

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



4

1968

2. FEBRUARHEFT



# Ihre Kunden meinen Blaupunkt, wenn Sie ein leistungsfähiges Kofferradio verlangen. Denken Sie daran!



Kunden haben oftmals seltsame Vorstellungen und ebenso viele Wünsche. Ein Kofferradio soll alles drauf haben, leicht, handlich und robust sein, sich einfach bedienen lassen und außerdem gut klingen. Und das alles zu einem vernünftigen Preis.

Beginnen Sie am besten gleich bei Blaupunkt. Denn Sie wissen ja,

Blaupunkt Kofferradios haben mehr: unsere spezielle Autoradioerfahrung. Darum sind alle diese Eigenschaften bei Blaupunkt Kofferradios zu finden: bewährte Technik, Blaupunkt-Klang, Kompaktbauweise, Hitze läßt sie kalt, Erschütterungen können sie nicht erschüttern.

Und eines sollten Sie nicht ver-

gessen: Blaupunkt Kofferradios werden überall gesehen und gehört. So werben sie neue Kunden für Sie. Die Kofferradio-Saison steht vor der Tür. Sie sollten sich Ihren Anteil an diesem Frühjahrsgeschäft sichern. Das breite Angebot der Blaupunkt Kofferradios, das Sie Ihren Kunden machen können, ist die beste Garantie dafür.



## Kofferradios von **BLAUPUNKT**

Mitglied des Bosch Firmenverbandes



gelesen · gehört · gesehen .....	112
FT meldet .....	114
Service-Meßgeräte kritisch betrachtet .....	115
Studio C im neuen SFB-Fernsehzentrum in Betrieb .....	116
Computer und optischer Dokumentsortierer für die Mietabrechnung .....	116
Modernste Datenverarbeitungstechnik im Dienste der X. Olympischen Winterspiele in Grenoble .....	117
Farbfernsehen	
Der Laufzeitdemodulator im Farbempfänger „PALcolor 708“ .....	119
Persönliches .....	122
Münzfernsehen in England .....	123
Meßtechnik	
PAL-Service-Generator „FG 4“ .....	124
Hi-Fi-Technik	
Hi-Fi-Steuergerät „8001/St“ .....	127
Verstärker	
NF-Verstärker mit dem hochsperrenden Silizium-Leistungstransistor BD 129 .....	131
Hi-Fi-Endverstärker-Varianten .....	133
Stereophonie	
Stereo-NF-Verstärker für Kopfhöreranschluß .....	134
Rundfunk	
Leuchtfeld-Abstimmmanzeige mit photoelektronisch gekoppelter Stillabstimmung .....	135
Automatischer Schalter für Farbfernsehgeräte .....	136
Für den jungen Techniker	
Die Technik moderner Service-Oszillografen .....	137
Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren) .....	140
Fernseh-Service .....	142
Neue Bücher .....	142

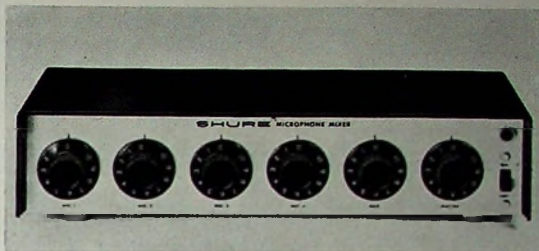
Unser Titelbild: Schaltpult zur Steuerung der Anzeigetafeln der neuen Fluggast-Informationsanlage auf dem Zentralflughafen Berlin-Tempelhof (s. auch S. 126) Aufnahme: Siemens

Aufnahmen: Verlasser, Verkaufsaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 110, 113, 143 und 144 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 vrlkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Barlsch; Anzeigenlfg.: Marianne Weidemann; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, PSch Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



## Wenn Sie mehr als ein Mikrofon verwenden wollen, dann brauchen Sie den modernen Shure M 68-2 Mixer



Fünfkanaliger, tragbarer Mikrofon-Mixer für Ela-Anlagen und Tonbandgeräte. Erfüllt die Forderung nach einfacher Handhabung, Vielseitigkeit, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit (weil transistorisiert, weil kontakt-sicher durch professionelle Steckverbindungen).

### Eingänge

- 1) Vier mischbare Eingänge für hoch- und niederohmige Mikrophone (symmetrischer oder unsymmetrischer Anschluß). Impedanz umschaltbar, dadurch entfallen kostspielige Mikrofon-Übertrager.
- 2) Ein mischbarer, hochpegeliger Eingang für Tonbandgerät, Tuner oder Plattenspieler.

### Regelmöglichkeiten

- 1) Getrennte Pegelkontrolle für jeden der fünf Eingänge.
- 2) Summenregler zur gleichzeitigen Kontrolle des Pegels aller Eingänge.

### Ausgänge

- 1) Ein hochohmiger (unsymmetrisch) oder niederohmiger (symmetrisch oder unsymmetrisch) Ausgang. Impedanz umschaltbar (zur Anpassung an Ela-Verstärker oder Tonbandgerät).
- 2) Ein zusätzlicher, hochohmiger, hochpegeliger Ausgang (0,5 - 2 V).

Flexibilität der Ausgänge sichert die Anschlußmöglichkeit an buchstäblich jeden Verstärker.

Der neue Shure Mikrofon-Mixer findet überall da Verwendung, wo mehrere Mikrophone zusammengeschaltet werden sollen (in Tagungs- und Konferenzräumen, bei öffentlichen Diskussionen, in Kirchen, Klubräumen, Festhallen, Sportstätten und Theatern). Die Mikrophone lassen sich verteilt aufstellen und sind für jeden Sprecher leicht erreichbar. Ebenso können auch mehrere Mixer miteinander verbunden werden.

**SHURE**

Shure Vertretungen: Deutschland: Braun AG, 6 Frankfurt/M., Rüsselsheimer Str. 22; Schweiz: Telion AG, Zürich, Albisrieder Str. 232; Österreich: H. Lurf, Wien I, Reichsratsstr. 17, Orchester Sektor; E. Dematté & Co., Innsbruck, Bozner Platz 1; Niederlande: Tempofon, Tilburg.





## Neue Geräte

### AEG-Telefunken

Als erstes neues Rundfunkgerät für die Saison 1968 stellte AEG-Telefunken den Stereoe-Mpänger „Andante Stereo 101“ (7/11 Kreise, UKML) vor. Der Lautsprecher für den rechten Stereo-Kanal ist abnehmbar. Bei diesem Gerät der unteren Preisklasse sind hohe Ausgangsleistung (2 × 6 W), getrennte Höhen- und Tiefenregler sowie automatische UKW-Scharfabstimmung bemerkenswert.

### Blaupunkt

Die Reihe der Kofferempfänger von Blaupunkt umfaßt jetzt insgesamt neun Geräte, von denen fünf („Swing“, „Derby 681“, „Derby de Luxe“, „Senator“ und „Supernova“) neu in das Lieferprogramm aufgenommen wurden. „Swing“ ist ein preisgünstiger Taschene-Mpänger (5/8 Kreise, UM) im Polystyrolgehäuse mit runder Uhrzeigerskala. Der Auto-Kofferempfänger „Senator“ (8/14 Kreise, UKML) hat neben der getrennten AM/FM-Abstimmung drei UKW-Stationstasten und eine KW-Lupe. Er liefert bei Autobetrieb 4 W Ausgangsleistung. Zehn Empfangsbereiche (U6KML, Marineband) hat der Spitzenempfänger „Supernova“. Die sechs gespreizten Kurzwellenbänder von 4,55 bis 30 MHz sind mit Hilfe eines Trommeltuners und eines Dreifachdrehkondensators abstimmbare. Der UKW-Bereich wird mit Kapazitätsdioden abgestimmt; zusätzlich sind drei UKW-Stationstasten vorhanden. Mit seinen 8/12 Kreisen, der hohen Empfindlichkeit und der übersichtlichen Skala ist dieses Gerät besonders für den „Wellenjäger“ interessant.

### Graetz

„Baroness 1116“ heißt ein neues 41-cm-Schwarz-Weiß-Gerät, mit dem Graetz die Gruppe der Fernseh-Portables vervollständigt. Der Empfänger ist in den Gehäuseausführungen Nußbaum, Rio-Palisander, Teak sowie Schleiflack (altweiß) lieferbar und wiegt 13,8 kg. Die Abstimmung erfolgt mit sechs beliebig belegbaren Stationstasten. Bei den Kofferempfängern ist der neue „Grazia 43 B“, den es wahlweise mit den Wellenbereichen UKM oder UML sowie in den Farben Anthrazit, Weinrot und Royalblau gibt, zu erwähnen. Die Ausgangsleistung ist rund 0,7 W und ergibt zusammen mit dem relativ großen Lautsprecher (12 cm × 8 cm) einen guten Klang.

## Grundig

Der Kofferempfänger „Record-Boy“ von Grundig hat in seiner neuen Ausführung „Record-Boy 208 LW“ nunmehr drei Wellenbereiche (UML). Den „Elite-Boy Automatic“ gibt es jetzt bei unveränderten technischen Daten in einem neuen Gehäuse mit geschlitztem Frontgrill.

Die ersten Schwarz-Weiß-Fernsehe-Mpänger der Saison 1968 enthalten ein neues Chassis, bei dem im Ton-ZF-Verstärker ein integrierter Schaltkreis Verwendung findet. Neu sind die 59-cm-Tischgeräte „T 7004“ und „T 7014“. Sie unterscheiden sich durch den Tuner („Monomat“-Programm-wähler beziehungsweise Druck-tastenwähler). Die Geräte „Triumph 2300“, „Perfect 2300“, „Magnus 2300“ und „TS 7501“ sind Nachfolgetypen der bisherigen Modelle, enthalten jedoch ebenfalls das neue Chassis.

### Metz

Der 63-cm-Farbfernsehe-Mpänger „Capri-Color“ ist jetzt in zwei weiteren Gehäusevarianten lieferbar. „Capri-Color L“ hat einen nußbaumfarbenen Abdeckrahmen für die Bildröhre, und „Capri-Color S“ ist mit altweißer Front ausgestattet. Als Zubehör ist für alle Modelle ein Fußgestell lieferbar.

## Direktübertragung von den Olympischen Winterspielen in französischen Kinos

Sechs französische Kinos – drei in Grenoble, zwei in Paris und eins in Lille – haben von der französischen Rundfunk- und Fernsehgesellschaft ORTF die Genehmigung erhalten, Fernsehsendungen von den Olympischen Winterspielen zu übertragen. Diese Genehmigung ist die erste jemals von der ORTF erteilt und an bestimmte Auflagen gebunden. Die Wiedergabe muß über Fernseh-Großbildprojektoren vom Typ „Eidophor“ (Philips) erfolgen, und zwar gleichzeitig mit der ausgestrahlten Sendung; Speicherung auf Band ist nicht erlaubt. Jede Änderung der Sendung ist ausdrücklich untersagt; Bild und gesprochener Kommentar müssen unverändert wiedergegeben werden. Darüber hinaus ist es auch verboten, irgendwelche öffentlichen Ankündigungen in die Sendung einzublenken, und zwar gilt das für die Zeit vor der Übertragung im Kino ebenso wie für die unmittelbar der Sendung folgende Zeit.

## Ausbau der Flugverkehrsüberwachung

Zwischen der Eurocontrol und einem Konsortium aus sechs europäischen Nationen unter Führung der Marconi Company wurde kürzlich ein Abkommen über die Entwicklung eines experimentellen Datenverarbeitungssystems unterzeichnet, das die Koordination der automatischen Luftverkehrsüberwachung im größten Teil Westeuropas übernehmen soll. Das neue Flugverkehrsüberwachungssystem, das im Versuchszentrum der Eurocontrol in Bretigny bei Paris aufgebaut wird, basiert auf einem Marconi-Computer „Myriad II“ und einer Vielzahl von Datenverarbeitungsgeräten der anderen Vertragspartner. Die Computer-Programme für das gesamte System werden ebenfalls vom Konsortium erstellt.

## Kernkraftwerk Gundremmingen erhält Prozeßrechner

Die Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk GmbH hat bei AEG-Telefunken einen Prozeßrechner für On-line-Betrieb zum Einsatz im Kernkraftwerk Gundremmingen bestellt, der über die eigentliche Datenverarbeitung hinaus eine nukleare Prozeßoptimierung durchführen soll. Grundlage für die Optimierung des Brennstoffeinsatz-

zes sind die Meßwerte der Kernnenninstrumentierung und kernphysikalische Rechnungen. Die Voraussetzungen für die Installation der Anlage waren schon beim Bau des Kraftwerkes durch eine entsprechende Auslegung der Instrumentierung und eine rechnergerechte Verdrahtung geschaffen worden.

## Miniatur-Computer „CD 449“

Die Control Data Corporation, Minneapolis (USA), stellte vor kurzem mit dem für Raumfahrtzwecke entwickelten „CD 449“ das kleinste arbeitsfähige Datenverarbeitungssystem der Welt (Abmessungen 10 cm × 10 cm × 23 cm) vor. Dabei hat der im Innern des Gehäuses untergebrachte Computer selbst nur die Größe eines Würfels mit 10 cm Kantenlänge. Er enthält jedoch alle Elemente eines üblichen Computersystems einschließlich eines Kernspeichers für 4096 Worte zu je 24 Bit. In dem Gehäuse sind außerdem eine Drucktastenmechanik und Drucktasten zur Dateneingabe von Hand, eine Ziffernanzeige, eine elektronische Uhr und eine Spezialbatterie untergebracht, die für 24stündigen Betrieb ausreicht und das System von weiteren Stromquellen unabhängig macht. Das Gerät wiegt nur etwas mehr als 1,5 kg und verbraucht etwa 4 W.

## Erich Schwandt zum 65. Geburtstag



Am 20. Februar 1968 vollendet Erich Schwandt, alleiniger Verlagsleiter des Franzis-Verlages, München, das 65. Lebensjahr. Sein Name ist über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt geworden als der eines Mannes, bei dem sich persönliche technische Neigungen und verlegerische Arbeit in harmonischer Weise vereinigen. Dieser seltenen Doppelbegabung ist neben unermüdlicher Arbeit und Zielstrebigkeit ein großer Teil seines Erfolges zuzuschreiben. Seit 1927 sind er und seine Arbeit mit der „Funkschau“ auf das engste verbunden. Damals begann er als freier Mitarbeiter der Zeitschrift seine journalistische Arbeit in Berlin, wurde 1930 technischer Korrespondent, und am 1. Juli 1938 trat er in den Verlag ein. An der Umwandlung der „Funkschau“ im Jahre 1939 von einer wöchentlichen Beilage der „Bayerischen Radio-Zeitung“ in eine technische Fachzeitschrift hat er maßgebenden Anteil gehabt. Nach dem Kriege setzte er ab 1950 diese Arbeit fort und wurde nach dem Tode von Dr. Ernst Mayer Verlagsleiter. Dreißig Jahre steht Erich Schwandt heute im Dienste des Franzis-Verlages und kann voller Stolz auf das von ihm geschaffene Werk zurückblicken.

Als Mensch und Persönlichkeit erfreut sich der Jubilar wegen seiner menschlichen Qualifikationen überall hoher Wertschätzung. Seine ruhige und besonnene Art machen es leicht, auch schwierige Probleme sachlich zu diskutieren und zu lösen. Die FUNK-TECHNIK wünscht Erich Schwandt zu seinem 65. Geburtstag, daß es ihm nach viele Jahre bei bester Gesundheit beschieden sein möge, an der Spitze seines Lebenswerkes erfolgreich tätig sein zu können, um weiterhin einer der wichtigsten Aufgaben der modernen Fachzeitschrift dienen zu können: der technischen Information.

W. Rahl



Für höchste Vollendung im Stereo-Rundfunkempfang haben wir in die «audio» Musikanlage jetzt ein neues Empfangsteil eingebaut, das den besten Tunern großer HiFi Anlagen ebenbürtig ist.



Die überragende Qualität der modernen Stereo-Sendetechnik hat dem Rundfunk neue Bedeutung gegeben. Konsequenterweise haben wir uns in Forschung und Entwicklung ganz besonders den Problemen eines hochqualifizierten Empfangs gewidmet. Auf das neue audio 250 übertrugen wir jetzt auch auf diesem Gebiet die Erkenntnisse und Erfahrungen, die wir bei der Konstruktion der großen «studio» Anlagen sammelten. Das Empfangsteil des neuen audio 250 übertrifft in seiner Reichweite, seiner Trennschärfe, seiner Störunterdrückung und seiner Verzerrungsarmut normale Empfangsgeräte in solch erstaunlichem Maße, daß das Rundfunkhören damit zu einem neuen Erlebnis wird. Wie seine Vorgänger, enthält das audio 250 außer dem Empfangsteil auch alle übrigen Bausteine (außer den Lautsprechern), die zu einer kompletten Musikanlage gehören:

einen volltransistorisierten Verstärker, dessen Ausgangsleistung auf 2 x 25 Watt (Musikleistung) erhöht, dessen Klirrfaktor unter 0,5 % gesenkt wurde, dessen großer Übertragungsbereich (30 bis 30 000 Hertz) uneingeschränkte Wiedergabe des ganzen musikalischen Tonbereiches gewährleistet;

einen Plattenspieler, der sich durch außerordentliche Laufruhe und Drehzahl-Konstanz auszeichnet und dessen neukonstruierter Präzisionstonarm einen magnetischen Tonabnehmer der jüngsten Shure «High-Trackability» Serie enthält.

Sinnvoller Aufbau des Gerätes, Bedienung von oben, übersichtliche Anordnung der Stellknöpfe und Tasten, automatische Steuerung wesentlicher Schalt- und Einstellvorgänge, machen das Umgehen mit dem audio 250 einfach und mühelos.

**BRAUN**

Für ihre vorbildliche Technik und Formgebung sind die Geräte der «audio» Serie mehrfach mit höchsten internationalen Auszeichnungen bedacht worden.



# Dioden-Schaltungstechnik

## Anwendung und Wirkungsweise der Halbleiterventile

von Ing. WERNER TAEGER



AUS DEM INHALT:

### Einleitung

**Halbleiterventile:** Kupferoxidgleichrichter · Selengleichrichter · Kristalldetektoren · Germanium- und Siliziumdioden · Dynamisches Verhalten der Dioden · Siliziumgleichrichter in der Starkstromtechnik · Steuerbare Gleichrichter · Frequenzverhalten der Dioden · Wirkungsgrad der Halbleiterdioden

**Photoeffekt bei Halbleitern:** Physik der lichtelektrischen Leitung · Technologie der Photozellen · Ausführungsformen der Photohalbleiterelemente

**Leistungsgleichrichterschaltungen:** Einweggleichrichter · Doppelweg- oder Zweiweggleichrichter · Gleichrichterbrückenschaltung (Graetz-Schaltung) · Mehrphasengleichrichterschaltung · Spannungsvervielfacherschaltung · Berechnung von Gleichrichterschaltungen · Hochspannungsgleichrichter

### Frequenzvervielfachung mit Dioden

**Dioden als Schalter:** Grundlagen · Tunneliode · Doppelbasisdiode · pnpn-Transistor · Torschaltungen mit Dioden · Torschaltungen in der Radartechnik · Logische Schaltungen · Dioden in elektronischen Rechnern

### Dioden als Schwingungserzeuger

**Dioden als Kapazitäten:** Grundlagen · Halbleiterkapazität · Parametrische Verstärker

**Dioden als Modulatoren:** Ringmodulator mit Dioden · Phasenwinkelmodulator

**Dioden in der Rundfunkempfangstechnik:** Demodulator mit Dioden · Nachstimmhaltungen mit Dioden · Dioden zur Spannungs- und Temperaturkompensation im Transistorempfänger · Dioden als Videogleichrichter · Wiedergewinnung des Schwarzpegels im Fernsehempfänger

**Dioden in der Fernsehsendetechnik:** Synchronimpulsabtrennstufe im Fernsehsender

**Mischschaltungen mit Dioden:** Allgemeines · Ersatzschaltung und Ausführungsformen der Dioden für Zentimeterwellen

**Zener-Diode:** Zener-Effekt · Gleichspannungsstabilisation mit Zener-Dioden · Schaltungen mit Zener-Dioden zur Erhöhung des Modulationsgrades · Weitere Anwendung von Zener-Dioden

**Dioden und Gleichrichter in der Meßtechnik:** Gleichrichtermessinstrumente · Dioden in Tastköpfen · Rauschgenerator mit Siliziumdiode · Temperaturmessung mit Dioden · Zener-Diode in der Meßtechnik

**Vorzüge der Anwendung von Halbleitern**

144 Seiten · 170 Bilder · 9 Tabellen · Ganzleinen 23,— DM

## ... und hier ein Urteil von vielen

„... Wer sich über die Vielfältigkeit der Halbleiter-Dioden und deren Anwendung ein Bild machen will, der findet hierzu in diesem Werk einen zuverlässigen Helfer. Hervorzuheben ist die verständliche Darstellung und das weitgehende Vermeiden von Mathematik.“

Der Elektromeister

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 (Borsigwalde)

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

**Philips übernimmt Electrologica**  
Die Allgemeine Deutsche Philips Industrie GmbH (Alldieph), Hamburg, hat jetzt die Geschäftsanteile der Electrologica GmbH, Düsseldorf, erworben. Die Gesellschaft befand sich bisher im Besitz eines holländischen Unternehmens der Computerindustrie, das jetzt ebenfalls zum Philips-Konzern gehört. Die Electrologica GmbH wird ihre bisherige Tätigkeit nun im Verband der deutschen Philips-Unternehmen fortführen.

### General Radio-Niederlassung in Deutschland

Die General Radio Company eröffnete jetzt in München (General Radio GmbH, 8 München 8, Ampfingstr. 46) ihre deutsche Niederlassung. Die Vertretung der Firma im norddeutschen Raum wird weiterhin von Dr.-Ing. G. Nüsslein, 2000 Wedel, Postfach 129, wahrgenommen.

### NCR erwirbt Krupp-Anteil an der National Register Kassen GmbH

The National Cash Register Company, Dayton/Ohio, hat zu ihrer Beteiligung von 80 % an der deutschen NCR - National Register Kassen GmbH, Augsburg, die Beteiligung von 20 % erworben, die die Firma Fried. Krupp, Essen, seit 1934 besaß. Damit ist die deutsche NCR ganz im Besitz der NCR Dayton.

### Texas-Instruments wechselt führende Positionen in Deutschland

Bei der Texas Instruments Deutschland GmbH in Frelising, der deutschen Tochtergesellschaft der Texas Instruments Inc., wurden gleichzeitig mit dem Wechsel im Top-Management - Doug O'Connor löste Dr. Milt LeBaron als Geschäftsführer ab - auch im Middle-Management Veränderungen vorgenommen. Hierbei wurden amerikanische Führungskräfte durch deutsche Produktionsmanager für die jeweiligen Produkte abgelöst.

### Über 7000 Farbbalkengeneratoren in 7 Monaten verkauft

Einen bemerkenswerten Erfolg auf dem Gebiet der elektronischen Meß- und Prüfgeräte konnte Nordmende verzeichnen. Von dem Farbbalkengenerator „FG 387“ wurden in 7 Monaten über 7000 Stück abgesetzt. Nimmt man vorsichtigerweise die Zahl der am Farbfernsehgeschäft beteiligten Geschäfte mit 12 000 Betrieben an - die Schätzungen liegen zwischen 8000 und 12 000 -, dann hat Nordmende damit einen Marktanteil von über 50 % erreicht. Das ist innerhalb weniger Jahre das zweite Mal, daß die Firma auf dem Gebiet der Service-Meßgeräte einen Marktanteil von über 50 % erreichen konnte.

### VDE-Fachtagung „Elektronik 1968“ zur Hannover-Messe

Während der Hannover-Messe 1968 (27. April - 5. Mai 1968) wird am 2. und 3. Mai die VDE-Fachtagung „Elektronik 1968“ durch-

geführt. Die Tagung, die das Generalthema „Halbleiter-Bauelemente und integrierte Schaltungen“ hat, umfaßt neben dem Einführungsvortrag und Schlußvortrag drei Fachsitungen mit jeweils vier beziehungsweise sechs Referaten zu den Themen „Technologie“, „Bauelemente für Nachrichten- und Energietechnik“ und „Integrierte Schaltungen“. In der Teilnehmergebühr von 60 DM sind eine Messe-Dauerkarte und der Bezug der in einer Broschüre zusammengefaßten ungekürzten Vorträge mit eingeschlossen. Tagungsunterlagen können bei der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG, Abt. Vb - Tagungsbüro, 3000 Hannover-Messe-gelände, angefordert werden.

### Änderung der Bestimmungen über Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960 ... 27 280 kHz

Die in der Belage zum Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 476/1967 veröffentlichten „Vorläufigen Bestimmungen über das Errichten und Betreiben von Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960 bis 27 280 kHz“ wurden geändert. Die neuen Bestimmungen enthält das Amtsblatt Nr. 17/1968 vom 26. Januar 1968. Diese Bestimmungen betreffen Sprechfunkanlagen mit nicht mehr als 100 mW Sender-Ausgangsleistung, die als tragbare oder in einem Fahrzeug eingebaute Geräte auf bestimmten Frequenzen in dem genannten Frequenzbereich betrieben werden.

### Katalog DS 4 für Stecker, Buchsen, Klemmen

Hirschmann brachte jetzt den Katalog DS 4 (112 S. DIN A 5 mit eingeleiteter Preisliste) neu überarbeitet heraus. Er enthält das gesamte Kleinteile-Programm, und zwar Mehrfachsteckverbindungen, Klein-Mehrfachsteckverbindungen, Tonabnehmer-, Lautsprecher-, Antennen-Steckverbindungen, Flachstecker und Kupplungen, einpolige Steckverbindungen und Klemmen, Labormaterial, Klein-Netzsteckverbindungen und Motorklembretter.

### „Musik wie aus dem Konzertsaal“

Diese SEL-Broschüre über den Einbau von Hi-Fi-Lautsprechern kam jetzt in überarbeiteter Auflage heraus. Sie enthält neben einem Diagramm, aus dem der Zusammenhang zwischen Gehäusevolumen, wirksamem Membrandurchmesser, Lautsprecherresonanzfrequenz und der Lautsprecherresonanzfrequenz im geschlossenen Gehäuse hervorgeht, Hinweise auf die Konstruktion des geschlossenen Gehäuses und die Schallwandbespannung, auf die Aufstellung und Inbetriebnahme der Lautsprecherbox sowie das Verkaufsprogramm an Lautsprecherbaukästen und anschließfertigen Schallwänden. Die Broschüre ist bei der Standard Elektrik Lorenz AG, Geschäftsbereich Bauelemente, 85 Nürnberg, Platenstraße 66, zu beziehen.





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Service-Meßgeräte kritisch betrachtet

Auf dem Gebiet der Meßtechnik nehmen die für den Service in den Werkstätten des Handels und der Industrie bestimmten Meßgeräte eine Sonderstellung ein. Es kommt hier weniger auf die hohe Genauigkeit und vollendete technische Perfektion der Laborgeräte an, sondern vielmehr auf zweckentsprechende Anpassung der technischen Eigenschaften an den Einsatzbereich und auf die Möglichkeit des rationalen Gebrauchs. Ein anderer sehr wichtiger Gesichtspunkt ist ein für Service-Werkstätten akzeptabler Anschaffungspreis.

Das Angebot an Service-Meßgeräten nimmt von Jahr zu Jahr zu. Sie werden von den Großfirmen der Elektroindustrie, den Herstellern von Radio- und Fernsehempfängern, kleineren Spezialbetrieben usw. geliefert. Neben fertigen Meßgeräten spielen auch Bausätze für den Selbstbau durch Werkstatt-Techniker eine Rolle.

Service-Meßgeräte werden oft jahrelang betrieben, ohne daß die technische Notwendigkeit nach einem Ersatz durch modernere Ausführungen besteht. Deshalb ist die Betriebssicherheit der Geräte besonders wichtig. Die Röhrenbestückung kann hier gewisse Nachteile ergeben, zum Beispiel ungünstige thermische Verhältnisse, die zu Defekten an Bauelementen und damit zu Ausfällen und Reparaturen führen. Gemischte Röhren-Transistor-Bestückungen dürften die Anzahl der Reparaturfälle verringern. Aber erst die Volltransistorisierung garantiert die anzustrebende geringe Wärmeentwicklung.

Im Meßgeräteangebot findet man heute vielfach noch Geräte mit unvorteilhaften Abmessungen. Meistens sind die Gehäuse zu tief. Wenn man Geräte zusammenstellt, gleichgültig ob übereinander oder nebeneinander, dann bleibt für die eigentliche Service-Arbeit oft zu wenig Platz auf dem Arbeitstisch, vor allem beim Service von Fernsehempfängern mit ihrem verhältnismäßig großen Chassis und der viel Raum beanspruchenden Bildröhre. Außerdem fehlt es dann noch an der unbedingt notwendigen Geräteübersicht. Der Übergang zur Flachbautechnik — einige Hersteller zeigen hierfür gute Beispiele — kann hier wesentliche Fortschritte bringen. Günstigere Gehäuseabmessungen erleichtern aber auch die Kombination mehrerer Geräte zu Service-Meßplätzen. Zu Meßgeräte-Kombinationen kommt man, wenn es bestimmte Arbeitsplätze speziell für die rationelle Reparatur von Rundfunkempfängern, Fernsehgeräten, Tonbandgeräten usw. einzurichten gilt. Dann sollte auch dafür gesorgt werden, daß das Übereinanderstellen der Meßgeräte nach Art eines Gestellaufbaues unproblematisch ist und das Zusammenschalten der Meßgeräte nicht erschwert wird. Bis heute erfüllen aber nur wenige Geräteprogramme diese Anforderungen.

Im allgemeinen entspricht bei den führenden Meßgeräte-Herstellern die konstruktive Ausführung der einzelnen Modelle den Anforderungen. Allerdings müssen bei einigen Typen mit Rücksicht auf den Preis gewisse Qualitätsabstriche in Kauf genommen werden. Die technischen Daten sind zwar im allgemeinen genau fixiert, man spart aber oft bei Drehknöpfen, Buchsen, Schraubverbindungen, Gehäusen, Frontplatten, an der Chassis-konstruktion oder am technischen Aufbau. Sofern es nur die Ausstattung betrifft, nicht dagegen die technische Funktion oder die Einsatzmöglichkeit, kann der Service-Techniker dieses Verfahren noch akzeptieren. Wenn aber die Qualität der Messung oder die Betriebssicherheit beeinträchtigt wird, sind hier ernsthaftige Bedenken anzumelden. Zu dünne Leiterplatten bei gedruckten Schaltungen beispielsweise oder zu kleine Skalen bei Prüfgeneratoren, ungenau arbeitende Skalenantriebe usw. sollten nicht vorkommen. Meßgeräte werden im täglichen Werkstattbetrieb nicht selten von einem Arbeitsplatz zum anderen gebracht oder im Service-Wagen mit zum Kunden genommen. Sie müssen daher robuster konstruiert sein als Geräte, die selten ihren Platz wech-

seln. Zu den typischen Mängeln bei Service-Meßgeräten gehören aber auch wenig griffige Drehknöpfe, keine oder ungenügende Einschaltkontrolle (besonders bei Batteriebetrieb), zu kleine Anzeigeinstrumente und vernachlässigte Formgestaltung.

Service-Meßgeräte sollten einfach zu bedienen sein. Bei verschiedenen neueren Konstruktionen findet man neben zweckmäßiger Auswahl der Bedienungselemente auch elektrische Maßnahmen, die zu vereinfachter Bedienung führen. Zum Beispiel gehören zu den Besonderheiten eines derartigen Service-Oszillografen unter anderem leichte Spannungsmessung, stabile Triggerung und einfache Zeitbasisschaltung auf wichtige Frequenzen. Bei der Spannungsmessung läßt sich der Spannungswert nach Festhalten des Oszillogramms auf seiner positiven oder negativen Grundlinie wie bei einem Zeigerinstrument ablesen, und beim Y-Verstärker braucht man nur noch den Abschwächer einzustellen. Ein Druckastenpaar für die schnelle Umschaltung des Zeitablenkgenerators von Bild- auf Zeilenfrequenz und eine Taste für die Wahl der Polarität der Synchronisierstufe erleichtern den Einsatz des Oszillografen im Fernseh-Service.

