (inzwischen vier statt zwei), die Schalter mit den sechs Bandkreisen und ganz rechts Teile des Pi-Kreises der Steuersiule sichtbar

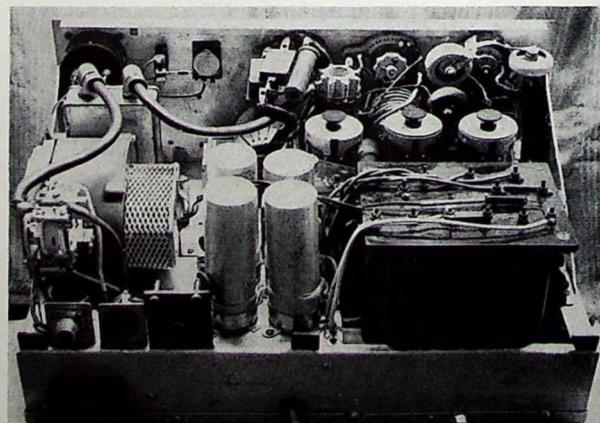


Bild 10. Chassis der Endstufe. Entlang der Frontplatte sieht man links das SWR-Instrument mit zugehörigem Abschirmkasten, daneben die um den Schalter gruppierten Pi-Kreis-Kondensatoren und weiter rechts die drei Endröhren und die zwei Pi-Kreis-Spulen mit den umschaltbaren Keramikkondensatoren. Im Vordergrund links Ventilator und Antennenrelais, rechts der Netzteile



## TELEFUNKEN-Halbleiterwerk Heilbronn

Das TELEFUNKEN - Halbleiterwerk in Heilbronn, welches 1960 in Betrieb genommen wurde, ist nach den neuesten Erkenntnissen moderner Fabrikplanung gestaltet.

Zur marktgerechten Herstellung von Halbleiterbauelementen gehören nicht nur umfangreiche Energieversorgungs- und Klimatisierungsanlagen (Länge des installierten Rohrnetzes 120 km, Länge der verlegten elektrischen Leitungen 250 km!) sondern auch ein umfangreicher Park feinmechanischer, optischer und physikalischer Geräte und Maschinen.

Das Fertigungsprogramm umfaßt neben einer Vielzahl von Transistor- und Dioden-Typen, Integrierte Schaltkreise und eine Reihe von Sonderbauelementen, wie z. B. Solarzellen, lichtelektrische Bauelemente, Fotodiodenzeilen usw.

In den Entwicklungsabteilungen des Halbleiterwerkes werden viele in die Zukunft weisende Entwicklungen durchgeführt:

Zum Beispiel Halbleiterbauelemente für hohe Betriebsspannungen und für besonders hohe Frequenzen. Ein anderer wesentlicher Schwerpunkt liegt bei der Entwicklung von Festkörperschaltkreisen für lineare und digitale Anwendungen.

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

Bitte schreiben Sie an

AEG-TELEFUNKEN, Halbleitervertrieb,  
71 Heilbronn, Postfach 1042.

Wir senden Ihnen gern eine Übersicht unseres Halbleiterprogramms.

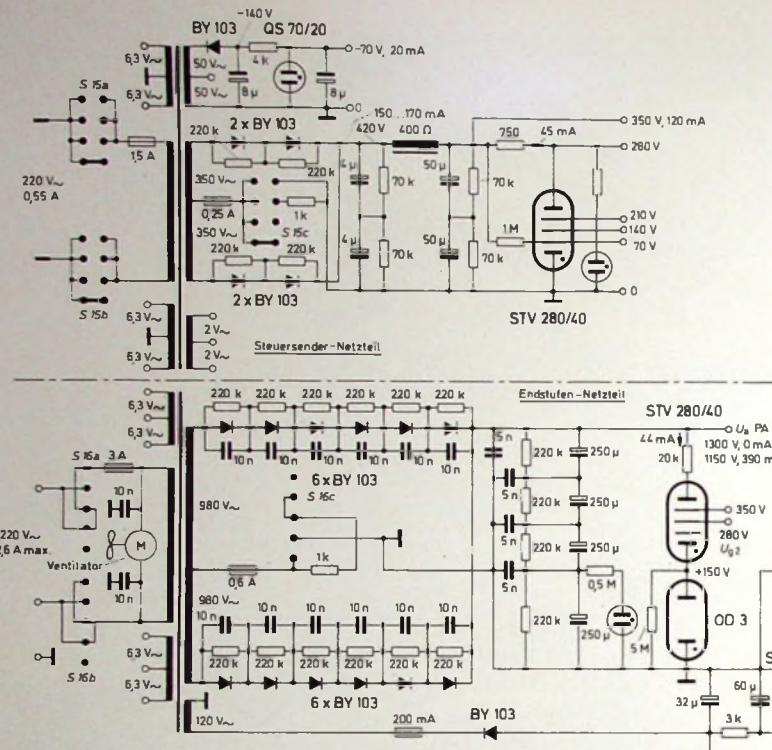


Bild 11. Schaltung der Netzteile für Steuersender und Linear-Endstufe

Die Bilder 9 und 10 zeigen den Innenaufbau von Steuersender und Linear-Endstufe. Auf dem Chassis des Steuersenders erkennt man die Kammerbauweise mit den Abschirmwänden.

#### Stromversorgung

Der Steuersender (Exciter) wie auch die Endstufe (Linearverstärker) haben jeweils ihr eigenes Netzteil (Bild 11). Die maximale Netzeistungsaufnahme beträgt etwa 720 W, womit der Wirkungsgrad bezogen auf die Trägerausgangsleistung fast 50 % erreicht. Die Netzschatzer S 15 und S 16 haben je vier Stellungen, und zwar Aus, Heizspannung sowie negative Gittervorspannung, Hochspannung über Strombegrenzungswiderstände und Hochspannung ohne Begrenzungswiderstände. Die zweistufige Einschaltung der Hochspannung ist besser als die einfachen Schalter mit ständig eingebauten Schutzwiderständen, die

ein Zweiton-Oszillator (mit zum Beispiel zwei um etwa 1 kHz verschiedenen Frequenzen) über den NF-Eingang zur Ansteuerung zu benutzen. Parallel zum Ausgang ist ein Kathodenstrahloszillograf zu schalten, damit man genau sieht, wo die Nichtlinearität anfängt. Auch ist so feststellbar, ob Störstrahlungen (Selbsterregung bei Modulationsspitzen), falsche Gittervorspannung oder zu hohe Schirmgitter- und zu geringe Anodenspannung vorliegen. Man sieht dann bald, bei welchem Verhältnis von Pi-Kreis-Induktivität zu Ausgangskapazität die maximale Leistung bei gerade noch nicht auftretendem „flat-topping“ der Doppelsinuskurve im Schirmbild zu erreichen ist. Kleinere Ausgangskapazität am Pi-Kreis bewirkt stärkere Antennenankopplung und vermeidet den überspannten Betriebszustand, ein häufig vorkommender Fehler, der zu Verzerrungen führt. Auch wird die Anodenkreisabstimmung bei fester Antennenkopplung recht unkritisch.

Nur mit der beschriebenen Methode kann man die wirkliche PEP-Leistung messen, die erheblich von den oft nicht klar definierten Propagandadaten abweichen kann. Beträgt die so gemessene Zweiton-Ausgangsleistung 150 W (1,7 A HF an 52 Ohm), dann ist die PEP-Ausgangsleistung 300 W, wobei als PEP-input in diesem Fall etwa 500 W vorliegen. Bei Sprachimpulsen ist die Anodenspannung höher, so daß dann ein PEP-input von etwa 600 W und etwa 350 W PEP-output mit diesem Sender erreichbar sind. Die maximale Trägerausgangsleistung (Einton-Modulation) ist rund 350 W bei etwa 1 mA Gitterstrom. Bei SSB darf in diesem Fall kein Gitterstrom auftreten, weil sonst Verzerrungen einsetzen.

