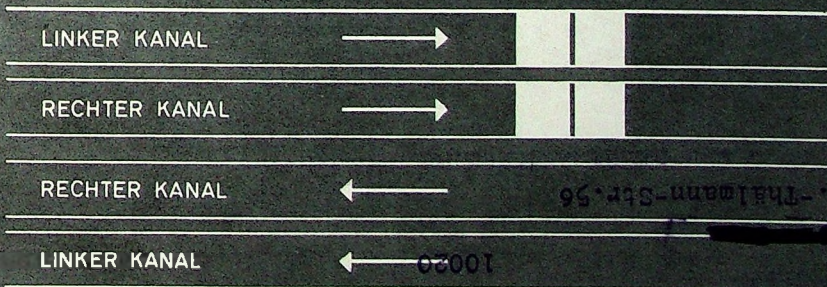


A 3109 D



STEREO-MAGNETKOPF



8

1967 +

2. APRILHEFT

E.-Thalmann-Stp. 56

10020

27

Kennen Sie ein Unternehmen der Phonobranche, das acht Produktionsstätten in mehreren Erdteilen hat? Das in Sierra Leone, Honduras, Ghana und Formosa einen ebenso guten Service bietet, wie in 36 weiteren Ländern. Das Chassis für alle Ansprüche und Preisklassen anbietet. Angefangen von Miniwechslerchassis bis zu Plattenwechslerchassis. Ein Unter-Geräteteile selbst bis zum kleinsten, soviel Chassis werden. Es ist BSR, Hersteller von Plattenwechslerchassis. Unabhängig von jeglichen Zulieferern. BSR erfüllt jederzeit selbst die größten Aufträge. Und garantiert durch strenge Kontrollen immer dieselbe Qualität. Deutschland und der Kontinent werden demnächst vom BSR Werk Laatzen/Hannover beliefert. Auch Service und Reparaturdienst gehen von hier aus.



# BSR

der Welt größter Hersteller von Plattenwechslerchassis  
beliefert Kunden in 40 Ländern der Erde.  
BSR Laatzen/Hannover, Karlsruher Straße 14 Telefon: 861011, Telex: 0922632  
Hannover-Messe 1967, Halle 11, Stand 68

## AUS DEM INHALT

2. APRILHEFT 1967

gelesen · gehört · gesehen .....	236
FT meldet .....	238
Die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte .....	241
Rundfunk Reiseempfänger der Saison 1967/68 .....	242
Von Sendern und Programmen .....	245
Persönliches .....	245
Fernsehen Achtfach-Drehwähler zur Abstimmung von Fernseh-Diodentunern .....	246
Magnetton Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ für Netzanschluß ....	247
Elektronik-Ingenieur Zur Beurteilung der Lautsprecher-Qualität .....	249
High-Fidelity Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen	256
Meßtechnik PAL-Farbbalkensignal nach dem Regenbogengenerator-prinzip .....	257
Funknavigation Sekundärradar in der Flugverkehrskontrolle .....	261
„Radio-Cassette“ · Ein Reiseempfänger mit Cassetten-Ab-spielgerät .....	263
Verkehrswarnfunk · Ein Verfahren zur Erhöhung der Ver-kehrssicherheit und der Verkehrsleistung .....	264
Elektronik Gleichspannungswandler für Elektronenblitzgeräte ....	266
FT-Bastel-Ecke Tonbandgeräte-Endstufen als NF-Verstärker für Schall-plattenwiedergabe .....	268
Für Werkstatt und Labor .....	268
Elektronische Orgeln .....	269

Unser Titelbild: Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ von Philips (s. a. S. 247) Werkaufnahme

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 234, 239, 240, 251—254, 267, 271 und 272 ohne redaktionellen Teil



# TELEFUNKEN



Suchen Sie  
ein komplettes  
**Studio-Mischpult**, das so  
klein wie ein Stadtkoffer ist?  
Dann sehen Sie sich das  
**Studio-Mischpult »ELA A 110«**  
von **TELEFUNKEN** an.  
Wir führen Ihnen das Gerät  
gern vor.  
**Schreiben Sie uns bitte.**



Auf der  
Hannover-Messe  
Halle 11, Stand 52

**Studio-Mischpult »ELA A 110«:** 12 Eingänge · Schaltbar auf 6 Eingangskanäle · 1 Summenkanal · Die Ausrüstung umfaßt: Hoch-Tief-Entzerrer mit Präsenzfilter · Tongenerator · Tonmesser und Havarieschalter · Einrichtungen für Abhören, Vorhören, Kommando, Rücksprechen, Anschlußmöglichkeit für ein Lichtsignalgerät.  
Im Kofferdeckel sind eingebaut: 1. Lautsprecher für Vorhör / Abhörweg · 2. Netzanschlußstell · Maße: ca. 476 x 470 x 190 mm · Gewicht: ca. 23 kg.

Alles spricht für **TELEFUNKEN**

Bitte, senden Sie Informationsmaterial über  
das Studio-Mischpult »ELA A 110«

Name/Firma: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_ Eis 61

Nutzen Sie vom 19.1.-31.10.1967 die 10 %igen Sonderabschreibungen  
für bewegliche Wirtschaftsgüter

**TELEFUNKEN**  
Abteilung GVM/WB  
3 Hannover-Linden  
Göttinger Chaussee 76

# Klein, aber oho ... KATHREIN

Wenn Sie Antennen bauen, sollten Sie das Kombi-Stecksystem kennen. Sie müssen nicht! Aber es ist Ihr Vorteil, wenn Sie mit diesen Teilen arbeiten. Ihrem Mitbewerber, der das nicht tut, sind Sie eine Nasenlänge voraus.

Mit dem Kombi-Stecksystem können Sie bis zu acht Antennen zusammenschalten. Sie können Weichen und Verstärker kombinieren — einfach zusammenstecken — Sie können Einzelverstärker aufbauen

und Verstärker für Gemeinschaftsanlagen, und ... Und dazu sind diese Bauteile leicht aufzubauen (leichter geht's gar nicht mehr), und sie sind preisgünstig (vergleichen Sie einmal).

Sie sehen schon, wenn Sie Antennen bauen, müßten Sie eigentlich das Kombi-Stecksystem kennen. Kombi-Steck von KATHREIN. Denn ... mit Kombi-Steck geht's! Schnell und einfach, und preiswert! Fragen Sie nach Unterlagen!

Wir stellen aus:

Messe Hannover, Halle 11 Stand 40, Halle 15 Stand 1911



KATHREIN

**A.KATHREIN ROSENHEIM**

Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

## Kombi STECK



020 J



gelesen · gehört · gesehen



### Neue Wega-Fernsehgeräte

Das Fernsehempfängerprogramm 1967 von Wega enthält drei neue 59-cm-Geräte, von denen zwei mit dem gleichen Chassis ausgerüstet sind. Technisch unterscheiden sie sich nur durch die Anordnung des Lautsprechers; beim „Wegavision 761“ ist er seitlich angebracht, während er beim „Wegavision 762“ nach vorn strahlt. Das Luxusgerät „Wegavision 764“ mit Schleiflackfront und durchgesteckter Bildröhre hat getrennte Tuner für VHF und UHF, denen jeweils vier Stationstasten zugeordnet sind. Alle neuen Modelle haben eine Befestigungsmöglichkeit für den neuen Drehfuß „700“, der auf Wunsch mitgeliefert wird.