Vielfache Schalter sind in Meßgeräten häufig zu finden. Sie sind aber unpraktisch, wenn man beispielsweise von der ersten auf die neunte Stellung schalten muß. Um wieviel einfacher und auch eleganter ist hier das Druckastenaggregat. Auch bei Röhrenvoltmetern ist es für die Bereichswahl praktisch. Denkbar wäre ein noch weitergehender Einsatz, beispielsweise für die Wahl von Festfrequenzen in RC-Generatoren, Prüfendern usw. Druckasten könnten die kontinuierliche Frequenzabstimmung ergänzen oder gegebenenfalls sogar ersetzen.

Große Bedeutung haben ferner Universalgeräte. Bisher waren im allgemeinen mindestens zwei verschiedene Röhrenvoltmeter nötig, um die bei Rundfunk- und Fernsehempfängern sowie bei Tonbandgeräten nötigen Messungen auszuführen. Ein jetzt erhältliches Universal-Röhrenvoltmeter kann an die Stelle von zwei Meßgeräten dieser Art treten. Es handelt sich um die Kombination eines NF-Millivoltmeters (300  $\mu$ V bis 1000 V) mit einem Gleichspannungs-Millivoltmeter (3 mV...1000 V), einem HF-Millivoltmeter (10 mV...2 V) und einem Ohmmeter (1 Ohm bis 2000 Ohm). Dieses Universalgerät ist in vielfacher Hinsicht fortschrittlich. Ein 14 cm x 14 cm großes Anzeigeinstrument mit fünf verschiedenfarbigen Skalenbögen, ertdfreier Betrieb, stabilisierte Betriebsspannungen und davon abgeleitete Eichspannungen für die einzelnen Bereiche bieten für den Service großen Nutzen.

Beliebt sind bei Service-Technikern verschiedene Selbstbausätze ausländischer Fabrikate, denn man kann gegenüber dem fertigen Gerät bis zu rund 30% einsparen. Den Zusammenbau erleichtern ausführliche Baubeschreibungen. Da fertig geeichte Skalen, komplette Gehäuse und diverses Zubehör mitgeliefert werden, machen die selbstgebaute Service-Meßgeräte auch äußerlich einen guten Eindruck. Daneben gibt es aber auch anonyme Angebote von Importeuren. Darunter können gute und weniger gute Erzeugnisse sein. Bei unbekannten Fabrikaten empfiehlt sich die kritische Prüfung der Unterlagen ebenso wie Erfahrungsaustausch mit anderen Service-Technikern.

Die beim Kauf von Meßgeräten mitgelieferten Unterlagen sind nicht immer befriedigend. Für den Anfänger enthalten sie oft zu wenige oder gar keine Meßbeispiele. Manchmal sind die Angaben so kurz gefaßt, daß man mit dem Gerät nicht ohne weiteres umgehen kann. Es ist auch vorgekommen, daß Schaltbild und Gerät nicht übereinstimmen. In letzter Zeit zeigten aber vor allem die deutschen Hersteller mit ausführlichen Druckschriften zur Anwendung der Meßgeräte, wie man es machen sollte.

Werner W. Diefenbach



## Studio C im neuen SFB-Fernsehzentrum in Betrieb

Im neuen Fernsehzentrum am Theodor-Heuss-Platz nahm der SFB am 15. Januar 1968 das Studio C als erstes Fernsehstudio dieses Komplexes in Betrieb. Das Studio C mit 560 m<sup>2</sup> Grundfläche und 9 m Höhe bis zur Beleuchterdecke ist das erste der drei vorgesehenen Studios. Das ebenfalls 560 m<sup>2</sup> große Studio B und das Hauptstudio A mit 800 m<sup>2</sup> Fläche werden voraussichtlich in zwei Jahren betriebsfertig sein. Wie Dipl.-Ing. Udo Blässer, Technischer Direktor des SFB, mitteilt, geht die Gebäudeplanung des neuen Fernsehzentrens bis über das Jahr 1980 hinaus, da man im Gegensatz zu vielen anderen Rundfunkanstalten keine Erweiterungsmöglichkeiten mehr hat. Es ist zu erwarten, daß etwa 1970 der Betrieb im Deutschlandhaus eingestellt werden kann. Dort sind die räumlichen Möglichkeiten bereits seit langem erschöpft, weil kein Raum mehr für die Unterbringung der unbedingt notwendigen Klimaanlage zur Verfügung steht.

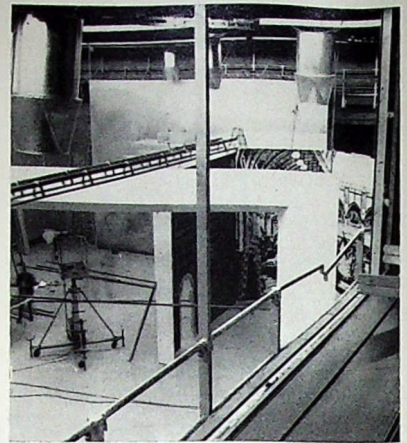
Das neue Fernsehzentrum liegt am Rande des verkehrsreichen Theodor-Heuss-Platzes und zweier großer Verkehrsstraßen. Hinzu kommt die unter dem Kaiserdamm verlaufende U-Bahn. Um das Studio gegen den Körperschall der U-Bahn und der schweren Lastkraftwagen akustisch abzdämmen, hat man das „Haus-im-Haus“-Prinzip angewandt, das heißt, das innere Haus hat keine direkte mechanische Verbindung mit dem äußeren Haus, sondern steht mechanisch isoliert auf Federn in diesem. Das Studio ist von vornherein für elektronische Produktionen angelegt; die Nachhallzeit ist wegen der gleichzeitigen Aufnahme von Bild und Ton deshalb auf etwa eine Sekunde festgelegt. Das erforderte besondere raumakustische Maßnahmen in Form von Lochsteinen mit hinterlegten Mineralfasermatten, die an allen Seitenwänden aufgemauert sind. Das neue Studio C verfügt über eine Rückprojektionseinrichtung, und direkt unter dem Studio liegt noch ein entsprechendes Probenstudio für „kalte“ Proben.

Die drei Meter hohe Beleuchterebene liegt über der Beleuchterdecke. Alle Scheinwerfer sind an Teleskopen befestigt, die an einer Schiene oberhalb der Beleuchterdecke hängen und durch die Beleuchterdecke hindurch auf jede beliebige Höhe im Studio ausfahren werden können. Der kleinste Abstand zweier Scheinwerfer ist entsprechend dem Rastermaß der Beleuchterdecke 83 cm. Die aus dem ARD-Studio der letzten Funkausstellung übernommene Lichtregie ist nur ein Provisorium und soll schon bald durch eine moderne elektronische Steuerung mit entsprechenden Speichermöglichkeiten ersetzt werden. Über das zum Einbau gelangende Steuerungssystem ist noch keine Entscheidung getroffen.

Auf der westlichen Längsseite des Studios C befindet sich der Regietrakt. Die drei Regieräume für Bild, Ton sowie Lichtregie und Kamerakontrolle liegen in 6,3 m Höhe über der Studioebene. In gleicher Höhe mit dem Studio befinden sich Abstellräume für Kameras, Tongeräte und Scheinwerfer sowie die Studiostraße, die

auch an den noch nicht fertiggestellten Studios A und B vorbeiführt. Sie verbindet die Werkstätten mit dem Studio C. Im Werkstatt-Trakt befindet sich ein großer Lastenfahrstuhl, der es ermöglicht, selbst schwere Lastkraftwagen zu transportieren. Er stellt die Verbindung zwischen dem Straßenniveau und dem Niveau der Montagehallen sowie dem unter der Montagehalle untergebrachten Fundus her.

Die Vorplanung bis 1980 erstreckt sich nur auf den Umfang der Gebäude und nicht auf die technische Ausstattung. Wegen der Einsparungsmaßnahmen der ARD können die Studios im Augenblick noch nicht für Farbe ausgelegt werden. Man muß sich vorerst auf Schwarz-Weiß-Produktionen beschränken und kann Farbproduktionen vorläufig nur mit geliehenen Übertragungswagen machen. Die studioteknischen Einrichtungen für Studio C werden erst im Laufe des Jahres betriebsfertig sein. Bis dahin bedient man sich eines Übertragungswa-



Blick von der Beleuchterdecke in das Studio C. Die von der Decke herabhängenden „Schnorchel“ der Klimaanlage blasen Frischluft direkt in die Kulissen

gens und zeichnet die Sendungen auf einer magnetischen Bildaufzeichnungsanlage im Deutschlandhaus auf, die über eine Richtfunkstrecke mit dem neuen Studiokomplex und dem Übertragungswagen verbunden ist. -th

## Computer und optischer Dokumentsortierer für die Mietabrechnung

Zum ersten Male in Europa wurde die Kombination eines Honeywell-Computers „H 200“ mit dem optischen Dokumentsortierer „ODS 2“ von SEL zur Mietabrechnung eingesetzt. Als zentrale Einrichtung von zwölf gemeinnützigen Wohnungsbau-gesellschaften führt die Wohnungsbau-Rechenzentrum Berlin GmbH die gesamte Mietabrechnung für 112 000 Wohneinheiten durch. Die jahrelang benutzte konventionelle Abrechnung mit Lochkarten wurde im Dezember 1967 durch ein modernes Datenverarbeitungssystem ersetzt. Obwohl nach deutschem Recht die Miete eine „Bringschuld“ ist, erhält jeder Mieter der an das Rechenzentrum angeschlossenen Wohnungsunternehmen monatlich eine auf der Datenverarbeitungsanlage erstellte Miete-Rechnung in Form der üblichen Bank- oder Giro-Überweisungsaufträge. Der Mieter kann den fälligen Betrag bei den Depositenkassen verschiedener Banken einzahlen. Rund 70 Prozent der Mieter machen von dieser Möglichkeit Gebrauch. Die Mehrzahl der Belege gelangt in den ersten Tagen des Monats als Gutschriftsanzeige beim Rechenzentrum an. Dort werden sie gesammelt, über den Belegleser in das System eingelesen und mit einer Geschwindigkeit von rund 20 000 Belegen je Stunde unsortiert auf Magnetband übertragen. Nach einem Sortiergang werden eingegangene Beträge auf dem Umsatzband gutgeschrieben.

Der optische Dokumentsortierer „ODS 2“ ist zum direkten Lesen der seit Anfang 1967 in DIN 66 008 festgelegten Normschrift A (OCR-A) eingerichtet. Diese leicht stilisierte Schrift mit Zahlen und Sonderzeichen hat den Vorteil, auch vom Menschen gelesen werden zu können. Die Schreibmaschinen der Bauunternehmen und der Schnelldrucker der EDV-Anlage sind auch mit den Typen dieser Norm-

schrift ausgerüstet. Bei den genormten Schriften A 1 (Zeichenhöhe 2,40 mm, Zeichenbreite 1,40 mm) und A 4 lassen sich 10 beziehungsweise 7 Zeichen auf 25 mm Länge unterbringen. Der „ODS 2“ prüft den in der Normschrift A eingebauten selbstprüfenden Code, so daß Zeichenvertauschungen praktisch ausgeschlossen sind.

Zum Lesen werden die Belege vom eingelegten Stapel einzeln abgezogen, lesegerecht ausgerichtet und dann an der Lesestation mit 2,3 m/s Geschwindigkeit vorbeigeführt. Ein optisches System projiziert die einzelnen, schattenfrei beleuchteten Zeichen auf eine Photodiodenzeile, welche die Hell-Dunkel-Information in elektrische Impulse umwandelt. Der elektronische Teil des Lesers (Auswerte- und Erkennungslogik) identifiziert die Zeichen durch Auswertung der vertikalen und horizontalen Strichelemente. Der „ODS 2“ kann in der Stunde je nach Format bis zu 45 000 Belege bearbeiten. Die Verbindung mit dem Computer erfolgt über einen Adapter „ODA 6“. Er überträgt im On-Line-Betrieb gelesene Daten in den Rechner. Über den „ODA 6“ kann der Computer auch die Ansteuerung der Sortierfächer nach Programm vornehmen. Die Anlage hat zwölf Ablagefächer, von denen zehn die numerisch sortierten und eines die nichterkannten Belege (Reject-Fach) aufnimmt. Das zwölfte Fach läßt sich für eine computergesteuerte Sonderablage verwenden.

Die Bedeutung der hier verwirklichten automatisierten Dateneingabe erhellt aus der Tatsache, daß für die etwa 3000 in der Bundesrepublik installierten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen schätzungsweise 20 000 bis 30 000 Arbeitskräfte täglich damit beschäftigt sind, Daten zur maschinellen Verarbeitung in Lochkarten oder Lochstreifen zu übertragen. -th



# Modernste Datenverarbeitungstechnik im Dienste der X. Olympischen Winterspiele in Grenoble



Die Olympischen Winterspiele stellen nicht nur von Mal zu Mal an die teilnehmenden Sportler höhere Anforderungen, sondern auch der Einsatz technischer Mittel zur Auswertung und Weitergabe der Ergebnisse nimmt einen immer größer werdenden Umfang an. Die modernste Technik ist heute gerade noch gut genug, die vielfältigen Wünsche zu erfüllen. Es sei hier nicht gesprochen von den umfangreichen nachrichtentechnischen Vorbereitungen, um die Übertragungskapazität vorhandener Verbindungen durch den Einsatz neuer Leitungen, Koaxkabel mit Trägerfrequenzübertragung sowie Richtfunkstrecken zu erhöhen und gleichzeitig die Übertragungssicherheit der Informationen zu verbessern. Es sei vielmehr zusammenfassend dargestellt, welch großer Einsatz von datenverarbeitenden Anlagen und Zusatzgeräten aller Art heute notwendig ist, um alle Interessierten – von den Aktiven über die Zuschauer am Ort des Geschehens bis zu den Rundfunkhörern und Fernsehteilnehmern in den entlegensten Winkeln Europas und in Übersee – laufend über den Stand der Wettbewerbe informieren zu können.

Das Gebiet, in dem die X. Olympischen Winterspiele in Grenoble ausgetragen werden, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Austragungsstätten der einzelnen Disziplinen weit voneinander entfernt sind. In Grenoble selbst, das in nur 214 m Höhe über dem Meeresspiegel im Tal der Isère liegt, werden alle Eislauf- und Eishockeywettbewerbe ausgetragen. Ebenso findet hier die Eröffnungszeremonie statt. Im Pressezentrum in Grenoble hat die IBM ein modernes Rechenzentrum eingerichtet. Von hier aus sind es zu den entferntesten Kampfstätten 35 km in der einen und 62 km in der anderen Richtung: Autrans für Nordische Kombination, 70-m-Skispringen und Biathlon (20-km-Ski-Langlauf mit vier eingeschobenen Schießprüfungen) beziehungsweise Alpe d'Huez für die Bobrennen. In jeder der acht Disziplinen gibt es mehrere Wettbewerbe mit vielen Vor- und Zwischenläufen. Insgesamt müssen während der 13 Tage die Ergebnisse von 1500 Sportlern in 131 Wettbewerben an elf verschiedenen Orten erfaßt und ausgewertet werden. Für die Bewältigung dieser Aufgaben kommt nur ein hochentwickeltes Datenfernverarbeitungssystem (Teleprocessing) in Betracht, wie es beispielsweise in dem IBM System/360 zur Verfügung steht.

Während 1960 in Squaw Valley noch eine Anlage des Systems 305 genügte, mußten 1964 in Innsbruck bereits die IBM-Systeme 1401 und 1440 und in Tokio die Systeme 1410 und 1440 eingesetzt werden. Bei den Olympischen Winterspielen in Innsbruck wurden die von den bis zu 26 km entfernten Wettkampfstätten kommenden Daten in einen ersten Rechner eingegeben, der als Terminal (Datenstation) für den zweiten Rechner arbeitete, und dieser erst verarbeitete die Daten. Der Inhalt der auf Lochkarten ausgegebenen Resultate wurde dann mit gesonderten Übertragungsgeräten

an die Wettkampfstätten zurückgegeben (indirekte Verarbeitung).

Die in Grenoble eingesetzten Computer des Systems/360 hingegen sind nicht nur wesentlich schneller und leistungsfähiger als die in Innsbruck benutzten, sondern auch von vornherein für Datenfernverarbeitung entwickelt worden. Der Computer 360 Mo-



Terminal für die Dateneingabe im Eisstadion in Grenoble

dell 40 hat dabei drei Aufgaben zu erfüllen:

1. Erfassung der Informationen an zehn verschiedenen Wettkampfstätten,
2. Verarbeitung der Informationen im Rechenzentrum in Grenoble,
3. Übertragung der Ergebnisse an die jeweiligen Wettkampfstätten.

## Datenerfassung

An den Computer im Rechenzentrum sind insgesamt zehn Ein- und Ausgabeeinheiten über hundert Spezial-Telefonleitungen

hoher Übertragungsgüte angeschlossen. Die Ein- und Ausgabeeinheiten lassen sich nicht direkt an die Telefonleitungen anschließen, sondern die zu übertragenden Informationen modulieren eine im Übertragungsbereich der Leitungen liegende Tonfrequenz, aus der man am Ende der Leitung durch Demodulation die eigentliche Information zurückgewinnt. Diese Modulation und Demodulation übernehmen die sogenannten Modems.

Die Ergebnisse der einzelnen Kämpfe dürfen nach den geltenden Regeln nicht direkt in den Computer eingegeben werden. Sie werden deshalb von einem IBM-Mitarbeiter über die Schreibmaschinentastatur einer IBM 1050 als Terminal von Hand eingegeben, zum Beispiel Uhrzeit und Laufzeit sowie die Startnummer des Wettkämpfers zur Identifizierung der Wettkampfdaten. Die Startnummer wird am Tag vor dem Wettkampf durch das Los bestimmt und in den Rechner eingegeben. Die Zeitmessung (Genauigkeit 0,01 s) erfolgt mit Anlagen der Firmen Omega und Longines. Der Skiläufer beispielsweise löst beim Start über eine Druckschleife die Zeitmessung aus und stoppt sie am Ziel beim Passieren einer Lichtschranke. Qualitative Informationen wie zum Beispiel die Noten beim Eiskunstlauf geben die Kampfrichter dem IBM-Mitarbeiter durch mündliche Ansage bekannt oder durch Anzeige auf einer auch dem Publikum sichtbaren Anzeigetafel.

Schon lange vor Beginn der Olympischen Winterspiele wurden im Computer allgemeine Informationen über die Wettkämpfe, ihre Geschichte und Regeln sowie Einzelheiten über die Teilnehmer (Alter, Beruf, Nationalität, frühere Leistungen usw.) gespeichert. Sie dienen als Hintergrundinformationen und werden während der Olympischen Spiele von Fall zu Fall zur weiteren Unterrichtung der Presse, Reporter usw. zusammengestellt und ausgegeben.

## Datenverarbeitung

Das im Pressezentrum in Grenoble untergebrachte Rechenzentrum hat eine zentrale

IBM-Rechenzentrum im Pressezentrum des Olympischen Dorfes in Grenoble





Recheneinheit, deren Hauptspeicher eine Speicherkapazität von 131 000 Zeichen hat. Eine Instruktion wird in 2,5  $\mu$ s verarbeitet (400 000 Befehle je Sekunde). Das Programm – mehr als 25 000 auf Magnetband gespeicherte Arbeitsinstruktionen – wurde in mehr als zweijähriger Arbeit von Tech-



Zentraleinheit des IBM-Systems/360 Modell 40

nikern der IBM und Studenten des Instituts für Angewandte Mathematik an der Universität Grenoble erarbeitet. Im Hauptspeicher befindet sich jeweils nur das für den jeweiligen Arbeitsgang erforderliche Programm. Von der Möglichkeit des Systems/360, den Hauptspeicher jederzeit in mehrere kleine Teilspeicher unterteilen zu können, hat man auch hier Gebrauch gemacht. Dadurch ist es möglich, die Daten verschiedener Wettbewerbe gleichzeitig zu verarbeiten. Mehrere Magnetplattenspeicher ermöglichen in Verbindung mit dem Hauptspeicher den direkten Zugriff auf 58 Millionen gespeicherten Zeichen. Auf diesen Magnetplattenspeichern, deren Plattenstapel mit sechs Magnetplatten von je



Mehrere dieser Magnetplattenspeicher IBM 2311 ermöglichen in Verbindung mit dem Hauptspeicher des Systems/360 Modell 40 den Zugriff auf 58 Millionen gespeicherten Zeichen

40 cm Durchmesser sich leicht und sehr schnell auswechseln lassen, sind die einzelnen Programmteile gespeichert. Dazu gehören beispielsweise alle Teile des Hilfsprogramms sowie sämtliche historischen Daten, die der Computer im Bedarfsfall abrufen kann.

Die vom Computer zu lösenden Aufgaben sind im allgemeinen einfach. Die Befehle werden von verschiedenen Schaltkreisen ausgeführt, denen jeweils bestimmte Funktionen zugeordnet sind. Dazu gehören beispielsweise logische Entscheidungen, die sich aus dem Vergleich von zwei oder mehr Laufzeiten ergeben, oder arithmetische Operationen bei der Subtraktion der Startzeit von der Zielzeit. Kombinationen von logischen und arithmetischen Operationen ergeben sich zum Beispiel für die Einstufung beim Biathlon. Hier erhält der Computer für jeden Wettkämpfer einer jeden Gruppe die Zeiten des Langlaufs und die Noten des Schießwettbewerbs; zusätzlich muß er Strafpunkte und Noten festhalten, um die Mannschaften einstufen zu können. Das im Rechenzentrum installierte System ist ein Duplex-System, bei dem zwei Computer mit gleichen Eigenschaften und zwei getrennte periphere Systeme zur Verfügung stehen. Wenn das öffentliche Stromversorgungsnetz einmal ausfallen sollte, kann eine Notstromversorgung jederzeit sofort die Speisung eines Computers übernehmen. Auch das Datenübertragungsnetz ist in zweifacher Ausführung vorhanden. Damit dürfte das im Werk Montpellier der IBM France hergestellte Duplex-System ein Höchstmaß an Betriebssicherheit haben.

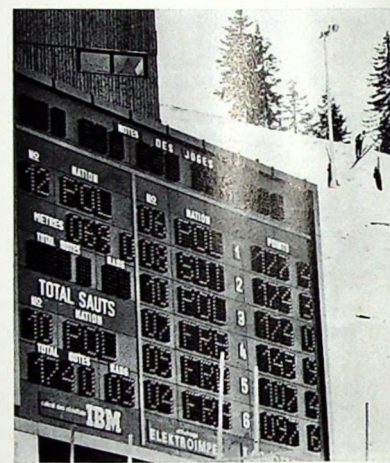
#### Datenausgabe und Datenanlage

Als Ausgabeeinheiten stehen Kartenstanzer sowie Drucker IBM 1443 zur Verfügung. Sie drucken 105 Zeilen mit je 108 Zeichen in der Minute auf Endlospapier oder direkt auf Offsetfolien, die mit Gestaltner-Maschinen vervielfältigt werden. Hinzu kommen für die Presse insgesamt 13 Ferndrucker. Sie erstellen unter anderem die Startlisten für den folgenden Tag und während des Wettkampfs sowie Listen mit Teilergebnissen für alle Wettkämpfe, vorläufigen Ergebnissen direkt nach dem Kampf und schließlich die offiziellen Ergebnisse. Der Computer kann die Ergebnisse aber auch mit einer Geschwindigkeit von 15 Zeichen in der Sekunde nach dem internationalen 5-Loch-Code in Lochstreifen stanzen. Diese Lochstreifen stehen den großen internationalen Presseorganisationen zur Verfügung, so daß die Übermittlungszeit von den Wettbewerbsorten zu den Agentur-Zentralen und von dort zu den Abonnenten der Pressedienste, zum Beispiel Tageszeitungen, auf ein Minimum reduziert wird.

Die Information der Zuschauer erfolgt über große Anzeigetafeln. Diese Anzeige erfolgte bisher stets manuell, so daß der Zuschauer normalerweise über die Anzeigetafeln nur Informationen erhielt, die ihm schon bekannt waren. Zum ersten Male in der Geschichte der Olympischen Spiele werden jetzt in Grenoble die riesigen Anzeigetafeln direkt vom Computer gesteuert. In Zusammenarbeit mit der ungarischen Firma *Elektroimpex*, die die Anzeigetafeln lieferte, und der IBM France entstand eine an der Anzeigetafel angebaute Steuereinheit, die über Telefonleitungen direkt mit dem Computer verbunden ist und dessen Angaben in optische Anzeigen umsetzt. Beim Abfahrtslauf gibt die obere Seite der Anzeigetafel die Nummer und die Nationalität des Wettkämpfers an, der an den Start kommt und dessen Zeit durch eine ständig laufende Uhr festgehalten wird. Passiert er das Ziel, dann gibt der Rechner sofort die Platzierung des Sportlers bekannt, die links oben angezeigt wird. Darunter stehen dann die Zeiten der folgenden Wettkämpfer. Praktisch gleichzeitig

wird die rechte Seite der Anzeigetafel auf den neuesten Stand gebracht, sofern der Wettkämpfer sich unter den ersten sechs befindet. Damit ist sichergestellt, daß die Zuschauer stets die neuesten Informationen über den Stand der Wettbewerbe erhalten.

Für die Fernsehübertragungen wäre es grundsätzlich möglich, die Anzeigetafeln mit einer Fernsehkamera aufzunehmen und je nach Bedarf in die laufende Sendung einzublenden. Wegen der stark wechselnden Sichtverhältnisse und des oft großen Abstandes zwischen Anzeigetafel und Übertragungswagen wäre das aber unzuverlässig. Deshalb hat die IBM den Fernsehteams Bildschirmeinheiten IBM 2260 zur Verfügung gestellt, auf denen ständig der letzte Stand der Wettbewerbe abgelesen werden kann. Auf jeden Bildschirm dieser Einheiten kann der Computer bis zu zwölf Zeilen Text zu je 40 alphanumerischen Zeichen ausgeben. Auf



Die über eine Steuereinheit direkt mit dem Computer im Rechenzentrum verbundene Anzeigetafel zeigt laufend und ohne Zeitverzögerung die neuesten Ergebnisse an (die hier angezeigten Ergebnisse stammen von einem Sprunglauf im Dezember 1967)

der Bildschirmeinheit werden stets die ersten zehn Wettkämpfer angezeigt. Da der Bildschirm ständig von einer Fernsehkamera abgetastet wird, läßt sich der neueste Stand jederzeit in die Berichterstattung einschalten. Es ist aber auch möglich, nur die ersten drei Wettkämpfer anzuzeigen und diese Angaben in das gerade gesendete Fernsehbild einzublenden. Darüber hinaus läßt sich die Information noch durch die Zeitangabe des „Omegascope“ vervollständigen, so daß der Fernsehzuschauer jederzeit genauestens informiert ist.

Nach dem Lesen dieses Berichts mag man möglicherweise den Eindruck haben, als habe die moderne Elektronik den Menschen bei der Auswertung und der Übertragung der Wettkampfergebnisse überflüssig gemacht. Dem ist aber keineswegs so. Rund 150 Ingenieure und Spezialisten der IBM, davon 70 an den Austragungs-orten und 40 im Rechenzentrum, tragen während der Olympischen Spiele in Grenoble als unsichtbare Helfer auch ihren Teil zum Gelingen dieses großen sportlichen Wettkampfes bei.

W. Roth



# Der Laufzeitdemodulator im Farbempfänger „PALcolor 708“

Um die Vorteile des PAL-Systems voll auszunutzen zu können, benötigt ein PAL-Farbfernsehempfänger zur Decodierung der Farbinformation einen Laufzeitdemodulator, der zusammen mit den nachfolgenden Synchrondemodulatoren Fehler kompensiert, die auf dem Übertragungswege auftreten. Gleichzeitig sorgt er für eine stets richtige Farbtoneinstellung des Empfängers.

Im folgenden werden Wirkungsweise, Aufbau und Schaltung des Laufzeitdemodulators im Farbempfänger „PALcolor 708“ (AEG-Telefunken) beschrieben. Dabei wird auch auf die Ultraschallverzögerungsleitung und die an sie gestellten Forderungen eingegangen.

## 1. Aufgabe des Laufzeitdemodulators

Das Farbartsignal wird im Empfänger am Ausgang des ersten Videotransistors von dem Leuchtdichtesignal (Y-Signal) getrennt und im nachfolgenden Farbartverstärker verstärkt. Das am Farbsättigungseinsteller am Eingang des Laufzeitdemodulators vorhandene Signal besteht aus dem nach Betrag und Phase modulierten Farbartträger, wobei die (R-Y)-Komponente entsprechend der PAL-Norm nach jeder Zeile um 180° geschaltet wird. Durch die Art der Modulation wird im Sender der Farbartträger aus Gründen der Kompatibilität unterdrückt [1, 2].

Der Laufzeitdemodulator hat die Aufgabe, Summe und Differenz des Farbartsignals zweier zeitlich aufeinanderfolgender Zeilen zu bilden. Auf diese Art werden die (R-Y)- und (B-Y)-Anteile des Farbartsignals voneinander getrennt.

## 2. Ultraschallverzögerungsleitung

Um die genannte Aufspaltung des Farbartsignals in  $F_{(R-Y)}$  und  $F_{(B-Y)}$  zu ermöglichen, ist es erforderlich, daß das Signal einer Zeile dem um eine Zeilendauer verzögerten und an der (B-Y)-Achse gespiegelten Signal der vorhergehenden Zeile zugesetzt wird. Die große Verzögerungszeit von etwa 64 µs läßt eine rein elektrische Verzögerung mit vernünftigem wirtschaftlichen Aufwand nicht zu. Daher wählt man den Umweg über eine Ultraschallwelle. Die Verzögerung des Signals erfolgt in einer Glas-Ultraschallverzögerungsleitung mit nachgeschalteter Zusatzleitung, die (mit der Glasleitung gepaart) Fertigungstoleranzen der Glasleitung ausgleicht [3].

Am Eingang und Ausgang der Ultraschallverzögerungsleitung sind piezoelektrische Wandler angebracht, die bewirken, daß die elektrischen Schwingungen in Ultraschallwellen und umgekehrt die Schallwellen wieder in elektrische Schwingungen umgewandelt werden. Als Übertragungsmedium dient ein Glasstab, der durch die Wandler zu Scherschwingungen angeregt wird. Die piezoelektrischen Wandler bestehen aus einer dünnen Scheibe einer Blei-Zirkonat-Titanat-Keramik, deren Moleküle durch einen vorhergegangenen Polarisationsprozeß ausgerichtet sind. Der Vektor der rema-

nenten Polarisation liegt parallel zu einer Kante des Keramikscheibchens. Legt man eine Wechsellspannung an das Scheibchen, deren Frequenz in der Nähe der mechanischen Resonanz des Schwingers liegt, so wird dieser zu Scherschwingungen angeregt. Umgekehrt ruft eine periodisch wirkende Scherkraft an den Elektroden des Empfängers eine Wechsellspannung hervor. Die Dicke der Scheibchen beträgt ungefähr eine halbe Wellenlänge der Transversalschwingungen (in dem verwendeten Spezialglas etwa 0,6 mm). Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwelle liegt bei  $c_{17} = 2500$  m/s.

Ein besonderes Problem stellt die Temperaturabhängigkeit der Verzögerungszeit dar. Eine Ausdehnung des Glasstabes bei Temperaturerhöhung hat eine Vergrößerung der Laufzeit zur Folge. Versuche haben ergeben, daß eine Änderung der Laufzeit um  $\Delta\tau = \pm 3$  ns noch zulässig ist. Bei üblichen Glassorten, die einen linearen Temperaturkoeffizienten von etwa  $5 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$  haben, beträgt die Verlängerung im Temperaturbereich von 20 bis  $60^\circ\text{C}$   $5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 200 \cdot 10^{-6} = 0,2$  µs. Das entspricht bei einer Verzögerungszeit von 64 µs jedoch einer Laufzeitänderung von  $\Delta\tau = 12,8$  ns.

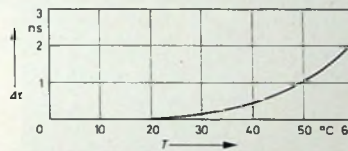


Bild 1. Temperaturgang der Ultraschallverzögerungsleitung „VL 1“

Durch Beimischung geeigneter Materialien ist es aber gelungen, den Temperaturgang so zu verbessern, daß die genannte Forderung erfüllt wird (Bild 1).

## 3. Zusatzverzögerungsleitung

Eine Ultraschallverzögerungsleitung in der beschriebenen Ausführung läßt sich wirtschaftlich noch nicht mit der erforderlichen Genauigkeit der Laufzeit herstellen, da die Lötstichtdicke zwischen Wandler und Glasstab geringfügig variieren kann. Daher wählt man die Laufzeit etwas kleiner und paart die Glasleitung so mit einer Zusatzverzögerungsleitung, daß die erforderliche Laufzeit erreicht wird.