Das SWR-Instrument, das auch zur Abstimmanzeige und zur HF-Leistungsmessung dient, wurde von DL 6 QI beschrieben [2]. Es zeichnet sich durch gute Ein-

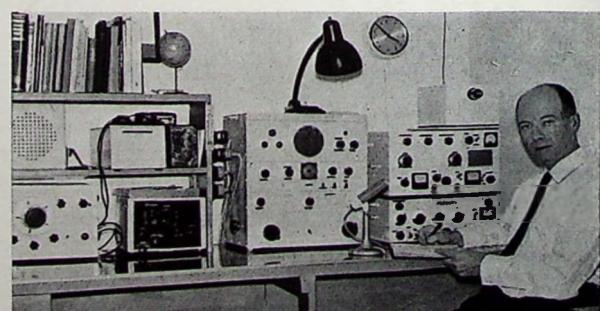
stellbarkeit, Frequenzunabhängigkeit und leichte Eichbarkeit aus. Die Spannungskomponenten, die an einem kurzen Stück Koaxkabel auftreten, werden mit den Stromkomponenten verglichen, die man mittels des Ferrittrings induktiv auskoppelt. Es hängt von dem Widerstand des Instrumentenkreises ab, ob das Instrument mehr linear anzeigt oder der quadratischen Diodenkenmlinie folgt. Deshalb ist die Eichung mit geeigneten Widerständen nötig, wobei man mit einem Röhrenvoltmeter die Gleichspannung am Instrument messen kann.

Antennen- und Stand-by-Relais dürfen nicht zu laut klappern, wenn mit Vox gearbeitet wird, weil sonst das Gerät des abfallenden Relais (wenn es auf Empfang schaltet) den Sender wieder einschaltet. Auch darf der Ventilator nicht zu sehr rauschen oder gar pfeifen, was nicht nur beim Empfang schwacher Signale stören würde, sondern Hintergrund-Geräuschmodulation (besonders angehoben durch den Kompressor) und einen zu hohen Schall-Grundpegel für das Vox-Ansprechen ergeben würde.

das Netzteil hochohmig machen, wodurch der Vorteil niederohmiger Siliziumdiode verloren geht. Die Dioden sind mit RC-Gliedern überbrückt, um sie vor steilen Überspannungsspitzen zu schützen und um ungleiche Sperrwiderstände auszugleichen. Beim PA-Anodenetzteil wurden nur Elektrolytkondensatoren in der Ladekondensatorenkette verwendet. Die Glimmstabilisatoren und Spannungsaufteilungswiderstände sorgen für eine schnelle Entladung der Hochspannungskondensatoren, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Die Glimmlampe am unteren 250- $\mu$ -Kondensator zeigt an, daß die Kondensatorenkette aufgeladen und der Sender betriebsbereit ist.

Beim Steuersender wird eine Reihe von Stufen wie NF-Oszillator- und Relaisröhre aus einem Glimmstabilisator versorgt. Die Vox-Regelspannung kann so leicht genügend aufsteuern, was bei hochlaufendem ungeregelter Relaisröhren-Anodenspannung und kleinem Anodenstrom nicht möglich gewesen wäre. Das Festhalten der Schirmgitterspannung derjenigen Röhren, die Leistung abgeben (die letzten drei

Bild 12. VK 2 AOU an seiner Station. Rechts der beschriebene SSB-Sender



# Der Kleine von Philips

Die neue Philetta Luxus AT

(Alltransistor) -  
ein Kleingerät der Superklasse!

Klein sind die Abmessungen: 37x28x281

Groß ist der Bildschirm: 31 cm!

Klein ist das Gewicht: 9,1 kg!

Groß ist der Verwendungsbereich:  
praktisches Zweitgerät für zu Hause.

Idealer Reisebegleiter für den Urlaub.

Auch auf Yachten spielbereit.

Klein sind die Ansprüche: spielt meist  
auch ohne Außenantenne durch

Teleskopantennen, ist bedienungsleicht  
durch eingebaute Antennen-Weiche.

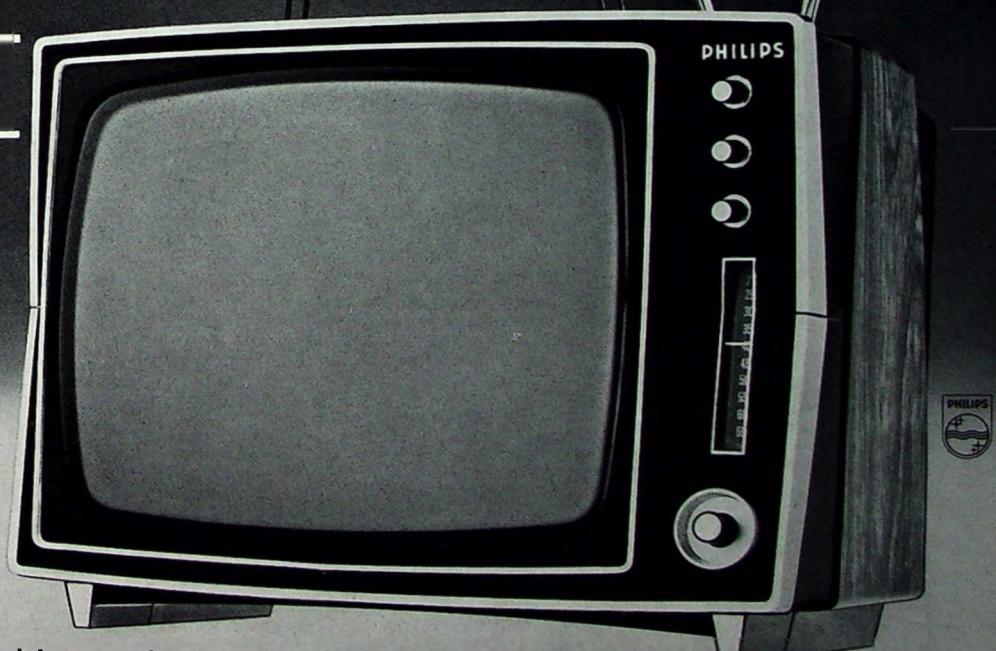
Beansprucht wenig Platz, ist leicht zu  
transportieren durch Tragegriff  
(versenkbare).

Groß ist die Leistung: ein Bild wie  
gestochen, brillant, kontrastreich.

Ein Klang, der es in sich hat.

Wie gesagt: Philetta Luxus AT im sportlich-  
eleganten Gehäuse ist der kleine  
große Fernsehempfänger von Philips.

neu



Ein halbes Dutzend Argumente,  
die Ihnen dutzendfach verkaufen helfen.

....nimm doch  
**PHILIPS**  
Fernsehen

Senderstufen) ist sehr wichtig, wenn linearer Klasse-AB-Betrieb gewünscht wird. Hochlaufende Schirmgitterspannungen verursachen hohe Anodenströme, die am Schwingkreis HF-Anodenspannungen erzeugen, für die die Anodengleichspannung leicht zu gering sein kann. „Flat-topping“ und Verzerrungen wären die Folge.

Stand-by-Relais und Antennenrelais arbeiten beide mit 40 mA, so daß sie in Reihenschaltung betrieben werden konnten. Die erforderliche Betriebsspannung stammt aus einer 120-V-Hilfswicklung des Netztromtransformators. Auch die negative Gittervorspannung für die PA wird so gewonnen. Das Antennenrelais ist eine 220-V-Wechselspannungsauflösung, die jedoch bei Wechselspannung sehr laut brummt. Der Betrieb mit nur 40 mA Gleichstrom ist aber ohne weiteres möglich, weil die gleiche Relaisbelastung wie bei Wechselstrombetrieb vorliegt. Mit dem eingebauten Meßinstrument können Anoden-, Schirmgitter- und Steuergitterspannung sowie Katodenstrom jeder PA-Röhre und der gemeinsame Schirmgitterstrom der Endstufe gemessen werden. Die Schirmgitterspannung kann von 350 V (Normalbetrieb) auf 280 V für Versuche herabgesetzt werden.