### Universell verwendbare Automatik-Autohalterungen

Die Blaupunkt-Automatik-Autohalterungen mit Batterie-, Antennen- und Lautsprecheranschluß passen für alle Blaupunkt-Autokoffer des Baujahres 1967. Durch Umsetzen des Anschlußkastens, der mit nur vier Schrauben befestigt ist, kann die Halterung dem jeweiligen Autokoffer angepaßt werden. Entsprechende zusätzliche Befestigungslöcher sind vorhanden.

### Automatik-Tonbandgerät „TK 240 Automatik“

Das neue Viertelspur-Automatik-Tonbandgerät „TK 240 Automatik“ von Grundig (Bandgeschwindigkeiten 9,5 und 4,75 cm/s) entspricht im Aussehen und der Technik dem Halbspurgerät „TK 220 Automatik“. Seine Regelautomatik zur richtigen Einstellung des Aufnahme-Aussteuerungsgrades trägt erheblich zum Gelingen guter Aufnahmen bei. Playback-Aufnahmen sind mit einem zusätzlichen Abhörverstärker „229“ möglich. Für gute Wiedergabequalität sorgen eine 4-W-Endstufe und zwei eingebaute Lautsprecher.

### Bus-Anlagen von Blaupunkt

Für die Verwendung in Kleinbussen, Reisebussen, Linienbussen, Straßenbahnen, Fahrgastschiffen im Linien- und Rundfahrtverkehr liefert Blaupunkt Bus-Anlagen unterschiedlicher Ausstattung und Leistung. Diese Anlagen sind ausnahmslos in Alltransistor-technik aufgebaut.

Die Kleinbus-Anlage „Ulm“ besteht aus dem Autoempfänger „Frankfurt“ oder „Köln“ und einem Mikrofon-Vorverstärker „Ulm“, der zwischen Empfangsteil und Endstufe des Autoradios geschaltet wird. Die

Kleinbus-Anlage ist umschaltbar für 6- und 12-V-Betrieb beliebiger Polarität. Für 24-V-Betrieb ist ein elektronischer Spannungsteiler lieferbar.

Kernstück der Sprechanlage „Kassel“ ist ein 15-W-Verstärker. Die große Ausgangsleistung läßt den Anschluß von maximal acht Innenlautsprechern, einem Außenlautsprecher und einem Kontrolllautsprecher zu. Für den Anschluß von Mikrofonen sind zwei getrennt regelbare Eingänge vorhanden; einer der Mikrofoneingänge hat Vorrang. Die Sprechanlage ist umschaltbar für 12- und 24-V-Betrieb beliebiger Polarität.

Die Großbus-Anlagen „München“ bestehen aus einem 15-W-Verstärker und einem auf einer gemeinsamen Frontplatte untergebrachten Rundfunk- und Bedienungsteil (drei in den Empfangsbereichen unterschiedliche Ausführungen lieferbar). Ein Blaupunkt-Autotonbandgerät „I“ oder andere handelsübliche Tonbandgeräte beziehungsweise Plattenspieler lassen sich anschließen. Universelle Einsatzmöglichkeiten der Anlagen sind durch die Umschaltbarkeit auf 12- und 24-V-Betrieb beliebiger Polarität gewährleistet.

### Erste farbtüchtige Magnetbildaufzeichnungs-Anlage beim WDR

Der Westdeutsche Rundfunk hat Anfang März 1967 in den Laboratorien der RCA in Zürich als erste deutsche Rundfunkanstalt eine farbtüchtige Magnetbildaufzeichnungs-Anlage von Typ „TR 70“ abgenommen. Diese Anlage ist eines der ersten betriebsreifen Modelle der Firma für das PAL-Colorverfahren. Alle bisher im Farblabor des WDR angestellten Versuche zur Aufzeichnung von Farbfernsehsignalen wurden auf einer labormäßig umgerüsteten älteren Anlage unternommen. Die Maschine wurde erstmalig vom 13.-15. März in den Studios von Philips in Eindhoven/Holland bei der elektronischen Farbproduktion des WDR „Kleine Coloraturen“ eingesetzt.

### Farbbildgeber „957“

Der voll transistorisierte Farbbildgeber „957“ des Technischen Laboratoriums Klaus Heucke GmbH ist zur objektiven Kontrolle und zum Abgleich von Farbempfängern bestimmt. Die Prüfsignale sind so gewählt, daß sich alle Arbeiten ohne besondere zusätzliche Geräte nur mit dem Bildschirm des Farbempfängers als



gelesen · gehört · gesehen



Indikator durchführen lassen. Das Gerät liefert acht verschiedene Schwarz-Weiß- und Farbbild-Muster, die sowohl in der Videolage als auch in der HF-Lage entnommen werden können.

#### Wobbelgenerator und Meßsender „VS-40“

Der voll transistorisierte Signal- und Wobbelgenerator „VS-40“ von *Texscan* (Deutsche Vertretung: *Knott Elektronik GmbH*) hat einen Abstimmbereich der Mittenfrequenz von 1 bis 300 MHz bei einem kontinuierlich veränderbaren Wobbelhub von 0,2 bis 300 MHz. Das Gerät arbeitet mit zwei elektronisch linear gewobbelten Oszillatoren, Kleinsignalmischung und einem geregelten 300-MHz-Breitbandverstärker, der das Signal auf eine Ausgangsspannung von 0,5 V verstärkt. Im HF-Ausgang liegt ein Eichteiler, der sich von 0 bis 6 dB kontinuierlich und von 0 bis 102 dB in 1-dB-Stufen verändern läßt. Zur genauen Frequenzbestimmung enthält der „VS-40“ ein Schwebungs-Frequenzmarkensystem, das mit acht steckbaren quarzstabilisierten Frequenzmarkengebern bestückt werden kann.

#### Supersoffitte GL 90

Die neue Glimmlampe GL 90 von *Philips* besteht aus einem zylindrischen Glasröhrchen von 6 mm Durchmesser und 28 mm Länge, das an den Enden durch eine Glas-Metall-Verbindung mit je einer dünnen Metallscheibe (7,5 mm × 7,5 mm × 0,3 mm) abgeschlossen wird. Diese Metallscheiben aus korrosionsbeständigem Material stellen den elektrischen Kontakt nach außen her. Im Innern der Soffitte ist jede Metallscheibe mit einer halbzylinderförmigen Elektrode verbunden, die praktisch die gesamte Innenfläche ausfüllt. Hierdurch ergibt sich eine fast 100%ige leuchtende Länge im Gegensatz zu den bisher üblichen Lampen mit ein- oder zweiseitigen Glas-Draht-Einschmelzungen, die nur zu etwa 60 % ausleuchten.