Eine Zylinderspule wird durch einen Kapazitätsbelag zur Verzögerungsleitung ergänzt. Ihr Ersatzschaltbild entspricht in erster Näherung einer homogenen Leitung mit dem Wellenwiderstand

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega \cdot L_0}{G + j\omega \cdot C_0}}$$

(R Widerstand je Längeneinheit, G Ableitung je Längeneinheit,  $L_0$  Induktivität je Längeneinheit,  $C_0$  Kapazität je Längeneinheit). Wird die Spule als verlustlos angenommen, so vereinfacht sich die Gleichung zu

$$Z = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$$

und die Laufzeit ist dann

$$\tau = \sqrt{L_0 \cdot C_0}$$

Über einen größeren Frequenzbereich hin bleibt jedoch der Ersatz durch die ideale Leitung nicht mehr gültig, da Ströme in benachbarten Windungen nicht mehr die gleiche Phasenlage haben wie bei niedrigen Frequenzen.

Die verwendete Zusatzlaufzeitleitung besteht aus einem Hartpapierrohr, auf dem

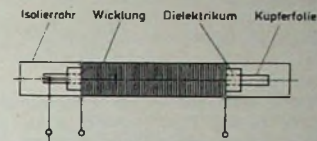


Bild 2. Zusatzverzögerungsleitung

ein Streifen Kupferfolie aufgebracht ist (Bild 2). Als Dielektrikum gegen die Wicklung dient eine Kunststoffolie. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse (Feuchtigkeit, Beschädigungen) wird die fertige Leitung in Kunstharz eingegossen.

Auch bei dieser Zusatzlaufzeitleitung ist das Temperaturverhalten sehr wichtig. Im Arbeitsbereich soll infolge von Temperaturänderungen keine Laufzeitänderung auftreten. Durch Wahl eines geeigneten Dielektrikums ist es gelungen, die Verzögerungszeit von der Temperatur unabhängig zu machen.

## 4. Funktion des Laufzeitdemodulators

Bild 3 zeigt das Blockbild des Laufzeitdemodulators. Im Punkt A wird das Farbartsignal eingespeist. Über die Verzö-

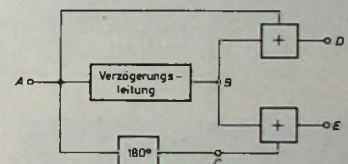


Bild 3. Blockbild des Laufzeitdemodulators

lungsleitung (Ultraschall- und Zusatzverzögerungsleitung) gelangt es zum Punkt B und über ein 180°-Phasendrehglied zum Punkt C. In zwei Additionsstufen werden die Summen der Spannungen an A und B sowie C und B gebildet.

Zunächst soll die genaue Verzögerungszeit näher betrachtet werden. Bisher wurde davon ausgegangen, daß eine Verzögerung um eine Zeilendauer, das heißt 64 µs, nötig sei. Beim PAL-Verfahren wird aber vom sogenannten Viertelzeilenoffset Gebrauch gemacht, das heißt, auf eine Zeile (64 µs) entfallen 283,75 Perioden der Farbarterschwingung. Ein Signal, das um genau eine Zeilendauer verzögert wurde, hat also gegenüber der ersten Zeile eine Phasenverschiebung von 90°. Die Summen- und Differenzbildung erfordert jedoch ein Signal, das in Phase oder gegenphasig zu

Dipl.-Ing. Wolfgang Graewert ist Mitarbeiter in der Farbfernsehtwicklung von AEG-Telefunken, Hannover.



dem unverzögerten Signal ist. Man muß also die Laufzeit der Verzögerungsleitung um eine Viertelperiode verändern. In der vorliegenden Ausführung wurde die Dimensionierung so gewählt, daß das Farbsignalsignal um 283,5 Perioden (entsprechend 63,94 µs) verzögert wird. Das Signal erscheint dann nach Durchlaufen der Verzögerungsleitung gegenüber dem nichtverzögerten Signal um 180° gedreht.

Bild 4 zeigt die Zeigerdarstellung eines Farbsignals  $F$  mit den Komponenten  $b \cdot F_{(B-Y)}$  und  $j a \cdot F_{(R-Y)}$ . In der folgen-

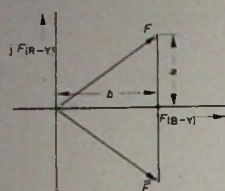
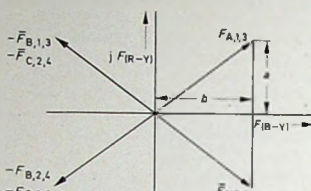


Bild 4. Zeigerdarstellung eines Farbsignals  $F$ , dessen  $(R-Y)$ -Anteil in der folgenden Zeile um 180° geschaltet wurde

Bild 5. Phasenlagen des Signals  $F$  an den Punkten A, B und C



den Zeile erscheint es als  $\bar{F}$  konjugiert komplex an der  $F_{(B-Y)}$ -Achse gespiegelt. Im Bild 5 sind alle vorkommenden Phasenlagen von  $F$  an den Punkten A, B und C dargestellt. Dabei bezeichnen die Indizes 1, 2, 3 und 4 Zeitpunkte, die um jeweils eine Zeilendauer verschoben sind.  $F_{A,1,3}$  bedeutet zum Beispiel, daß am Punkt A zu den Zeitpunkten 1 und 3 das Signal  $F$  steht. Zu den Signalen am Punkt B sei noch einmal gesagt, daß dort das Signal der vorhergehenden Zeile, jedoch um 180° gedreht, erscheint.

Die Zeiger an den Punkten D und E ergeben sich aus der geometrischen Addi-

müssen bei der Weiterverarbeitung in den nachfolgenden Synchronmodulatoren beachtet werden.

## 5. Der Laufzeitdemodulator als Kammfilter

Legt man an den Eingang des Laufzeitdemodulators eine kontinuierliche Spannung der Farbrägerfrequenz von 4,43361875 MHz, dann gibt der  $(R-Y)$ -Ausgang D kein Signal ab, während der  $(B-Y)$ -Ausgang E maximale Spannung liefert. Stimmt man jetzt die Frequenz der Eingangsspannung durch, dann erhält man

an beiden Ausgängen Minima und Maxima im Abstand von  $f_z = 15,625$  kHz. Der  $(B-Y)$ -Ausgang zeigt Nullstellen bei der Farbrägerfrequenz

$$f_0 \pm \left( \frac{2n-1}{2} f_z \right),$$

der  $(R-Y)$ -Ausgang bei  $f_0 \pm n \cdot f_z$  ( $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ). Es bilden sich Kammfilter aus, die um  $f_z/2$  verschoben sind und Nullstellen im Abstand  $f_z$  haben. Einen Ausschnitt aus der Wobbelkurve zeigt Bild 8. Die eingeblendete Marke an der linken Seite liegt bei 4,5 MHz.

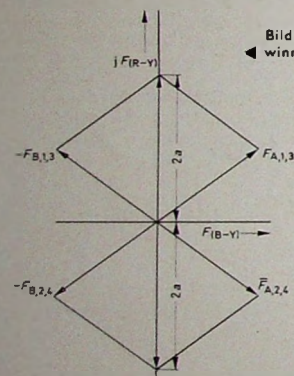
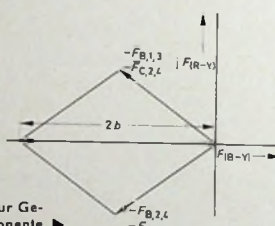


Bild 6. Addition der Zeiger zur Gewinnung der  $F_{(R-Y)}$ -Komponente

Bild 7. Addition der Zeiger zur Gewinnung der  $F_{(B-Y)}$ -Komponente



tion der Signale an den Punkten A und B sowie B und C zum gleichen Zeitpunkt. In den Bildern 6 und 7 sind die Additionen durchgeführt. Man erkennt, daß am Ausgang D ein von Zeile zu Zeile um 180° geschalteter Zeiger mit dem Betrag  $2a$  auftritt. Es handelt sich um die doppelte  $(R-Y)$ -Komponente des Farbbeizers  $F$ . Am Ausgang E ergibt sich in jeder Zeile ein Zeiger mit dem Betrag  $2b$ , der die zweifache  $(B-Y)$ -Komponente des Zeigers  $F$  darstellt. An den Ausgängen ist also das PAL-Signal farbrägerfrequent in die Komponenten seiner Modulationsachsen aufgespalten. Die doppelte  $F_{(R-Y)}$ -Komponente enthält noch die zeilenweise Umschaltung um 180°, die doppelte  $F_{(B-Y)}$ -Komponente liegt gegenüber dem Eingangssignal in Gegenphase, und beide Signale haben gegeneinander eine Phasenverschiebung von 90°. Diese Tatsachen

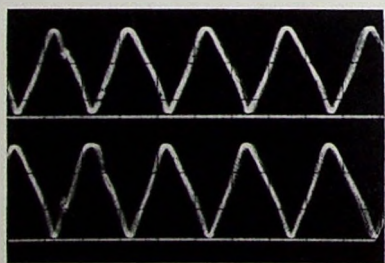


Bild 8. Ausschnitt aus der Wobbelkurve eines Laufzeitdemodulators, gemessen an den beiden Ausgängen D (obere Kurve) und E (untere Kurve); Folgefrequenz der Maxima und Minima 15,625 kHz

Um zu zeigen, auf welche Weise das Kammfilter die Aufspaltung des Signals bewirkt, sei die spektrale Verteilung von Videosignalen betrachtet. Nach der Theorie von Mertz und Gray ist im Videosignal die Energie vornehmlich in diskreten Spektralbereichen enthalten, die sich um das Vielfache der Zeilenfrequenz bilden. Werden die beiden Farbdifferenzsignale einem Träger aufmoduliert, so lie-

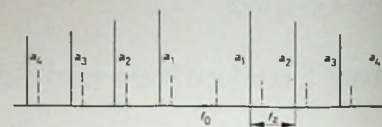


Bild 9. Spektrale Verteilung des Helligkeits- und Farbsignals in der Nähe des Farbrägers  $f_0$  bei Viertelzeilenoffset und NTSC-Modulation (— Spektrallinien des Farbsignals, — Spektrallinien des Helligkeitssignals)

gen die Seitenbandspektren wieder in äquidistanten Spektralbereichen. Beim PAL-System wird — wie schon erwähnt — vom Viertelzeilenoffset Gebrauch gemacht. Dabei ist der Farbräger so im Videospektrum eingeschaltet, daß er um  $f_z/4$  neben einer Spektrallinie des Helligkeitssignals liegt. Alle Seitenlinien sind dann im gleichen Abstand in das Spektrum des Helligkeitssignals eingeschaltet (Bild 9).

Bei der Quadraturmodulation nach dem NTSC-Verfahren liegen die Seitenbänder der  $(R-Y)$ - und der  $(B-Y)$ -Information in den gleichen Spektralbereichen. Anders ist es bei PAL. Die  $(R-Y)$ -Komponente wird von Zeile zu Zeile um 180° geschaltet. Die Auswirkungen dieser Maßnahme auf das Spektrum zeigt die folgende Rechnung. Das Spektrum der umgeschalteten Information läßt sich darstellen durch

$$A_c = a_1 \cdot \sin(\Omega \cdot t \pm \omega_z \cdot t) + a_2 \cdot \sin(\Omega \cdot t \pm 2 \omega_z \cdot t) + a_3 \cdot \sin(\Omega \cdot t \pm 3 \omega_z \cdot t) + \dots \quad (1)$$

( $\Omega = 2\pi \cdot f_0$ ,  $\omega_z = 2\pi \cdot f_z$ ). Die Funktion  $A_c$  wird mit einer Mäanderfunktion multipliziert, die während einer Zeile den Wert +1 und in der nachfolgenden Zeile den Wert -1 annimmt. Nach Fourier läßt sich diese Mäanderfunktion  $A_s$  durch

$$A_s = b_1 \cdot \sin \frac{\omega_z \cdot t}{2} + b_2 \cdot \sin \frac{3}{2} \omega_z \cdot t + b_3 \cdot \sin \frac{5}{2} \omega_z \cdot t + \dots \quad (2)$$

darstellen. Multipliziert man die beiden ersten Summanden von Gl. (1) und Gl. (2) miteinander, so ergibt sich

$$a_1 \cdot b_1 \cdot \sin(\Omega \cdot t \pm \omega_z \cdot t) \cdot \sin \frac{\omega_z \cdot t}{2} = \frac{a_1 \cdot b_1}{2} \cdot \cos \left\{ (\Omega \cdot t \pm \omega_z \cdot t) - \frac{\omega_z \cdot t}{2} \right\} - \frac{a_1 \cdot b_1}{2} \cdot \cos \left\{ (\Omega \cdot t \pm \omega_z \cdot t) + \frac{\omega_z \cdot t}{2} \right\} \quad (3)$$

Man sieht, daß zwei Linien entstanden sind, die im Abstand der halben Zeilenfrequenz  $f_z/2$  von der ursprünglichen Linie liegen.

Der zweite Summand von  $A_c$  mit dem ersten Summanden von  $A_s$  multipliziert, ergibt zwei Linien im Abstand von  $3 \omega_z/2$ . Die beiden Frequenzen ( $\Omega + \omega_z$ ) sowie ( $\Omega - \omega_z$ ) umgeben sich mit einem neuen Spektrum im Abstand

$$\frac{\omega_z}{2}, \frac{3}{2} \omega_z, \frac{5}{2} \omega_z, \dots$$

Das gleiche erfolgt bei der Multiplikation des zweiten Summanden von  $A_c$  mit dem ersten Summanden von  $A_s$ . Zusammenfassend erkennt man, daß das  $(R-Y)$ -Spektrum auf Linien liegt, die zwischen den Linien des  $(B-Y)$ -Spektrums im Abstand



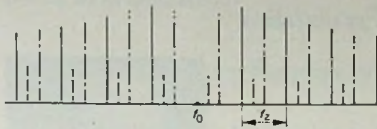


Bild 10. Spektrale Verteilung des Helligkeits- und Farbsignals in der Nähe des Farbträgers  $f_0$  bei Viertelzeilenoffset und PAL-Modulation (— Spektrallinien des (B-Y)-Signals, — Spektrallinien des (R-Y)-Signals, — Spektrallinien des Helligkeitssignals;  $f_z$  Zeilenfrequenz)

der halben Zeilenfrequenz eingeschachtelt sind (Bild 10).

Mit einem Kammfilter, das Nullstellen bei den Spektrallinien der  $F_{(R-Y)}$ -Komponente hat, läßt sich die  $F_{(B-Y)}$ -Komponente herausziehen. Zur Gewinnung der  $F_{(R-Y)}$ -Komponente müssen die Nullstellen um die halbe Zeilenfrequenz verschoben sein. Diese Bedingungen werden durch den Laufzeitdemodulator erfüllt.

Am Eingang der Verzögerungsleitung steht die Spannung  $U_1 = a \cdot \sin \omega \cdot t$ , am Ausgang  $U_2 = a \cdot \sin \omega (t + \tau)$ , worin  $\tau$  die Verzögerungszeit der Leitung ist. Bildet man die Summe aus  $U_1$  und  $U_2$ , so erhält man

$$U_1 + U_2 = a \cdot [\sin \omega \cdot t + \sin \omega (t + \tau)]. \quad (5)$$

Diese Summe hat Nullstellen bei

$$\omega_{S0} \cdot \tau = (2n - 1) \pi, \quad (6)$$

$$f_{S0} = \frac{2n - 1}{2} \cdot \frac{1}{\tau}. \quad (7)$$

Die Differenz aus  $U_1$  und  $U_2$  ist

$$U_1 - U_2 = a [\sin \omega \cdot t - \sin \omega (t + \tau)]. \quad (8)$$

Die Differenz hat Nullstellen bei

$$\omega_{D0} \cdot \tau = 2\pi \cdot n, \quad (9)$$

$$f_{D0} = \frac{n}{\tau}. \quad (10)$$

( $S0$  = Summe, Nullstelle;  $D0$  = Differenz, Nullstelle).

Wählt man  $\tau$  gleich einer Zeilendauer, so erhält man Nullstellen, die im Summenkanal bei ungeraden Vielfachen der halben Zeilenfrequenz und im Differenzkanal bei Vielfachen der Zeilenfrequenz liegen. Durch geeignete Wahl von  $\tau$  kann man im Summen- und Differenzkanal Kammfilterverhalten erreichen, das die genannten Bedingungen zum Herausziehen der (R-Y)- und (B-Y)-Komponenten erfüllt. In der vorliegenden Ausführung ist

$$\tau = \frac{283,5}{283,75} \tau_z$$

$$(\tau_z = 64 \mu s).$$

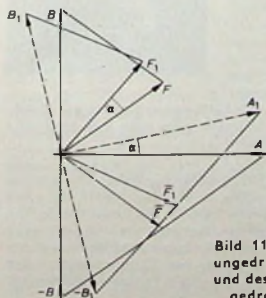


Bild 11. Zerlegung des ungedrehten Signals  $F$  und des um den Winkel  $\alpha$  gedrehten Signals  $F_1$

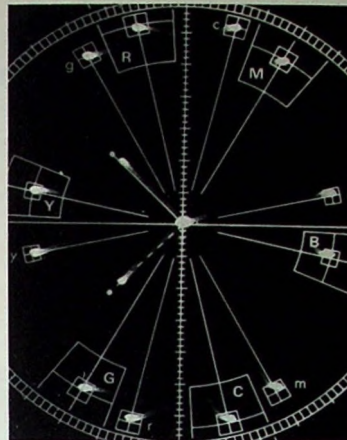


Bild 12. Vektorbild eines Farbbalkensignals am Eingang des Laufzeitdemodulators

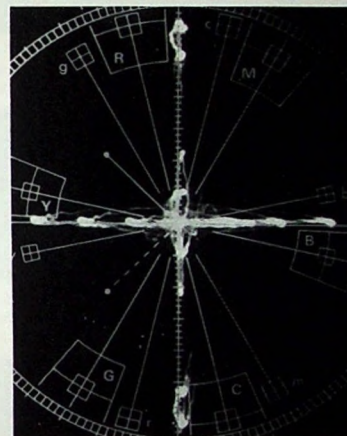


Bild 13. Vektorbild eines Farbbalkensignals an den beiden Ausgängen (das Signal ist in die (R-Y)- und (B-Y)-Komponenten zerlegt, beide Signale übereinandergeschrieben)

## 6. Kompensation von Fehlern im Laufzeitdemodulator

Da der Farbton durch die Phasenlage des Farbträgers bestimmt wird, würde jede Abweichung von einer Referenzphase, die im allgemeinen durch das Farbsynchronsignal (Burst) gegeben ist, zu Farbtonfehlern führen. Ein Beispiel soll die Kompensation eines Fehlers im Laufzeitdemodulator erläutern.

Es werde das Farbsignalsignal  $F$  gesendet (Bild 11), das in der folgenden Zeile als  $\bar{F}$  erscheint. Auf dem Übertragungswege erfahre es zum Beispiel eine zusätzliche Drehung um den Winkel  $+\alpha$ . Daraus ergeben sich die Zeiger  $F_1$  und  $\bar{F}_1$ . Summe und Differenz von  $F$  und  $\bar{F}$  haben die beiden Komponenten  $A$  und  $B$  auf der (R-Y)- und (B-Y)-Achse.  $F_1$  und  $\bar{F}_1$  werden in  $A_1$  und  $B_1$  zerlegt und bilden ein neues Achsenkreuz, das gegen das ursprüngliche System um den Winkel  $+\alpha$  gedreht ist. In den Absolutwerten stimmen  $A$  und  $A_1$  sowie  $B$  und  $B_1$  überein und enthalten jeweils die Information nur der geschalteten beziehungsweise der nichtgeschalteten Achse, also  $F_{(R-Y)}$  und  $F_{(B-Y)}$ . Eine Demodulation von  $A_1$  und  $B_1$  nach den vom

Burst abgeleiteten Achsen ergibt die videofrequente (R-Y)- beziehungsweise (B-Y)-Information, jedoch um den Faktor  $\cos \alpha$  vermindert.

Bild 12 zeigt das Vektorbild eines Farbbalkensignals ohne Phasenfehler, Bild 13 die übereinandergeschriebenen Vektorbilder der beiden Ausgänge (R-Y) und (B-Y). Es ergeben sich nur Punkte, die auf den Modulationsachsen liegen. Im Bild 14 ist das Vektorbild eines Farbbalkensignals mit großen differentiellen Phasenfehlern (unter differentiellen Phasenfehlern versteht man Fehler in Abhängigkeit vom Helligkeitswert einer Farbe) und im Bild 15 das der beiden Ausgangsspannungen dargestellt. Die Punkte weichen von den Achsen ab und bewirken eine unterschiedliche Entsättigung am Ausgang der Synchrondemodulatoren. Ein Farbtonfehler von maximal  $20^\circ$  im Gelb-Balken wurde in einen Sättigungsfehler von etwa 6 % umgewandelt, der praktisch nicht mehr erkennbar ist.

Der Laufzeitdemodulator kompensiert weiterhin Restseitenbandfehler. Bei Modulation mit einer Frequenz  $\Omega$  entstehen um die Farbträgerfrequenz  $\Omega$  zwei Seitenlinien im Abstand  $\omega$ . Wird jetzt das eine

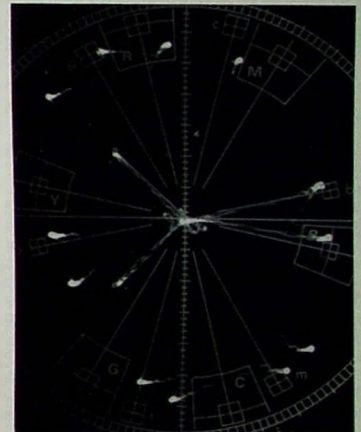


Bild 14. Vektorbild eines Farbbalkensignals mit großen differentiellen Phasenfehlern am Eingang des Laufzeitdemodulators

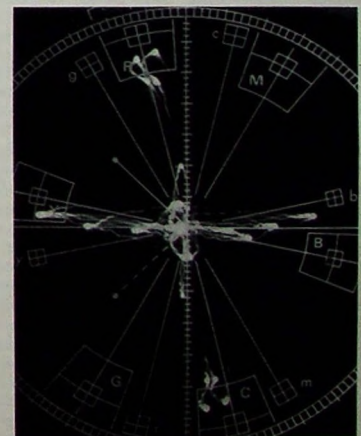


Bild 15. Vektorbild eines Farbbalkensignals mit großen differentiellen Phasenfehlern an den Ausgängen des Laufzeitdemodulators



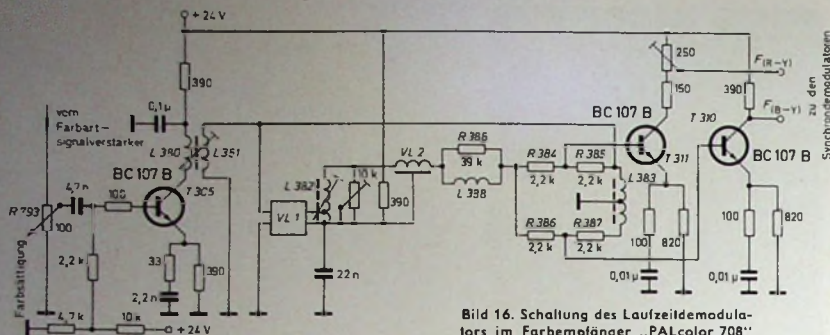


Bild 16. Schaltung des Laufzeitdemodulators im Farbempfänger „PALcolor 708“

Seitenband beschnitten, so enthält das unbeschnittene Seitenband eine Quadraturkomponente. Diese führt beim NTSC-Verfahren zu einem Übersprechen in den anderen Farbkanal und somit zu Farbverfälschungen. Das PAL-Verfahren gestattet durch den Laufzeitdemodulator eine Kompensation dieses Fehlers. Bei der Betrachtung des Kammfilters ergab sich, daß nur (R-Y)- oder (B-Y)-Anteile an den Ausgängen erscheinen können. Es entsteht zwar auch eine Quadraturkomponente, sie wird jedoch nur dem richtigen Synchron-demodulator zugeführt.

## 7. Der Laufzeitdemodulator in der Schaltung

Am Farbsättigungseinsteller R 793 (Bild 16) wird das Farbartsignal abgenommen. Der Transistor T 305 verstärkt das Signal und speist über den Transformator L 380, L 381 die Ultraschallverzögerungsleitung. Das Übersetzungsverhältnis ist dabei so gewählt, daß eine optimale Anpassung der Verzögerungsleitung an den Transistor gegeben ist. Mit L 380, L 381 wird gleichzeitig noch die Eingangskapazität der Leitung herausgestimmt. Das verzögerte Signal gelangt über L 382, VL 2 und das Kompensationsglied R 388, L 388 zu einer Widerstandsmatrix, die aus vier gleichen Widerständen (R 384 ... R 387) besteht. Der Zweig R 384, R 385 erhält gleichzeitig das unverzögerte Signal, so daß an der Mitte das  $F_{(R-Y)}$ -Signal abgenommen werden kann. Der Zweig R 386, R 387 bildet die Summe aus dem verzögerten und dem im Bifilarübertrager L 383 um  $180^\circ$  gedrehten unverzögerten Signal. An der Mitte entsteht dann das  $F_{(B-Y)}$ -Signal. Die Reihenparallelschaltung der vier Matrixwiderstände bildet den Abschluß der Zusatzverzögerungsleitung VL 2. Zur Trennung und Verstärkung der gewonnenen Signale dienen die Transistoren T 310 und T 311, die die Synchrondemodulatoren speisen.

Bild 17 zeigt das Oszillogramm eines Farbbalkensignals am Eingang des Laufzeitdemodulators, Bild 18 die  $F_{(R-Y)}$ -Komponente am (R-Y)-Ausgang und Bild 19 den  $F_{(B-Y)}$ -Anteil am (B-Y)-Ausgang.

## 8. Cross Colour

Da das Spektrum des Helligkeitssignals bis in den Bereich der Farbinformation reicht, durchlaufen diese Anteile auch den Farbartverstärker. Dabei führen sie zu einem unerwünschten Übersprechen im Farbkanal (Cross Colour). Aus diesem Grunde enthält das Gerät einen Farbabschalter (Colour-Killer), der bei Schwarz-Weiß-Sendungen den Farbkanal sperrt. Bei Geräten ohne Laufzeitdemodulator (NTSC, Simple-PAL) erscheint diese Störung voll auf dem Bildschirm.

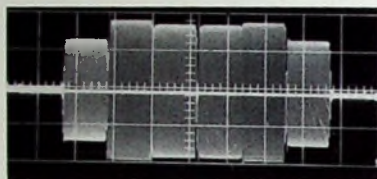


Bild 17. Oszillogramm eines Farbbalkensignals am Eingang des Laufzeitdemodulators

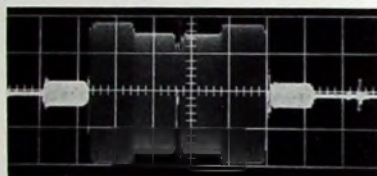


Bild 18. Farbbalkensignal am (R-Y)-Ausgang des Laufzeitdemodulators

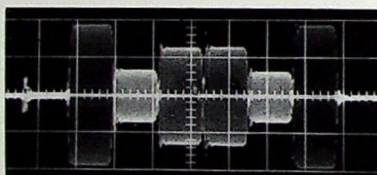


Bild 19. Farbbalkensignal am (B-Y)-Ausgang des Laufzeitdemodulators

Ein Standard-PAL-Empfänger enthält jedoch den Laufzeitdemodulator mit seiner Kammfiltercharakteristik. Aus Gl. (5) und Gl. (7) erkennt man, daß im Bereich der Spektrallinien des Helligkeitssignals bei Viertelzeilenoffset das Kammfilter schon auf den Faktor 0,7 (entsprechend 3 dB) absinkt. Die Cross-Colour-Störung wird also gegenüber einem Betrieb ohne Laufzeitleitung um 3 dB gedämpft [4].

## Schrifttum

- [1] Bruch, W.: Farbfernsehsysteme - Überblick über das NTSC-, Secam- und PAL-System. Telefunken-Ztg. Bd. 36 (1963) Nr. 1/2, S. 70-88
- [2] Bruch, W.: Das PAL-Farbfernsehsystem - Prinzipielle Grundlagen der Modulation und Demodulation. Nachrichtentechn. Z. Bd. 17 (1964) Nr. 3, S. 109-121
- [3] VL 1, Verzögerungsleitung für Farbfernsehmultiplexer. Telefunken-Information 66 I 9
- [4] Ausgewählte Aufsätze zur Technik des Farbfernsehens. Sonderdruck der Telefunken-Ztg. Bd. 38 (1965) Nr. 1, S. 3-120

## Persönliches

### W. Meyer 60 Jahre



Am 10. Februar 1968 vollendete Werner Meyer, Geschäftsführer der Blaupunkt-Werke GmbH in Hildesheim, sein 60. Lebensjahr. Der geborene Hamburger absolvierte nach dem Abitur zunächst eine kaufmännische Lehre und war anschließend im Exporthandel tätig. Fast 40 Jahre seines Schaffens sind mit dem Namen Blaupunkt eng verbunden. Bereits 1929 war er bei der Blaupunkt-Vorgängerin, der Ideal Radio-, Telefon- und Apparate-Fabrik, eingetreten, und nach dem Kriege war er maßgeblich am Wiederaufbau der Blaupunkt-Werke beteiligt. Als Leiter des gesamten Vertriebs dieses Unternehmens widmete er sich besonders intensiv der Pflege der Exportmärkte, wobei er unermüdlich und erfolgreich um das Vertrauen des Auslandes zum deutschen Qualitätserzeugnis kämpfte.

Seit vielen Jahren stellt W. Meyer seine umfangreichen Kenntnisse und Erfahrungen auch in den Dienst der Verbandsorganisation der Rundfunk- und Fernsehgeräte-Industrie. Seit 1955 gehört er dem Beirat des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI an, dessen Vorsitz er seit dem 15. 4. 1964 ist. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte er seit 1951 die Export-Kommission des Fachverbandes geleitet, und noch heute ist er Leiter des Arbeitskreises Konsumgüterexport im Außenhandelsausschuß des ZVEI sowie Mitglied des Konsumgüterausschusses des BDI. Seiner Initiative und Aktivität ist die Lösung mancher Probleme der Branche zu danken. Durch seine Fähigkeit zu vermitteln und auszugleichen hat er wiederholt schwierige Situationen gemeistert und insbesondere auch den Kontakt zwischen der Industrie und ihren Handelspartnern gefördert. Seine Verdienste um die Pflege und Festigung internationaler Kontakte fanden Anerkennung durch die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Union Internationale de la Presse Radio-technique et Electronique (UIPRE), zu deren Initiatoren und Gründern er gehört.

### R. Krugmann 60 Jahre

Am 13. Januar 1968 beging Dipl.-Volkswirt Dr. rer. pol. Robert Krugmann, Geschäftsführer der Messe- und Ausstellungs-Ges. mbH, Köln, seinen 60. Geburtstag. Er ist seit Dezember 1960 Direktor der Messe- und Ausstellungs-Ges. mbH, in deren verantwortliche Geschäftsführung er sich mit Direktor C. F. van der Heyde teilt.

### Freiherr von Hornstein 50 Jahre

Am 3. Februar 1968 feierte der Generalbevollmächtigte der Uher Werke, München, Wolfgang Freiherr von Hornstein, seinen 50. Geburtstag. Seinen Berufsweg begann der gebürtige Österreicher nach dem Besuch der Schulinternate in Salem und Neubauern als Praktikant bei der Maschinenfabrik Weingarten in Württemberg und bei den Heinkel-Flugzeugwerken in Rostock. Ab 1939 war er technischer Zeichner bei Linhof in München, wo man ihm bald eine leitende Stellung übertrug.



Nach dem Krieg war Freiherr von Hornstein zuerst Treuhänder, später Mitinhaber der Entwicklungsfirma Süddeutsche Mechanische Werkstätten GmbH. Im Jahre 1953 übernahm er die Leitung der Uher Werke, die er — entgegen seinem Auftrag, die Firma wegen ihrer schlechten finanziellen Lage aufzulösen — durch Aufnahme der Produktion von Tonbandgeräten auf den vierten Platz am deutschen Tonbandgerätemarkt führte.