#### Belüftung

Der Ventilator ist nur im Sommer und bei Dauerstrichversuchen nötig. Bei sommerlichen Spitzentemperaturen von 40 °C wird so die Sender-Innentemperatur auf etwa 60 °C begrenzt, die ohne Ventilator auf über 80 °C ansteigen würde, was nur wenigen Einzelteilen zugemutet werden kann. Der Ventilator saugt Luft durch ein vierfaches Sieb an der PA-Seitenwand an, die in den PA-Zwischenboden geblasen wird. Die PA-Röhren haben um die Fassungen herum Kühlungslöcher im Chassisboden, durch die die Druckluft an den Röhrenkolben entlang nach oben steigt. Austrittslöcher befinden sich im Deckel über den Röhren und am oberen Deckelrand. Ein Drittel der Druckluft wird vom PA-Zwischenbodenraum aus durch Löcher in den Raum des darunterstehenden Steuerradios geführt. Dazu haben die Bodenplatte der Endstufe und der Deckel des Steuerradios eine Anzahl Löcher in korrespondierenden Positionen. Ein Ring aus Schaumplastikmaterial dient als Dichtung beziehungsweise Verbindung zwischen beiden Geräteteilen. Um Pfeifgeräusche der durchströmenden Luft (wie bei einer Lohsirene) zu vermeiden, wurden auch hier zwei Lagen von Bronzemashenddraht (Fliegendraht) bei dem Schaumplastikmaterial eingefügt.

Bild 12 zeigt noch die Station des Autors. Der beschriebene SSB-Sender steht rechts auf dem Stationstisch. Steuerradio, Endstufe und (auf einer wärmedämmenden Zwischenplatte stehend) VFO mit CO sind übereinander gestellt. Der Stationsempfänger unter der Tischlampe wird noch durch einen zweiten Empfänger für 1,6 bis 60 MHz ergänzt, der unter dem Bücherschrank steht. Für das SSB-Sender-Eigenbau-Projekt verlieh W 2 MEL dem Autor mit der Urkunde Nr. 84 die Mitgliedschaft im „World Institute of Home Brewers“.

#### Schrifttum

- [1] Spillner, F. (DJ 2 KY): Studien über einen SSB-Exciter nach der Filtermethode. DL-QTC Bd. 32 (1961) Nr. 8, S. 346 bis 361
- [2] Moog, P. (DL 6 QD): Billiges HF-Wattmeter. DL-QTC Bd. 36 (1965) Nr. 2, S. 79 bis 82

## 17. Internationaler Wettbewerb der besten Tonaufnahme

Es war leider nicht möglich, den diesjährigen Internationalen Wettbewerb der besten Tonaufnahme (IWT) wie vorgesehen beim Prager Rundfunk durchzuführen. So ist es das große Verdienst der BASF, Ludwigshafen, daß es ihr – die das alleinige Patronat für den Wettbewerb übernahm – gemeinsam mit dem Studio Heidelberg des Süddeutschen Rundfunks gelang, den 17. IWT innerhalb von knapp vier Wochen mit großer Perfection zu planen und durchzuführen. Im übrigen war wieder der Ring der Tonbandfreunde als Veranstalter verantwortlich, der in enger Zusammenarbeit mit der Geschäftsführung des Fachverbandes Phonotechnik im ZVEI sowie den angeschlossenen Mitgliedsfirmen die internationale Tagung zu einem vollen Erfolg werden ließ.

Am Sonnabend, dem 19. Oktober 1968, begannen um 8.30 Uhr die ersten Abhörsitzungen, nachdem die internationale Jury zuvor Herrn Dr. Stepanek, Prag, zu ihrem Präsidenten und Herrn Dipl.-Kfm. H o c h e, Hamburg, zum Vizepräsidenten gewählt hatte. Die Jury setzte sich aus Vertretern der Länder Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Niederlande, Italien, Schweiz und der Tschechoslowakei zusammen. Jedes vertretene Land hatte hierbei laut Reglement eine Höchstzahl von vier Stimmen zu vergeben. Die Bewertungsbogen sahen gesonderte Rubriken für Idee, Gestaltung und Technik vor. Jede eingesandte Arbeit konnte mit höchstens 30 Punkten je Jury-Mitglied bewertet werden.

Insgesamt kamen 50 Tonbandaufnahmen zum Vortrag (2 Aufnahmen wurden von der Jury disqualifiziert, weil sie dem vorangegangenen NWT des betreffenden Landes nicht vorgelegen hatten, sondern direkt zum IWT eingereicht worden waren, was dem Reglement widerspricht). Es hatten sich diesmal Tonbandamateure aus folgenden Ländern beteiligt: Belgien, Dänemark, Deutschland, Großbritannien, Italien, Niederlande, Polen, Schweden, Schweiz und Tschechoslowakei. Bemerkenswert ist, daß erstmals seit vielen Jahren keine Aufnahmen aus Übersee zum Wettbewerb eingereicht worden waren. Immerhin lag die Gesamtzahl der Einsendungen mit 50 jedoch höher als im Vorjahr (45), aber niedriger als im Jahre 1966 (56).

Eine Analyse der eingereichten Tonbänder ergibt folgendes Bild: Wie in früheren Wettbewerben, war die Mehrzahl Mono-Aufnahmen (37), während nur 13 Aufnahmen in Stereo eingereicht wurden. Der Hauptteil innerhalb der Mono-Aufnahmen lag in der Kategorie C (musikalische oder gesprochene Aufnahmen) mit 11 Einsendungen, gefolgt von der Kategorie D (Tonaufnahmen mit dem Wert der Einmaligkeit) mit 7 Aufnahmen. 6 Mono-Aufnahmen wurden in der Kategorie A (Montagen) zum Vortrag gebracht. Es folgten die Kategorie E (Trickaufnahmen oder technische Montagen) mit 5, die Kategorie B (Reportagen) mit 3 Aufnahmen und die Kategorie F (Schultonaufnahmen) mit 2 Aufnahmen. Die neu eingeführte Kategorie G mit dem Sonderthema „Das Land, in dem ich lebe“ erbrachte leider nur 3 Aufnahmen. Von den insgesamt 13 Aufnahmen in Stereo fielen allein 8 Einsendungen in die Kategorie C, während sich auf die übrigen Kategorien jeweils nur 1 beziehungsweise 2 Aufnahmen verteilen.

Auch in diesem Jahr mußte leider festgestellt werden, daß sich die Amateure an die doch etwas schwierigere Arbeit einer Stereo-Aufnahme nicht gern heranwagen, obwohl doch gerade die heute angebotenen technisch recht vollkommenen Tonbandgeräte interessante Aufnahmen ermöglichen. Für die deutsche Tonbandgeräte-Industrie dürfte die erfreuliche Feststellung zu treffen sein, daß fast ausschließlich auf Tonbandgeräten deutschen Ursprungs „gefahren“ wurde.

Bezüglich der Themenwahl innerhalb der einzelnen Kategorien muß leider festgestellt werden, daß wirkliche Neuheiten kaum zu verzeichnen waren. Zwar wird die Technik von den Amateuren ausgezeichnet beherrscht, doch fehlt es oft an neuen Ideen mit entsprechender Gestaltung. Es konnte daher nicht ausbleiben, daß in den Diskussionen der Jury erneut von einigen Delegationen darauf hingewiesen wurde, daß das Reglement hinsichtlich des Inhalts der einzelnen Kategorien einer Revision bedarf.

Zum Abschluß der Tagung fand die Preisverteilung statt. Neben einer 14-Tage-Reise in die CSSR für zwei Personen, gestiftet vom Tschechoslowakischen Rundfunk in Prag, wurden zahlreiche Geldpreise ausländischer Sendeanstalten sowie wertvolle Sachpreise der Industrie verteilt.

In der Gesamtbewertung der beteiligten Länder konnte die Schweiz in diesem Jahr den ersten Platz mit geringem Abstand vor der CSSR belegen. An dritter Stelle lagen die Niederlande, gefolgt von Großbritannien und der Bundesrepublik, die in diesem Jahr nur mit verhältnismäßig schwachen Aufnahmen vertreten waren.