#### Miniatr-Trimmpotentiometer

*TWK-Elektronik Kessler + Co.*, Düsseldorf, liefert ein Miniatr-Trimmpotentiometer mit 12 mm Ø für gedruckte Schaltungen, das luftdicht gekapselt ist. Es hat einen seitlichen Feintrieb 4:1 und eine Markierung, die die Schleiferstellung anzeigt. Das Potentiometer ist mit Drahtwiderständen (10 Ohm ... 4,7 kOhm, 0,5 W) oder mit Schichtelementen (1 bis 220 kOhm, 0,25 W) erhältlich.

Die zulässige Betriebstemperatur beträgt  $-55 \dots +125^\circ\text{C}$ .

#### Neuartiges Schaltbrett für Versuchsschaltungen

Bei einem neuartigen Schaltbrett zum Aufbau von Versuchsschaltungen, das von *Howard Electronic Industries Ltd.*, London, hergestellt wird, kann das Ein- und Auslöten von Bauelementen vollkommen entfallen. Die Grundaussführung des Schaltbretts kann 876 Anschlüsse aufnehmen. Es enthält eine Vielzahl von mit 12 Nuten versehenen Messingbolzen, die durch besonders geformte Gummimanschetten in Bohrungen festgehalten werden. Der Schaltungsaufbau wird dadurch bewirkt, daß man die Anschlußdrähte der Bauelemente in eine der Nuten eines Bolzens einlegt, wodurch die Notwendigkeit einer Lötverbindung entfällt. Es lassen sich Bauelemente mit Anschlußdrahtlängen bis herab zu 12,7 mm und Drahtdurchmessern zwischen 0,31 und 1,22 mm verwenden.

#### Größte Dolmetsch-Übungsanlage Europas

Im Auslands- und Dolmetscherinstitut der *Johannes-Gutenberg-Universität Mainz* in Gernersheim hat *Siemens* die bisher größte in Europa gebaute Dolmetsch-Übungsanlage eingerichtet. Sie umfaßt eine Verstärkeranlage für das Auditorium Maximum und zwei Dolmetsch-Einrichtungen, und zwar eine drahtlose Anlage mit sechs Kanälen und zehn Kabinen sowie eine drahtgebundene mit 24 auf zwei Übungsräume verteilten Kabinen. Außerdem wurde ein Sprachlabor mit 54 Studenten- und zwei Dozentenplätzen eingerichtet.

#### Schulfernsehen für Londoner Schulen und Colleges

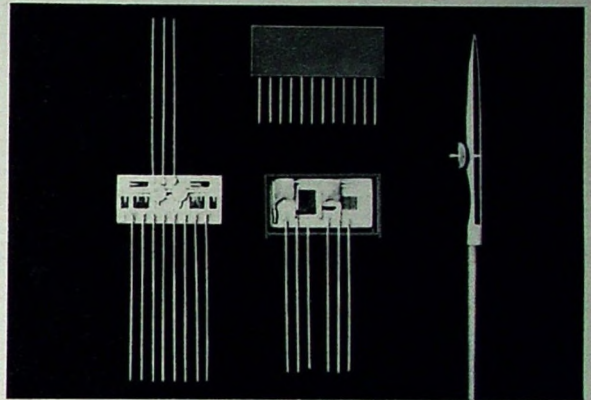
*Marconi* liefert zur Zeit die erste Studioeinrichtung für einen Schulfernsehdienst, der 1300 Schulen und Colleges erfassen soll. An der *Laycock-Schule* in Islington richtet die *Inner London Education Authority* dafür ein Schulfernsehzentrum ein, das zunächst zwei Studios erhalten wird. Der erste Teil des Londoner Schulfernsehsystems wird in Kürze betriebsbereit sein; Sendungen werden jedoch erst ab September 1968 erfolgen, wenn die Kabelverbindungen zwischen den Schulen und dem Zentrum fertiggestellt sind. In den Ausbaubau soll das Kabelnetz das Gesamtgebiet von Groß-London bedecken und acht Kanäle übertragen, von denen zwei BBC 1 und ITV vorbehalten bleiben.



**ERNST ROEDERSTEIN**

## Alles in einer Hand: FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN

## Alles mit einem Griff: DICKSCHICHT- SCHALTUNGEN



### Alles in einer Hand:

Für die fortschreitende Integrierung ist es besonders wichtig, von einem Gesamtprogramm auszugehen, das ebenso die aktiven wie die passiven Bauelemente einschließt. Die breite Basis der FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN schuf die Voraussetzung, Miniatur-Bausteine mit diskreten Bauteilen zu entwickeln und die hierbei gesammelten Erfahrungen auf deren Weiterentwicklung unter Verwendung von Hybrid-Dickschicht-Schaltungen zu übertragen.

### Alles mit einem Griff:

Es ist längst bekannt, welche große Vorzüge aus der Verwendung von integrierten Schaltungen für eine rationelle Fertigung resultieren.

Weitere Vorteile sind:

- raumsparender Einbau
- hohe Zuverlässigkeit
- geringe Wartung
- vielfältige Kombinations-Möglichkeiten

### Kombinationen

1. Gedruckte Schaltung — Integration der Leiterbahnen
2. Zusätzlich Widerstandsschichten
3. Zusätzlich Kondensatoren

Jede dieser drei Stufen kann zusätzlich mit diskreten Halbleitern kombiniert werden (z. Zt. optimale Technik der integrierten Hybridschaltung).

Ausführliche Unterlagen senden wir auf Anfrage.



**ERNST ROEDERSTEIN**

SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN G-M-B-H

8300 LANDSHUT/BAYERN

Ludmillastraße 23-25 · Postfach 582/89 · Telefon 30 85

# Silizium-Verstärker-Baugruppen

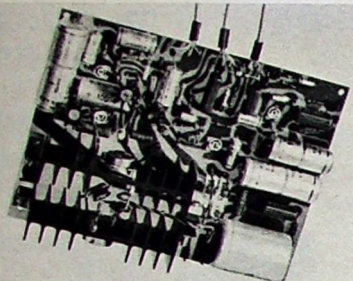
von S. WIRSUM, Leiter des RIM-Labors.

Eine leichtverständliche Anleitung zum Selbstbau eines 30/40-Watt-Mono-Mischverstärkers und eines 30+30-Watt-Stereo-Verstärkers in Silizium-Transistortechnik nach dem Baugruppenprinzip, mit Schaltplänen und Leiterplattenentwürfen. Eine moderne Bauanleitung von A-Z für Amateure und Pädagogen, die schon die gedruckte Leiterplatte selbst anfertigen wollen.

Format: 14,8x21 cm (DIN A 5), 40 Seiten mit Schalt-

skizzen, Umschlag zello-

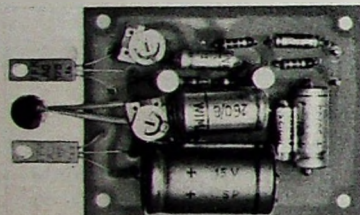
phanier, mit 3 Plänen DIN A 3 u. 2 Plänen DIN A 4.