## Münzfernsehen in England

Grundgedanke des Münzfernsehens in Großbritannien ist, daß dem Fernsehteilnehmer zusätzlich zum normalen Programm noch ein Programm zur Verfügung gestellt wird, dessen Ausstrahlung über das normale Fernsendedernetz aus wirtschaftlichen Gründen unmöglich wäre.

Der Fernsehteilnehmer hat folgende Auswahlmöglichkeiten: Er kann entweder das „Münzprogramm“ wählen, indem er sein Geld in den Schlitz eines kleinen Zusatzgerätes wirft, oder er kann ohne besondere Bezahlung die Programme verfolgen, die von der BBC (British Broadcasting Corporation) und der ITA (Independent Television Authority) ausgestrahlt werden.

Der für die Münzfernsehanlage zuständige Unternehmer kann die Gebühren für ein Einzelprogramm von sich aus festsetzen. Diese Gebühren werden durch die Kosten mitbestimmt, die er für die Übertragungsrechte aufzubringen hat. Inzwischen ist in einem dichtbesiedelten Londoner Gebiet mit Hilfe der Regierung ein großangelegter Versuch mit dem Münzfernsehen ermöglicht worden, um die Auswirkungen verschiedener Verteilungsmethoden, die Reaktion der Öffentlichkeit auf eine neue Einrichtung und die Wirtschaftlichkeit festzustellen.

### Technische Lösung

Zur Lösung des Problems des Münzfernsehens gibt es vielerlei Möglichkeiten. Letztlich geht es hierbei jedoch immer wieder um einen entscheidenden Punkt: Der Teilnehmer darf das zusätzliche Programm nicht empfangen können, wenn er nicht vorher hierfür extra bezahlt hat. Deshalb werden die Signale dieses Programms verzerrt und sind mit einem üblichen Empfänger nur als unerkennbares Bild zu empfangen. Die Entzerrung erfolgt erst in einem beim Fernsehempfänger untergebrachten Münzautomaten.

Das in London angewendete System ist recht einfach: In diesem Raum existiert bereits ein ausgedehntes Drahtfunknetz, über das mehr als eine Million Haushaltungen mit Fernseh- und Rundfunksendungen über Kabelverbindungen versorgt werden können. Jeder der bisher an dieses Netz angeschlossenen 200 000 Londoner Teilnehmer zahlt eine Gebühr von durchschnittlich zehn Shilling (rund 5 DM) je Woche für diesen von der British Relay Wireless and Television Ltd. betriebenen Dienst, der dafür den Empfang von drei Fernsehprogrammen bietet: BBC 1, BBC 2 und der kommerziell geförderten Sendungen der ITA. Darüber hinaus können die Teilnehmer zwischen vier reinen Tonsendungen wählen. Die Höhe der Gebühren richtet sich nach der Größe des vom Zuschauer benutzten Bildschirms. Außerdem muß der Teilnehmer die gesetzlich festgelegte jährliche Rundfunk- und Fernsehgebühr zahlen (z. Z. fünf Pfund, umgerechnet rund 47,50 DM).

Das zusätzliche Münzfernsehen über dieses Kabelnetz betreut die Pay TV Ltd., ein Konsortium, bestehend aus der zuerst genannten Gesellschaft und zwei weiteren kommerziellen Organisationen.

Die Übertragungen erfolgen innerhalb des gesamten Empfangsgebiets über Kabel.

Hierbei werden vierpaarige und viererverseilte Kabel verwendet, über die außer den vier Tonfunkkanälen noch vier Fernsehprogramme gesendet werden können. Der übertragene Frequenzbereich ist etwa 2 bis 10 MHz.

### Wer nimmt am Münzfernsehen teil?

Eine wesentliche Forderung der Unternehmer für Münzfernsehen ist die Möglichkeit, die Anzahl der Fernsehteilnehmer, die für das Münzprogramm jeweilig extra zahlen, ständig kontrollieren zu können. Die Londoner Versuchsanlage ist so konstruiert, daß die Kontrolle fast laufend vorgenommen werden kann, wobei die Ergebnisse noch während des Programmbetriebs ausgedruckt werden.

Eine weitere Forderung besteht darin, daß die Gebühr für ein bestimmtes Programm geändert werden kann, um sie den jeweiligen Gesteuerungskosten anzupassen. Es ist sogar möglich, die Gebühr beispielsweise für ein Fußballspiel schon während des Spielablaufs zu ändern, so daß beispielsweise die Zeiteinheitsgebühr für den letzten Teil des Spiels höher ist als bei Spielbeginn.

Die Kontrollzentrale kann die Stundeneinheitsgebühr zwischen 0 bis 6 Pence, (etwa 25 Pf), 0 bis 9 Shilling (etwa 4,30 DM) oder 0 bis 10, 20 und 30 Shilling (etwa 15 D-Mark) wählen. Außerdem besteht die Möglichkeit, eine feste Gebühr für ein bestimmtes Programm zu wählen, ohne Rücksicht auf seine Länge. Ein unlängst übertragener Boxkampf von Cassius Clay kostete beispielsweise umgerechnet rund 20 DM, unabhängig von der Rundenzahl.

Am Empfänger des Fernsehteilnehmers befindet sich ein relativ einfach aufgebauter elektromagnetischer Münzeinwurfbehälter (Bild 1) mit einer Anzeigevorrichtung, an der erkennbar ist, ob der Teilnehmer noch ein Guthaben hat. Durch Einwurf eines Zweishillingstücks wird automatisch eine Zeitmeßeinrichtung in Betrieb gesetzt; gleichzeitig zeigt die Anzeigevorrichtung das vorhandene Guthabenguthaben an, das so lange konstant bleibt, bis das Münzfernsehprogramm eingeschaltet wird.

Der Zeitzählmechanismus wird durch Gleichstromimpulse gesteuert, die von der Zentrale aus auf das Teilnehmernetz gegeben werden. Die Impulsfolge bestimmt die Geschwindigkeit, mit der sich die Zeithuhr bewegt. Ist die Zeitspanne abgelaufen und zeigt der Zeitmesser auf der Frontseite des Münzbehälters kein Guthaben mehr an, dann wird ein Abschalter betätigt, wodurch die ankommenden Fernsehsignale dieser Sendung wieder verzerrt sind. Sobald wieder eine Münze eingeworfen wird, kann das Münzfernsehprogramm wieder eingeschaltet werden. Auf die BBC- und ITA-Programme wirkt sich der Ablauf des Guthabenanzeigers nicht aus; diese Programme können stets weiterempfangen werden.

Wichtig für den Teilnehmer ist, daß er sich beispielsweise einen Film, der in einer kostenlos gelieferten Programmvorschau zum Preis von sechs Shilling angeboten ist, kurz anschauen und bei Nichtgefallen wieder abschalten kann; das Guthaben für die nichtgenutzte Zeit verbleibt dem Teil-

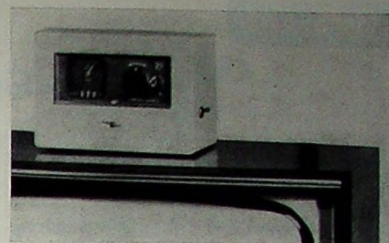


Bild 1. Der Münzautomat zeigt auf der linken Skala das jeweilige Guthaben an

nehmer für das Verfolgen eines späteren Programms.

Die Durchgabe der Gebührenimpulse ist ziemlich kritisch, weil die Impulse über eine Reihe von Nebenstellen geleitet werden müssen, die gleichzeitig auch über die angeschlossenen Leitungen Informationen über die Anzahl der eingeschalteten Fernsehteilnehmer aufnehmen müssen.

Die Methode, um festzustellen, wie viele Münzfernsehteilnehmer zu jedem Zeitpunkt angeschlossen sind, ist ebenfalls im Prinzip sehr einfach und arbeitet dennoch mit bemerkenswerter Genauigkeit; die Fehlerrate liegt bei etwa 0,5 %. Die Nebenstellen senden Gleichstromimpulse von 50 V aus. In jedem Münzautomaten befindet sich ein Kondensator von etwa 9,5 µF, der im eingeschalteten Automaten durch die Leitungsspannung aufgeladen wird. Die jeweilige Ladung wird in die Leitung zurückgegeben und einem ballistischen Galvanometer in der Zentrale zugeführt. Hier erfolgt dann eine Analoganzeige entsprechend der Anzahl von 9,5-µF-Belastungen in der Leitung. Selbstverständlich werden Streukapazitäten in den Kabelleitungen berücksichtigt.

Die Ablesung erfolgt zunächst analog; sie wird in eine digitale Angabe dadurch umgewandelt, daß man die Anzahl der Impulse zählt, die von einem Normalkondensator benötigt werden, um das ballistische Galvanometer wieder auf Null zu bringen. Da derselbe 50-V-Gleichstrom zum Betrieb sowohl des Digitalwandlers als auch der gesamten übrigen Anlage benutzt wird, wirken sich etwaige Spannungsabweichungen in keiner Weise aus.

Die binären Werte für die Einzahlungen werden in Zeitmultiplex-Form der Zentrale zugeleitet, wo ein Addierer die Belegung der gesamten Anlage feststellt und ein Bild über die eingenommenen Gebühren vermittelt. Dieser Gebührenwert wird zusammen mit der jeweiligen Zeit alle 2 1/2 Minuten ausgedruckt. In der Praxis ist eine Fehlanzeige von 1 % zulässig, tatsächlich erreicht sie jedoch selten 0,5 %.

### Relativ einfaches Gerät

Ein Vorteil der in London betriebenen Anlage ist das verhältnismäßig einfache Zusatzgerät beim Teilnehmer am Münzfernsehen. Es ist in elektromechanischer Hinsicht so gut aufgebaut, daß es ebenso betriebssicher wie wirtschaftlich ist. Das Gerät benötigt beispielsweise keine zusätzliche Stromversorgung am Aufstellungsort, da die erforderliche Energie der Programmleitung entnommen wird. Dieser einfache technische Aufbau der Teilnehmereinrichtung erfordert eine kompliziertere Ausrüstung am anderen Leitungsende; man ist jedoch der Auffassung, daß dies wirtschaftlicher ist, besonders auch im Hinblick auf die Wartung. J. S. Walker



# PAL-Service-Generator „FG 4“

## Technische Daten

### Steuergenerator:

187,3368 kHz  $\pm 3 \cdot 10^{-6}$  (Quarz), durch Frequenzteilung Zeilen- und Bildfrequenz mit Zeilensprung

### Farbträger:

4,43361875 MHz  $\pm 5 \cdot 10^{-6}$  (Quarz), 1,2 V<sub>eff</sub> an 75 Ohm

### Tonträger:

5,5 MHz  $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ , etwa 20% der Ausgangsspannung

### Videosignal:

komplettes Videosignal (Bildinhalt positiv), etwa 3 V<sub>eff</sub> an 75 Ohm

### Bildsignal:

70% der Ausgangsspannung; Gittermuster (7 waagerechte und 10 senkrechte Linien), Punktmuster (7  $\times$  10 Punkte), Farbsignal (10 Farbbalken, Regenbogenfolge)

### Synchronsignal:

25% der Ausgangsspannung; Zeilenimpuls etwa 4,7  $\mu$ s, Bildimpuls 160  $\mu$ s; Farbburst: Phase von Zeile zu Zeile um 90° alternierend, Amplitude von 70% auf 25% umschaltbar, etwa 13 Sinusschwingungen

### HF-Signal:

VHF-Bereich Band III, Kanal 5...12 kontinuierlich durchstimmbar

### Leistungsaufnahme:

etwa 10 VA

### Abmessungen und Gewicht:

30 cm  $\times$  21,8 cm  $\times$  17,5 cm, etwa 5 kg

Die Beurteilung sowie die Einstellung und Reparatur von Farbfernsehempfängern in der Werkstatt wie auch in der Wohnung des Kunden sind ohne Farbgenerator nicht möglich. Für diese Zwecke liefert Grundig den PAL-Service-Generator „FG 4“, der folgende Signale abgibt:

- Farbbalkensignal in Regenbogenfolge zur Prüfung des PAL-Schalters, der phasenrichtigen Einstellung der Farbdemodulatoren und zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit des Farbempfängers auf Grund der Farbfolge auf dem Bildschirm;
- Gittermuster (10 senkrechte und 7 waagerechte Linien) zur exakten Einstellung der Konvergenz, der Bildgeometrie und der Linearität;
- Punktmuster (10  $\times$  7 Punkte) zur Überprüfung der Konvergenz sowie zur Beurteilung der Schärfe;
- quarzstabilisierte Farbträgerfrequenz zur Beurteilung der Funktion und zum Abgleich des Farbverstärkers, der PAL-Verzögerungsleitung, des Farbdemodulators und des Farbträgerschalters.

Das Farbbalkensignal, das Gittermuster und auch das Punktmuster stehen wahlweise video- oder hochfrequent zur Ver-

fügung (Band III, Kanal 5...12, mit Kapazitätsdioden kontinuierlich durchstimmbar). Den Signalen kann ein unmodulierter quartzstabilisierter Tonträger von 5,5 MHz zugesetzt werden, der zur exakten Abstimmung des Farbfernsehempfängers, zur Überprüfung des Farbverstärkers (Kreuzmodulation zwischen Tonträger und Farbträger), zum Abgleich der Tonfallen sowie zur Überprüfung und zum Abgleich des Ton-ZF-Verstärkers dient.

Der PAL-Service-Generator „FG 4“ ist voll transistorisiert. Die quartzstabilisierten Oszillatoren und die mit ihnen verkoppelten Frequenzen gewährleisten über einen weiten Temperaturbereich exakte flimmerfreie Signale.

## 1. Funktionsweise des Impulsteils

In einem quartzesteuerten Muttergenerator T 102 (Bild 1) wird eine Frequenz von  $12 \cdot f_z = 187,336$  kHz mit einer Genauigkeit von  $3 \cdot 10^{-4}$  erzeugt. Der Frequenz des Muttergenerators von 187,336 kHz liegt die Bedingung zugrunde, daß in diesem Fall die Zeilenfrequenz in einem ganzzahligen Verhältnis zur Frequenz des Farbträgers stehen muß (Farbträgerfrequenz : 284 = Zeilenfrequenz, Zeilenfrequenz  $\times 12$  = Mutterfrequenz). Daher arbeitet der „FG 4“ mit einer Zeilenfrequenz von genau 15,611334 kHz, und auch die Bildfrequenz liegt etwas unter den üblichen 50 Hz. Für die praktische Servicearbeit sind diese Frequenzabweichungen aber ohne Bedeutung.

Der Schmitt-Trigger T 104, T 106 formt die Sinusspannung in eine Rechteckspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 um, die für die Austastung des Regenbogenfarbsignals erforderlich ist. Mit dem Frequenzteiler T 110 (Teilverhältnis 6:1) wird die Frequenz  $2 \cdot f_z$  gewonnen. Bei allen Frequenzteilern handelt es sich um astabile Multivibratoren, die mit je einem Unijunction-Transistor bestückt sind.

An den Frequenzteiler T 110 ist über den Emitterfolger T 112 eine Teilerkette angekopelt. Die Kette besteht aus vier Teilerstufen (T 114, T 115, T 117, T 119), die die Frequenz jeweils im Verhältnis 5:1 teilen. Daraus ergibt sich die Frequenz  $2 \cdot f_z : 5^4 = 50$  Hz. Der 50-Hz-Impuls triggert den monostabilen Multivibrator T 121, T 122, der den Bildsynchronimpuls (Impulsdauer etwa 160  $\mu$ s) erzeugt.

Der Frequenzteiler T 107 mit dem Teilverhältnis 2:1, der mit der doppelten Zeilenfrequenz  $2 \cdot f_z$  synchronisiert wird, liefert die Zeilenfrequenz  $f_z$ . Durch Übersteuerung von T 109 mit der Zeilenfrequenz kann mit dem Regler R 122 die Verzögerungszeit des Transistors T 109 so eingestellt werden, daß sich eine Zeit von 4,7  $\mu$ s ergibt. Dieser verzögerte Impuls stellt den Zeilensynchronimpuls dar. Die Dioden D 110 und D 111 fügen die Bild- und Zeilensynchronimpulse zum Synchronmisch zusammen. Wegen der Ableitung der Bild- und Zeilenfrequenz aus der doppelten Zeilenfrequenz ist auch der Zeilensprung gewährleistet.

Mit drei weiteren Teilerstufen T 111 (4:1), T 113 (2:1) und T 116 (5:1) erzeugt man

aus den Zeilenimpulsen die waagerechten Linien. Zur Synchronisation dieser Linien mit der Bildfrequenz werden T 111, T 113 und T 116 über die Dioden D 101, D 102 und D 103 mit dem Bildsynchronimpuls getriggert, und mit dem monostabilen Multivibrator T 118, T 120 läßt sich die Liniendauer auf 64  $\mu$ s (Dauer einer Zeile) einstellen.

In der Differentiationsstufe T 105, die mit  $12 \cdot f_z$  angesteuert wird, werden die senkrechten Linien (Glockenimpulse) erzeugt. Das ODER-Tor mit den Dioden D 104 und D 105 mischt die senkrechten und waagerechten Linien zu einem Gittermuster und das UND-Tor mit den Dioden D 106, D 107 und D 109 zu einem Punktmuster.

## 2. Farbsignalerzeugung

Die Zeilenfrequenz  $f_z$  steuert den bistabilen Multivibrator T 202, T 205, der den PAL-Schalter darstellt. Vom Kollektor des Transistors T 205 wird der PAL-Impuls über R 217 an den Synchronisierausgang Bu 1 geführt. Der PAL-Schalter steuert über die Impedanzwandlerstufen T 204 und T 206 sowie über D 205 und D 206 abwechselnd die Start-Stop-Oszillatoren T 207 und T 208, die jeweils mit der gleichen Phase anschwingen (Bild 2) und für die Dauer

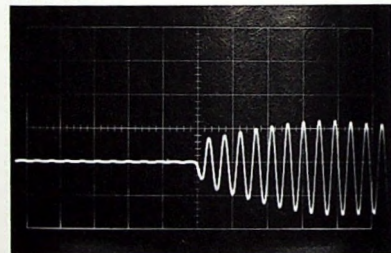


Bild 2. Starten eines der beiden Farboszillatoren

einer Zeile die Frequenzen  $f_{FT} + \Delta f$  beziehungsweise  $f_{FT} - \Delta f$  erzeugen. Dabei ist  $f_{FT}$  die Farbträgerfrequenz, und  $\Delta f$  muß so gewählt werden, daß sich die Phase des Farbträgers während einer Zeilendauer um 435° ändert. Da der eine Oszillator um  $\Delta f$  oberhalb, der andere um  $\Delta f$  unterhalb der Farbträgerfrequenz

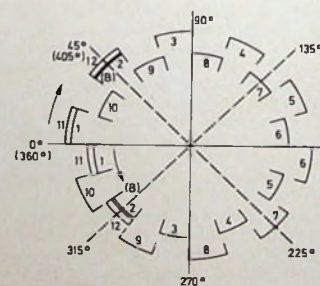


Bild 3. Verlauf der Phasenänderung der Farboszillatorfrequenzen (dargestellt am Farbkreis) während einer Zeilenperiode

Ing. Horst Weglehner ist Mitarbeiter der Grundig Werke GmbH, Fürth (Bay.).







schwingt, wird der Farbkreis von Zeile zu Zeile abwechselnd im positiven und negativen Sinn durchlaufen (Bild 3).

Beide Farbinformationen werden über die Emittierfolger T 209 und T 210 ausgekoppelt und über die RC-Glieder C 223, R 240 und C 221, R 242 addiert. Der Emittierfolger T 212 entkoppelt die Farbinformationen und gibt sie an die Umkehrstufe T 215 weiter, in der das Farbsignal mit der quarzfrequenten Rechteckspannung ( $12 \cdot f_2$ ) ausgetastet wird. Die Rechteckspannung nimmt man am Kollektor von T 104 ab und führt sie über die Phasenumkehrstufe T 211 der Basis des Emittierfolgers T 217 zu. Das auf diese Weise gewonnene ausgetastete Regenbogensignal (Farbbalkensignal) gelangt über T 218 und die Impedanzwandlerstufe T 220 zum Drucktastenschalter „Farbbalken“ (5 c).

### 3. Signalaufbereitung

Die Dioden D 207 und D 208 mischen das Synchrongemisch und wahlweise Farbinformation, Gitterraster oder Punktraster zusammen. An der Basis des Emittierfolgers T 222 kann mit der Drucktaste „5,5 MHz“ zu dem Videosignal ein 5,5-MHz-Sinussignal addiert werden (Bild 4), das im Quarzoszillator T 101 erzeugt und

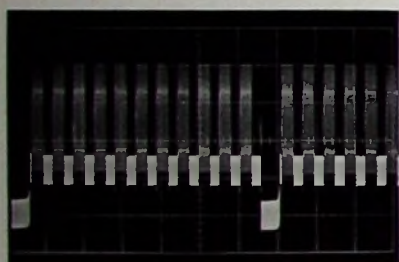


Bild 4. Farbbalkensignal mit 5,5-MHz-Tonträger

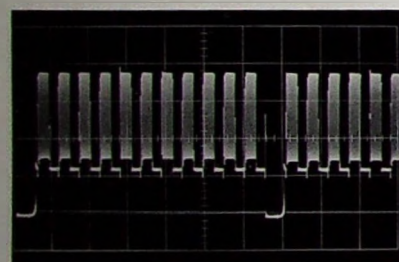


Bild 5. Farbbalkensignal (Video) am Ausgang

am Emittierfolger T 103 ausgekoppelt wird. Das Videosignal (Bild 5) gelangt dann über den Ausgangsemittierfolger T 223 und R 279 zur Ausgangsbuchse Bu 2. An dem geteilten Emittierwiderstand R 276, R 277 des Transistors T 222 greift man einen Teil des Videosignals ab und führt ihn über die Phasenumkehrstufe T 213 und den Emittierfolger T 214 dem HF-Modulator T 216 zu.

### 4. Farbträger

Die Farbträgerfrequenz 4,43361875 MHz steht als Sinussignal videofrequenz zur Verfügung. Über die Taste „4,433 MHz“ wird dem Quarzoszillator T 201 die Betriebsspannung zugeführt. Die Farbträgerfrequenz gelangt über T 203, den Ausgangsemittierfolger T 223 und R 279 zum

Ausgang Bu 2. Alle übrigen Stufen des „FG 4“ sind dabei außer Betrieb.

Zur Überprüfung des Farbträgersoszillators im Farbbempfänger sowie zur Einstellung des Farbabschalters kann die Farbinformation auf den Normwert der Burstamplitude abgesenkt werden. Durch Drücken der Taste „Burst“ wird am Regler R 248 die entsprechende Spannung der Farbinformation abgegriffen.

### 5. Zusammensetzung und Gewinnung des getasteten Farbsignals

Im Bild 6 sind die Spannungsverläufe der drei Einzelsignale dargestellt, die durch Austastung und Addition des Videofarbbalkensignals ergeben. Bild 6a zeigt den Zeilensynchronimpuls, der mit der quarzfrequenten Rechteckspannung ( $12 \cdot f_2$ ) im Bild 6b über die Frequenzteiler fest verkoppelt ist. Über den PAL-Schalter werden mit dem Zeilensynchronimpuls die beiden Farboszillatoren T 208 ( $f_{01}$ ) und T 207 ( $f_{02}$ ) eingeschaltet, die von Zeile zu Zeile abwechselnd schwingen (Bild 6c).

Die Zeitdauer  $t_B$  eines aufgetasteten Balkens ergibt sich zu

$$t_B = \frac{t_z}{2 \cdot 12} = 2,67 \mu s,$$

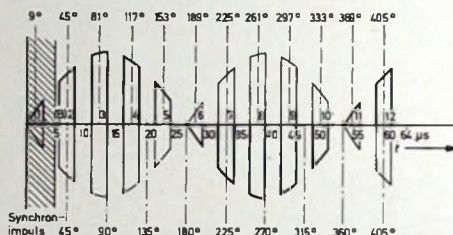


Bild 7. Phasenänderung der Farboszillatorfrequenz (bezogen auf die Farbträgerfrequenz) während einer Zeilenperiode

wobei  $t_z = 64 \mu s$  die Zeitdauer einer Zeilenperiode ist. Der erste Balken wird mit dem Zeilensynchronimpuls, der die Dauer  $t_B = 4,7 \mu s$  hat, ausgetastet. Der zweite Balken stellt den Burst dar. Bei einer Dauer von  $2,67 \mu s$  enthält dieser Burst-Impuls 11,85 Schwingungszüge der Farbträgerfrequenz. Der Beginn des zweiten Balkens erfolgt nach der Zeit

$$t_{BA} = 2 \cdot t_B = 5,34 \mu s.$$

Die beiden Farboszillatoren müssen die Frequenzen  $f_{01} = f_{FT} + \Delta f$  und  $f_{02} = f_{FT} - \Delta f$  erzeugen ( $f_{FT} = 4,43361875$  MHz). Damit der Farbträger bis zur Mitte des

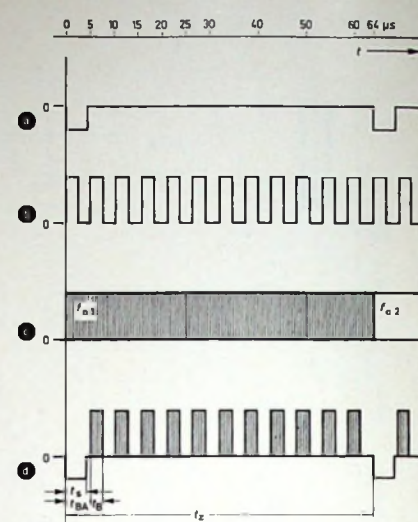


Bild 6. Spannungsverläufe der drei Einzelsignale (a, b, c), die durch Austastung des Video-Farbbalkensignals (d) ergeben

zweiten Balkens (Burst) eine Phasendreherung von  $45^\circ$  erreicht, muß  $\Delta f = 18,86$  kHz sein. Damit wird  $f_{01} = 4,45247875$  MHz und  $f_{02} = 4,41475875$  MHz. Da der eine Farboszillator um 18,86 kHz oberhalb und der andere Farboszillator um 18,86 kHz unterhalb der Farbträgerfrequenz schwingt, springt die Phase des Burst von Zeile zu Zeile abwechselnd um  $90^\circ$ . Bis zur Mitte des letzten Balkens ergibt sich eine Phasenänderung von  $\pm 405^\circ$ . Bild 7 stellt den Verlauf der Phasenänderung der Farboszillatorfrequenz bezogen auf die Farbträgerfrequenz während einer Zeilenperiode dar.

## Moderne Fluggast-Information in Berlin-Tempelhof

Um eine noch raschere und reibungslosere Information der Fluggäste zu gewährleisten, wurde Anfang November 1967 auf dem Zentralflughafen Berlin-Tempelhof eine von Siemens entwickelte Fluggast-Informationsanlage in Betrieb genommen. Die neue Anlage wird über ein in der Informationsstelle untergebrachtes Schaltpult (s. Titelbild) zentral gesteuert. Zur Bedienung stehen den Bodenstewardessen Tasten sowie Lochkarten zur Verfügung, in denen immer wiederkehrende Informationen gespeichert sind. Da vom Schaltpult aus die Anzeigetafeln nicht zu sehen sind, übertragen zwei schwenkbare Fernsehkameras die jeweiligen Angaben zur Kontrolle auf ein Sichtgerät in der Informationsstelle.

Auf den drei Abflugtableaus mit je fünf Zeilen in der Empfangshalle lassen sich gleichzeitig bis zu 15 Starts ankündigen. Angezeigt werden hier Fluggesellschaften,

Flugnummer, Zielort, Abflugzeit, Bemerkungen (zum Beispiel Verspätungen) und Nummer des Ausgangs. Durch zwei Lampen je Zeile läßt sich die Aufmerksamkeit der Wartenden auf kurz bevorstehende Abflüge lenken. In den Warteräumen wird auf die folgenden Starts durch fünf jeweils zweizeilige Flugstegtableaus hingewiesen, die Fluggesellschaft, Zielort und Bemerkungen anzeigen sowie mit zwei Aufmerksamkeitslampen je Zeile ausgestattet sind.

Wer jemanden von einer ankommenden Maschine abholen möchte, kann sich an zwei fünfzeiligen Ankunftstableaus informieren, die über den beiden Ausgängen angebracht sind. Sie zeigen Fluggesellschaft, Flugnummer, Abflugsort, planmäßige Ankunftszeit und Bemerkungen an. Zur Anzeige der Landung dienen auch hier zwei Aufmerksamkeitslampen je Zeile.



# Hi-Fi-Steuergerät „8001/St“

Die Entwicklung von Hi-Fi-Anlagen hat in den letzten Jahren immer mehr den Trend zum integrierten Aufbau von Empfänger und Verstärker gezeigt. Diese Gerätekonzeption hat sich in Amerika unter dem Namen Receiver, bei uns als Steuergerät eingebürgert. Wegen der Zusammenfassung von zwei verschiedenartigen Funktionen kann man das Gerät nicht als einen kompletten Baustein behandeln, sondern muß die HF- und NF-Funktionen gesondert besprechen. Bei großen Ausgangsleistungen ist auch der Netzteil entsprechend sorgfältig aufzubauen, um die hohen Forderungen nach DIN 45 500 zu erfüllen. Das Hi-Fi-Stereo-Steuergerät „8001/St“ von Nordmende läßt sich in drei Baustufen einteilen: HF- und ZF-Stufen, NF-Stufen sowie Stromversorgung.

## 1. HF- und ZF-Stufen

### 1.1. UKW-Eingangsteil

Um optimale Eingangsempfindlichkeit bei entsprechender Selektivität zu erreichen, wurde eine Vierfach-Abstimmung gewählt. Um auch in Sendernähe keine Kreuzmodulationsstörungen zu bekommen, wurden im Eingangsteil Feldeffekttransistoren für die beiden HF-Stufen verwendet (Bild 1). In Verbindung mit einer Vierfach-Diodenabstimmung erreicht man so die geforderte Kreuzmodulationsfestigkeit und eine hohe Eingangsempfindlichkeit. Feldeffekttransistoren (FET) haben bei einem hohen Eingangswiderstand ein geringes Eigenrauschen, und die Kennlinie hat einen quadratischen Verlauf. In seinem Verhalten ähnelt dieser Transistor damit sehr der Röhrentriode.

Die HF-Vorstufe T1 arbeitet in Zwischenbasisschaltung. Wie bei der Röhre (Triode), weist der FET eine hohe Rückwirkungskapazität auf, die mit C28 neutralisiert werden muß. Über L16 ist die Source-Elektrode für die Hochfrequenz hochgelegt. Die Bandbreite des HF-Bandfilters, bestehend aus den Spulen L31 und L35, beträgt 1 MHz.

Die Oszillatorschwingung wird in der Transistorstufe T3 erzeugt und induktiv ausgekoppelt. Durch diese Maßnahme wird eine sehr gute Entkopplung zwischen Oszillator und Zwischenkreis erreicht. Der Verkürzungskondensator C53 dient einerseits zur Gleichlaufkorrektur und wird andererseits zur Temperaturkompensation verwendet.

Die gewählte Abstimmung mit Zweifach-Dioden erlaubt es dem Konstrukteur, die Hochfrequenzeinheit dort anzuordnen, wo es elektrisch am günstigsten ist. Bei einer Ausführung mit Drehkondensator ergeben sich wegen des Aufbaus sehr oft Schwierigkeiten.

Im Prinzip benötigt man für die Abstimmung je Kreis nur eine Kapazitätsdiode. Da aber an den Dioden außer den Abstimmungsgleichspannungen auch noch HF-Spannungen liegen, würde diese Anordnung gegenüber der Drehkondensator- oder Variometerabstimmung im Nachteil sein. Die Kapazität der Dioden wird nämlich auch durch die an den Kreisen liegende Wechselspannung gesteuert. Die mittlere Kapazität ändert sich dann wegen der gekrümmten Kapazitäts-Sperrspannungs-Kennlinie im Rhythmus der Wechselspannung, weil die positive und die negative Halbwelle eine unterschiedliche Kapazitätsänderung bewirken. Bei zwei gegeneinander geschalteten Dioden liegt an jeder Einzeldiode nur die halbe Wechselspannung, und die Dioden werden außerdem entgegengesetzt in ihrer Kapazität verändert. Dadurch bleibt der Augenblickswert der Diodenkapazität aber praktisch konstant, und auch die mittlere Kapazität ändert sich kaum. So erreicht man ein dem Drehkondensator entsprechendes Verhalten, wobei die Abstimmung aber mit Hilfe einer veränderbaren Gleichspannung erfolgt.