Am letzten Tag dieser Veranstaltung fand dann der FICS-Kongreß statt, auf dem neben den üblichen Regularien unter anderem auch die Wahl des neuen Präsidenten zur Debatte stand. Einstimmig wurde Heinz Runge (RdT Deutschland) als Präsident und Dr. Jan-Mees (Niederlande) als Vizepräsident und Generalsekretär wiedergewählt.

Auf Grund der während der Abhörsitzungen in Gang gekommenen Diskussion über den Inhalt der einzelnen Kategorien wurde nach längerer Debatte den einzelnen Wettbewerbskategorien ein neuer Inhalt gegeben. Für 1969 sind nunmehr Kategorien folgenden Inhalts vorgesehen:

Kategorie A: Hörspiele (max. 10 Minuten)  
Kategorie B: Reportagen und Interviews (max. 8 Minuten)

Kategorie C: Musikaufnahmen, die den Charakter der Einmaligkeit haben und bisher nicht veröffentlicht wurden (max. 5 Minuten)

Kategorie D: Stimmen, Laute oder Sprache der Tiere (Geräusche aus der Natur usw.; max. 2 Minuten)

Kategorie E: Tonbandkorrespondenz mit einer oder mehreren Personen (max. 8 Minuten)

Kategorie F: Schultonaufnahmen (max. 10 Minuten)

Kategorie G: ein von Jahr zu Jahr wechselndes Thema, das von der FICS bekanntgegeben wird (max. 10 Minuten)

Der FICS-Kongreß faßte abschließend den Beschuß, den nächsten IWT Ende Oktober 1969 in Kopenhagen durchzuführen. H-e

# Mit den **roten** Tantal- Perlen von Bosch brauchen Sie nicht schwarz zu sehen.

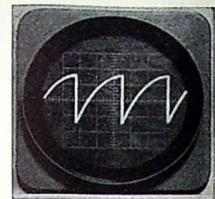


**Informationsanfrage:** An Robert Bosch GmbH  
Produktgruppe Kondensatoren T 8  
7 Stuttgart-Mühlhausen, Aldinger Straße 72

Bitte senden Sie uns  
gegen diesen Scheck Informationsmaterial über  
Tantal-Kondensatoren (mit Muster).

Name \_\_\_\_\_  
Abt. \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_  
Ort \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
Telefon \_\_\_\_\_

**Kondensatoren  
von**  
**BOSCH**



## Der Oszilloskop in der Service-Werkstatt

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 22, S. 872

### 1.1.7. Unterscheidung zwischen Nutz- und Störsignalen

Von dieser Frage war in früheren Abschnitten schon die Rede. Ergänzend dazu sei nachgetragen, daß man zum Beispiel eine Netz-Störkomponente leicht dadurch erkennt, daß man die Zeitablenkung mit der Netzfrequenz synchronisiert und die sich ergebende Kurve betrachtet. Meistens ist der Verstärker mit einer Niederfrequenzspannung wesentlich höherer Frequenz gesteuert. Man sieht dann ein leuchtendes Band, das ohne Vorhandensein einer Netz-Störspannung ein ideales Rechteck ist. Eine überlagerte Störspannung äußert sich durch eine wellige Begrenzung der oberen und unteren Seiten des Rechtecks, die der Störspannung aus dem Netz entspricht. In ähnlicher Weise lassen sich im Oszilloskop Störspannungen höherer oder tieferer Frequenz erkennen, die im allgemeinen nicht synchron zur Meßspannung sind, auf dem Leuchtschirm also durchlaufen, wenn die Zeitablenkung mit der Vorgangsfrequenz synchronisiert ist. Ein Blick auf den Leuchtschirm genügt, um zu unterscheiden, ob die Frequenz der Störspannungen höher oder niedriger als die Meßfrequenz ist.

Ebenso kann man eine Rauschkomponente deutlich unterscheiden (Bild 6). Sie führt zu unscharfen, „verrauschten“ Oszilloskopogrammen.

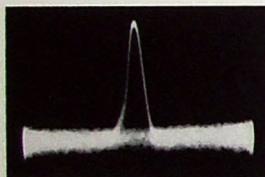


Bild 6. Beispiel für die Unterscheidung zwischen einem Nutzsignal (Impuls) und Rauschen; das Rauschen hebt sich deutlich vom Nutzimpuls ab. Ein Zeigerinstrument würde einen mittleren Wert anzeigen

Stellt man die Zeitablenkung so ein, daß sehr viele Perioden der Meßspannung geschrieben werden, so macht sich eine eventuelle Rauschkomponente durch eine unregelmäßige, verfließende Begrenzung der oberen und unteren Seite des dann entstehenden Rechtecks bemerkbar. Gerade bei solchen Untersuchungen offenbart sich der Nutzen eines Oszilloskopen sehr deutlich.

### 1.1.8. Oszilloskopogramme bei Stereo-Decodern

Bei der Überprüfung von Stereo-Decodern ist der Oszilloskop besonders nützlich, da hier bereits Spannungen ganz unterschiedlicher Kurvenformen auftreten können. Bild 7 gibt die als Stan-

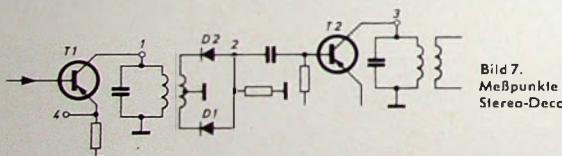


Bild 7.  
Meßpunkte bei Stereo-Decodern

dard anzuhaltende Grundschaltung für die Verdopplung der Pilotfrequenz unter Fortlassung vieler Einzelheiten wieder. Gezeigt ist zunächst die Vorstufe mit dem Transistor T1, der man das Eingangssignal vom Ratiotransistor zuführt. Wir erhalten dann zunächst am Meßpunkt 1 den 19-kHz-Pilotton, der dort unver-

zerrt als Sinuskurve erscheinen muß. Mit diesem Pilotton wird die Zeitablenkung des Oszilloskopen synchronisiert. Schließt man dann den Oszilloskop am Punkt 2, also hinter dem Verdoppler mit den Dioden D1 und D2 an, so muß sich jetzt die doppelte Periodenzahl auf dem Schirm zeigen, da an diesem Punkt eine Frequenz von  $2 \cdot 19 = 38 kHz auftritt. Diese Spannung ist verhältnismäßig niedrig. Sie wird anschließend im Transistor T2$

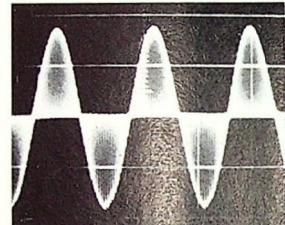


Bild 8. Eine der typischen Spannungen an Stereo-Decodern: das Summen-Differenz-Signal [8]

verstärkt und erscheint dann am Meßpunkt 3 mit wesentlich größerer Amplitude. Aus bestimmten Verzerrungen, die man sehr deutlich dem Oszilloskop entnehmen kann, sind Rückschlüsse auf ein einwandfreies Arbeiten der Verstärkerstufen und des Verdopplers möglich. Ähnliche Beobachtungen kann man am Meßpunkt 4 machen, an dem man das Summen- und Differenzsignal auskoppeln kann. Es ergeben sich typische Kurvenformen, die für den Stereo-Betrieb gültig sind (Bild 8). Abweichungen von der „Normkurve“ lassen auf bestimmte Decoderfehler schließen, auf die hier jedoch nicht eingegangen werden kann, da es sich um allgemeine Servicefragen handelt. In diesem Zusammenhang sei zum Beispiel auf [8] verwiesen.

Die verschiedenen auf dem Markt befindlichen Decoder unterscheiden sich schaltungstechnisch in mancherlei Hinsicht. Deshalb ergeben sich häufig andere Meßpunkte und andere Kurvenformen an diesen. Zur richtigen Beurteilung braucht man das jeweilige Serviceschaltbild, das meistens diejenigen Oszilloskopogramme enthält, die auftreten müssen, wenn der Decoder einwandfrei arbeitet. Solche Schaltbilder sind also für die Beurteilung des Gerätes unbedingt erforderlich.