So sieht der 30/40-Watt-Transistor-Verstärker mit getrennter Höhen- und Baßregelung aus.

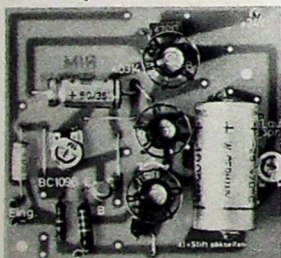
Preis der Broschüre: DM 5,60. Nachnahme Inland DM 7,—

Aus dem Inhalt: 30/40-Watt-Silizium Verstärker-Baugruppe mit getrennter Höhen- und Baßregelung und einstufiger Endstufe zum Anschluß von Plattenspielern, Rundfunkempfänger, Tonbandgerät. Mit Abgleichanweisung und Plan zur Anfertigung der gedruckten Leiterplatte. Mikrofon- und Entzerrer-Vorverstärker-Baugruppen. Mono- und Stereo-Transistorverstärker „nach Maß“ mit Baugruppen-Kombinationsbeispielen. Interessante RIM-NF-Baugruppen in Germanium- u. Silizium-Transistortechnik. Einzelheiten in der erweiterten RIM-Bausteinbibliothek. Schutzgebühr DM 3,50. Nachn. Inland DM 5,20. (Nachtrag 1/67 RIM-Bausteinbibliothek Stand 1. 4. 67, ca. 20 Stk., einschl. Porto DM 1,50. Bitte aus Kostengründen in Briefmarken einsenden.)



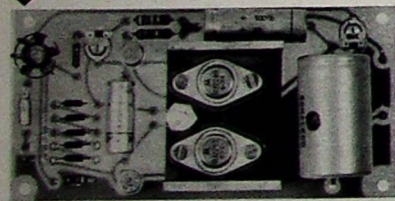
**Type „NF 1000-II“**  
Ausgangsleistung: ca. 2 W  
Ausg.-Impedanz: 4  $\Omega$   
Frequenzb.: 60–15000 Hz  
Stromversorg.: 10–12 V  
Maße: 70 x 55 x 40 mm  
betriebsfertig DM 29,80

Ausgangsleistung: ca. 3 W  
Ausg.-Impedanz: 4–5  $\Omega$   
Frequenzb.: 30–30000 Hz  $\pm$  3 db  
Stromversorg.: 24 V/200 mA  
Maße: 80 x 75 mm  
Einb.-Höhe ca. 30 mm  
Bausatz DM 29,80  
betriebsfertig DM 37,50



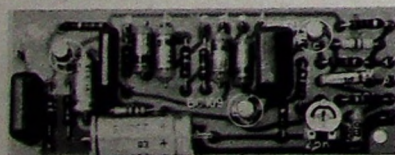
**Type „SI 2000 TR-X“**

**Type „RB 6“**  
Ausgangsleistung: 6 W. Musikleq.  
8 W. Frequenzb.: 20–20000 Hz  $\pm$  3 db.  
Stromversorg.: 24 V/0,35 A. Ausg.-  
Impedanz: 5–8  $\Omega$ . Maße: 155 x 75 mm.  
Einb.-Höhe: 35 mm.  
Bausatz DM 78,—  
betriebsfertig DM 89,80



## Silizium-Klangregel-Baustein

„KL 1000-X“  
Kombinierbar mit 3-W- oder 6-W-Verstärkerbaueinheiten. Regelbereiche: Höhen- u. Tiefenregler. Eing.-Impedanz: ca. 100 k $\Omega$ . Ausg.-Impedanz: ca. 10 k $\Omega$ . Stromversorg.: 18–32 V, ca. 10 mA. Maße: 100 x 40 mm. Einb.-Höhe: 20 mm. Bausatz DM 29,80  
betriebsfertig DM 37,80



**RADIO-RIM**

8 MÜNCHEN 15.

Tele. (08 11) 55 72 21

Abt. F. 2, Bayerstraße 25

FS: 52 8166 rarim d

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

## Grundig-Gruppe in Frankreich

Die Grundig-Gruppe hat die Aktienmajorität der Ets. Consten S. A., Courbevoie/Paris, erworben. Ab sofort wird die Firma, die ein Grundkapital von 4 Mill. frf. besitzt, in Grundig France umbenannt. Das Unternehmen vertreibt in Frankreich Grundig-Rundfunk-, Fernseh-, Tonband- und -Diktiergeräte. Filialen bestehen in Paris, Straßburg, Lyon, Marseille und Toulouse, jedoch soll das Vertriebsnetz schnell erweitert werden.

## Philips übernimmt

Aktienmehrheit der Pye-Gruppe  
Wie die Firma Pye, Cambridge, England, vor kurzem mitteilte, hat der Philips-Konzern die Aktienmehrheit der Pye-Gruppe übernommen. Die Firma wird jedoch als getrenntes Unternehmen mit eigener Entwicklung und Produktion sowie eigenem Verkauf weitergeführt.

## Neue Fertigungsstätte für Farbfernseher

In Ulm geht der Bau einer neuen Fabrik von AEG-Telefunken, die für die Produktion von Bildröhren für Farbfernseherempfänger bestimmt ist, seiner Vollendung entgegen. In Anlehnung an die in Ulm bereits bestehende Röhrenfabrik des Unternehmens, die aber keine Erweiterungsmöglichkeiten mehr bot, wird die neue Fabrik als Zweigbetrieb des Fachbereiches „Röhren“ im Ulmer Industriegelände Donaual errichtet. In der ersten Ausbaustufe umfaßt die in Fertigteil-Bauweise errichtete Fabrik 12 500 m<sup>2</sup>. Sie besteht aus einer zweigeschossigen Fertigungshalle und einem Betriebsgebäude.

## Heinzinger mit eigenem Vertrieb

Seit Januar 1967 hat die Firma J. Heinzinger, München, den Vertrieb ihrer stabilisierten Nieder- und Hochspannungsnetzgeräte selbst übernommen, die bis zu diesem Zeitpunkt von der EAI Electronic Associated GmbH vertrieben wurden.

## Preisbindung für Grundig-Autoradios

Die Grundig-Werke haben am 13. März die Preisbindung für Autoradios eingeführt. Der Vertrieb erfolgt über den Rundfunk-Fachhandel und auch über Betriebe der Autobranche, die die Voraussetzungen für den Verkauf und Einbau von Autoradios er-

füllen. Zum gleichen Zeitpunkt führte Grundig einen Austauschdienst ein, durch den während der Garantiezeit versagende Geräte kostenlos, danach gegen eine Gebühr von 25 DM ausgetauscht werden.

## Professoren-Konferenz in Ulm

Auf der alljährlich im Ulmer Anlagen-Werk der AEG-Telefunken stattfindenden Professoren-Konferenz trafen vom 13. bis 15. März 1967 wieder Professoren und Dozenten der Technischen Hochschulen zusammen, mit denen das Unternehmen im Rahmen seiner Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik eng zusammenarbeitet. Auf der Grundlage zahlreicher Referate diskutierten die Wissenschaftler ihre neuesten Erkenntnisse mit den Forschern und Ingenieuren von AEG-Telefunken. Besichtigungen von technischen und wissenschaftlichen Einrichtungen ergänzten die Tagung, die unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Werner Nestel stand.