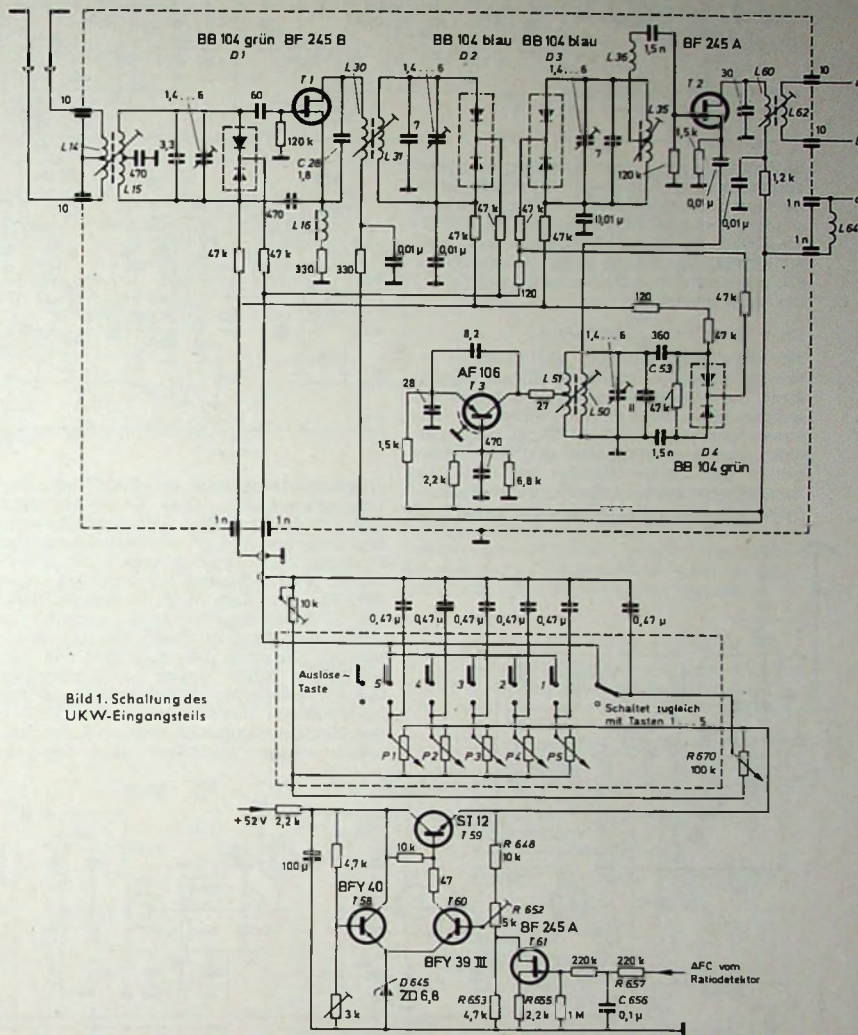


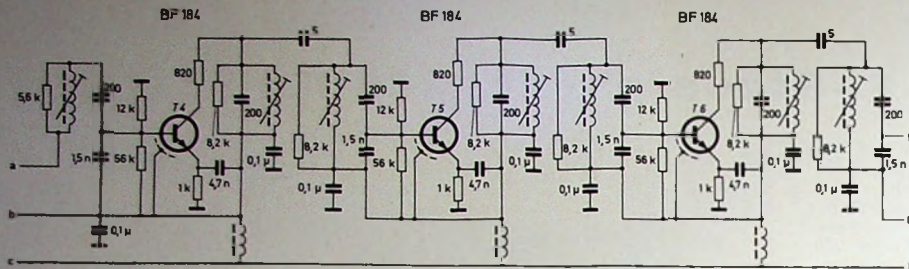
Bild 1. Schaltung des UKW-Eingangsteils

Die zur Abstimmung verwendete Gleichspannung muß besonders sorgfältig stabilisiert werden, weil jede Spannungsänderung zu einer Frequenzverstimmung im

Eingangsteil führt. Die den Abstimmungspotentiometern P1...P5, R670 zugeführte Gleichspannung wird daher mit T58 bis T60 elektronisch stabilisiert. Die Z-Diode D645 liefert die Referenzspannung. Als Besonderheit dieser Schaltung ist dem unteren Widerstand R653 des Spannungsteilers für die Vergleichsspannungsgewinnung über R655 die Source-Drain-Strecke des FET T61 parallel geschaltet. Der Widerstand dieses Transistors läßt sich in weiten Grenzen mit der Gatespannung ändern. Dadurch hängen der wirksame Wert des unteren Spannungsteilerwiderstands und damit auch das Teilverhältnis von der Gatespannung an T61 ab. Die am Emitter von T59 abgegriffene Dioden-Abstimmungsspannung läßt sich so mit der Gatespannung an T61 beeinflussen, wobei die Schaltung aber gegen Schwankungen der Versorgungsspannung stabilisiert ist. Führt man dem Gate von T61 nun die mit R657, C656 gesieberte AFC-Spannung vom

Ing. Erwin Hiller ist Mitarbeiter der Norddeutschen Mende Rundfunk KG, Bremen.

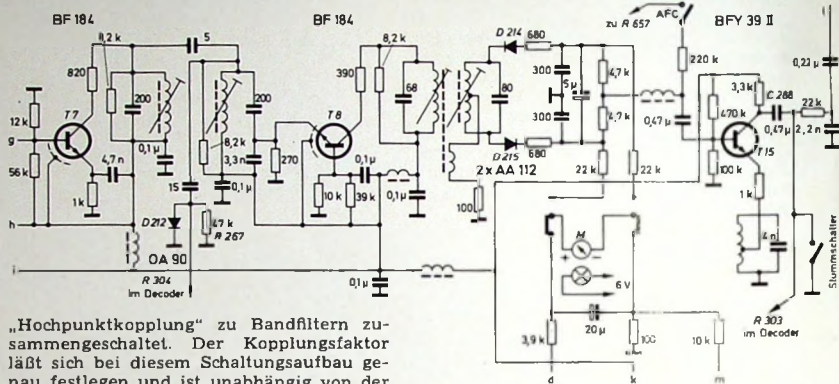




Ratiodetektor zu, dann erreicht man eine automatische Scharfabstimmung, die nicht nur auf die Oszillatorfrequenz einwirkt, sondern auf alle Schwingkreise des UKW-Eingangsteils. Dadurch bleiben der einwandfreie Gleichlauf aller Kreise sowie die maximale Empfindlichkeit und Selektion stets erhalten.

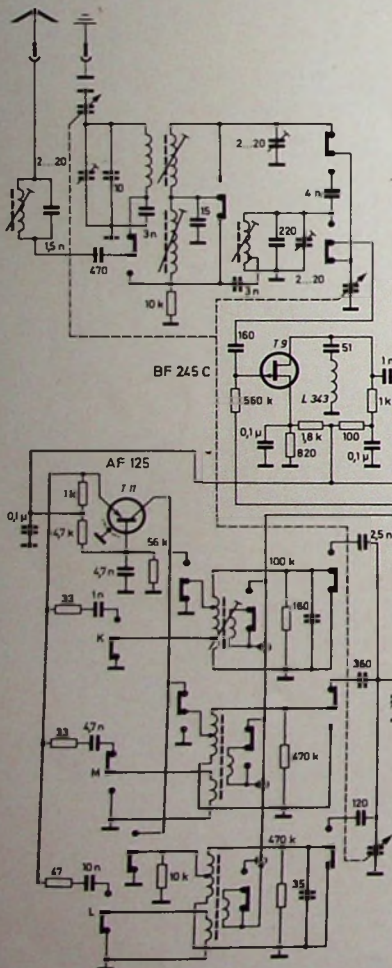
## 1.2. FM-ZF-Verstärker

Der ZF-Verstärker für FM (Bild 2) ist 5stufig aufgebaut, damit die Einzelverstärkerstufen der Verstärkerstufen so bemessen werden kann, wie es die Forderung nach einem hochwertigen Hi-Fi-Gerät mit genau definierter Durchlaßkurve und hoher Stabilität des ZF-Verstärkers verlangt. Die Einzelkreise haben relativ große Kapazitätswerte und sind durch eine kapazitive



„Hochpunkt kopplung“ zu Bandfiltern zusammengeschaltet. Der Kopplungsfaktor läßt sich bei diesem Schallungsaufbau genau festlegen und ist unabhängig von der Stellung der Abgleicherne. Die Bandbreite eines Einzelfilters beträgt etwa 400 kHz. Die Kopplung ist unterkritisch; die Dämpfungswiderstände parallel zu den Schwingkreisen tragen hierzu wesentlich bei. Zwischen dem Kollektor und dem jeweiligen Kreis liegen verhältnismäßig hohe Widerstände; sie verhindern, daß der Schwingkreis durch sprunghaftes Ändern der Kollektorkapazität während des Abstimmvorgangs beeinflußt wird. Die Sta-

reichen, wurde ein Dreifach-Drehkondensator verwendet. Im Eingangskreis liegen auch hier wieder Feldeffekttransistoren. Damit wird ein hoher Eingangswiderstand erreicht, und die leistungslose Ansteuerung macht besondere Ankopplungsmaßnahmen bei den Kreisspulen nicht erforderlich. Ein abgestimmtes Eingangsbandfilter für den MW- und LW-Bereich mit einer aperiodischen Zwischenkreisankopplung sorgt für gleichmäßige Verstärkung



tisch gemessene ZF-Selektion beträgt bei einer Verstimmung von  $\pm 300$  kHz etwa 1 : 300 bei einer Bandbreite von 250 kHz.

Der nachfolgende Ratiidetektor ist für einen großen linearen Bereich der Demodulationskennlinie ausgelegt. Damit wurde bewußt auf eine besonders hohe NF-Ausbeute verzichtet. Um dennoch auf die notwendige Steuerspannung für den Stereo-Decoder und NF-Verstärker zu kommen, ist die zusätzliche Verstärkerstufe T 15 eingebaut. Am Ausgang dieses Transistors liegt hinter C 288 der Stummsschalter. Damit werden lästige Knackgeräusche bei Umschaltvorgängen unterdrückt.

### 1.3. AM-HF-Stufen

Bild 3 zeigt den AM-Teil des Steuergeräts. Um eine günstige Spiegelselektion zu er-

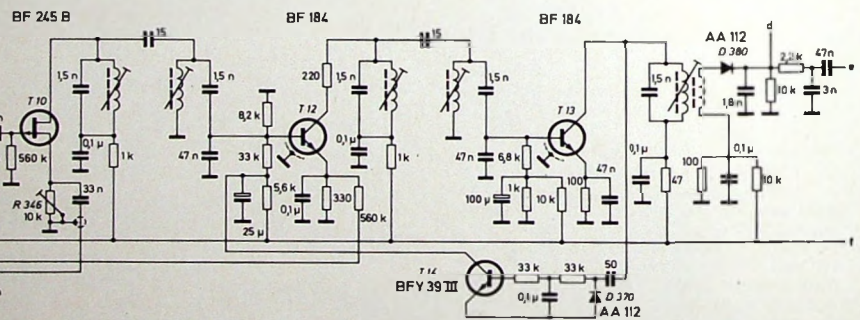


Bild 3. Schaltung des AM-Teils

und schafft die geforderte Selektivität. Die bei Bandfilterkopplung auftretenden Übertragungsverluste wirken sich in der gewählten Schaltung nicht mehr stark aus. Wie im FM-Tuner, sind Misch- und Oszillatorstufe getrennt aufgebaut, um Verkopplungen untereinander mit Sicherheit zu vermeiden. Das Oszillatorsignal wird der Source-Elektrode von T10 zugeführt und mit dem Widerstand R346 die größte Mischverstärkung bei 1 MHz eingestellt.

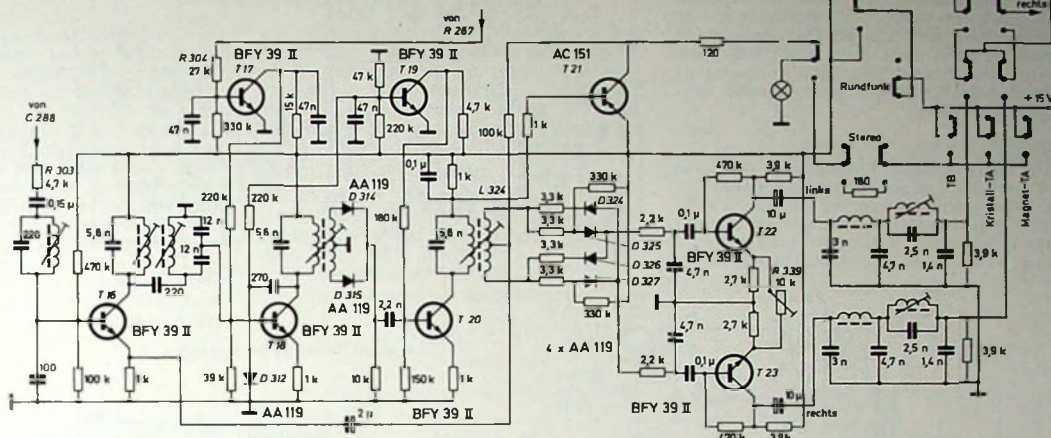
#### 1.4. AM-ZF-Verstärker

Der AM-ZF-Verstärker ist 5stufig aufgebaut und in ähnlicher Art wie der FM-ZF-Verstärker geschaltet. Je zwei Kreise sind zu Bandfiltern zusammengefaßt und kapaz-



rechten und linken Kanal über die Deemphasisglieder zu den Nachverstärkerstufen T 22 und T 23. Am Ausgang des Stereodecoders liegt dann je Kanal noch ein Tiefpaß, mit dem 19- und 38-kHz-Anteile unterdrückt werden.

Bild 4. Schaltung des Stereo-Decoders



## 2. Stereo-Decoder

Der eingebaute Stereo-Decoder (Bild 4) arbeitet nach dem Zeitmultiplexverfahren. Die Decodermatrix besteht aus einem Ringmodulator (D 324...D 327) und wirkt als elektronischer Schalter. Das vollständige Multiplexsignal wird über den zugleich als Impedanzwandler wirkenden Transistor T 16 in die Brückendiagonale eingespeist. Die 38-kHz-Schaltspannung wird induktiv über L 324 dem anderen Zweig der Brücke zugeführt. Nach der Decodierung gelangen die Signale für den

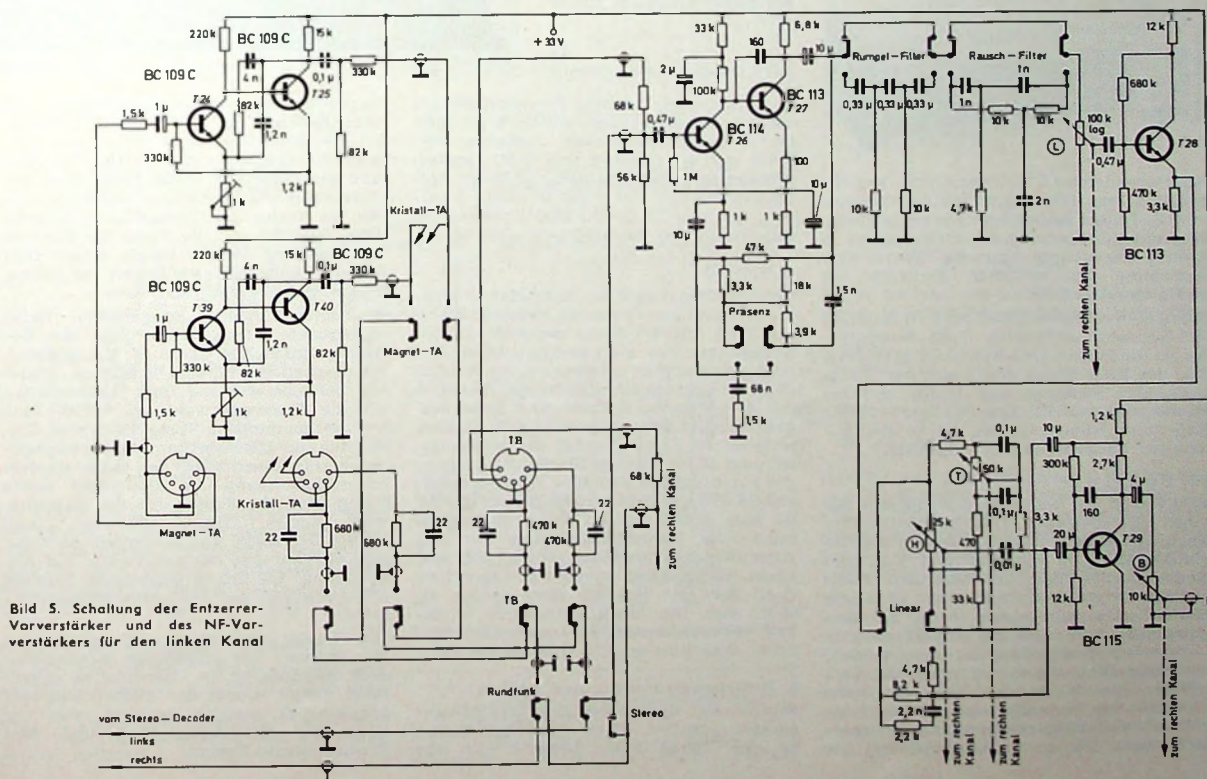
Durch Verstärken der mit 10 % der Gesamtplamplitude im Multiplexsignal enthaltenen Pilotfrequenz und nachfolgendes Verdoppeln mit den Dioden D 314 und D 315 gewinnt man die 38-kHz-Schaltspannung. Der Pilotkanal ist 3stufig (T 16, T 18, T 20) aufgebaut. Die dadurch bedingte Phasendrehung um  $3 \times 180^\circ$  wird durch das Bandfilter und den Verdoppler um weitere  $2 \times 90^\circ$  auf  $0^\circ$  gebracht. Dadurch ergeben sich eindeutige Phasenverhältnisse, und die Forderung nach einwand-

freier Kanaltrennung ist damit erfüllbar. Mit dem Einstellregler R 339 wird das restliche Übersprechen auf den Minimalwert eingestellt. Dieser Regler ermöglicht die für eine Kompensation erforderliche Dosierung des gegenphasigen Signals.

### 3. NF-Teil

### 3.1. Entzerrer-Vorverstärker

Bild 5 zeigt die Entzerrer-Vorverstärker beider Stereo-Kanäle und den Vorverstärker des linken Kanals. Für den Anschluß









# NF-Verstärker mit dem hochsperrenden Silizium-Leistungstransistor BD 129

In netzbetriebenen Rundfunk- und Fernsehgeräten wurden bisher Transistoren verwendet, die wegen ihrer niedrigen Sperrspannung eine Niederspannungsversorgung erfordern. Hierfür wird im allgemeinen ein Netzteil mit Transformator benötigt. Mit dem hochsperrenden Leistungstransistor BD 129 sind jetzt jedoch Schaltungen möglich, bei denen die NF-Endstufe direkt aus der gleichgerichteten Netzspannung betrieben werden kann, während die für die anderen Stufen benötigte Niederspannung in einfacher Weise über Vorwiderstände aus der gleichgerichteten Spannung zu gewinnen ist. Zur Netzgleichrichtung genügt ein Einweggleichrichter, so daß diese Konzeption besonders vorteilhaft scheint, zumal der sonst erforderliche Netztransformator hier entfällt.

Der Silizium-Leistungstransistor BD 129 ist ein hochsperrender Mesa-Typ mit einer Kollektor-Emitter-Sperrspannung  $> 350$  V. Die durch die verhältnismäßig hochohmige Kollektorzone bedingte Restspannung beträgt bei einem Kollektorstrom von 100 mA etwa 15 ... 20 V. Die Stromverstärkung ist bei 50 mA Kollektorstrom ( $U_{CE} = 20$  V) größer als 40.

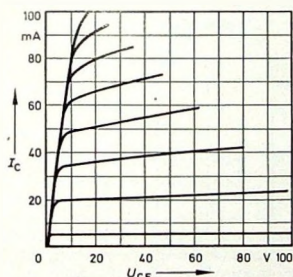


Bild 1. Kollektorkennlinienfeld des Transistors BD 129

weggleichrichtung der 220-V-Netzspannung erhält man nach entsprechender Siebung als Betriebsspannung für den Verstärker etwa 165 V. Nach Abzug des Gleichspannungsabfalls von etwa 5 V am Emitterwiderstand  $R_1$  des Endstufentransistors ergibt sich für diesen eine Betriebsspannung von  $U_B = 160$  V.

Im folgenden Rechnungsgang wird mit einer Restspannung  $U_{CE\text{ rest}} = 20$  V sowie einem Spannungsverlust an der Primärwicklung des Übertragers von  $U_{Tr} = 0,1 \cdot U_B = 16$  V gerechnet.

Der Wirkungsgrad der Endstufe ist

$$\eta_{ges} = 0,5 \left( 1 - \frac{U_{CE\text{ rest}} + 2 \cdot U_{Tr}}{U_B} \right) = 33,7\%$$

wobei dann der Ausgangsübertrager einen Wirkungsgrad von

$$\eta_{Tr} = 1 - \frac{2 \cdot U_{Tr}}{U_B - U_{CE\text{ rest}}} = 77\%$$

haben muß. Der Kollektorgleichstrom des Endstufentransistors  $T_3$  ergibt sich für eine Ausgangsleistung von  $P_o = 2,5$  W zu

$$I_{CT3} = \frac{2 \cdot P_o}{\eta_{Tr} (U_B - U_{CE\text{ rest}})} = 46,4 \text{ mA}$$

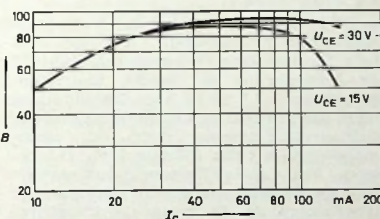


Bild 2. Stromverstärkung des BD 129 als Funktion des Kollektorstroms

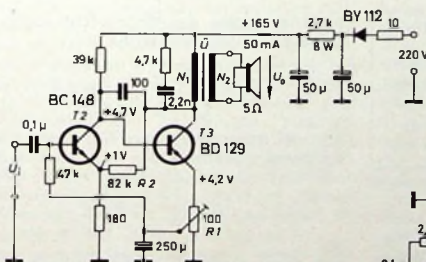


Bild 3. Schaltung des zweistufigen Eintakt-A-Verstärkers

Im Bild 1 ist das Kollektorkennlinienfeld des BD 129 für konstante Basisströme für einen mittleren Transistor dargestellt, während Bild 2 die Abhängigkeit der Stromverstärkung vom Kollektorstrom für  $U_{CE} = 15$  V und  $U_{CE} = 30$  V zeigt.

## 1. Verstärker mit Eintakt-A-Endstufe

Im Bild 3 ist die Schaltung eines zweistufigen NF-Verstärkers dargestellt. Durch Ein-

Ing. Johann Mattfeld ist Laborleiter einer Entwicklungsabteilung von AEG-Telefunken, Heilbronn.

während der für den Transistor wirksame Lastwiderstand

$$R_{CT3} = \frac{2 \cdot P_o}{\eta_{Tr} \cdot I_{CT3}^2} = 3020 \text{ Ohm}$$

wird.

Der durch den Übertragerwirkungsgrad geforderte primäre Drahtwiderstand des Ausgangsübertragers beträgt

$$R_{N1} = \frac{R_{CT3} (1 - \eta_{Tr})}{2} = 348 \text{ Ohm}$$

bei einem Übersetzungsverhältnis von

$$\bar{u} = \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{R_{CT3}}{\eta_{Tr} \cdot R_L}} = 21,5$$

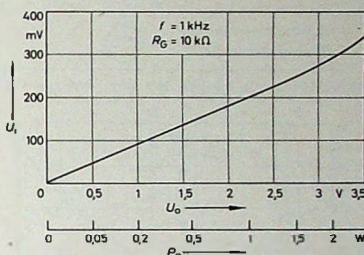


Bild 4. Eingangsspannungsbedarf des zweistufigen Eintakt-A-Verstärkers in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung und Ausgangsleistung

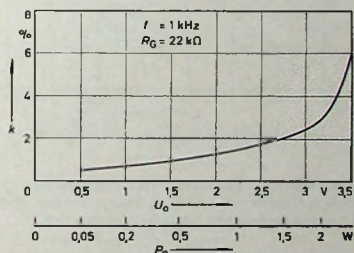


Bild 5. Klirrfaktor des zweistufigen Eintakt-A-Verstärkers in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung

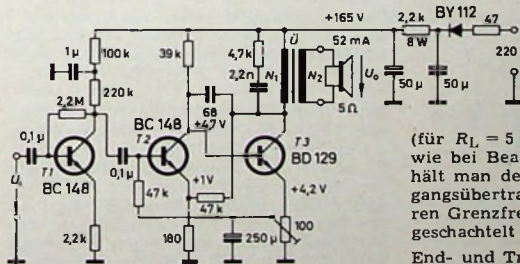


Bild 6. Schaltung des dreistufigen Eintakt-A-Verstärkers

Tab. I. Wickelndaten des Eintakt-Ausgangsübertragers

Kern:
El 42, einseitig geschichtet, ohne Zwischenlage
$N_1$ : 2280 Wdg., 0,12 CuL
$N_2$ : 2 x 106 Wdg., 0,4 CuL, parallel geschaltet

(für  $R_L = 5$  Ohm). Mit diesen Werten sowie bei Beachten der Gleichfeldstärke erhält man den in Tab. I angegebenen Ausgangsübertrager. Zur Erhöhung der oberen Grenzfrequenz müssen die Wicklungen geschaltet ausgeführt werden.

End- und Treiberstufe sind galvanisch gekoppelt, wobei man durch eine Gleichspannungsgegenkopplung eine wirksame Stabilisierung der Arbeitspunkte erreicht. Vom Kollektor der Endstufe ist über  $R_2$  eine Gegenkopplung zum Emitter der Treiberstufe geführt, so daß der Eingangswiderstand der Treiberstufe erhöht und außerdem der Klirrfaktor verringert wird. Der

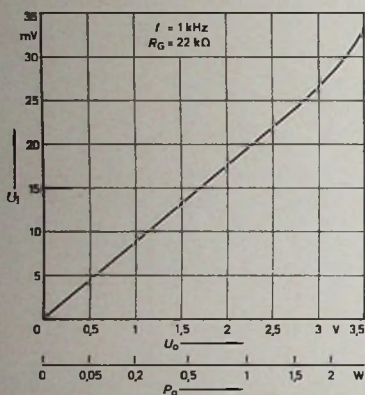


Im Bild 6 ist der dreistufige NF-Verstärker dargestellt. Er unterscheidet sich von der Schaltung nach Bild 3 durch die zusätzliche Vorstufe, wodurch die Spannungsverstärkung etwa um den Faktor 10 größer wird bei einem Eingangswiderstand von etwa 100 kOhm. Der Eingangsspannungsbedarf und der Klirrfaktor sind in den Bildern 7 und 8 als Funktion der Ausgangsspannungs beziehungsweise -leistung dargestellt. Tab. II enthält die technischen Daten der beiden Eintaktverstärker.

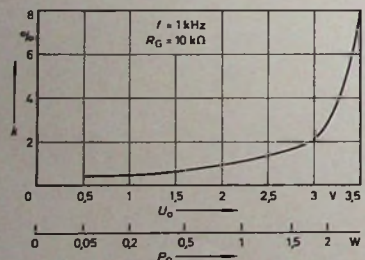
### Tab. II. Technische Daten der Eintakt-A-Verstärker

	zweistufig	dreistufig
Sprechleistung $P_o$ an 5 Ohm	2,5 W	2,5 W
Eingangsspannung $U_i$		
für $P_o = 50$ mW	45 mV	4,4 mV
für $P_o = 2,5$ W	340 mV	34 mV
Eingangswiderstand $R_i$	30 kOhm	100 kOhm
Frequenzbereich ( $-3$ dB)	100...15 000 Hz	100...15 000 Hz
Leistungsverstärkung	58 dB	84 dB
Temperaturbereich <sup>1)</sup>	$-15 \dots +55$ °C	$-15 \dots +55$ °C

<sup>1)</sup> Al-Kühlfläche für BD 129: 100 mm × 100 mm × 2 mm

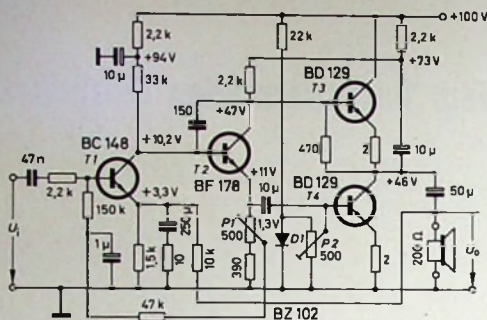


**Bild 7. Eingangsspannungsbedarf des dreistufigen Ein-takt-A-Verstärkers in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung und Ausgangsleistung**

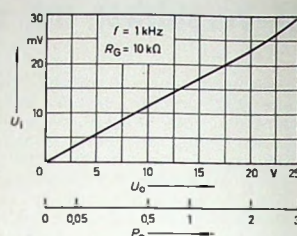


**Bild 8. Klirrfaktor des dreistufigen Eintakt-A-Verstärkers in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung und Ausgangsleistung**

Als weiteres Anwendungsbeispiel soll ein NF-Verstärker für eine Sprechleistung von etwa 2,5 W an einem 200-Ohm-Lautsprecher beschrieben werden. Hier wird zweckmäßigerweise eine Gegentakt-B-Schaltung ohne Ausgangsübertrager verwendet, wodurch einerseits die Probleme des Über-



**Bild 9. Schaltung des Gegentakt-  
Verstärkers (zur Kühlung von T2 ist  
◀ ein Kühlstern erforderlich)**



**Bild 10. Eingangsspannungsbedarf des Gegentakt-B-Verstärkers**

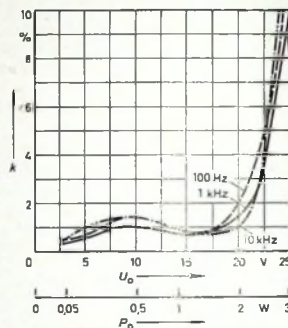


Bild 11. Klirrfaktor des Gegentak-B-Verstärkers

tragers umgangen werden und andererseits der Wunsch nach sogenannten eisenlosen Schaltungen erfüllt wird. Die hohe Sperrspannung des Transistors BD 129 wird hier jedoch nicht ausgenutzt; es genügen daher Transistoren mit Sperrspannungen von  $U_{CE0} \geq 130$  V.

Im Bild 9 ist die Schaltung des Gegentakts-B-Verstärkers dargestellt. Auf die Vorstufe  $T_1$  folgt eine Phasenumkehrstufe  $T_2$  zur Ansteuerung der beiden Endstufentransistoren  $T_3$ ,  $T_4$ . Zur Stabilisierung sowie zur Einstellung des Ruhezpunktes der Endstufentransistoren wird ein Spannungsteiler mit der Siliziumdiode  $D_1$  benutzt. Vor- und Phasenumkehrtransistor sind galvanisch gekoppelt, während der Arbeitspunkt des Phasenumkehrtransistors

**Tab. III. Technische Daten des Gegentakt-B-Verstärkers**

Sprechleistung $P_0$ an 200 Ohm	2,5 W
Eingangsspannung $U_1$ für $P_0 = 50$ mW	3,4 mV
Eingangswiderstand $R_1$	50 kOhm
Frequenzbereich ( $-3$ dB)	50 ... 15 000 Hz
Leistungsverstärkung	83 dB
Temperaturbereich <sup>1)</sup>	-15 ... +00 °C

<sup>1)</sup> Al-Kühlfläche für jeden Transistor BD 120: 30 mm × 30 mm × 2 mm

durch eine Gegenkopplung vom Emittor von T2 zur Basis des Vorstufentransistors T1 stabilisiert wird. Eine weitere Gegenkopplung vom Ausgang des Verstärkers zum Emittor von T1 verringert den Klirrfaktor und erhöht den Eingangswiderstand des Verstärkers. P1 ist so einzuregeln, daß das Eingangssignal gleichmäßig abgekappt wird. Mit P2 stellt man den Ruhestrom der Endstufentransistoren auf 15 mA ein. Die erforderliche Betriebsspannung berechnet sich zu

$$U_B = \sqrt{8 \cdot P_o \cdot R_L} + U = 100 \text{ V.}$$

Darin ist  $U$  die Summe aus Rest- und Emitterspannung (etwa 35 V). Der Kollekt-

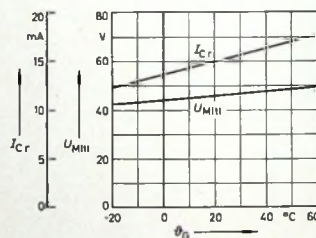


Bild 12. Ruhestrom  $I_{Cr}$  und Mittelpunktspannung  $U_{Mitt}$  als Funktion der Temperatur

torspitzenstrom der Endstufentransistoren steigt bei Vollaussteuerung auf

$$\hat{I}_C = \sqrt{\frac{2 \cdot P_o}{R_L}} = 160 \text{ mA}$$

und der Mittelwert des dem Netzteil entnommenen Stroms auf

$$I_B = \frac{\hat{I}_C}{\pi} = 51 \text{ mA}$$

an.