Selbstverständlich lassen sich auch sonstige Decoder-eigenschaften, beispielsweise das Übersprechen, die Arbeitsweise des Verdopplers, die Auswirkung von Übersteuerungen, die Auswirkung eines anderen Frequenzhubs usw., überprüfen. Da es sich um niederfrequente oder nahezu niederfrequente Spannungen handelt (die höchste vorkommende Frequenz liegt ja bei etwa 38 kHz), ist der Anschluß des Oszilloskopen an die betreffenden Meßpunkte im allgemeinen nicht mehr kritisch, zumal die Kreise relativ große Kapazitäten haben, so daß die Eigenkapazität des Oszilloskopen keine große Rolle spielt. Auch in dieser Hinsicht geben die Serviceschaltbilder genügend Hinweise. Man kommt meistens ohne Tastkopf aus, sollte aber stets abgeschirmte Zuleitungen zum Oszilloskop verwenden.

### 1.1.9. NF-Untersuchungen mit Rechteckspannungen und deren Deutung

Die Anwendung von Rechteckspannungen zur Untersuchung von Niederfrequenzverstärkern hat in der letzten Zeit an Bedeutung stark zugenommen. Dieses Verfahren ermöglicht eine schnelle

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**zeninger**  
**SERVICE**

Neu  
von  
akkord

steckone



## name: combiphon TR 1000



**Charakteristik:** Radio + Cassetten-Tonbandgerät kombiniert

**Leistung:** Universell Bringt komplettes Radioprogramm auf UKW, Kurz-, Mittel- und Langwelle. Nimmt Rundfunksendungen oder Schallplatten auf Compact-Cassetten auf. Liefert Musik vom laufenden Cassetten-Tonband. Steht für Mikrofon-Aufnahmen jeder Art zur Verfügung. Nimmt Diktate auf. Dient bei Partys als Alleinunterhalter ... und kann noch einiges mehr!

**Eigenschaften:** Vielseitig und leistungstark, robust, handlich und preisgünstig.

**Sonstiges:** 18 Transistoren/17 Kreise. Ferritstab + Teleskopantenne. Anschlüsse für Plattenspieler, Tonbandgerät, Mikrofon, Ohrhörer und Zweithautsprecher. Eingebautes Netzteil zum Direktanschluß an 220-V-Wechselstrom. Für Batteriebetrieb: 6 Monozellen 1,5 V. 2 Watt Ausgangsleistung. Leicht transportabel durch praktischen Tragegriff.

**Besondere Kennzeichen:** Viele! Siehe Angaben unter Charakteristik, Leistung und Sonstiges. — Unter dem Namen "Combiphon 845" übrigens auch in spezieller Koffergeräte-Ausführung lieferbar.

**Wichtiger Hinweis:** Combiphon TR 1000 könnte Ihr Verkaufsschlager für 1969 werden. Disponieren Sie bitte rechtzeitig, denn die Nachfrage ist groß!

**Gutschein**  
Bei Einsendung dieses Gutscheins erhalten Sie kostenlos Prospektmaterial über unser gesamtes Gerätaprogramm

Firma:

Akkord-Radio GmbH  
6742 Herxheim/Pfalz, Abt. H

akkord

Akkord-Radio GmbH  
6742 Herxheim/Pfalz  
Deutschlands erste  
Spezialfabrik für Kofferradios



Beurteilung des Frequenzganges eines NF-Verstärkers, und zwar besonders in der Nähe der unteren und oberen Grenzfrequenz. Selbstverständlich kann man den Frequenzgang des Verstärkers auch konventionell gewinnen, etwa durch punktweises Aufnehmen mit Tongenerator und Röhrenvoltmeter oder durch oszillographische Darstellung der Frequenzkurve (darüber wird später noch gesprochen werden). Alle diese Verfahren sind jedoch entweder zeitraubend oder nur mit Spezial-Oszillografen mit stark nachleuchtendem Schirm durchzuführen. Deshalb hat die Untersuchung mit Rechteckspannungen besonderes Interesse und soll ausführlich besprochen werden. Die nachstehenden Ausführungen haben selbstverständlich auch für andere Verstärker Gültigkeit, die sich mit Rechteckspannungen untersuchen lassen.

Zur Durchführung der hier beschriebenen Messungen benötigt man nach Bild 9 außer einem Oszillografen einen Rechteckgenerator, der rechteckförmig verlaufende Spannungen mit einstellbaren Frequenzen abgibt. Diese Rechteckspannung muß bestimmten Forderungen genügen, und zwar in zweierlei Hinsicht: Noch bei der tiefsten einstellbaren Frequenz darf die „Dachschräge“ kaum merklich sein, und bei der höchsten Frequenz soll der Rechtecksprung noch eine scharfe Begrenzung an den Umkehrpunkten sowie eine möglichst hohe Anstiegssteilheit in den vertikalen Teilen

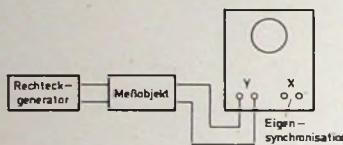


Bild 9. Meßschaltung zur Prüfung mit Rechteckspannungen

haben. Wir geben in diesem Zusammenhang absichtlich keine Zahlenwerte an, denn es kommt sehr auf die Eigenschaften des vorhandenen Oszillografen an. Kann dieser nämlich die vom Rechteckgenerator gelieferten Sprünge nicht mehr formgetreu wiedergeben, so hat es keinen Zweck, an den Generator zu hohe Ansprüche zu stellen. Dann sind aber auch die Aussagen, die eine Rechteckspannungsprüfung liefert, nur von beschränktem Wert. Hier zeigt sich die Wichtigkeit unserer eingangs gestellten Forderung, auch beim Einkauf eines Service-Oszillografen auf möglichst gute Eigenschaften zu achten und dabei lieber gewisse Preiszugeständnisse in Kauf zu nehmen. Andeutungsweise sei erwähnt, daß ein Oszillograf Anstiegszeiten nicht unter etwa 70  $\mu$ s haben und eine merkliche Dachschräge erst bei Rechteckspannungs-Folgefrequenzen von 50 Hz zeigen soll.

Bevor man mit Rechteckspannungsmessungen beginnt, muß man sich durch Anlegen der Spannung des Rechteckgenerators unmittelbar an den Eingang des Oszillografen davon überzeugen, ob innerhalb des interessierenden Frequenzbereiches die Rechteckspannungen wirklich ohne die vorhin angedeuteten Verzerrungen wiedergegeben werden. Sonst täuscht unter Umständen eine Messung Verzerrungen im Meßobjekt selbst vor, und die Messung ist wertlos.

Wir besprechen zunächst die Erscheinungen, die in der Nähe der unteren Grenzfrequenz des zu untersuchenden Verstärkers auftreten. Die untere Grenzfrequenz ist bei wechselstromgekoppelten Stufen im allgemeinen durch die Zeitkonstante des Kopplungsgliedes (RC-Glied im Bild 10 zwischen zwei Transistor- oder



Bild 10. Grundschaltung für die Rechteckverformung bei der unteren Grenzfrequenz

Röhrenstufen) gegeben. Ist diese Zeitkonstante nicht mehr groß gegen den reziproken Wert der Folgefrequenz der Rechteckspannung, so erscheint der Impuls auf dem Leuchtschirm nicht mehr rechteckig, sondern mit einer erheblichen Dachschräge, die wir bereits in der ersten Beitragsreihe definiert haben (Heft 4/1968, S. 138, Abschnitt 2.3.5.). Die Dachschräge erklärt sich einfach dar-

aus, daß während der Zeit des im Idealfall horizontal verlaufenden Impulsdaches eine Entladung des Koppelkondensators über den zugehörigen Widerstand erfolgt, was einen Abfall der übertragenen Spannung zur Folge hat. Daher neigt sich das Impulsdach gegen die Nulllinie des Oszillogramms (Bild 11). Dadurch ergeben sich in bezug auf die Nulllinie des Oszillogramms zwei markante Spannungswerte  $U_1$  und  $U_2$ , die man ablesen und auswerten kann.