## Auszeichnung für Nordmende-Rundfunkempfänger „spectra-phonie“

Mit dem „Für-Sie-Prüfsiegel“ des Jahreszeiten-Verlags, Hamburg, wurden die „spectra-phonie“-Rundfunkempfänger von Nordmende ausgezeichnet. Das Prüfsiegel wird im Rahmen von Neuentwicklungen für Gebrauchsgüter verliehen.

## Marktforschung für Plattenspieler

Der Verkaufsleiter der britischen Plattenspielfirma BSR Ltd., Mr. Garth Wooldridge, hält sich seit Anfang März zu einem sechsmonatigen Besuch in der Bundesrepublik auf, um vom Büro der Firma in Hannover aus intensive Marktforschung im EWG-Raum zu betreiben.

## Elektronik-Ausstellungen im US-Handelszentrum

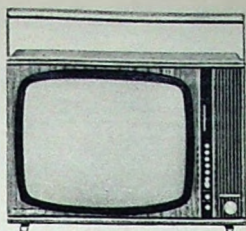
Das US-Handelszentrum Frankfurt a. M. setzt seine Elektronik-Ausstellungen im Mai und Juni 1967 fort: Vom 8. bis 12. Mai werden Mikrominiatur-Schaltungen und Bauteile gezeigt und vom 19. bis 24. Juni Geräte und Systeme für Telemetrie und Fernsteuerung. Den Ausstellungen sind Fachtagungen angeschlossen, auf denen Ingenieure amerikanischer Entwicklungsfirmen Vorträge in deutscher Sprache halten werden.



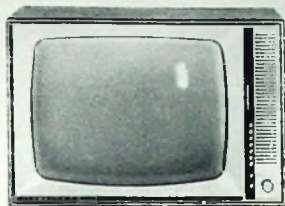
25. Große Deutsche Funk-Ausstellung 1967 Berlin  
25. Aug. – 3. Sept.

## Farbfernsehsendungen

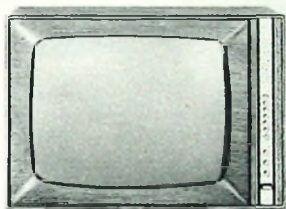
Das Farbfernsehen beginnt in Deutschland offiziell mit der Eröffnung der Funkausstellung am 25. August 1967, die gemeinsam von der ARD und dem ZDF in Farbe übertragen wird. Während der Öffnungszeit der Ausstellung strahlt der SFB im Kanal 39 ein farbiges Demonstrationsprogramm aus, zu dem ARD und ZDF Programmteile liefern. Ein Teil dieses Farbprogramms soll gegebenenfalls auch nach Westdeutschland übertragen werden, um dort den Händlern die Möglichkeit zu geben, Farbempfänger vorzuführen. Im Abendprogramm der ARD sind folgende Farbsendungen vorgesehen: „Gala-Abend der Schallplatte“, „Berliner Melodien“, „Beat Club“, „Das kleine Teehaus“, „Es muß nicht immer Schlager sein“, der „Blaue Bock“, die „Schaubude“ und „Musik aus Studio B“. Das ZDF wird unter anderem den „Goldenen Schuß“ in Farbe senden.