Die Verlustleistung jedes Endstufentransistors beträgt etwa

$$P_{C+E} \approx \frac{2 \cdot P_0}{\pi^2 \left(1 - \frac{2 \cdot U_{CE \text{ rest}}}{U_n}\right)^2} = 1,4 \text{ W}.$$

In den Bildern 10, 11 und 12 sind der Eingangsspannungsbedarf und der Klirrfaktor als Funktion der Ausgangsspannung und Ausgangsleistung sowie der Ruhestrom  $I_{Cr}$  und die Mittelpunktspannung  $U_{Mitt}$  der Endstufe als Funktion der Temperatur dargestellt. Tab. III enthält die technischen Daten des Gegentakt-B-Verstärkers.



# Hi-Fi-Endverstärker-Varianten

Zu dem bereits in den Heften 11 bis 15/1964 in der FUNK-TECHNIK ausführlich beschriebenen Hi-Fi-Endverstärker<sup>1)</sup> wurde im Heft 22/1967 als Ergänzung die Schaltung einer elektronischen Sicherung<sup>2)</sup> veröffentlicht. Einer unserer Leser hat sich nun besonders sorgfältig mit der Schaltung des Endverstärkers beschäftigt und auch ihre Nachteile unter bestimmten Betriebsbedingungen untersucht. Im folgenden sind seine Stellungnahme sowie zwei neue, von ihm angegebene Schaltungsvarianten wiedergegeben.

Die Endstufe der Originalschaltung (Bild 1) stellt einen ruhestromlosen komplementären

Streuungen. Der Eingangsleitwert eines Emittterfolgers mit der Basis-Emitter-Kapazität  $C_e$  und der Belastungskapazität  $C_a$  enthält nun stets einen negativen Realteil der Größe  $-j\omega C_e \cdot -j\omega C_a \cdot h_{ib}$ , der also proportional zu  $\omega^2$  steigt. Das bedeutet einen Phasenwinkel zwischen  $90^\circ$  und  $180^\circ$ ; beim Doppelmittterfolger sind auch Phasenwinkel über  $180^\circ$  möglich. Um Selbsterrregung bei 100...500 kHz zu verhindern – besonders bei kapazitiver Last an den Ausgangsklemmen –, müssen die Treiber also sehr niederohmig angesteuert werden, was der Forderung nach kleinem Klirrfaktor gerade zuwiderläuft. Zwar dreht der Kondensator C 1 parallel zum Gegenkopp-

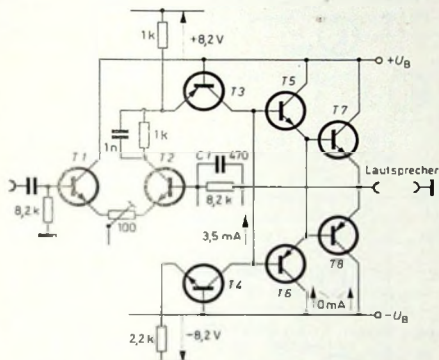


Bild 1. Originalschaltung der Endstufe mit komplementären Transistoren

Bild 2. Abgeänderte Schaltung der Komplementär-Endstufe mit einstellbarem Ruhestrom und Dämpfungswiderständen gegen UKW-Schwingungen

ren Doppel-Emitterfolger dar, wie er in der Digitaltechnik angewandt wird, dort jedoch ohne Treiberpaar. Steuert man sie niederohmig an, so erscheint im Oszillogramm der Ausgangsspannung eine Lücke von  $4 \times 0,6$  V – die Basis-Emitter-Schwellenspannung von Siliziumtransistoren liegt bei  $0,6$  V –, die als waagerechte Linie während des Nulldurchlaufs abgebildet wird. Bei unendlicher Quellenimpedanz – hier durch die gegeneinander geschalteten Kollektoren der Vortreiber realisiert – und gleichzeitiger Gegenkopplung wird der Nulldurchlauf so weit verkürzt, daß er bei Vollaussteuerung nicht mehr als Verzerrung hörbar wird. Zimmerlautstärke und Kopfhörerbetrieb befriedigen dagegen nicht; das sprunghafte Umladen der Diffusionskapazität der Leistungstransistoren während des Nulldurchlaufs erfordert eine Mindestzeit. Außerdem wird in diesem Augenblick die Verstärkung und damit die Gegenkopplung Null.

Eine weitere Schwierigkeit – wenn nicht die größte – liegt darin, daß die Impedanz am Treiberingang bei offenen Lautsprecherklemmen innerhalb von ein bis zwei Zehnerpotenzen undefiniert ist. Das Kleinststromverhalten von Leistungstransistoren wird von keinem Hersteller gemessen oder garantiert; entsprechend groß sind die

lungswiderstand die Phase ab 500 kHz zurück, schafft dafür aber neue Schwingneigung bei noch höheren Frequenzen. So kann ein im gleichen Gehäuse befindlicher 10,7-MHz-ZF-Verstärker gestört werden, was zu äußerst unangenehmen und harten Verzerrungen führt. Unabhängig von der jeweiligen Schaltung neigen alle Silizium-Planar-Transistoren zu UKW-Schwingungen, wenn der Kollektorstrom 5 mA (TO-18-Gehäuse) beziehungsweise 10 mA (TO-5-Gehäuse) übersteigt und zwei der drei Elektroden ohne Zwischenschaltung von Widerständen mit der Schaltung verbunden sind. Wie bei Endpentoden, schaffen kleine Widerstände (beispielsweise 47 Ohm) Abhilfe.

Bild 2 zeigt die abgeänderte Schaltung, mit der die erwähnten Probleme gelöst werden. Wichtigste Änderung ist, daß Treiber und Endtransistoren mit einer Vorspannung von  $4 \times 0,6$  V, die an R 1, R 2 abfällt, geöffnet sind. Mit R 3 werden 50 mA Ruhestrom eingestellt, meßbar als Spannungsabfall an den 0,3-Ohm-Widerständen in den Emitterleitungen von T 7 und T 8. Die Diodenkombinationen D 1, D 2 und D 3, D 4 begrenzen die mögliche Aussteuerung der Treiber- und Endstufe. Man wählt die Z-Dioden D 1 und D 4 je nach dem gewünschten Maximalstrom bei Vollaussteuerung und kurzgeschlossenem Lautsprecherausgang. Die jeweils in Reihe geschalteten Siliziumdioden D 2 und D 3 verhindern, daß die Z-Dioden in Durchlaßrichtung betrieben werden. Der Heißeiter R 2 muß auf dem Kühlkörper von T 7 oder T 8 gut wärmeleitend befestigt werden. Geeignet ist zum Beispiel der Heißeiter-

typ „K 25“ von Siemens, der einen Gewinndestutzen hat. Der Treiberingang kann jetzt nötigenfalls niederohmiger gemacht werden, angedeutet durch C 2, teilweise schon bewirkt durch die Widerstände R 4 und R 5. Das Boucherot-Glied C 3, R 6 schafft eindeutige Verhältnisse bei offenem Ausgang (bei 1 MHz und angeschlossenem dynamischen Lautsprecher ist er immer als offen anzusehen).

Der PNP-Silizium-Endtransistor kann nach Bild 3 ohne weiteres durch einen robusten und preisgünstigeren NPN-Typ ersetzt werden. So erhält man die quasikomplementäre Standard-Endstufe fast aller Spitzengeräte des internationalen Marktes. Die untere Hälfte der Schaltung entspricht wechsellastmäßig der oberen. Die Vorspannung zum Öffnen der Treiber- und Endtransistoren ist hier nur  $3 \times 0,6$  V, da im oberen Zweig zwei, im unteren dagegen nur ein Basis-Emitter-Übergang wirksam ist. Die übrige Schaltung braucht

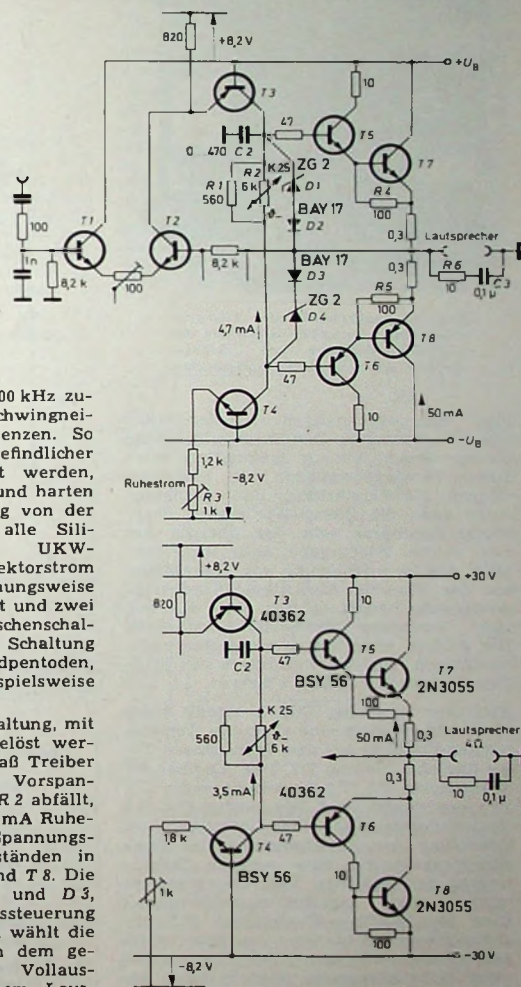


Bild 3. Quasikomplementäre Gegentakl-Endstufe

nicht einmal geändert zu werden. Mit den Treibern und Vortreibern BSY 56, 40362 sowie den Leistungstransistoren 2N3055 erreicht man bei  $\pm 30$  V Betriebsspannung 40 W Sinusleistung an 4 Ohm. J. Kock

<sup>1)</sup> Aschinger, E.: Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche – Der Endverstärker. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 11, S. 406-407, Nr. 12, S. 440, 442, Nr. 13, S. 475-477, Nr. 14, S. 515 bis 517, u. Nr. 15, S. 545-548

<sup>2)</sup> Hi-Fi-Endverstärker mit elektronischer Sicherung. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 22, S. 856



## Stereo-NF-Verstärker für Kopfhöreranschluß

Nicht jeder hat seine Schallplattenwiedergabeanlage bereits auf Stereo umgestellt. Zwar ist meistens ein Stereo-Schallplattenspieler vorhanden, viele begnügen sich aber noch mit einer Mono-Wiedergabe

P1a, P1b eingesetzt, das mit dem Ein-Aus-Schalter S1 gekuppelt ist. Der Eingangswiderstand des Verstärkers liegt bei etwa 500 kOhm (bei  $f = 1$  kHz), die Eingangsempfindlichkeit für Vollaussteue-

Als maximale Ausgangsleistung des mit einem 40-Ohm-Kopfhörer belasteten Verstärkers werden  $\geq 50$  mW bei einem Klirrfaktor von  $k \leq 5\%$  angegeben. Bei 10 mW Ausgangsleistung und 1 kHz ist der Klirrfaktor  $\leq 0,4\%$ . Die 3-dB-Bandbreite ist bei einer Ausgangsleistung von 15 mW 50 Hz ... 30 kHz.

Die Spannungsversorgung erfolgt aus einer 9-V-Batterie. Die Stromaufnahme ist etwa 11 mA bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C ( $\leq 17$  mA bei 70 °C Umgebungstemperatur).

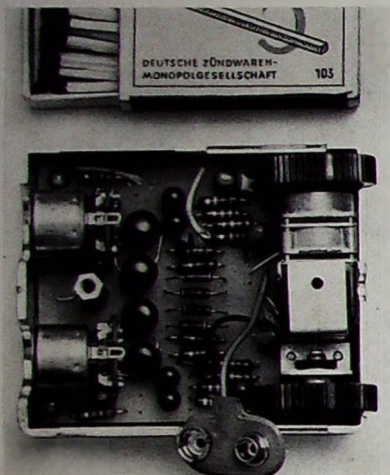


Bild 1. Applikationsmuster (SGS-Fairchild) eines Stereo-NF-Verstärkers für Kopfhörerwiedergabe im Größenvergleich mit einer Streichholzschachtel

über den einkanaligen NF-Verstärker eines vorhandenen Rundfunkgeräts. Eine Zwischenlösung bis zur Anschaffung einer Stereo-Wiedergabeanlage mit leistungsfähigen NF-Verstärkern und Lautsprechern kann die Stereo-Wiedergabe über Stereo-Kopfhörer sein. Im übrigen hat eine solche Wiedergabe auch ihre Vorteile: Sie ist unabhängig von Störeinflüssen der Umwelt. Für Stereo-Kopfhörerwiedergabe bedarf es nur eines kleinen, recht einfachen Stereo-NF-Verstärkers. Der Aufbau eines hierzu geeigneten nachbaufähigen Applikationsmusters von SGS-Fairchild geht aus Bild 1 hervor.

Nach der Schaltung Bild 2 enthält jeder der beiden Kanäle eine eisenlose Komplementär-Endstufe mit den Transistoren T3, T4 (beziehungsweise T7, T8), die über die Transistoren T1, T2 (beziehungsweise T5, T6) angesteuert wird. Die Dioden D1, D2 (beziehungsweise D3, D4) dienen zur Stabilisierung der Basisspannung der Endstufentransistoren. Eine weitere Stabilisierung des gesamten Verstärkers erfolgt mittels einer Gleichstromrückkopplung über die 15-kOhm-Widerstände R5 beziehungsweise R14. Eine einfache, weitgehend frequenzunabhängige Gegenkopplung ist beispielsweise über je einen im Bild 2 gestrichelt eingezeichneten 1-µF-Kondensator (C10 beziehungsweise C11) und über je einen 1-MOhm-Widerstand (R20 beziehungsweise R21) möglich.

Die Balanceeinstellung erfolgt mit Hilfe des Potentiometers R1. Zur Lautstärkeregelung ist das Tandempotentiometer

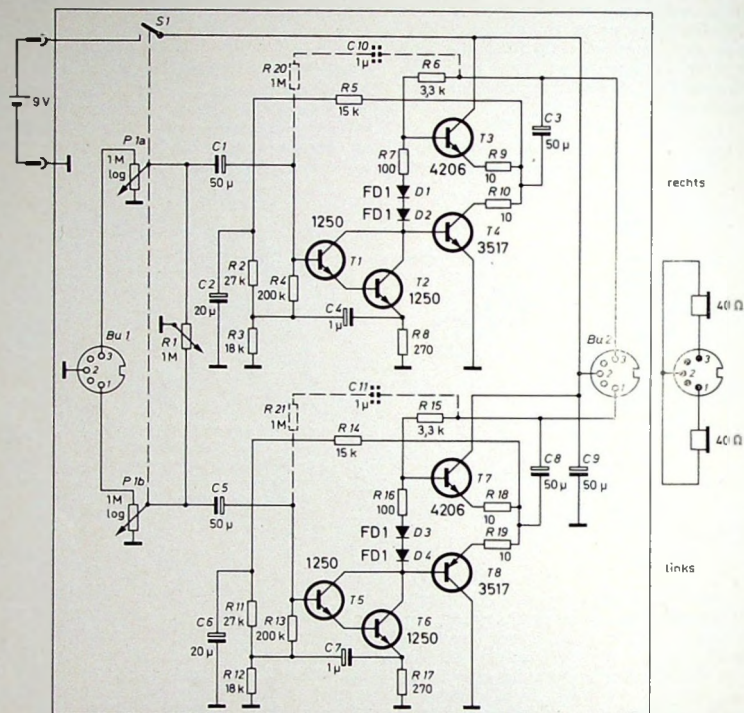


Bild 2. Schaltung des Stereo-NF-Verstärkers nach Bild 1

rung (50 mW) bei etwa 140 mV<sub>eff</sub>. Es kann demnach ein Kristalltonabnehmer direkt angeschlossen werden; die Wiedergabe von einem magnetischen Tonabnehmer her erfordert jedoch einen zusätzlichen Entzerrervorverstärker.

Das Applikationsmuster nach Bild 1 hat die Gehäuseabmessungen 7,3 cm × 6,5 cm × 36 cm. Der Lautstärkeregel und der Balanceregler sind mit Hilfe je eines Rändelknopfs durch Schlitze im Gehäuse bedienbar.

(Nach Unterlagen von SGS-Fairchild)

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Februarheft 1968 unter anderem folgende Beiträge:

„Secar“ — ein modernes Beispiel für die Sekundärradar-Rundsuchmethode

Eine transistorisierte Impulsformersstufe — Berechnung, Eigenschaften, Anwendung

Studie über die Diodenabstimmung für den LW- und MW-Bereich

Einfacher Analogrechner zur Bestimmung der thermischen Leistung chemischer Umsetzungen

Eine numerische Meßanlage für vielseitige Anwendungen

Ein digitaler Frequenzmesser und Chronometer in RTL-Mikrologik

Nachrichten- und Radartechnik auf der 3. Internationalen Verkehrsmesse 1967 in Genua

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Aus Industrie und Wirtschaft · Neue Erzeugnisse · Industrie-Druckschriften · Kurznachrichten

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

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

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

Postanschrift: 1 BERLIN 52



# Leuchtfeld-Abstimmmanzeige mit photoelektronisch gekoppelter Stillabstimmung

Der zur Funkausstellung 1967 in Berlin erstmalig vorgestellte Hi-Fi-Tuner-Verstärker „RTV 600“ von Grundig hat die neuartige UKW-Abstimmmanzeige „Tunoscope“, die in Verbindung mit einer feldstärke- und verstimmungsabhängigen automatischen Stillabstimmung arbeitet. Drei

stimmung diese beiden Teilspannungen an den Widerständen  $R_1, R_2$  gegenläufig, wobei die ansteigende Spannung bei größerer Verstimmung durch den Verlauf der ZF-Durchlaßkurve begrenzt wird. Mit den beiden feldstärke- und abstimmungsabhängigen, entgegengesetzt gepolten Teil-

den Ausgangstransistoren  $T_2, T_4$  so hoch, daß diese durchschalten und die roten Anzeigelampen  $La_1, La_3$  aufleuchten. Sind nun beide Richtspannungen bei auf Trägermitte abgestimmtem UKW-Teil genügend groß, dann werden die Eingangstransistoren  $T_1, T_3$  geöffnet, wodurch an deren Kollektorwiderständen  $R_5, R_6$  so große Spannungsabfälle auftreten, daß die Ausgangstransistoren sperren und die roten Anzeigelampen erlöschen. Gleichzeitig sind die an den Widerständen  $R_7, R_8$  durch die Ausgangstransistoren  $T_2, T_4$  hervorgerufenen Spannungsabfälle so gering, daß über die zwischen den beiden roten Lampen angeordnete weiße Lampe  $La_2$  zur Trägeranzeige Strom fließt und diese aufleuchtet. Bei nur geringer Verstimmung verringert sich die Größe einer Teilspannung bereits so stark, daß der entsprechende Eingangstransistor sperrt und deshalb der nachfolgende Ausgangstransistor öffnet, womit zusätzlich zur weißen Trägeranzeige die der Verstimmungsrichtung zugeordnete rote Anzeige aufleuchtet.

Die Eingangsstufen der beiden Trigger können immer erst dann durchschalten, wenn ihr Basispotential den vom Kollektorstrom der jeweiligen Ausgangsstufe am

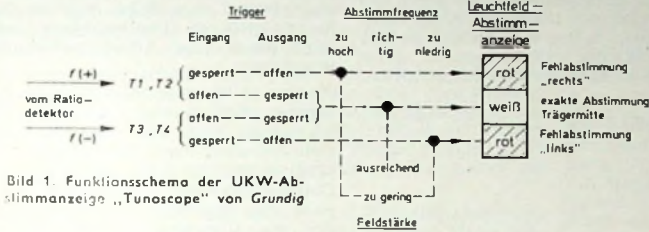


Bild 1. Funktionsschema der UKW-Abstimmmanzeige „Tunoscope“ von Grundig

Leuchtfelder – ein weißes und zwei rote – gehen an und aus und stellen für den Hi-Fi-Stereo-Empfang eine absolut eindeutige, feldstärke- und verstimmungsabhängige Anzeige sicher. Das mittlere weiße Feld leuchtet nur dann auf, wenn der Empfangsteil genau auf Sendermitte abgestimmt und auch eine ausreichende Senderfeldstärke vorhanden ist (Bild 1). Eine eventuelle Fehlabstimmung unter- oder oberhalb der Senderfrequenz wird durch das linke oder rechte rote Leuchtfeld gemeldet, und man weiß sofort, in welcher Richtung der Abstimmknopf weitergedreht werden muß. Bei zu schwachem, empfangsunwürdigem Sendersignal leuchten beide roten Felder zugleich auf. Die automatische Stillabstimmung wird von der Leuchtanzeige durch einen Photowiderstand Übergangslos gesteuert. Sie bewirkt, daß bei Fehlabstimmung oder zu geringer Feldstärke das Signal nicht weiterverstärkt wird und unhörbar bleibt.

Gegenüber bisher bekannten Schaltungen für ähnlich wirksame Abstimmanzeigen kommt man beim „Tunoscope“ mit sehr geringem Schaltungsaufwand aus. Die photoelektronisch gesteuerte Stillabstimmung arbeitet verzerrungsfrei und vermeidet das Aufrauschen in den Seitenbändern. Die bei Transistorgeräten übliche Abstimmmanzeige mit Hilfe eines Zeigerinstrumentes ist zusätzlich vorhanden und in erster Linie für die AM-Bereiche gedacht, weil sich diese Anzeigart bei einem Spitzengerät mit sehr hoher Verstärkung für die richtige UKW-Sendereinstellung als etwas problematisch erweist.

## Triggerstufen steuern Lichtsignale

Die Funktion des „Tunoscope“ beruht auf der bekannten Wirkungsweise des symmetrischen Radiodetektors (Bild 2), an dessen Richtwiderständen  $R_1, R_2$  gegen Masse bezogen gegengepolte Spannungen auftreten, deren Größe bei exakter Abstimmung feldstärkeabhängig oder – ohne Signal – der Rauschspannung an den Demodulatorioden  $D_1, D_2$  proportional ist. Auf Grund der Phasenbeziehungen zwischen den Spannungen an Sekundärspule  $L_2$  und Tertiärspule  $L_3$  des Radiodetektors ändern sich bereits bei geringer Ver-

stimmung der Ratorichtspannung werden zwei Triggerschaltungen  $T_1, T_2$  und  $T_3, T_4$  gesteuert, von denen die eine zur Verarbeitung der positiven Teilspannung mit NPN-Transistoren, die andere für die negative Teilspannung mit PNP-Transistoren bestückt ist. Die Versorgungsspannungen für die beiden Schaltungen sind durch Z-Dioden  $D_5, D_6$  zusätzlich stabilisiert.

Die Basen der Eingangstransistoren  $T_1$  und  $T_3$  erhalten eine Gegenspannung, so

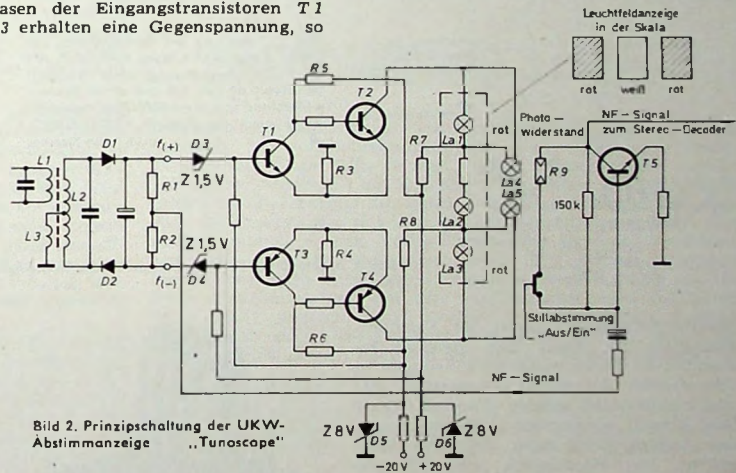


Bild 2. Prinzipschaltung der UKW-Abstimmmanzeige „Tunoscope“

daß sie nur bei ausreichend großer Richtspannung, die ein empfangswürdiges Sendersignal voraussetzt, durchschalten. In den Basiszuleitungen befinden sich die Z-Dioden  $D_3$  und  $D_4$ , die zur Vergrößerung der Differenz dienen, die zwischen dem vom Rauschen hervorgerufenen Basisstrom und dem von einem Empfangssignal herrührenden Basisstrom besteht, so daß diese Signalverhältnisse von der jeweils nachfolgenden Triggerschaltung eindeutig unterschieden werden können. Während des Sperrzustandes der Eingangstransistoren, der durch den Spannungsabfall an dem für beide Transistoren jedes Schmitt-Triggers jeweils gemeinsamen Emittterwiderstand  $R_3$  beziehungsweise  $R_4$  zusätzlich unterstützt wird, liegen die Basisspannungen an

gemeinsamen Emittterwiderstand  $R_3$  beziehungsweise  $R_4$  verursachten Spannungsabfall überwindet. Sobald dann die Ausgangsstufe gesperrt ist, kann die Basisspannung um den gleichen Spannungsbetrag wieder absinken, bevor diese erneut in den Sperrzustand übergeht. Dieses besondere Verhalten der hier vorliegenden Triggerschaltungen erzwingt eine sehr genaue Senderabstimmung auf Trägermitte, um das weiße Signal zum Aufleuchten zu bringen und durch Erlöschen der roten Lampen auch die photoelektronisch über  $R_9$  gekoppelte Stillabstimmung zur Freigabe des NF-Signals zu veranlassen. Andererseits liegt ein gewisser Haltebereich vor, so daß Pegelschwankungen, geringe Frequenzabweichungen und Fehl-



abstimmungen nicht zum sofortigen Aufleuchten der roten Lampen und zum Einsetzen der Stillabstimmung führen.

#### Photowiderstand beeinflusst Stillabstimmung

Die automatische Stillabstimmung ist eng mit der Anzeigeschaltung verknüpft und wird auf photoelektronischem Wege gesteuert. Den beiden roten Leuchtfeldern in der Skala sind zwei kleinere Lämpchen *La 4*, *La 5* parallel geschaltet, die zusammen mit den Triggerschaltungen in einem lichtdichten Abschirmbecher untergebracht sind. Im Leuchtfeld dieser Lämpchen befindet sich ein Photowiderstand R9, der sprunghaft seinen hohen Widerstandswert (Dunkelwert) auf wenige 100 Ohm (Hellwert) ändert, sobald mindestens eines von ihnen aufleuchtet. Der Photowiderstand beeinflusst im niederohmigen Zustand (beleuchtet, Gerät verstimmt) die Gegenkopplung zwischen Basis und Kollektor eines nachgeschalteten NF-Transistors T5 und setzt die Verstärkung so weit herab, daß ein empfangsunwürdiges, verrauschtes beziehungsweise fehlabgestimmtes Signal unhörbar bleibt. Auf Sendermitte abgestimmt, verlöschen die Lichter. Das photoelektronische Koppellement wird hochohmig und gibt ohne Anlaufverzerrungen das NF-Signal frei.

Der genannte Haltebereich der Anzeigeschaltung für die weiße Signallampe (Gerät richtig abgestimmt) ist so bemessen, daß das bei einer Verstimmlung auftretende Seitenbandrauschen bereits sicher durch die Stillabstimmung unterdrückt wird. Der entscheidende Vorzug dieser photoelektronischen Stillabstimmung besteht darin, daß sie weder gleitende Übergänge zuläßt, noch Verzerrungen auftreten können, da der Arbeitspunkt des NF-Transistors durch die Gegenkopplung nicht verändert wird.

Ben. Ein dauerndes Umschalten zum Beispiel bei gemischten schwarz-weißen und farbigen Werbespots ist nicht zu befürchten, da auch während der Schwarz-Weiß-Spots innerhalb einer überwiegend farbigen Sendung der Burst nicht abgeschaltet wird.

Ebenso ist es denkbar, diesen Schalter für die automatische Um- oder Abschaltung der Raumbeleuchtung zu benutzen, um eine bessere Anpassung an den Farbempfang zu erhalten. Der im folgenden beschriebene Schalter wurde für die Schaltungskonzeption der *Graetz- und Schaub-Lorenz-Farbfernsehergeräte* entwickelt. Da jedoch die Farbkiller-Schaltspannung bei jedem Farbfernsehergerät zur Verfügung steht, bedarf es auch bei anderen Geräten keiner größeren Schaltungsänderung. Oft wird schon eine Arbeitspunktanpassung ausreichen.

Bild 1 zeigt das Schaltbild des praktisch erprobten Farbschalters. Aus dem Schaltbildauszug (Bild 2) der *Graetz- und Schaub-Lorenz-Farbfernsehergeräte* ist ersichtlich, daß die Schaltspannung aus dem Chromaverstärker bezogen wird, und zwar vom Emitter des Treibertransistors für die Ultraschall-Verzögerungsleitung. In diesem Fall ist die Spannung bei einer Schwarz-Weiß-Sendung ohne Burst etwa 0,9 V und bei einer Farbsendung etwa 3 V (bei normalem Antennensignal). Die Schaltspannung wird über R1 an die Basis des Transistors T1 gelegt. Über R2 wird die Betriebsspannung von +20 V zugeführt. In der vom Emitter des T1 zur Basis von T2 führenden Leitung liegt eine Widerstandskombination aus dem Einstellregler

## Automatischer Schalter für Farbfernsehergeräte

Die folgende Beschreibung eines einfachen automatischen Schalters für Farbfernseherempfänger soll gleichzeitig eine Anregung zum Selbstbau dieses vielseitigen Zusatzgerätes sein. Mit diesem Schalter, dessen

einer von der Farbautomatik gesteuerten Netzsteckdose. Bei entsprechender Belastbarkeit der Relaiskontakte schaltet sich bei Farbsendungen der Farbfernseherempfänger ein und bei fehlendem Burst automatisch

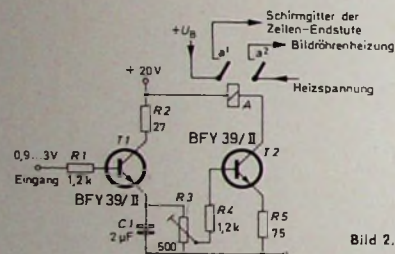


Bild 1. Schaltung des Farbschalters; als Relais A eignet sich jedes Kleinrelais mit 20 V Betriebsspannung, einer Kontaktbelastbarkeit von 1 A und einem Spulenwiderstand von etwa 300 Ohm, beispielsweise auch das Relais „V23013-G0017-F105“ von Siemens

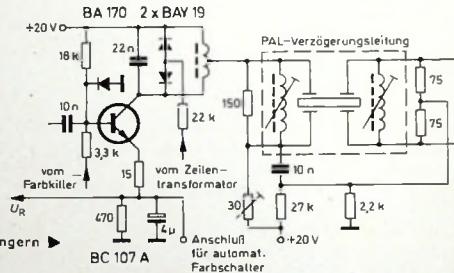


Bild 2. Anschluß des Farbschalters in Farbfernseherempfängern

Schaltkriterium der Burst des Farbfernsehsignals ist, kann zum Beispiel bei abendlichen Farbfernseh-Vorführungen im Schaufenster das Gerät automatisch ein- und ausgeschaltet werden. Wenn das Gerät (am Abend) eingeschaltet ist, erscheinen nur farbige Sendungen auf dem Bildschirm. Die Wiedergabe von Schwarz-Weiß-Sendungen wird unterdrückt. Sobald der Burst nicht mehr vorhanden ist, schaltet ein Teil des Gerätes automatisch ab. Je nach Schaltungsauslegung können Zeilen-Endstufe und Hochspannung abgeschaltet und die Heizung der Bildröhrenkathoden kann unterbrochen werden. Es eignen sich besonders Geräte mit weitgehender Transistorbestückung, weil die Stromaufnahme dann im Ruhezustand sehr gering ist. Die getastete Regelung sollte auch beim Bereitschaftsbetrieb möglichst beibehalten werden, um ein gleichbleibendes Schaltkriterium zu erhalten.