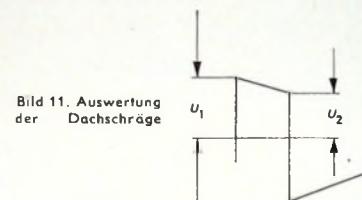


Bild 11. Auswertung der Dachschräge

Da sich der Phasenwinkel zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung in der Nähe der unteren Grenzfrequenz stark ändert, steht dieser in direkter Beziehung zu den beiden Spannungen  $U_1$  und  $U_2$ . Es gilt

$$U_2 = U_1 \cdot \exp(-\pi \cdot \tan \varphi). \quad (4)$$

Außerdem ist der Phasenwinkel auch durch die Beziehung

$$\cot \varphi = 2 \pi \cdot f_u \cdot R \cdot C \quad (5)$$

bestimmt, wobei  $f_u$  die untere Grenzfrequenz des Systems bedeutet. Betrachtet man nun nur eine Halbwelle der Rechteckschwingung mit der Zeit  $t = \frac{1}{2 \cdot f_0}$ , so ergibt sich für die exponentiell verlaufende Entladung des Koppelgliedes die Gleichung

$$U_2 = U_1 \cdot \exp\left(-\frac{1}{2 \cdot f_u \cdot R \cdot C}\right). \quad (6)$$

Daraus läßt sich die Grenzfrequenz selbst als Funktion des Verhältnisses  $U_2/U_1$  durch die Gleichung

$$f_u = \frac{\ln \frac{U_2}{U_1}}{2 \cdot R \cdot C} \quad (7)$$

angeben. Durch Gl. (5) ist also der Zusammenhang zwischen Phasenwinkel, Grenzfrequenz und Zeitkonstante des Koppelgliedes festgelegt.

Sowohl Gl. (4) als auch Gl. (7) können nun zur Auswertung des Oszillogramms herangezogen werden, indem man einfach die beiden Spannungen  $U_2$  und  $U_1$  oszillografisch bestimmt und daraus mit Hilfe der beiden Gleichungen entweder den Phasenwinkel oder die Grenzfrequenz berechnet. Wie man sieht, wird diese Messung um so genauer, je genauer sich  $U_1$  und  $U_2$  in dem Oszillogramm ablesen lassen. Man benötigt also wenigstens einen gezeichneten Oszillografen mit Ableseraster vor dem Bildschirm.

Die möglichen Verformungen der Rechteckspannung in der Nähe der unteren Grenzfrequenz können sehr klein, aber auch sehr groß sein. Im ersten Fall ergibt sich nur ein ganz leicht abfallendes Impulsdach, im anderen erhält man fast nur noch den Anstieg der Rechteckspannung als Spitzensimpuls. In diesem Fall differenziert der Verstärker, wie man sagt. Mit guten Oszillografen lassen sich schon Phasenwinkel ab etwa 1° gut bestimmen. Ein Phasenwinkel von 75° liefert praktisch nur noch kurze Impulse (Bilder 12, 13, 14).

Häufig verzichtet man auf die mit den angegebenen Gleichungen mögliche zahlenmäßige Ausrechnung des Phasenwinkels und der Grenzfrequenz. Man begnügt sich dann mit der qualitativen Beurteilung des Oszillogramms.

Ein Zeichen  
garantiert  
Zuverlässigkeit

**zeninger**  
**SERVICE**

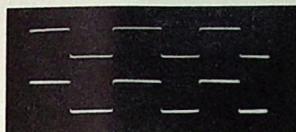


Bild 12. Ergebnis der Rechteckspannungsprüfung an einem Verstärker mit sehr tiefer unterer Grenzfrequenz; oben: Originalsignal, unten: Ausgangssignal des Verstärkers

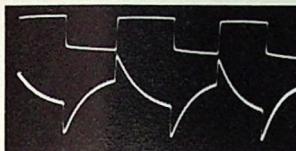


Bild 13. Verhalten eines Verstärkers bei der Prüfung mit Rechteckspannungen (untere Grenzfrequenz relativ hoch); obere Kurve: Rechteck-Eingangsspannung, untere Kurve: Ausgangsspannung (die Dachsräge ist sehr groß)

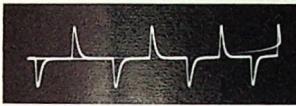


Bild 14. Wie Bild 13, jedoch untere Grenzfrequenz noch höher; die Kurve wird bereits weitgehend differenziert

Während sich die Annäherung an die untere Grenzfrequenz durch eine Dachsräge äußert, wobei die Anstiegssteilheit nicht beeinflußt wird, macht sich die Annäherung an die obere Grenzfrequenz durch eine wesentlich verlängerte Anstiegszeit bemerkbar, während eine Dachsräge nicht festzustellen ist. Die obere Grenzfrequenz von Verstärkern wird durch eine Zeitkonstante bedingt, die nach Bild 15 einerseits durch einen Widerstand  $R$ , andererseits durch eine schädliche Kapazität  $C$  gebildet wird. Da der Kondensator  $C$  über den Widerstand  $R$  nach Anlegen des Rechtecksprunges erst aufgeladen werden muß, steigt die Spannung  $U_2$  langsam an.

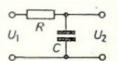


Bild 15. Grundschaltung zur Rechteckverformung bei der oberen Grenzfrequenz

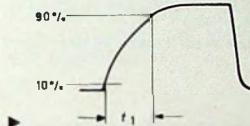


Bild 16. Auswerlung der Anstiegszeit

Spannung  $U_2$  langsamer als die angelegte Spannung  $U_1$  an. Es ergibt sich die typische „verschliffene“ Impulsform nach Bild 16. Zu ihrer quantitativen Auswertung muß die Anstiegszeit  $t_1$  (normgemäß zwischen 10 und 90 % der Endamplitude) möglichst genau bestimmt werden, und zwar durch Auswerten des Leuchtschirmbildes. Ist  $T_a$  die Dauer des Rechteckimpulses (eine Halbwelle), so kann der Tangens des Phasenwinkels aus der Beziehung

$$\tan \varphi = \frac{T_a}{0,7 \cdot t_1} \quad (8)$$

ermittelt werden.

Jetzt läßt sich aus der Anstiegszeit und dem Tangens des Phasenwinkels auch die obere Grenzfrequenz aus der Gleichung

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot t_1 \cdot \tan \varphi} \quad (9)$$

bestimmen. Je genauer man die Anstiegszeit  $t_1$  aus dem Oszilloskop ablesen kann, um so genauer wird naturgemäß die Messung. Außerdem muß natürlich, was meistens keine Schwierigkeiten macht, die Dauer des Rechteckimpulses bekannt sein; da wir immer nur eine Halbwelle betrachten, ist stets

$$T_a = \frac{1}{2 \cdot f}.$$

Wie man sieht, lassen sich aus dem Oszilloskopogramm der Rechteckspannung auch gute Rückschlüsse auf das Verhalten des Verstärkers in der Nähe der oberen Grenzfrequenz ziehen (Bilder 17 und 18). Ähnlich wie bei Untersuchungen in der Nähe der unteren Grenzfrequenz, begnügt man sich hier häufig mit der Beurteilung des Oszilloskopograms, verzichtet also manchmal auf die zahlenmäßige Auswertung unter Zuhilfenahme der angegebenen Gleichungen. Geübte Meßtechniker entnehmen dem Oszilloskopogramm schon durch Betrachten wichtige elektrische Eigenschaften des untersuchten Verstärkers.

Abschließend sei erwähnt, daß die Amplitude des Oszilloskopograms um so kleiner wird, je höher die Frequenz der zugeführten Rechteckspannung über der Grenzfrequenz des Verstärkers liegt.