LOEWE P 731



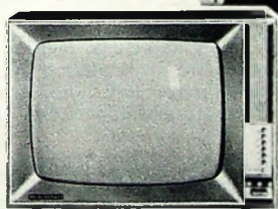
LOEWE F 701



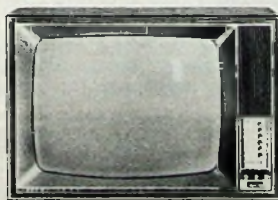
LOEWE F 705



LOEWE F 707



LOEWE F 703



LOEWE F 714

BERLIN/WEST  
KRONACH/BAYERN  
DUSSELDORF

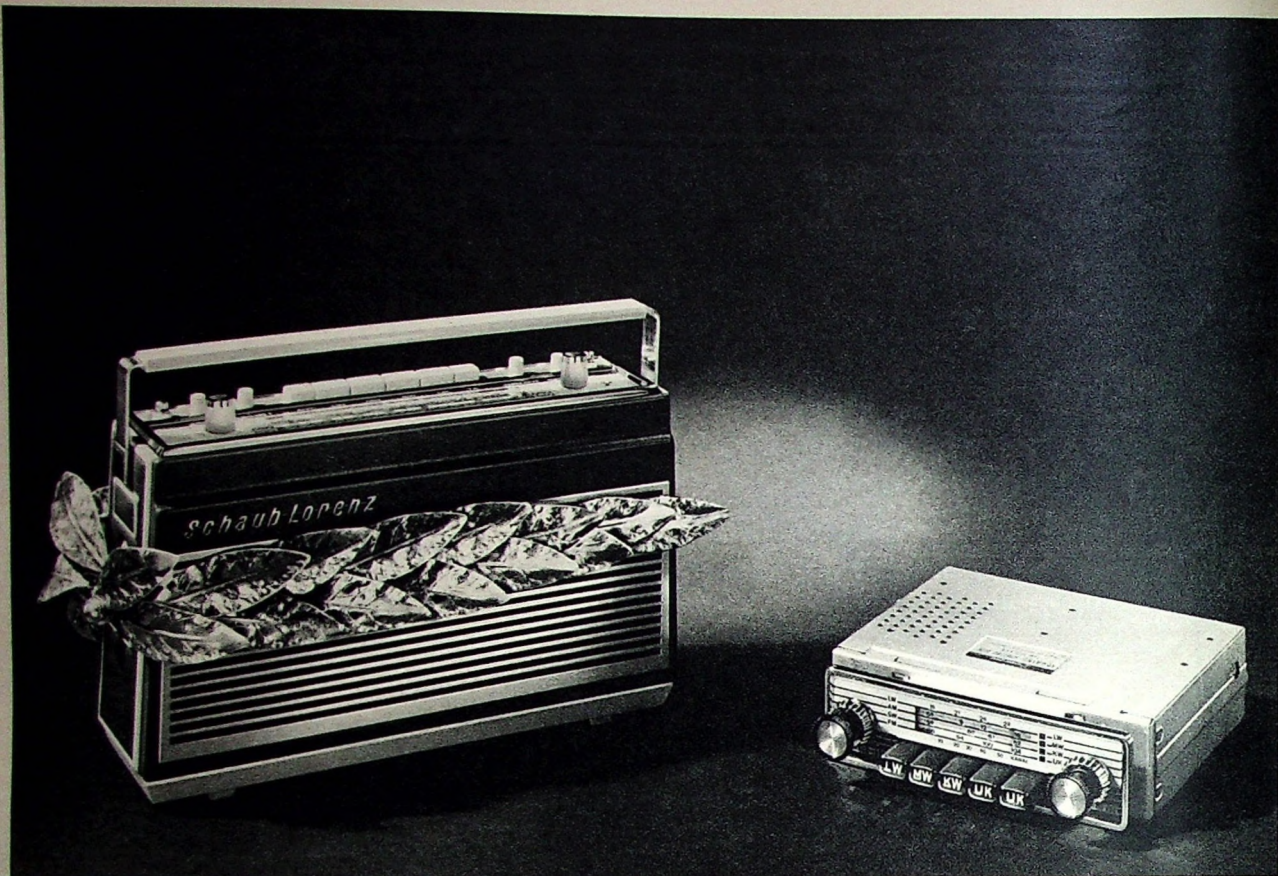
LOEWE  OPTA

**Treffpunkt der  
Fernsehgeräte-Bestseller 1967/68:  
Hannover, 29.4.-7.5. 1967,  
Halle 11, Stand 34**



**Wir freuen uns  
auf Ihren Besuch**

LOEWE  OPTA



**Wir ruhen nicht auf  
unseren Touring-Lorbeeren  
aus...**

Der Touring verdient sich seine Lorbeeren Tag für Tag neu. Seit Jahren ist er Deutschlands meistgekauftes Koffergerät. Berühmt für seinen Klang. Berühmt für seine Qualität und seine Vielseitigkeit.


Jetzt bieten wir Ihnen einen zusätzlichen Touring-Erfolg: Touring-Special 303 und 606, die neuen Autosuper von Schaub-Lorenz. Hergestellt mit den langjährigen Erfahrungen im Bau von Millionen Transistorgeräten. Autosuper, die durch den berühmten Namen „Touring“ bereits vorverkauft sind. Und schon das Kaufinteresse vieler Autobesitzer geweckt haben. Das beweist das große Echo, das unsere Anzeigen in der Motorfachpresse ausgelöst haben.

**Und das ist das Besondere:** Die neuen Touring-Special wurden entwickelt mit den modernen Erkenntnissen der Raumfahrt-

Elektronik: Kompaktbauweise, Dünnschichttechnik, Silizium-Planar-Transistoren und Tantalkondensatoren. Dadurch sind die Touring-Special stoßsicher, störungsfrei und unempfindlich gegenüber Witterungs- und Temperatureinflüssen. Beweis genug für neue Touring-Lorbeeren?

**Mit 4 verschiedenen Typen führen Sie ein komplettes Autosuper-Programm:** *Touring-Special 303* mit 3 Wellenbereichen; *Touring-Special 606* mit 4 Wellenbereichen, UKW-Abstimmautomatik, 5 Stationstasten. Beide Geräte mit separater Phono-schaltung, dadurch kann ein Kassetten-Tonbandgerät vom Autosuper aus bedient werden.

*Car Radio CR 101* mit MW und LW; *Car Radio CR 202* mit UKW und MW. — Alle Schaub-Lorenz Autosuper lassen sich schnell und ohne großen Arbeitsaufwand in jeden Kfz-Typ einbauen.

 **SCHAUB-LORENZ**

Fernsehen — Rundfunk — Phono



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte

Die charakteristischen Forderungen an elektronische Geräte werden durch die physikalische Entwicklung und mit Hilfe neuer Technologien immer mehr erfüllt. Jeder Fertigungsanlauf eines neuen Gerätes oder jedes neue Verfahren birgt jedoch auch eine unbekannte Größe hinsichtlich der Lebensdauer und Zuverlässigkeit im Betrieb; bis zur Reife vergeht immer eine gewisse Zeit.

Die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte ist nicht nur von wirtschaftlicher Bedeutung, sondern eine möglichst große Zuverlässigkeit ist für manche Anwendungszwecke eine unabdingbare Voraussetzung. So hängen schon heute und noch mehr in der Zukunft das Funktionieren und die Sicherheit des Verkehrs sowie der Ablauf anderer Vorgänge des täglichen Lebens besonders auch von der Zuverlässigkeit elektronischer Geräte ab. Dabei darf aber keinesfalls übersehen werden, daß gerade die Anwendung elektronischer Geräte mit ihrer schon von Hause aus sehr großen Zuverlässigkeit oft erst das Erreichen des erstrebten Ziels einer Verbesserung bisheriger Verhältnisse ermöglicht. Das Risiko eines tödlichen Unfalls bei der Verwendung automatischer Flugregelsysteme für die Landung von Flugzeugen wird beispielsweise nicht unter zehn Millionen Landungen liegen.

Jede auch noch so geringe Erhöhung der Zuverlässigkeit über ein bestimmtes Maß hinaus ist gewöhnlich mit großem Aufwand verbunden. Je nach Verwendungszweck der elektronischen Geräte ist deshalb eine Abstufung des Zuverlässigkeitsgrades durchaus vertretbar.

Bei einer entsprechenden Klassifizierung ist für Anlagen zur Sicherung von Menschenleben wohl stets der höchste Zuverlässigkeitsgrad zu fordern; es folgen dann automatische Betriebsanlagen, Betriebsgeräte und schließlich erst Konsumgeräte.

Statistische Untersuchungen bestätigen, daß in der Praxis bereits ähnliche Verhältnisse vorhanden sind. Unter anderem wurden für kommerzielle Funkbetriebsanlagen störungsfreie Zeiten bis zu 400 000 Stunden ermittelt. Für komplizierte Geräte der Gruppe Unterhaltungselektronik wie Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger oder größere Tonbandgeräte können die Hersteller heute eine mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen von über 2000 Stunden garantieren. Für Digital-(Prozeß-)Rechner werden ähnliche Werte angegeben, wenn auch die Betriebssicherheit für die Gesamtheit automatisierter Anlagen infolge der weniger zuverlässigen Meßfühler geringer ist.

Übliche Methoden für das Erreichen einer größtmöglichen Zuverlässigkeit sind etwa folgende:

Sinngemäße Schaltungsentwicklung und Konstruktion der Geräte unter möglicher Herabsetzung des elektrischen Leistungsbedarfs (Transistorisierung).

Auswahl geeigneter Bauelemente, die nach DIN 40040 in Güte- oder Anwendungsklassen eingeteilt sind, wobei die untere und obere Grenztemperatur, die zulässige Feuchtebeanspruchung, die allgemeine Betriebszuverlässigkeit sowie die mechanische und klimatische Beanspruchung von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Weitgehende Verminderung der stets kritischen Verbindungsstellen

zwischen den einzelnen Bauelementen mit Hilfe gedruckter Schaltungen und mehr noch durch Verwendung integrierter Schaltungen.