Interessant ist die Verwendung dieses automatischen Schalters auch zusammen mit einem Schwarz-Weiß-Empfänger an

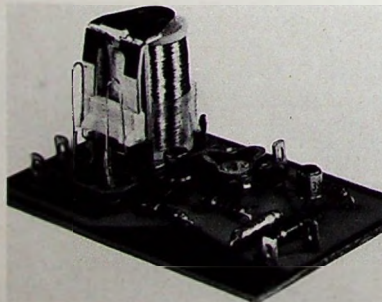


Bild 3. Platine des Farbschalters

das Schwarz-Weiß-Gerät. Der Phantasie sind in dieser Beziehung keine Grenzen gesetzt. So könnten Schwarz-Weiß- und Farbgerät beispielsweise hinter zwei Schiebetüren in einer Regalwand aufgestellt werden, die sich je nach Art der Sendung automatisch öffnen und schlie-

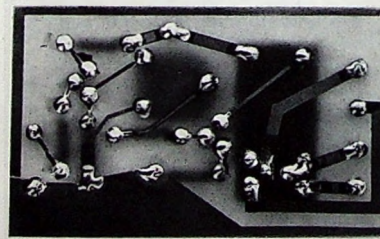


Bild 4. Gedruckte Schaltung der Platine (auf das 0,84fache verkleinert)

R3 und dem Widerstand R4. Sie dient zur Einstellung des Schwellwertes. Der parallel zu R3 geschaltete Kondensator C1 hat die Aufgabe, das Flattern des Relais in der Kollektorleitung von T2 zu verhindern.

Die Bilder 3 und 4 zeigen noch den Aufbau und die gedruckte Platine des elektronischen Schalters.

H. G. Pfeiffer





M. BERGER

Für den jungen Techniker

## Die Technik moderner Service-Oszillografen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK  
Bd. 23 (1968) Nr. 3, S. 102

Die Helligkeitssteuerung wird weiterhin angewendet, wenn man „Zeitmarken“ in das Oszillogramm einblenden will. Es ist nicht schwer, eine mit der Meßspannung synchron laufende Impulsreihe herzustellen, deren negative Impulse einen zeitlich genau bekannten Abstand haben. Steuert man mit dieser Impulsreihe den Wehneltzylinder, so erhält der Kurvenzug in regelmäßigen Abständen Unterbrechungen. Sie stellen dann Zeitmarken dar, und man kann auf diese Weise leicht die zu den einzelnen Oszillogrammteilen gehörenden Zeiten bestimmen.

Wir werden später sehen, daß man den umgekehrten Fall, nämlich die Hellsteuerung, ebenfalls anwenden kann. Besonders in der Triggertechnik gibt es Fälle, in denen der Strahlstrom nur während der Dauer des Oszillogramms fließen soll; in der übrigen Zeit ist er gesperrt. Dazu muß man dem Wehneltzylinder einen positiv gerichteten Hellsteuerimpuls zuführen, dessen Länge der des sichtbaren Oszillogramms entspricht.

Es wurde schon erwähnt, daß Katode und Wehneltzylinder von Oszillografenröhren die volle Anodenspannung gegen Masse führen. Deshalb muß der Koppelkondensator C im Bild 15 hochspannungssicher sein. Im handelsüblichen Oszillografen sind alle nur denkbaren Sicherheitsmöglichkeiten eingebaut, um Gefahren bei der Bedienung oder Beschädigungen der angeschlossenen Meßspannungsquelle zu vermeiden.

### 2.3. Eigenschaften des Y-Verstärkers

Wir wissen, daß der Y-Verstärker die Aufgabe hat, die zu untersuchende Spannung ohne lineare und nichtlineare Verzerrungen so weit zu verstärken, daß die Ausgangsspannung ausreicht, um ein genügend großes Oszillogramm zu liefern. Es gibt zwar Fälle, in denen die Meßspannung selbst genügt, um die Elektronenstrahlröhre auszusteuern, jedoch sind diese Fälle in der Minderzahl. Im allgemeinen muß die Meßspannung mitunter sogar recht erheblich verstärkt werden.

Ein Y-Verstärker muß Forderungen erfüllen, die teilweise von denen abweichen, die man etwa an gewöhnliche Niederfrequenzverstärker stellt. Beispielsweise muß der Verstärkerausgang so bemessen sein, daß er eine gegen den Nullpunkt symmetrische Spannung liefert, um die sonst in der Elektronenstrahlröhre möglichen Verzerrungen zu vermeiden. Weiterhin sollte am Ausgang eine Vorrichtung vorhanden sein, mit deren Hilfe man – ebenfalls erdsymmetrisch – der Meßspannung eine von Hand einstellbare Gleichspannung überlagern kann. Dadurch wird ein Verschieben des Oszillogramms in vertikaler Richtung möglich, was bei der Auswertung von Leuchtschirmbildern oft recht angenehm ist.

Sehr unterschiedlich sind die Forderungen an die Bandbreite des Verstärkers. Es gibt ausgesprochene Niederfrequenzoszillografen mit geringer Bandbreite, aber sehr hoher Verstärkung, und Hoch- oder Höchstfrequenzoszillografen, die Spannungsverläufe mit Frequenzen von weit über 100 MHz einwandfrei wiedergeben. Das bedeutet, daß sowohl amplituden- als auch phasenmäßig ein sehr breites Frequenzband erfaßt wird. Während man sich früher mit verhältnismäßig hohen unteren Grenzfrequenzen, beispielsweise 50 Hz, zufriedengab, sind die Anforderungen inzwischen gestiegen. Immer mehr legt man Wert darauf, daß der Y-Verstärker auch noch Gleichspannungen verstärkt. Das bedeutet Gleichstromkopplung zwischen allen Stufen.

Selbstverständlich muß der Verstärkungsfaktor des Y-Verstärkers den Forderungen angepaßt sein. Eine Regelbarkeit der Verstärkung ist nützlich. In der Oszillografentechnik ist es üblich, die Eingangsspannung des Verstärkers von vornherein mit sogenannten Abschwächern, die noch besprochen werden, zu dosieren.

Zur Kennzeichnung der Eigenschaften eines Oszillografenverstärkers hat man viele genormte Begriffe geprägt. Sie sollen nachstehend kurz erläutert werden. Im nächsten Hauptabschnitt wird dann gezeigt, wie man die verschiedenen Forderungen schaltungsmäßig erfüllen kann [1, 2, 8, 12, 18].

#### 2.3.1. Ablenkkoeffizient

Faßt man die Oszillografenröhre mit vorgeschaltetem Y-Verstärker als eine Einheit auf, so kann man hierfür ebenso wie für die

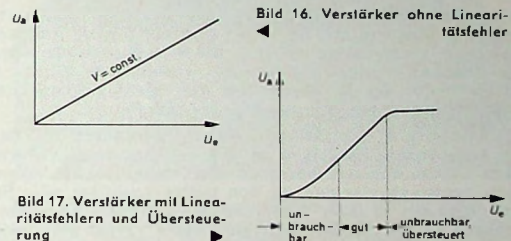
Oszillografenröhre allein einen Ablenkkoeffizienten nach Gl. (9) angeben, der jedoch um den Verstärkungsfaktor V des Y-Verstärkers kleiner ist

$$d = \frac{U_m}{L \cdot V} \quad (11)$$

Hat der Verstärker zum Beispiel einen Verstärkungsfaktor von 1000, so ist der Ablenkkoeffizient der Kombination von Verstärker und Oszillografenröhre  $1/1000$  des Ablenkkoeffizienten der Röhre. Man gibt daher häufig den Wert von d nicht in V/cm, sondern in mV/cm, bei besonders hoch verstärkenden Einrichtungen sogar in  $\mu$ V/cm an. Ein konstanter Ablenkkoeffizient setzt ein lineares Arbeiten des Verstärkers innerhalb des in Betracht kommenden Amplitudenbereiches voraus.

#### 2.3.2. Grenzen der Linearität

Ein Verstärker arbeitet dann amplitudenlinear, wenn der Zusammenhang zwischen Eingangsspannung  $U_e$  und Ausgangsspannung  $U_a$  linear verläuft, wenn also die Verstärkung innerhalb des Bereiches der zulässigen Eingangsspannungen konstant ist. Diesen Fall zeigt Bild 16. Der geradlinige Verlauf kann heute durch Einführung kräftiger Gegenkopplungen dem Ideal weitgehend angenähert werden. Das ist sehr wichtig, denn ein ge-



krümmter Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung hat selbstverständlich eine Verzerrung des Oszillogramms zur Folge. Bild 17 zeigt, daß in solchen Fällen nur ein bestimmter Ausschnitt aus der Kurve brauchbar ist. Für Oszillografen ist aber bereits der ganze Verstärker unbrauchbar, denn auch die Spannungen mit sehr kleinen Amplituden müssen noch linear verstärkt werden. Völlig unbrauchbar wird der Verstärker natürlich, wenn er übersteuert wird. Die Ausgangsspannung nimmt dann nicht mehr oder nur noch sehr geringfügig mit der Eingangsspannung zu, und das Oszillogramm wird bei hohen Spannungen „abgeschnitten“. Deshalb bemißt man die Verstärker so, daß eine Übersteuerung erst dann auftritt, wenn der Leuchtfleck schon weit über den Schirmrand hinweg abgelenkt ist.

#### 2.3.3. Frequenzbereich

Normgemäß versteht man unter dem Frequenzbereich eines Y-Verstärkers den Bereich, in dem sich der Ablenkkoeffizient um nicht mehr als  $\pm 3$  dB (etwa  $\pm 30\%$ ), bezogen auf den waagerech-

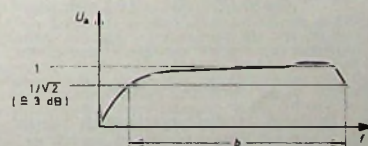


Bild 18. Frequenzbereich

ten Teil der Frequenzkennlinie, ändert (einschließlich etwa vorhandener Signalverzögerungseinrichtungen). Im Bild 18 ist ein Beispiel für den Verlauf der Frequenzkurve eines Verstärkers dargestellt. Die innerhalb des Bereiches b, der Bandbreite, liegenden Schwankungen sind noch zulässig. Wie schon erwähnt, kann der Frequenzbereich bei den einzelnen Verstärkertypen je nach Anwendungszweck stark variieren; es sind Oszillografen mit Verstärkern auf dem Markt, die einen Frequenzbereich bis höch-



stens 100 kHz haben, aber auch solche, die über 100 MHz hinausgehen. Das entspricht einem Bandbreitenverhältnis von etwa 1:1000.

### 2.3.4. Obere Frequenzgrenze (Anstiegszeit, Überschwingen)

Sehr häufig müssen die Y-Verstärker Spannungssprünge übertragen, deren Anstiegszeit sehr kurz ist. Der Verstärker soll derartige Sprünge originalgetreu übertragen. Nun hat aber jeder Verstärker eine eigene Anstiegszeit, die von der oberen Frequenzgrenze und damit von der gesamten Verstärkerbandbreite abhängt. Es gilt die einfache Beziehung

$$T_A = \frac{0.35}{b} \quad (12)$$

Darin bedeutet  $T_A$  die Anstiegszeit in Sekunden und  $b$  die Bandbreite in Hz. Diese umgekehrte Proportionalität zwischen Anstiegszeit und Bandbreite erklärt sich daraus, daß zu einer kurzen Anstiegszeit sehr hohe Frequenzen gehören. Je höher die Frequenzen sind, die der Verstärker noch übertragen kann, um so kürzer wird seine eigene Anstiegszeit. Bild 19 zeigt, wie man die

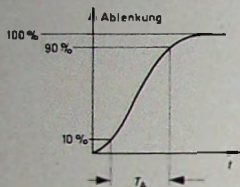


Bild 19. Anstiegszeit

Anstiegszeit normgemäß definiert. Man versteht darunter die Zeitspanne, während der bei einem Sprungvorgang der Augenblickswert der Ablenkung von 10 % auf 90 % des im eingeschwungenen Zustand erreichten Endwertes ansteigt. Je kürzer diese Anstiegszeit ist, um so besser löst der Oszillografenverstärker Signale mit sehr hohen Frequenzkomponenten auf.

Zur Verbesserung des Frequenzganges, besonders im Bereich hoher Frequenzen, baut man in die Verstärkerstufen verschiedene LC-Glieder ein. Diese Glieder stellen kleine, stark gedämpfte Schwingkreise dar, die von steilen Impulsen oder Rechteckschwingungen in ihrer Eigenfrequenz angestoßen werden. Infolgedessen ist der Anschwingvorgang eines Verstärkers meistens nicht so gleichförmig wie in Bild 19, sondern es ergibt sich die im Bild 20 dargestellte Erscheinung. Die Spannung am Ausgang des Verstärkers schwingt zunächst über den Endwert  $A$  hinaus, um ihn dann kurzzeitig zu unterschreiten. Dieser Vorgang kann sich mehrere Male wiederholen; die Amplituden des „Überschwingens“ werden jedoch immer kleiner. Auch dieses Überschwingen  $\Delta A$  kann man zahlenmäßig charakterisieren. Normgemäß wird es durch den Einschwingvorgang unter Einwirkung eines Sprungvorganges gekennzeichnet. Mit den Bezeichnungen von Bild 20 ergibt sich zahlenmäßig

$$\epsilon = \frac{\Delta A}{A} \quad (13)$$

Das Überschwingen ist also gekennzeichnet durch das Verhältnis von maximaler Überschwingamplitude  $\Delta A$  zum Wert  $A$  im ein-

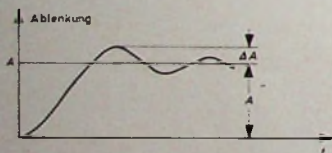


Bild 20. Überschwingen

geschwungenen Zustand. Selbstverständlich strebt man nach einem möglichst kleinen Überschwingen, weil es sich ja dem Oszillogramm überlagert, es also letzten Endes verfälscht (Bild 21).

### 2.3.5. Untere Frequenzgrenze (Dachschräge)

Die untere Frequenzgrenze des Y-Verstärkers ist ebenfalls „kritisch“. Ist der Verstärker gleichstromgekoppelt, so bestehen keine Schwierigkeiten, weil auch noch die Gleichstromkomponente, also die Frequenz Null, ungeschwächt übertragen wird. Bei Wechselstromverstärkern spielt dagegen der Koppelkondensator bei tiefen Frequenzen eine immer größere Rolle. Ist er nicht groß genug, so entlädt er sich nämlich während des horizontalen Teils eines Rechtecksprungs, und das bedeutet, daß dieser Sprung

nicht mit horizontalen, sondern mit schräg verlaufenden Begrenzungen wiedergegeben wird (Bild 22). Das Dach des Sprunges ist gewissermaßen schräg, so daß man diese Erscheinung mit Dachschräge bezeichnet. Die Norm definiert die Dachschräge als Verzerrung des Rechteckimpulses durch einen Anstieg oder Ab-

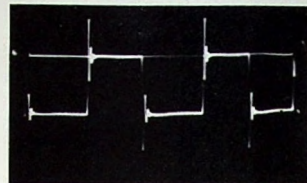


Bild 21. Beispiel für das Überschwingen bei einer Frequenz, die relativ hoch gegenüber der Rechteckfrequenz ist; es sind etwa drei gedämpfte Schwingungen sichtbar

fall des Impulsdaches. Mit den im Bild 22 eingetragenen Bezeichnungen gilt für die Dachschräge

$$D = \frac{\Delta B}{B} \quad (14)$$

Die Dachschräge ist also das Verhältnis zwischen dem Wert  $\Delta B$  der Abschrägung und der maximalen Ausgangsamplitude  $B$ . Auch die Dachschräge sollte im Y-Verstärker so klein wie möglich sein, da sie sich bei Oszillogrammen, in denen tiefe Frequenzen enthalten sind, außerordentlich störend bemerkbar macht. Das Oszillogramm wird nicht so wiedergegeben, wie es dem Originalvorgang entspricht (Bilder 23 und 24).

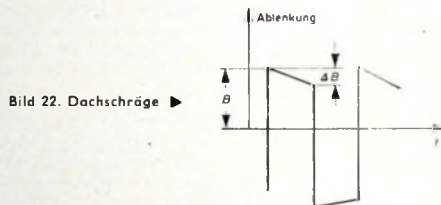


Bild 22. Dachschräge

Bild 23. Oszillogramm der Dachschräge; obere Kurve: Original-Rechteckspannung, untere Kurve: verzerrte Schwingung hinter einem RC-Glied

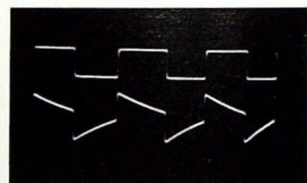


Bild 24. Starke Dachschräge bei sehr kleinem RC-Glied; obere Kurve: Originalschwingung, untere Kurve: verzerrte Schwingung



### 2.3.6. Eingangsimpedanz

Unter Eingangsimpedanz versteht man den Wechselstromwiderstand, den man am Eingang des Y-Verstärkers mißt. Da er frequenzabhängig ist und da dem Oszillografen die verschiedensten Frequenzen zugeführt werden können, ist seine Angabe nicht sinnvoll. Man gibt daher die ohmsche Komponente in MOhm und die kapazitive Komponente in pF an. Lautet zum Beispiel die Bezeichnung 1 MOhm||20 pF, so bedeutet das, daß am Eingang ein ohmscher Widerstand von 1 MOhm vorhanden ist, dem eine Kapazität von 20 pF parallel geschaltet ist.

### 2.3.7. Phasenlinearität

Zur einwandfreien Wiedergabe von Oszillogrammen, die stark unterschiedliche Frequenzkomponenten enthalten, reicht ein ausgeglichener Frequenzgang nach Bild 18 noch nicht aus. Zusätzlich zur „amplitudenmäßigen Bandbreite“ kommt es auch darauf an, daß sich der Phasenwinkel zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung innerhalb des in Betracht kommenden Frequenzbereiches möglichst linear mit der Frequenz ändert. Ist das der Fall, so kann man für alle Frequenzen, die in dem Meßvorgang vorkommen, mit einer konstanten Laufzeit im Verstärker rechnen.



Ist der Phasengang nicht linear, so ergeben sich verschiedenartige Laufzeiten, die naturgemäß zu einer Verzerrung des Oszillogramms führen müssen. Haben zum Beispiel die hohen Frequenzen eine längere Laufzeit als die niedrigen, so wird sich das in der Wiedergabe eines Rechtecksprunges bereits bemerkbar machen. Es ist Sache des Schaltungstechnikers, dafür zu sorgen, daß der lineare Phasengang gewährleistet ist.

### 2.3.8. Signalverzögerung

Jeder Verstärker hat eine gewisse Signalverzögerung, weil die Laufzeit der Signale durch alle Stufen nicht unendlich klein ist. Normgemäß versteht man unter der Signalverzögerung die Laufzeit des Signals zwischen Oszillografeneingang und Ablenkplatten. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden: Entweder enthält der Y-Verstärker keine zusätzliche Verzögerungseinrichtung, was bei den einfacheren Service-Oszillografen im allgemeinen der Fall ist, oder eine solche ist vorhanden. Sie hat dann den Zweck, das Meßsignal, das dargestellt werden soll, etwas verzögert an die Oszillografenröhre weiterzuleiten. Wie wir später sehen werden, benötigt nämlich das Zeitablenkgerät eine gewisse Zeitspanne, um zu starten. Infolgedessen wird bei einem Y-Verstärker ohne Signalverzögerung unter gewissen Umständen der Anfang des Signals nicht wiedergegeben. Erreicht es jedoch die Oszillografenröhre verzögert, so ist das nicht der Fall. Bei jedem Oszillografen ist angegeben, ob eine solche Verzögerungseinrichtung vorhanden ist und welche Laufzeit sie hat.

### 2.3.9. Eichspannung, Eichgenauigkeit

Bei manchen Oszillografen kann man dem Netzteil eine definierte Vergleichsspannung entnehmen, deren Wert genau bekannt ist, so daß man damit den Ablenkkoeffizienten gegebenenfalls kontrollieren kann. Die Eichgenauigkeit hängt von den Fehlergrenzen ab, mit denen man bei der Eichspannung zu rechnen hat. Auch hierüber werden stets Angaben gemacht. Eine solche Vergleichsspannung ist sehr vorteilhaft, weil man damit nicht nur den Ablenkkoeffizienten kontrollieren kann, sondern weil sich damit durch einen entsprechenden Vergleich auch Spannungsmessungen anderer Art durchführen lassen.

### 2.3.10. Aufgaben und Bedeutung der Tastköpfe

Tastköpfe sind an sich Zubehörteile zu einem Oszillografen. Die Norm definiert den Tastkopf als ein Zubehörteil, das den Meßwert am Meßort aufnimmt und ihn gegebenenfalls formt, so daß er dem Oszillografen zugeleitet werden kann. Solche Tastköpfe benötigt man, wenn eine unmittelbare Zuführung der Meßspannung zum Oszillografen nicht sinnvoll ist oder zu Fehlern Anlaß geben könnte. Will man zum Beispiel die (modulierte) Spannung an einem hochfrequenten Hochfrequenz-Schwingkreis oszillografieren, so würde eine normale Verbindung zwischen diesem Kreis und dem Oszillografeneingang zu einer starken Verstimmung oder auch Dämpfung des Kreises führen. Man verwendet dann einen Tastkopf, der einen Gleichrichter enthält, und dessen Eingang sehr kapazitätsarm ist. Dadurch wird der Schwingkreis kaum belastet. Der Gleichrichter liefert eine demodulierte Niederfrequenzspannung, die der Modulationsspannung der Hochfrequenz entspricht, und diese niederfrequente Spannung kann nun über eine längere Leitung dem Oszillografeneingang zugeleitet werden.

Weiterhin gibt es Spannungsteiler-Tastköpfe, mit denen man sehr hohe Spannungen herabsetzen kann. Da nur eine Teilspannung dem Oszillografen zugeführt wird, verringert sich entsprechend die Gesamtbelastung der Meßspannungsquelle. Auf die genaue Technik und die Bedeutung der Tastköpfe kommen wir später noch zu sprechen.

### 2.4. Schaltungstechnik des Y-Verstärkers

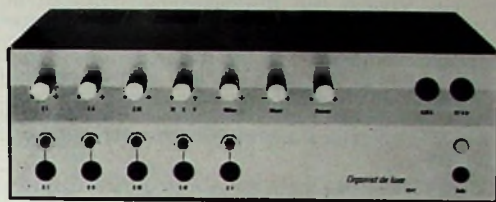
Wie schon verschiedentlich erwähnt, sollen die Y-Verstärker im allgemeinen eine möglichst große Bandbreite haben, damit Vorgänge in einem großen Frequenzbereich oszillografiert werden können. Das setzt eine geeignete Bemessung der Verstärkerstufen voraus, die wir im nächsten Abschnitt besprechen wollen. Es wurde auch bereits darauf hingewiesen, daß der Ausgang des Verstärkers im Hinblick auf die Ankopplung an die Oszillografenröhre besonderen Bedingungen genügen muß. Darauf kommen wir anschließend zu sprechen, um danach die RC-gekoppelten Verstärker und die Gleichspannungsverstärker zu erörtern. Die Schaltungstechnik ist außerordentlich vielseitig, so daß wir sie nur in großen Zügen besprechen können. Schließlich interessieren die Schaltungen zur Einstellung des Ablenkkoeffizienten, also die Abschwächer, sowie die Schaltmittel zur Signalverzögerung und zur Einstellung der Flecklage. Abschließend gehen wir noch auf die Tastkopf-Schaltungstechnik sowie andeutungsweise auf Y-Verstärker für Höchstfrequenzen ein [2, 6, 8, 12, 18].

(Fortsetzung folgt)

# RIM-Stil '68

## Bewährte Technik

Leistungsstarke Mischverstärker - Wahrheitsgetreue Datenangaben  
Außerst günstige RIM-Preise

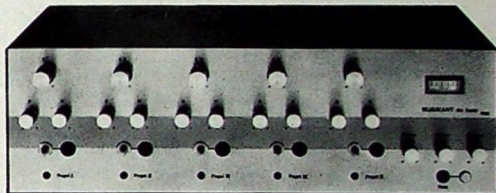


### RIM-»Organist de Luxe«. 40/35 Watt

Gegentakt-Parallelverstärker mit Ultralinear-Ausgangsübertrager. 5 Eingänge, davon 4 miteinander mischbar. 3 Eingänge für Mikrofone bzw. Instrumente und 2 Tonträgereingänge, wie TA und Tb. Getrennte Höhen- und Baßregler. Lautstärke-Summenregler. 10 Röhren, davon 4 X EL 84. Klinkensteckerbuchsen. Abmessungen: L 35,5 X T 24 X H 12 cm.

Betriebsfertiger Verstärker DM 398,-.

RIM-Bausatz DM 298,-; RIM-Baumapfe DM 4,50.



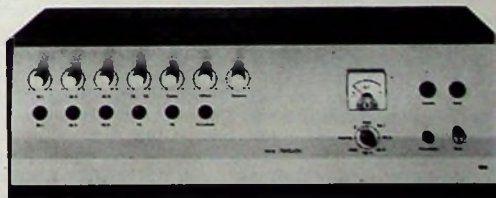
### RIM-»Musikant de Luxe«. 50/45 und 100/80 Watt

Ultralinear-5-fach-Mischpult-Musiker-Verstärker. 5 miteinander mischbare Eingänge. Jeder Eingang mit Normbuchsen- u. Klinkensteckeranschluß und mit je einem eigenen voneinander getrennt regelbaren Höhen- u. Baßregler. Summen-Lautstärkeregler mit Summen-, Höhen- u. Baßregler. Gegentaktendstufe mit 2 X EL 34 bzw. mit 4 „Beam-power“-Endröhren EL 503. Nachhallgeräte-Anschluß u. a. mehr.

Betriebsfertige Verstärker: Modell 45 DM 598,-, Modell 80 DM 750,-.

RIM-Bausätze: Modell 45 DM 479,-; Modell 80 DM 599,-.

RIM-Baumapfen je DM 4,90.



### RIM-»Herkules 101«. 150/100 Watt

Ein Vollverstärker der großen Leistungsklasse. 5 Eingänge, davon 4 miteinander mischbar. 3 Eingänge für Mikrofone, je 1 Eingang für TA und Tb bzw. Rundfunk. Höhen- und Baßregler. Lautstärke-Summenregler. Tonbandaufnahmeausgang. Anschluß für Kontroll-Lautsprecher bzw. Kopfhörer. Verzerrungsarme Gegentaktendstufe mit 4 Kraftverstärker-Endröhren EL 34. Eingebautes Überwachungsinstrument. Abmessungen: B 51 X T 19 X H 18,5 cm.

Betriebsfertiger Verstärker: DM 850,- mit Garantie.

RIM-Bausatz DM 668,-; RIM-Baumapfe DM 6,-.

Passende Lautsprecher in großer Auswahl. Siehe auch RIM-Electronic-Jahrbuch '68 - 464 S. - Schutzgebühr DM 3,90 + Porto.

### Zur Beachtung!

#### RIM-Koffer-Mischverstärker »Sound 1000«

auf Wunsch jetzt auch lieferbar mit eingebauter Halleinrichtung (deutsches Fabrikat). Mehrpreis DM 145,- und mit Hall- und Vibrato-Fußtastenbedienung, Mehrpreis DM 38,-.



8 München 15, Bayerstr. 25  
am Hauptbahnhof, Abt. F 3  
Telefon 08 11 / 55 72 21  
Telex 05-28 166 rarim-d



# Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren)

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 3, S. 106

## 4. Spezialschaltungen von RC-Generatoren

Außer den bisher beschriebenen drei großen Gruppen von RC-Generatoren, nämlich den RC-Phasenschiebergeneratoren, den RC-Wien-Brücken-Generatoren und den RC-Generatoren mit Gegenkopplungs- und Doppel-T-RC-Filter, gibt es noch einige Spezialschaltungen von RC-Generatoren, die sich nicht ohne weiteres in eine der drei genannten Gruppen einreihen lassen. Als Beispiel für solche Spezialschaltungen soll hier eine recht interessante Möglichkeit beschrieben werden, wie man mit einem speziellen RC-Generator aus einer Gleichspannung Drehstrom erzeugen kann.

### 4.1. RC-Generator zum Erzeugen von Drehstrom (zyklisch rückgekoppelter RC-Generator)

Mit dem im Bild 36 dargestellten RC-Generator kann aus einer Gleichspannungsquelle Drehstrom gewonnen werden. An den Klemmen U, V und W des Generators erhält man drei Wechselspannungen, die jeweils um  $120^\circ$  gegeneinander phasenverschoben

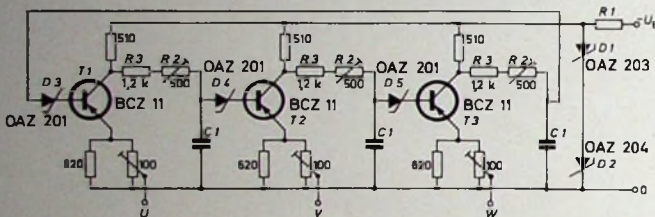


Bild 36. Drehstrom-Oszillator für wahlweise 1150 Hz oder 400 Hz (nach Unterlagen der Valvo GmbH)

sind. Man kann sich die Schaltung aus einem RC-Phasenschiebegerator entstanden denken, der im Abschnitt 2. dieser Aufsatzreihe beschrieben wurde. Bei dem Drehstromgenerator im Bild 36 sind jedoch die drei RC-Glieder des Phasenschiebers durch je einen dazwischen geschalteten Transistor voneinander entkoppelt. Die drei RC-Glieder bestehen aus je einem mit C1 bezeichneten Kondensator, je einem einstellbaren Widerstand R2 von 500 Ohm und je einem Festwiderstand R3 von 1,2 kOhm. Die RC-Glieder liegen jeweils zwischen dem Kollektor des einen und der Basis des nachfolgenden Transistors. Zwischen RC-Glied und Basis ist außerdem je eine Z-Diode OAZ 201 eingeschaltet.

Die RC-Glieder gehören zum Typ der RC-Ketten zweiter Art. Jedes RC-Glied dreht die Phase um  $\pm 60^\circ$ , jedoch ist die Phasendrehung eines jeden RC-Gliedes stets entgegengesetzt der Phasendrehung des Transistors. Da jeder Transistor die Phase um  $\pm 180^\circ$  dreht, ist die Phasendrehung von Transistor zu Transistor jeweils  $\pm 120^\circ$  (nämlich  $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$  oder  $-180^\circ + 60^\circ = -120^\circ$ ).

Zur Veranschaulichung der Wirkungsweise der Generatorschaltung sollen die Phasenverhältnisse durch die ganze Schaltung hindurch verfolgt werden. Die Phase der Basiswechselspannung des Transistors T1 sei  $0^\circ$ . Sie wird in T1 um  $180^\circ$  gedreht, so daß also zwischen Basis- und Kollektorspannung von T1 ein Phasenunterschied von  $180^\circ$  herrscht. Das RC-Glied zwischen den Transistoren T1 und T2 dreht die Phase wieder um  $-60^\circ$  zurück (hier wird angenommen, daß die Phasenverschiebung der Transistoren positiv, die der RC-Glieder jedoch negativ sei). Zwischen der Basiswechselspannung des Transistors T1 und der Basiswechselspannung von T2 besteht also eine Phasenverschiebung von  $120^\circ$ .

Im Transistor T2 wird die Phase um weitere  $180^\circ$  gedreht, so daß zwischen der Basiswechselspannung des Transistors T1 und der Kollektorwechselspannung von T2 nunmehr ein Phasenunterschied von  $180^\circ - 60^\circ + 180^\circ = 300^\circ$  besteht. Davon werden in dem nachfolgenden RC-Glied zwischen dem Kollektor von T2 und der Basis von T3 wieder  $-60^\circ$  zurückgedreht (Phasenverschiebung zwischen der Basiswechselspannung des Transistors T1 und der Basiswechselspannung des Transistors T3 also  $300^\circ - 60^\circ = 240^\circ$ ). Zu diesen  $240^\circ$  kommen im Transistor T3 noch weitere  $180^\circ$  hinzu (Phasenverschiebung zwischen der Basiswechselspannung von T1

und der Kollektorwechselspannung von T3 also  $240^\circ + 180^\circ = 420^\circ$ ). Das letzte RC-Glied zwischen dem Kollektor von T3 und der Basis von T1 dreht diese Phase von  $420^\circ$  wieder um  $-60^\circ$  auf  $360^\circ$  zurück, so daß zwischen der Wechselspannung am letzten RC-Glied und der Basiswechselspannung des Transistors T1 nunmehr eine Phasenverschiebung von  $360^\circ$  beziehungsweise  $0^\circ$  herrscht.