## Es 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 Doppelleitung-Anschluß keine Übertragerdämpfung. Nur 4 Antennentypen bedeuten einfachste Lagerhaltung. — Dazu: Schnelle Montage — niedrige Windlast — kompakte Verpackung. Deshalb sind die Dezi-PFEIL Volltreffer.

Den Fortschritt erkennen —

**KATHREIN** Antennen



F 025



A. Kathrein, 82 Rosenheim, Postfach 260

Physikalisch ist das leicht verständlich, denn während des positiven Teils der Rechteckspannung hat dann C im Bild 15 nicht genügend Zeit, um sich bis zum Spannungswert  $U_1$  aufzuladen. Schon bei unvollständiger Aufladung fällt ja die Rechteckspannung  $U_1$  wieder ab, und die Spannung geht zurück. Im Extremfall erhalten wir am Ausgang des RC-Gliedes im Bild 15 überhaupt keine Spannung. Wir haben dann eine gut wirkende „Siebkette“ vor uns, wie wir sie aus dem Netzteil eines Rundfunkempfängers kennen.

Erwähnt sei noch, daß man die Schaltung nach Bild 15 auch zum elektrischen Integrieren benötigt. Hier muß R etwa dreimal so groß wie der kapazitive Widerstand von C bei der betreffenden Frequenz sein. Es würde jedoch zu weit führen, auf diese an sich recht interessanten Verhältnisse näher einzugehen.

Die beiden vorstehend besprochenen Impulsformen bei der unteren und oberen Grenzfrequenz liefern Rückschlüsse auf die wichtigen

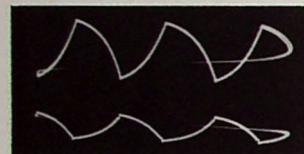


Bild 17. Ausgangsspannung eines Verstärkers bei tiefer oberer Grenzfrequenz; obere Kurve: Spannung an der Anode, untere Kurve: Spannung an der Kathode der Röhre

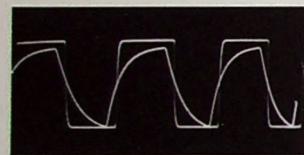


Bild 18. Vergleich zwischen der Eingangs-Rechteckspannung und der Ausgangsspannung bei relativ tiefer oberer Grenzfrequenz; zwischen beiden Spannungen besteht eine kleine Phasenverschiebung

tigsten Eigenschaften eines Verstärkers. Darüber hinaus sind aber noch weitere Rückschlüsse möglich, zum Beispiel dann, wenn der Verstärker Einschwingvorgänge zeigt. Dann ergeben sich ausgangsseitig Oszilloskopbilder, die mit dem typischen „Überschwingen“ behaftet sind (s. Heft 4/1968, Nr. 4, S. 138, Abschnitt 2.3.4.).

Aus der Periodendauer des Überschwingens lassen sich Rückschlüsse auf die Frequenz ziehen, bei der das Überschwingen auftritt, und daraus kann man wiederum erkennen, welche Bauteile im Verstärker für das Überschwingen verantwortlich sind. Man sieht, wie wichtig und wie vorteilhaft die Anwendung der Methode der Rechteckspannungen bei der Überprüfung von Verstärkern ist. Je mehr Übung man bei der Beurteilung des Leuchtschirmbildes hat, um so mehr Rückschlüsse kann man daraus ziehen. (Fortsetzung folgt)

## Ausbildung

### Lehrgänge an der Schulungsstätte Schotten

An der Schulungsstätte Schotten im Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks werden im Februar und März 1969 folgende Lehrgänge durchgeführt:

29. 1. - 1. 2. 1969: Einführung in die Elektronik, Teil 1
3. 2. - 6. 2. 1969: Einführung in die Elektronik, Teil 2
12. 2. - 15. 2. 1969: Farbfernsehen-Aufbau, Teil 1
19. 2. - 22. 2. 1969: Farbfernsehen-Aufbau, Teil 2
26. 2. - 1. 3. 1969: Elektronik-Aufbau, Teil 1
3. 3. - 6. 3. 1969: Elektronik-Aufbau, Teil 2
11. 3. - 14. 3. 1969: Angewandte Elektronik
19. 3. - 22. 3. 1969: Einführung in die Fernsehschaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Geräte
25. 3. - 28. 3. 1969: Einführung in die Elektronik, Teil 1
31. 3. - 3. 4. 1969: Einführung in die Elektronik, Teil 2

Anmeldungen und Anfragen sind an den Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks, Schulungsstätte, 6479 Schotten, zu richten.

### Berichtigung

NF-Vorverstärker in Hi-Fi-Qualität. Funk-Techn. Bd. 23 (1968) Nr. 21, S. 807-814

Die erste Formel in der linken Spalte auf Seite 813 lautet richtig

$$Z_G = \frac{25,9}{I_C} \cdot \sqrt{\beta}.$$

Bei der im Heft ausgedruckten Formel fehlt das Wurzelzeichen.

# Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt für Schreibmaschinen aus Vorführung und Retouren, trotzdem Garantie u. Umtauschrech. Kleinste Raten. Fordern Sie Gratiskatalog 907 P

**NÖTHL** Deutschlands großes Büromaschinenhaus  
A. G. - M. Z. H. 34 GÖTTINGEN, Postfach 601



Moderne Elektronik-Fachbücher für Techniker - Studenten - Amateure. Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!  
**RIM-Electronic-Jahrbuch '69**  
- 520 Seiten - Schutzgebühr DM 4,50, Nachr. Inland DM 6,30. Vorkasse Ausland DM 6,40, (Postscheckkonto München Nr. 13753).

8 München 15, Bayerstraße 25 - Abt. F 2  
Telefon 0811/557221  
Telex 05-28166 rarim-d.

**(RADIO-RIM)**

**sartorius**

Für interessante und gut dotierte Positionen in Entwicklung und Fertigung suchen wir

## Elektronik-Ingenieure Fernsehtechniker Rundfunktechniker

Da sich das Arbeitsgebiet im Aufbau befindet, ergeben sich für befähigte Mitarbeiter gute Aufstiegsmöglichkeiten.

Außerdem bieten sich Einsatzmöglichkeiten als Service-Techniker in In- und Ausland. Bei der Wohnraumbeschaffung sind wir gern behilflich.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung mit ausführlichen Unterlagen an die Personalabteilung der

**SARTORIUS-WERKE GMBH**  
**34 GÖTTINGEN**  
**PRÄZISIONS- UND**  
**ANALYSENWAAGEN**

Weender Landstraße 96-102, (0551) 31031

# Warum strebsame Nachrichtentechniker Radartechniker Fernsehtechniker Elektromechaniker ihre Zukunft in der EDV sehen

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

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

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

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

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

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

**UNIVAC**  
Elektronische Datenverarbeitung

**PHILIPS**  
industrie elektronik



Wir erweitern unseren Service auf dem besonders interessanten Gebiet der Industrie-Fernsehtechnik. Hierfür suchen wir mehrere

## Rundfunk- und Fernseh-Techniker

für Kundendienstaufgaben im Innen- und Außendienst.

Spezialausbildung erfolgt in unserem Hause. Bewerber, die an einer selbständigen, vielseitigen und besonders zukunftsträchtigen Tätigkeit interessiert sind, wollen ihre Bewerbung bitte richten an

Philips Industrie Elektronik GmbH  
Personalabteilung  
2 Hamburg 63 (Fuhlsbüttel), Röntgenstraße 22  
Telefon 50 10 31, Apparat 476

## Funk-Techniker

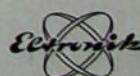
Für unsere „Werkschule Funk“ in Berlin suchen wir einen Funk-Techniker als Lehrer.

Wir wünschen uns, daß Sie pädagogisches Geschick haben und über gute Fachkenntnisse auf dem Gebiet des Nachrichtenwesens verfügen.

Die Aufgabe umfaßt die Schulung unserer Kundendienst-Techniker, die für die Wartung und Reparatur kommerzieller Funkgeräte eingesetzt werden.

Bei der Wohnraumbeschaffung sind wir Ihnen behilflich.