Eingehende Lebensdauerprüfung von Baueinheiten oder Geräten und Anlagen bei Nachbildung der Umwelteinflüsse; ihre Auswertung ergibt für die vorstehend genannten Maßnahmen wichtige Schlußfolgerungen. Ein zusätzlicher weiterer Weg zum Erhöhen der Zuverlässigkeit, der in neuerer Zeit stärker in den Vordergrund rückt, ist die Anwendung arbeitspsychologischer Methoden in der Fertigung zwecks Vermeidung dabei auftretender möglicher Fehler. Bei allen manuell geleisteten Arbeiten können Fehler vorkommen. Mit Hilfe der Arbeitspsychologie will man sie ganz oder zumindest weitgehend ausschalten und spricht im Hinblick hierauf seit 1962 im anglo-amerikanischen Bereich von „zero defects“. Fehleranalysen führten zur Erkenntnis, daß in letzter Konsequenz Fehler in der manuellen Fertigung immer auf zwei elementare Ursachen zurückgeführt werden können, und zwar auf Mangel an Kenntnissen und Mangel an Aufmerksamkeit. Kenntnisse müssen durch Training und laufende Unterrichtung vermittelt werden. Absolute Aufmerksamkeit, wie sie zum Beispiel im Verkehr als selbstverständlich vorausgesetzt wird, ist auch im Produktionsprozeß unerlässlich. Die arbeitspsychologischen Methoden zielen nun auf eine Korrektur der Geisteshaltung jedes einzelnen Mitarbeiters ab. Der Erfolg wird durch statistische Kontrollen beobachtet. Eine Richtzahl ergibt sich beispielsweise, wenn man die Fehleranzahl je Tag und Mitarbeiter mit der täglichen Arbeitszeit multipliziert und dieses Ergebnis durch die Anzahl aller Mitarbeiter und die Gesamtzahl der Arbeitsstunden teilt.

Für besonders wichtige Anwendungsfälle elektronischer Geräte führt die Absicherung gegen Ausfall kritischer Elemente durch Anwendung von Redundanz zu einer weiteren Zuverlässigkeitserhöhung. Elektronische Geräte enthalten meistens sehr viele Bauelemente. Im Störfall muß oft eine komplizierte Fehlerortung erfolgen, und nicht einwandfreie Bauteile oder -gruppen müssen ausgewechselt werden. Demgegenüber arbeitet die Natur im allgemeinen mit einem „Bauteile“-Überschuß, das heißt, die  $n$ -fache Anordnung von Zellen sowie die paarige Anlage vieler Organe des Menschen und der Tiere zum Stoff-, Energie- und Nachrichtenumsatz erhalten die Funktion bei Ausfall eines Zellenteils, Organs oder Organteils aufrecht. Für technische Systeme ist diese Redundanz unter entsprechendem Mehraufwand ebenfalls möglich. Es gibt zwei Lösungen: die freie Redundanz (Parallelschaltung mit und ohne Querverbindungen der einzelnen Stränge) und die geschaltete Redundanz (im Störfall schalten sich Parallelsysteme automatisch ein und übernehmen die Funktion bei gleichzeitigem Abschalten des fehlerhaften Systems). Die Überbestückung im Falle der freien Redundanz setzt die Ausfallrate einer Baugruppe hauptsächlich am Anfang der Betriebszeit herab; legt man einem Netzwerk ein zweites heißes Netzwerk parallel, dann ist der Aufwand zweimal, die mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen jedoch nur anderthalbmal so groß. Im Falle der geschalteten Redundanz kommt es darauf an, wie der Ausfall signalisiert und repariert werden kann. Erstrebenswert ist die automatische Reparatur, jedoch ist schon die Möglichkeit einer schnellen manuellen Auswechslung von Baugruppen von manchem Nutzen.

E. Fendler

# Reiseempfänger der Saison 1967/68

## Krisenfeste Rundfunkportables

Seit Jahren gehören Kofferempfänger vom Taschengerät bis zum Luxusuper mit bis zu 15 KW-Bereichen zu den Bestsellern der Rundfunkbranche. Hierfür gibt es zahlreiche Gründe. In mehr als 18 Millionen Haushalten findet man heute Rundfunkempfänger, und zwar neben dem Hauptgerät im Wohnzimmer sehr oft noch Rundfunk-Zweitempfänger, und wie die Statistik zeigt, gibt es sogar zahlreiche Dritt- und Viertgeräte. Dabei handelt es sich vielfach um Rundfunkportables, denn sie erleichtern den Rundfunkempfang unterwegs, wo es immer sein mag: im Hotel, im Urlaub oder im Auto. Viele Familien bevorzugen außerdem Koffergeräte im Kinderzimmer, in der Küche usw., denn sie lassen sich bequem von Raum zu Raum transportieren, benötigen keine zusätzlichen Antennen und sind sofort spielbereit.

Dem allgemein großen Interesse am Rundfunkportable kommt die Industrie mit einem vielseitigen Angebot und in Preis, Leistung und Ausstattung entgegen. Führende Hersteller haben bis zu einem Dutzend Reisesuper im Programm 1967. Für jede Verwendungsart, für jeden Geschmack und auch für jeden Geldbeutel gibt es passende Geräte. In dieser Saison wurde auf verschiedene Sonderanwendungen noch mehr Rücksicht genommen als bisher. Der Tonband- und Tonabnehmeranschluß konnte sich weiter durchsetzen, ein Fortschritt, der im Zusammenhang mit Batterie-Plattenspieler und Cassetten-Tonbandgeräten steht.

Bei einer kritischen Betrachtung des Marktes fällt der zunehmende Absatz des traditionellen Autosupers auf, dessen neue Konstruktionstechnik viele Vorteile bietet und der auch in schlechten Empfangslagen eine gute Empfangsleistung hat. Im Zusammenhang damit sind alle Verbesserungen des Rundfunkportables in der Ausführung als Universalgerät von Interesse. So ist bei einigen neuen Reisesupern die erhöhte Empfangsleistung durch Mesa-Transistoren in der HF-Stufe bemerkenswert. Aber auch in den anderen Empfängerstufen werden immer mehr Mesa-Transistoren verwendet. Dadurch kommt man zu rauschärmerem Empfang und zu besserer Trennschärfe. In der Luxusklasse wurde unter anderem die automatische UKW-Nachstimmung weiterentwickelt. Sie hat jetzt einen zusätzlichen Transistor-Gleichspannungsverstärker, mit dem man einen engeren Halte- und Fangbereich erreicht. Das ist besonders wichtig, wenn man bei den sich häufig ändernden Empfangsbedingungen im Auto einen weniger starken UKW-Sender empfangen will, der neben dem Orts- oder Regional-sender liegt.

Andere Geräte zeigen noch weitere Vereinfachungen der Stationswahl. Die elektronische Sendersuchautomatik – man kennt sie seit Jahren in Spitzenempfängern des Heimgeräte- und Autosuperangebots – wurde in der neuen Saison auch bei Universalsupern eingeführt. Die Stationswahl durch Druck auf die Sendersuchstaste ist für den Autofahrer eine

große Annehmlichkeit, aber auch für Heimempfang sehr bequem. Bei einigen Modellen gibt es ferner bei der Tonabnehmertaste keine Kompromisse mehr. Bisher mußte man bei bestimmten Geräten für TA-Übertragung zwei Tasten drücken, die einzeln für andere Zwecke bestimmt waren. Für die Ein- und Ausschaltung dieser Geräte stand dann eine besondere Drucktaste zur Verfügung. Jetzt geht man in einigen Fällen einen anderen Weg. Man ordnet eine besondere Tonabnehmertaste an und kombiniert den Ein-Aus-Schalter mit dem Lautstärkeregler.