Die Ausgangswechselspannung vom letzten RC-Glied wird auf die Basis des Transistors T1 zurückgekoppelt. Da die ursprüngliche Basiswechselspannung von T1 und die Rückkopplungsspannung miteinander in Phase sind, kommt eine Mitkopplung und damit eine Selbsterregung der Schaltung zustande. Voraussetzung für das Entstehen von Schwingungen ist allerdings, daß jeder Transistor eine mindestens zweifache Verstärkung aufweist, da die Spannungsuntersetzung in jedem RC-Glied 0,5 ist (Phasenverschiebung  $60^\circ$ ;  $\cos 60^\circ = 0,5$ ) und diese Spannungsuntersetzung vom Transistor wieder ausgeglichen werden muß, wenn Schwingungen in der Schaltung zustandekommen sollen. Die Frequenz

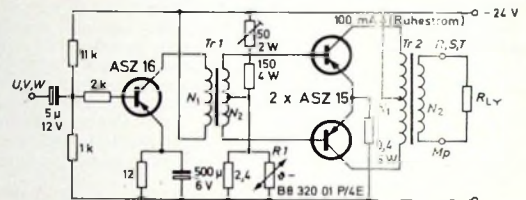


Bild 37. Verstärker für eine Drehstrom-Phase (1150 Hz); für einen vollständigen Drehstromgenerator werden der Drehstrom-Oszillator nach Bild 36 und drei derartige Verstärker (je Phase ein Verstärker) benötigt (nach Unterlagen der Valvo GmbH)

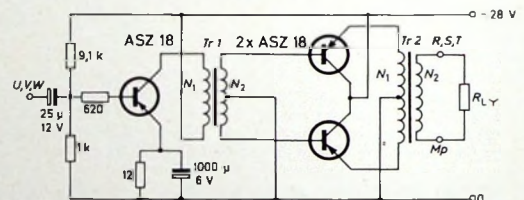


Bild 38. Verstärker für eine 400-Hz-Drehstrom-Phase (nach Unterlagen der Valvo GmbH)

$f_0$ , für die die gesamte Phasendrehung im Generator  $360^\circ$  beträgt, errechnet sich dabei nach Gl. (5) zu

$$f_0 = \frac{\sqrt{6}}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

Die Schaltung im Bild 36 ist so ausgelegt, daß sie wahlweise für eine Frequenz von 400 Hz oder 1150 Hz verwendet werden kann. Will man von der einen auf die andere Frequenz übergehen, so muß man lediglich die drei Kondensatoren C1 austauschen. Die Generatorfrequenz läßt sich außerdem mit den Widerständen R2 fein einstellen. Der Vorwiderstand R1 für die Z-Dioden D1, D2 muß für die jeweilige Betriebsspannung  $U_B$  bemessen sein. Das gilt auch für die weiter unten noch behandelten Leistungsverstärker. Tab. I enthält die entsprechenden Daten der Bauelemente.

Die drei jeweils um  $120^\circ$  gegeneinander phasenverschobenen Wechselspannungen werden an den Emittierwiderständen der Transistoren abgenommen. Der Effektivwert der Wechselspannungen beträgt je Phase 0,55 V. Die beiden Z-Dioden D1 und D2 stabilisieren die Spannung hinter dem Widerstand R1 und verringern dadurch den Einfluß von Speisespannungsschwankungen auf Frequenz und Ausgangsspannung. Die Z-Dioden OAZ 201 in der Basiszuleitung jedes Transistors halten das Basispotential gegenüber dem Kollektorpotential des vorhergehenden Transistors um den Betrag der Spannung der Z-Diode positiv, ohne daß damit



ein Verstärkungsverlust verbunden ist. Diese Z-Dioden dienen zur Stabilisierung des Arbeitspunktes der Transistoren. Da die Schwingungsspannung in dem Generator einen Kreis durchläuft und dabei in ihrer Phase von Transistor zu Transistor um jeweils  $120^\circ$  weitergedreht wird, nennt man einen Generator nach Bild 36 auch einen zyklisch rückgekoppelten RC-Generator.

Die Spannungen an den Klemmen U, V und W werden je einem Verstärker zugeführt. Diese Verstärker sind in den Bildern 37 und 38 dargestellt. Der Verstärker im Bild 37 ist für eine Frequenz von 1150 Hz geeignet, der im Bild 38 für 400 Hz. Der gesamte Drehstromgenerator besteht also aus dem Oszillator (Bild 36) und drei nachgeschalteten Verstärkern entweder nach Bild 37 oder Bild 38, je nach gewünschter Frequenz.

Jeder der beiden Verstärkertypen in den Bildern 37 und 38 besteht aus einer Treiberstufe und einer im Gegentakt arbeitenden Leistungs-Endstufe. Die Endtransistoren des Verstärkers für 1150 Hz (Bild 37) arbeiten in Emitterschaltung. Sie werden durch den NTC-Widerstand R1 (B8 320 01P/4E) temperaturstabilisiert. Dieser NTC-Widerstand gewährleistet bis zu einer Temperatur von  $50^\circ\text{C}$  die thermische Stabilität der Schaltung. Will man eine möglichst geringe Lastabhängigkeit der Ausgangsspannung erhalten, so sind die Endtransistoren in Kollektorschaltung zu betreiben, wie das bei dem Verstärker für 400 Hz der Fall ist (Bild 38). In dieser Schaltung ist ein zusätzlicher Ruhestrom der Endtransistoren nicht erforderlich, da hier die Ausgangsspannung auch ohne Ruhestrom der Transistoren eine gute Sinusform hat. Die technischen Daten der Transformatoren Tr1 und Tr2 in beiden Verstärkertypen sind je nach Frequenz verschieden. Sie kön-

nen der Gegentakt-Endstufe des Verstärkers für 1150 Hz treten je Transistor maximal 17,5 W Verlustleistung auf. Die dabei entstehende Wärme wird zweckmäßigerweise mit einem Gebläse oder durch Wasserkühlung abgeführt.

Die Verlustleistung in der Gegentakt-Endstufe des 400-Hz-Verstärkers beträgt je Transistor 8 W. Für die Wärmeabfuhr ist in ruhender Luft eine senkrecht stehende Kühlfläche von  $150\text{ cm}^2$  aus geschwärztem, 2 mm dickem Kupferblech ausreichend. Man kann aber auch alle Endtransistoren auf einem gemeinsamen Kühlblech mit entsprechend größerer Fläche montieren. Wird zum Kühlen

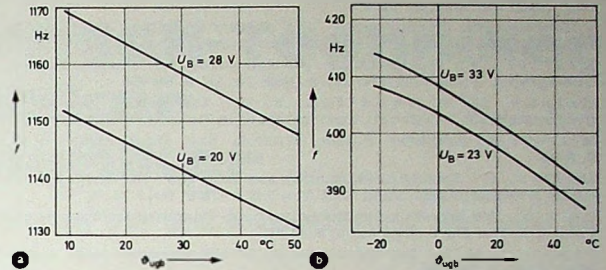


Bild 39. Abhängigkeit der Frequenz von der Batteriespannung und der Umgebungstemperatur des Drehstromgenerators nach den Bildern 36 bis 38; a) für den 1150-Hz-Generator, b) für den 400-Hz-Generator (nach Unterlagen der Valvo GmbH)

Tab. I. Batteriespannung  $U_B$  und Daten der Transformatoren Tr1 und Tr2 sowie des Widerstandes R1 und der Kondensatoren C1

$U_B$	24 V	28 V
$f_0$	1150 Hz	400 Hz
$R1$ )	180 $\Omega$	240 $\Omega$
$C1$ )	0,18 $\mu\text{F}$	0,56 $\mu\text{F}$
Transformator Tr1		
Kern	EI 30 Dyn. Bl. IV, Luftspalt 0,12 mm (Zwischenlage 0,06 mm)	EI 42 Dyn. Bl. IV, Luftspalt 0,17 mm (Zwischenlage 0,085 mm)
$N_1$	350 Wdg., 0,18 mm CuL	400 Wdg., 0,25 mm CuL
$N_2$	2 x 83 Wdg., 0,32 mm CuL	2 x 840 Wdg., 0,14 mm CuL
Transformator Tr2		
Kern	EI 48 Dyn. Bl. IV, ohne Luftspalt	
$N_1$	2 x 31 Wdg., 0,9 mm CuL	2 x 90 Wdg., 0,45 mm CuL
$N_2$	166 Wdg., 0,4 mm CuL	460 Wdg., 0,22 mm CuL

) 2 W; alle übrigen Widerstände 0,5 W, falls nicht anders angegeben

)  $\pm 5\%$ , 125 V

Tab. II. Betriebswerte des Drehstromgenerators

	1150-Hz-Generator	400-Hz-Generator
$U_B$	24 V (20...28 V)	28 V (23...33 V)
$U_{NSt eff} = U_{ST eff} = U_{TR eff}$	115 V	115 V
$R_{L\Delta}$ (in Dreieck-Schaltung)	$3 \times 400\ \Omega$	$3 \times 1110\ \Omega$
$P_0$ (bei $U_{B min}$ und $U_{B max}$ )	100 W (91...105 W)	38 W (35,1...36,9 W)
$I_0$ (einschließlich Oszillator) (bei $U_{B min}$ und $U_{B max}$ )	10,1 A (9,5...10,35 A)	3,15 A (3,0...3,25 A)
$\vartheta_{ugb min}$	+ $10^\circ\text{C}$	- $20^\circ\text{C}$
$\vartheta_{ugb max}$	+ $50^\circ\text{C}$	+ $50^\circ\text{C}$
$\Delta f/f_0$ (innerhalb der für $U_B$ und $\vartheta_{ugb}$ angegebenen Grenzen)	$\pm 1,7\%$	$\pm 3,4\%$

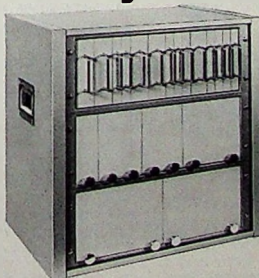
nen ebenfalls aus Tab. I für die Frequenzen 400 Hz und 1150 Hz entnommen werden.

An Kühlflächen werden im Drehstromoszillator (Bild 36) für die beiden mit Kühlshellen versehenen Z-Dioden D1 und D2 je  $12,5\text{ cm}^2$  Aluminiumblech (1,5 mm dick) benötigt. Die Treibertransistoren in den Verstärkern benötigen eine Kühlfläche von je  $100\text{ cm}^2$  Aluminiumblech (1,5 mm dick). Die Kühlbleche für die Treibertransistoren sollen senkrecht aufgestellt und voneinander isoliert werden (keine Glimmerisolation für die Transistoren).

Wasser verwendet, so brauchen die Transistorgehäuse von der gemeinsamen Kühlfläche nur dann isoliert zu werden, wenn der Minuspol der Batterie nicht mit dem Kühlwasserkreis verbunden werden darf.

Im Bild 39 ist die Abhängigkeit der Frequenz von der Batteriespannung  $U_B$  und der Umgebungstemperatur  $\vartheta_{ugb}$  des gesamten Drehstromgenerators (Oszillator und ein Verstärker je Drehstromphase) dargestellt, wobei Bild 39a für den 1150-Hz-Generator und Bild 39b für die Generatorfrequenz von 400 Hz gilt. Der Tab. II

## Vom Kleingehäuse bis zum 19"-System: LEISTNER leistet



## gute Arbeit im Metallgehäusebau!

LEISTNER liefert Maßarbeit im Metallgehäusebau für Meß-, Steuer- und Regelgeräte. Ob Einzelausführung oder Baukastenreihe – LEISTNER baut übersichtlich, stabil und formschön. Vier Standardfarben stehen zur Auswahl. Die Gehäuse haben stoß- und kratzfesten Hammerschlaglack. Unsere Standardausführungen liegen abrufbereit auf Lager.

Warum also selber bauen, wenn LEISTNER auch Ihre Sonderanfertigungen übernimmt und dabei schneller und preisgünstiger produziert als Sie? Davon sollten Sie sich überzeugen. Ein Katalog liegt für Sie bereit.

PAUL LEISTNER  
GMBH  
Metallgehäuse  
2 Hamburg 50  
Klausstraße 4-6  
Telefon 38 17 19



können die weiteren Betriebswerte des gesamten Drehstromgenerators (Oszillator und Verstärker) entnommen werden.

#### Weiteres Schrifttum

- Buchner, K.: RC-Generatoren. TFT Bd. 31 (1942) Nr. 12, S. 307-313
- Friedberg, H.: RC-Oszillatoren mit gesteuerten Silizium-Gleichrichtern und ihre Dimensionierung. Radioschau (1962) S. 289-290
- Götze, W.: Abstimmbares RC-Brücken-Netzwerk mit nur einem variablen Schaltelement. Funk und Ton Bd. 6 (1952) Nr. 8, S. 393-399
- Helbig, R.: RC-Generator mit großem Frequenzbereich und extrem niedrigem Klirrfaktor. Radioschau (1962) S. 63-64
- Höringer, C.: Transistor-RC-Generator mit Wien-Brücke. Elektron (1962) Nr. 23/24, S. 439-441
- Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Bd. 1. Berlin 1952, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, S. 183-190
- Krastel, R.: Mehrgliedrige RC-Netzwerke für Phasenschieber-Generatoren. Funk und Ton Bd. 6 (1952) Nr. 12, S. 649-653
- Meinke, H., u. Gundlach, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, S. 1310-1311. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956, Springer
- Miller: RC-Amplifier Filters. Wireless Eng. Bd. 27 (1950) Nr. 27, S. 26-29
- Müller, H.: Resonanzschaltungen aus RC- bzw. RL-Gliedern und einige Anwendungen. Funk und Ton Bd. 8 (1954) Nr. 9, S. 471-479
- Pelz, F.: Die Schwingungserzeugung beim Phasenschiebergenerator. Funk und Ton Bd. 6 (1952) Nr. 2, S. 64-68
- Pieplow, H. W.: RC-Netzwerke als Selektionsmittel. Arch. techn. Mess. (1951) S. 189, 191
- Schmidt, W.: Das Doppel-T-RC-Filter. ETZ-A Bd. 73 (1952) Nr. 2, S. 35-38
- Schreiber, H.: Sinus- und Rechteckgenerator mit vier Transistoren. Funk-Techn. Bd. 18 (1963) Nr. 13, S. 474-476
- Schweitzer, H.: RC-Generator mit überbrücktem T-Glied. Funkschau Bd. 33 (1961) Nr. 7, S. 167-169
- SEL-Taschenbuch. Ausgewählte Arbeitsunterlagen für den Nachrichtentechniker. Herausgegeben von der Standard Elektrik Lorenz AG. 1. Ausgabe, Stuttgart 1962, Berliner Union
- Sommer, J.: Neue technische Kaltleiter. Funk und Ton Bd. 6 (1952) Nr. 10, S. 520-526
- Sommer, J.: Bemessung von Oszillatordendstufe und Brücke eines brückenstabilisierten RC-Oszillators. Funk und Ton Bd. 8 (1954) Nr. 2, S. 72-78
- Vaughan, W. C.: Phase shift oscillators. Wireless Eng. Bd. 26 (1949) S. 391
- Wilhelm, K.: Elniges über RC-Generatoren. Funkschau Bd. 33 (1961) Nr. 8, S. 167-169, u. Nr. 10, S. 269-271
- Wisotzky, W.: RC-Oszillatoren für extreme Frequenzen. Elektronik Bd. 7 (1958) Nr. 6, S. 175
- Zagajewski, T.: Die Optimalisierung der RC-Röhrenoszillatoren. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik Bd. 68 (1959) Nr. 4, S. 127-136
- RC-Oszillatoren mit Transistoren. Funk-Techn. Bd. 12 (1957) Nr. 15, S. 550-551
- Transistor-RC-Generator mit sinusförmiger Ausgangsspannung. Funk-Techn. Bd. 17 (1962) Nr. 2, S. 46
- Verzerrungsmessung mit Doppel-T-Filter. Radio-Fernseh-Phono-Praxis (1966) Nr. 6, S. 191
- Stabiler Tongenerator mit Doppel-T-Filter. Radio-Fernseh-Phono-Praxis (1966) Nr. 6, S. 192

punkte der ZF-Transistoren waren irgendwelche Spannungen festzustellen. Bild 1 zeigt die Schaltung für die Spannungsversorgung der Transistoren. Etwa 45 V<sub>ss</sub> werden über eine gesonderte Wicklung des Zellentransformators ausgekoppelt, über den Widerstand R1 dem Gleichrichter D1 zugeführt und in der anschließenden Siebkette C2, C3, R2 geglättet. Die entstehende positive Gleichspannung ist +14 V. Ein Teil des Zellenimpulses wird für die getastete Regelung über den Kondensator C1 am Meßpunkt A ausgekoppelt. Wie oszillografisch festgestellt wurde, waren nicht 45 V<sub>ss</sub> sondern nur etwa 0,5 V<sub>ss</sub> vorhanden. Außerdem konnten vom Meßpunkt A gegen Masse etwa 500 kOhm Gleichstromwiderstand gemessen werden. Die Wicklung L1 des Zellentransformators schien unterbrochen. Bei genauerer Untersuchung stellte sich eine kalte Lötstelle zwischen Anschlußdraht und Leiterplatte als Ursache der zu geringen Zellenimpulsspannung heraus. Der Anschluß wurde nachgelötet, und das Gerät funktionierte wieder einwandfrei.

#### Unregelmäßiger UHF-Empfang

Bei einem Fernsehgerät schwankten Kontrast und Frequenzkonstanz im UHF-Bereich. Das Gerät ist mit einem Drei-Transistor-Kombinationstuner bestückt. Zunächst wurde der Tuner abgeklopft. Die Bildqualität änderte sich stark, teilweise setzte der Empfang ganz aus. Nach dem Ausbau und Öffnen des Tuners konnte am Basisspannungsteiler eine kalte Lötstelle entdeckt und beseitigt werden. Der Fehler war jedoch dadurch noch nicht behoben. Durch weiteres Abtasten der einzelnen Tunerkammern konnte der Fehler im Oszillatorkreis der selbstschwingenden Mischstufe lokalisiert werden. Die Oszillatoramplitude schwankte, und es traten bei Erschütterungen Frequenzsprünge auf. Zunächst wurde auch hier eine kalte Lötstelle vermutet, und sämtliche Punkte wurden nachgelötet. Bei dieser Arbeit stieß der Techniker auf zwei ungewöhnlich große Lötstellen am Bereichsschalter. Diese Lötstellen berührten sich gegenseitig und verursachten so zeitweise einen Kurzschluß. Das überschüssige Zinn mußte vorsichtig entfernt werden. Dabei ist zu beachten, daß kein Zinn in die Schaltkontakte läuft.

#### Neue Bücher

Funktechnik ohne Ballast. Von O. L. Mann. 9. Aufl., München 1967. Franzis. 340 S. m. über 550 B. u. 8 Tafeln, DIN A 5. Preis in Plastik geb. 19,80 DM.

Vor mehr als zehn Jahren erschien die erste Auflage von „Funktechnik ohne Ballast“. Die jetzt vorliegende 9. Auflage wurde – wie auch die vorhergehenden Neuauflagen – wieder auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Zum Beispiel wurden die Abschnitte über Endstufen und Rundfunk-Stereophonie völlig neu bearbeitet, und ein Abschnitt über Stereo-Decoder wurde hinzugefügt. Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis mit eindeutiger Zuordnung der Titel zu den betreffenden Abschnitten des Buches erleichtert dem Interessierten das tiefere Eindringen in die Materie.

Stereo-Taschenbuch. Von G. W. Schanz. Eindhoven 1966, Philips-Taschenbücher. 148 S. m. 100 B. u. 14 Tab., DIN A 5. Preis brosch. 14 DM.

Die zunehmende Verbreitung der Stereophonie bringt es mit sich, daß sich auch der Praktiker mit ihr auseinandersetzen muß. Das „Stereo-Taschenbuch“ liefert ihm und allen an der Stereo-Technik Interessierten in gedrängter Form eine auf die Praxis ausgerichtete Übersicht über das Gesamtgebiet und die erforderlichen Grundlagen. Dabei werden aber auch Randprobleme behandelt. Allein drei Kapitel befassen sich mit dem Service von Stereo-Wiedergabegeräten und den benötigten Meßgeräten.

#### Graetz Service-Vademecum Ausgaben 3 und 4 Schaub-Lorenz Service-Kompodium

Immer größer werden die Anforderungen, die der Rundfunk- und Fernsehhempfänger-Service an die Werkstätten des Fachhandels stellt. Zur schnellen Arbeit sind gute und vollständige Service-Unterlagen unentbehrlich. Jeder Praktiker kennt jedoch die Schwierigkeiten, die sich bei der Aufbewahrung dieser wichtigen Hilfsmittel ergeben. Deshalb begrüßen die Service-Werkstätten es sehr, wenn ihnen die Unterlagen für das Fertigungsprogramm mehrerer Jahre in Buchform zur Verfügung gestellt werden.

Anfang dieses Jahres gaben Graetz und Schaub-Lorenz solche Unterlagen heraus. Die Ausgaben 3 und 4 des Service-Vademecums enthalten die Unterlagen für alle Graetz-Fernsehhempfänger der Jahre 1964-1967 beziehungsweise für die Graetz-Rundfunkempfänger der Jahre 1965-1967. Sie ergänzen damit die Ausgaben 1 und 2 mit den Empfängern der Jahre 1961-1963 und 1963-1964. Die neuen Ausgaben 3 und 4 sind beim Graetz Zentral-Kundendienst, 753 Pforzheim, Postfach 1526, gegen eine Schutzgebühr von 5,- DM beziehungsweise 7,50 DM erhältlich.

In dem umfangreichen Service-Kompodium von Schaub-Lorenz sind die bereits vergriffenen Jahresmappen FS 11-FS 29 der Fernsehempfänger-Jahrgänge 1956-1963 zusammengefaßt. Der in festem Leinen gebundene Band ist auch dem oft rauen Betrieb in der Werkstatt gewachsen. Das Kompodium kann gegen eine Schutzgebühr von 12,- DM vom Schaub-Lorenz Zentral-Kundendienst, 753 Pforzheim, Postfach 1526, bezogen werden.

#### Fernseh-Service

#### Bildschirm hell, Ton fehlt

In einem defekten Fernsehempfänger war der Bildschirm weiß, und zwar ohne Rauschen, und der Empfänger zeigte nur leises Brummen bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregl. Die Helligkeit ließ sich fast normal regeln.

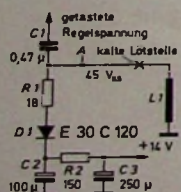


Bild 1. Schaltung für die Spannungsversorgung der HF- und ZF-Transistoren in einem Fernsehempfänger

Zunächst wurde das Videosignal an der Katode der Bildröhre und am Video-Demodulator oszillografisch kontrolliert. Es konnte kein Signal festgestellt werden. An keinem der im Schaltbild angegebenen Meß-



# Kuba Imperial bietet Ihnen die Chance!

Für die Erweiterung unseres Produktionsprogrammes suchen wir zum sofortigen Eintritt

## Gruppenleiter für unsere Rundfunk-Prüffelder Gruppenleiter für unsere Rundfunk-Montage Rundfunk-u. Fernseh-Techniker Rundfunk-Techniker Rundfunk-Mechaniker

Wir erwarten: Erfahrung und gute Kenntnisse auf den oben erwähnten Gebieten.

Wir bieten: Ausbildungs- und Aufstiegsmöglichkeiten sowie eine gute Bezahlung. Außerdem sichern wir Ihnen eine wirkungsvolle Unterstützung bei der Wohnraumbeschaffung zu.

Richten Sie bitte Ihre Bewerbung an unsere Personalabteilung KUBA IMPERIAL GmbH, 334 Wolfenbüttel, Kuba-Haus, Postfach 360. Wir werden Sie dann gern zu einem unverbindlichen Gespräch einladen.

RUNDFUNK- UND  
FERNSEHWERKE

WOLFENBÜTTEL  
KUBA-HAUS TEL. 831

**Kuba**  
**IMPERIAL**

### Preiswerte Transistoren



AC 117	DM 2,50
AC 122	DM 1,50
AC 151 V	DM 1,60
AC 187 K / AC 188 K	DM 3,70
kompl. Paar	DM 3,85
AD 148	DM 3,35
AF 118	DM 1,30
BC 107	DM 1,40
BC 108	DM 1,55
BC 109	DM 1,10
BC 170 B	DM 3,20
BF 115	DM 1,70
2 N 708	DM 2,75
2 N 708	DM 3,—
2 N 914	DM 4,80
2 N 2219 A	DM 1,30
	DM 1,20
	DM 1,35
	DM 1,—
	DM 3,—
	DM 1,60
	DM 2,60
	DM 2,85
	DM 4,35

Nur Original Transistoren! Preisgünstige Bauteile finden Sie in unserer kostenlosen Preisliste. Prompter NN-Versand ab Lager!

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



**ROHDE & SCHWARZ**



sucht einen

### Rundfunk- oder Fernsehtechniker

als Sachbearbeiter für elektrische Unterlagen.

Das Aufgabengebiet ist im besonderen die Bearbeitung von Schalt- und Positionierungsplänen als Fertigungsunterlagen im Rahmen der Konstruktion.

Bitte bewerben Sie sich schriftlich oder persönlich bei unserer Personalabteilung

**MÜNCHEN 8, MÜHLDORFSTR. 15, TELEFON 401981**

Mehr als 400 Transformatoren- und HF-Spulentypen für die Halbleitertechnik. Liste gratis. Kaho-Elektroversand, 65 Mainz / 2333

### Angebot zu Sonderpreisen!

- 1 Polyskop-HF-Meßgerät, Type SWOB  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1959
- 1 ditto, Bauj. 1961
- 1 Unsym. Eichleitung, Type DPR-BN 14042  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1955
- 1 Leistungs-Meßsender, Type SMLM  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1954
- 1 UHF-Meßleitung, Type LMM/BN 3916  
m. Anzeigenelement, R. & S., Bauj. 1955
- 1 UHF-Dämpfungsglied, Herst.: R. & S.  
Type DPF-BN 18062, Bauj. 1955
- 1 FS-Service-Sender „TELETEST“, Mod. FS-4,  
gel. v. Klein & Hummel, Stuttgart
- 1 Reflektometer, Type ZUP-BN 3549  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1955
- 1 Service-Oszillator, Type GM 2884/20  
Herst.: Philips, Bj. 1952
- 1 Resonanz-Frequenzmesser, Type WAR-BN 4311,  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1956
- 1 Röhrenvoltmeter, Type UTKT,  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1952
- 1 UHF-Millivoltmeter, Type URV-BN 1091  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1956
- 1 transduktoriischer Spannungskonstanthalter, Bj. 1960
- 1 Transistor-Meßgerät „Transimeter I“  
gel. v. G. Klein, Schongau, Bauj. 1962
- 1 Rausch-Generator, Type SKTU-BN 4151/2/75  
Herst.: Rohde & Schwarz, Bj. 1961

Vorstehende Geräte sind im Jahre 1962 von einem besichtigten Sachverständigen auf ihren Zeitwert festgelegt worden, den wir gern angeben werden.

Der Verkauf der sehr gut erhaltenen Geräte kann pauschal oder einzeln erfolgen.

Wenden Sie sich bitte an uns mit Preisvorschlägen unter F. P. 8506.

**RIM + GÖRLER**

HF/NF-Baugruppen

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

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

RIM-Bausteinfilter - eine moderne Schaltungssammlung von HF/NF-Baugruppen m.t. Beschreibungen und Bildern.

Schutzgebühr DM 3.50; Nachn. Inland DM 5.20

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

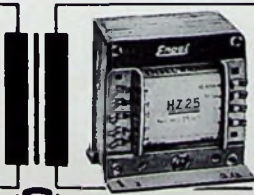
8 München 15 • Postfach 275  
Tel 55 72 21 • FS 05-28 166 rarim-d

**Es lohnt sich!**  
Preise stark herabgesetzt für Schreibraschinen aus Vorführung und Reparaturen, problem. Geräte u. Unternehmungen. Kl. Kleinteile Repar. Partien. Sie Greifschneidung 807 X  
**NOTHEL** Deutschlands größtes Büromaschinenhaus  
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

### Kaufgesuche

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

Kaufen gegen Kasse Posten Transistoren, Röhren, Bauteile und Meßgeräte. Arlt Elektronik, 1 Berlin 44, Postf. 225, Ruf: 68 11 05 - Telex 01 83 439



**Rundfunk-Transformatoren**

für Empfänger, Verstärker Meßgeräte und Kleinsender

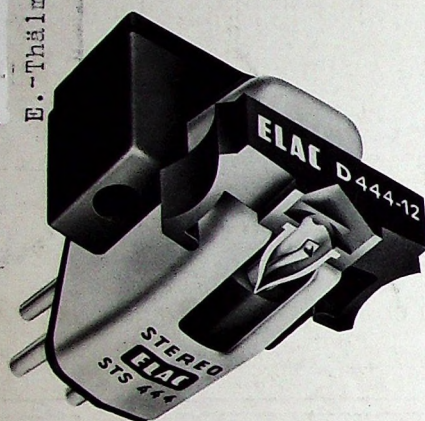
**Ing. Erich u. Fred Engel GmbH**  
Elektrotechnische Fabrik  
62 Wiesbaden-Schierstein



# Ein neuer Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmer mit einer bisher unerreichten Abtastsicherheit trotz einer Auflagekraft von nur 0,75 p **ELAC STS 444**

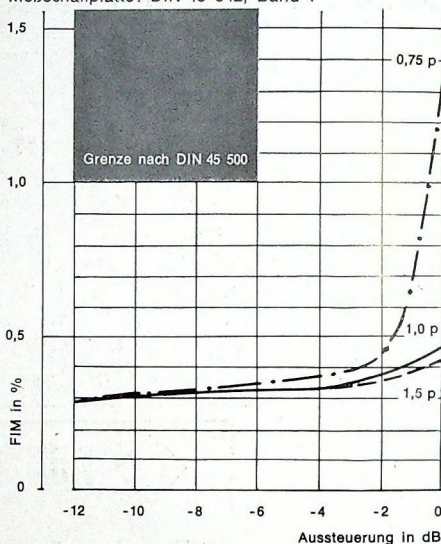
10020

E.-Thälmann-Str. 56



Nichtlineare Verzerrung (FIM)  
in Abhängigkeit von der Aussteuerung  
bei verschiedenen Auflagekräften

Meßschallplatte: DIN 45 542, Band 1



Die ELAC Spezialisten — die in aller Welt anerkannten Pioniere in der Entwicklung hochwertiger Tonabnehmer — schufen mit diesem neuen magneto-dynamischen Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmer ein Abtastsystem mit einem Maximum bisher unerreicht guter Eigenschaften, einen Tonabnehmer ohne Kompromisse. Trotz einer Auflagekraft im Bereich von nur 0,75-1,5 p wurden Werte erreicht, die ihresgleichen suchen: Bei einem gradlinigen Frequenzgang beider Kanäle im gesamten Hörbereich beträgt die Compliance sogar  $33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{dyn}}$  und die effektive Masse weniger als 0,4 mg.

Aus dieser interessanten Kurve ersieht der Fachmann die minimale Frequenzintermodulation auch bei größter Aussteuerung. Sie ist bei -6 dB ( $3 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  300 Hz —  $0,75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  3000 Hz) auch bei einer Auflagekraft von nur 0,75 p geringer als 0,4%.

Alle technischen Werte dieses hervorragenden Hi-Fi-Stereo-Tonabnehmers bedeuten: vollendete Tonwiedergabe im gesamten Hörspektrum bei äußerster Schonung der Schallplatten und des Abtastdiamanten. Sie interessieren sich für ausführliche technische Daten? Dann schreiben Sie an ELAC, ELECTROACUSTIC GMBH, 2300 Kiel.



## FÜR KENNER MEISTERLICHER MUSIK