Bewerbungen mit handschriftlichem Lebenslauf und Zeugnisabschriften erbitten wir an unsere Personalabteilung, 1 Berlin 33, Forckenbeckstraße 9-13



**ROBERT BOSCH ELEKTRONIK  
UND PHOTOKINO GMBH**  
Mitglied der Bosch-Gruppe

# Unsere Aufgabe: Mitgestalten der Zukunft

Als Großunternehmen der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie sehen wir darin unser wesentliches Ziel

## Mitgestalten der Zukunft

Für unser Werk Lemwerder suchen wir zum baldigen Eintritt

### Elektronik-Ingenieure (grad.)

für den Innen- und Außendienst.

Das Aufgabengebiet umfaßt die Prüfung und Reparatur von Flugelektronik-Systemen moderner Flugzeuge – sowohl im Serienbau wie in der Betreuung.

Erfahrungen auf diesem Arbeitsgebiet sind erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Gute Kontaktfähigkeit und Einsatzfreude sind für die zu lösenden Aufgaben unerlässlich.

Wenn Sie bei uns mitarbeiten wollen, so erbitten wir Ihre Bewerbungsunterlagen unter dem Kennzeichen P 5 an unsere Zentrale Personalabteilung, 28 Bremen, Hünefeldstr. 1–5



**Vereinigte Flugtechnische Werke GmbH**  
früher „Weser“ Flugzeugbau / Focke-Wulf / Heinkel-Flugzeugbau

Nebenarbeit. Ausarbeitung von Lehrunterlagen auf dem Gebiet der Radio- und Fernsehtechnik (Raum Berlin). Zuschriften unter F. A. 8516

Biete Radio-Fernsehtechnikermeister-Konzession gegen Honorar. Zuschriften unter F. Z. 8516.



**Selbst gebaut**

Ein Transistorgerät

Auch Sie können es lernen – für den Beruf, um hochbezahlter Transistorfachmann zu werden oder als Hobby. Ausbildung in Praxis und Theorie, Selbstbau von vielen Transistorgeräten d. bew. Fernstudium. Keine Vorkenntnisse erforderlich. Broschüre TG 9 kostenlos durch

Institut für Fernunterricht · Bremen 17

#### Für unseren Fertigungsbetrieb

Stuttgart, Löwentorstraße (Nähe Nordbahnhof)  
suchen wir bei besten Verdienstmöglichkeiten füchtige

#### Fernmeldemontoure

#### Elektroinstallateure

für Bau und Montage von elektroakustischen Anlagen im gesamten Bundesgebiet u. im Ausland.

Bitte vereinbaren Sie telefonisch oder schriftlich einen Vorstellungstermin.

7 Stuttgart, Königstraße 46

(Mittnachtbau)

Eingang Büchsenstraße

Telefon 29 18 83, 29 56 34, 22 45 68,  
29 18 50, 29 18 84

**STRÄSSER**

#### Kaufgesuche

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

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

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Trans-  
istoren, Dioden usw., nur fabrikneue  
Ware, in Einzelstücken oder größerer  
Partien zu kaufen gesucht.

Hans Kaminzky  
8 München-Solln  
Spindlerstraße 17

## REGEL-TRENN- TRANSFORMATOR Type TR 8

für Farbfernseh-Service und Laborbedarf · Nennleistung 800 VA  
umschaltbar 220/120 Volt · Liste 171



**ENGEL GMBH**  
62 WIESBADEN-SCHIERSTEIN  
Rheingaustraße 34-36  
Telefon: 60821 · Telex: 4186860

### Widerstände axial mit Farbcodierung

1/10—2 W, gängig sortiert  
1000 St. 15,90 3000 St. 30,65 6000 St. 63,20

### Keramik-Kondensatoren

viele Werte 500 St. 14,55 1000 St. 23,30  
1 kg Kondensatoren (Roll-Styraflex-Keramik und Elektrol.-Kondensatoren, gut sortiert) 23,30 · Siemens AF 139 1 St. 2,50  
AF 239 1 St. 2,78

Vers. per Nachr. ab Lager.  
Preise zuzüglich MWSt.

**CONRAD** 845 Amberg, Georgenstr. 3a

### Elektronische Selbstbau- Orgeln



alle Größen.

Neu: Elektron. Selbstbau-Schlagzeug!

Nettoliste kostenlos direkt von:  
Electron Music, 4951 Döhren 70,  
Postfach 10/18

### Technik-Katalog neu!



Funkgeräte für Amateure, Bastler und Gewerbe, technische Neuheiten, Bausätze für Funk und Elektronik, Bauteile, Röhren, Transistoren, Fernsteueranlagen, Hi-Fi-Stereo, Verstärker, Fach- und Bastelbücher, Werkzeuge u.a.m.

150 Seiten, viele Bilder, Schutzgebühr 2,50 DM in Briefmarken.

Technik-Versand KG  
28 Bremen 17 Abteilung C 13

### Preiswerte Halbleiter

AA 118	DM 1,50
AA 117	DM 1,55
AC 122 g/n	DM 1,25
AC 151 V	DM 1,60
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,85
AF 118	DM 3,35

BC 107 A:B DM 1,20 10/DM 1,10  
BC 108 A:B:C DM 1,10 10/DM 1,10

BC 108 B:C DM 1,20 10/DM 1,10

BC 170 B DM 1,05 10/DM 1,05

BF 115 DM 3,20 10/DM 3,20

ZG 2,7... ZG 33 je DM 2,40

2N 706 DM 1,65 10/DM 1,65

2N 708 DM 2,35 10/DM 2,20

2N 2218 DM 3,10 10/DM 2,90

2N 2219 A DM 4,35 10/DM 3,95

2N 3702 DM 1,80 10/DM 1,60

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

**M. LITZ** elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Postfach 55

# UNSERE NEUEN TONHÖHEN- SCHWANKUNGSMESSE

## JETZT LIEFERBAR!



### ME 104

Standard-Modell, jetzt mit 3 Meßbereichen (0,3 - 1,0 - 3,0 %) und Si-Halbleitern.



### ME 301

Filter für Schwankungs-Analysen. Angepaßt an alle, auch ältere Typen, unserer Schwankungsmesser. Meßbereiche: 1-330 Hz. Kontinuierlich durchstimmbar bei 40 dB Oktavdämpfung.



**TECHNISCH-PHYSIKALISCHES LABORATORIUM**

DIPL.-ING. BRUNO WOELKE

8 MÜNCHEN 2, NYMPHENBURGER STRASSE 47

## Europäische Bildröhrentechnik

### A 56-120 X

eine neue VALVO-Farbbildröhre



Unsere neue 56 cm-Farbbildröhre entspricht in ihren elektrischen Eigenschaften und den geometrischen Abmessungen dem modernsten Stand der Entwicklung.

#### Ihre Vorteile:

- 30 % höhere Schirmhelligkeit durch neue Leuchtstoffkombinationen (Roter Leuchtstoff auf Yttrium-Oxidulfidbasis mit Europium aktiviert)
- Strahlstromverhältnis 1:1:1, dadurch vereinfachte Ansteuerschaltungen
- Hohe Konstanz der Farbreinheit durch temperaturkompensierte Lochmaske
- Euromaske mit einem an die 625-Zeilennorm angepaßten Lochraster
- Hervorragende Bildschärfe bei kleinen und bei großen Strahlströmen
- Verzerrungssarmes Bild und großer Sichtwinkel durch besonders flachen Bildschirm und geradlinige Kanten
- Erste Farbbildröhre der Welt mit dem Seitenverhältnis 3:4, entsprechend der Sendernorm
- Reflexarme Oberfläche vermindert die Spiegelung, ohne die Auflösung und den Kontrast herabzusetzen
- Durchsteckbar und ohne zusätzliche Schutzscheibe, dadurch geringe Gehäuselänge und volle Ausnutzung der Bildfläche
- Hohe Qualität durch jahrelange Erfahrung in der Schwarzweiß- und Farbbildröhrenfertigung
- Eine VALVO-Bildröhre!



VALVO GmbH Hamburg

10020

B.-Thälmann-Str. 56