Weitere Fortschritte waren durch konsequente Weiterführung der Miniaturtechnik möglich. So gelang es zum Beispiel, durch kompakte Anordnung der Bauelemente auf engstem Raum einen Rundlautsprecher größeren Durchmessers einzusetzen und zusammen mit einer ausreichend dimensionierten Gegentak-Endstufe eine für ein Taschengerät ungewöhnlich gute Klangqualität zu erreichen. Ferner ermöglicht die sorgfältig dimensionierte Schaltung auch in kritischen Versorgungsgebieten stabilen und störungsarmen Empfang. Als Temperaturkompensation für die NF-Stufe und zur Konstanzhaltung einer angemessenen Ausgangsleistung von etwa 0,5 W benutzt man einen Transistor. Er garantiert volle Leistung des Gerätes bis zur halben Betriebsspannung.

Auf dem deutschen Markt sind Reisesuper mit Anschlußmöglichkeit an das Lichtnetz sehr beliebt. Diese Betriebsart ist für stationären Empfang im Heim interessant, denn dort ist der Reisesuper oft mehrere Stunden täglich in Betrieb, und die Batterien sind dann verhältnismäßig schnell erschöpft. Am meisten ist davon die Qualität des UKW-Empfanges betroffen. Diesem Käuferwunsch nach zusätzlichem Netzbetrieb entsprechen verschiedene kleine Zweibereichsuper durch eine DIN-Anschlußbuchse für 6-V-Netzanschlußgeräte.

Wenn man von den Wellenbereichen ausgeht, hat in der niedrigsten Preisklasse der Zweibereichempfänger mit UKW- und MW gute Absatzchancen. Die Industrie entspricht diesen berechtigten Mindestforderungen der deutschen Käufer durch verschiedene neue Modelle. Gefragt ist aber nach wie vor der Kurzwellenbereich in der neueren Version mit großer Bandspreizung. Diese Lösung kommt für den Dreibereichsuper in Betracht. Typische Vertreter dieser Klasse haben neben UKW und MW noch das gespreizte 49-m-Europaband. Die Einstellung bestimmter KW-Sender – Luxemburg gehört zu den Favoriten – ist dann nicht schwieriger als bei MW. Die hochwertigen Reiseempfänger teilen beispielsweise den KW-Bereich von etwa 6...16 MHz in zwei Teilbereiche auf. Zum KW-Empfang wird meistens die UKW-Stabantenne mitausgenutzt. Je nach Empfängerklasse findet man auch spezielle KW-Stabanten relativ großer Länge, vor allem wenn für UKW ein zweiteiliger Dipol benutzt wird. Im übrigen ist bei Empfängern mit großem Frequenzbereich und geringer Bandspreizung oft eine zu-

sätzliche Bandspreizung (Feinabstimmung) durch eine Kurzwellenlupe vorhanden.

Interessant ist auch ein Vergleich der NF-Ausgangsleistungen. Ein Tascheneempfänger begnügt sich mit etwa 0,14 W und einem 5-cm-Lautsprechersystem, während ein ausgereifter Dreibereichsuper in der Klasse zwischen Taschensuper und Standardgerät mit 0,32 W Ausgangsleistung und einem 8,5-cm-Lautsprecher eine erstaunliche Klangfülle erreicht. In der Standardklasse findet man etwa 1...1,5 W und entsprechend größere Lautsprecher mit höherer Klangqualität. Bei den Universalempfängern liegt die Ausgangsleistung mit Rücksicht auf den Autoempfang bei etwa 2 W. Noch besser für Autoempfang – man denke an das starke Fahrgeräusch bei höheren Geschwindigkeiten – eignen sich Empfänger mit umschaltbarer Ausgangsleistung. Es gibt Modelle, die bei Kofferbetrieb 2 W Ausgangsleistung haben und bei Autobetrieb rund 6 W. Damit lassen sich auch Kleinbusse gut versorgen, wenn man zwei größere Lautsprecher oder mehrere Kleinsysteme verwendet.

Der Service mancher Reisesuper war bisher infolge der Miniaturtechnik und des verschachtelten Einbaues der Platinen und zugehörigen Baueinheiten oft recht schwierig. Wenn ein neues Skalenseil eingezogen werden muß, eine Stabantenne oder der Lautsprecher auszuwechseln ist, gibt es für den Servicetechniker manchen Ärger. Es ist daher sehr zu begrüßen, wenn verschiedene Konstrukteure bei Neuentwicklungen auch an die Serviceprobleme dachten. Zu den wichtigen Fortschritten gehören hier praktische Steckverbindungen, einfacher Batteriewechsel, schneller Chassis-Ein- und -Ausbau sowie leicht zugängliche Baueinheiten in gedruckter Schaltungstechnik.

In dieser Saison hat aber auch die Ausstattung der neuen Geräte gewonnen. Daneben wurden Gehäuse, Drehknöpfe und Ziergitter bewährter Typen den heutigen Anforderungen angepaßt. Bei verschiedenen Geräten fällt die Chromausstattung von Skalenrahmen, Tasten und Bedienungsknopfen besonders auf. Bei der Frontverkleidung bewährt sich auch Aluminium. Bei Geräten mit besonderer Eignung für Heimbetrieb sucht man den Charakter als tragbarer Empfänger weniger zu betonen, damit sie sich besser der Wohnungseinrichtung anpassen.

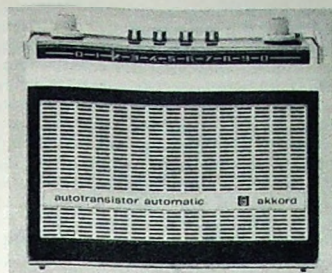
## Einzelheiten aus den Programmen

Schon Anfang Januar stellten in diesem Jahre verschiedene Fabrikanten die eine oder andere Neuerung an Reisesupern vor. Inzwischen kamen weitere neue Modelle hinzu. Bei einigen Herstellern scheint das Neuheitenprogramm bereits jetzt komplett zu sein. Auf der Hannover-Messe und wahrscheinlich noch zur diesjährigen Berliner Funkausstellung darf man jedoch weitere Neuheiten erwarten, und zwar vor allem bei solchen Firmen, die bis jetzt noch kaum mit Neuheiten vertreten sind.

## Akkord-Radio

Die Akkord-Koffersuper für Auto, Reise und Heim umfassen sechs verschiedene Typen. Vier aus dem Vorjahr bekannte Geräte sind vorwiegend für Reise und Heim bestimmt.

Als Nachfolger des „Autotransistor automatic K 621“ kam der „Autotransistor automatic K 641“ auf den Markt. Dieser UKM-Empfänger mit eisenloser Endstufe hat bei



Autokoffer „Autotransistor automatic K 641“ (Akkord)

Autobetrieb 6...8 W Ausgangsleistung. Ferritantenne, schwenkbare Teleskopantenne, Skalenbeleuchtung bei Autobetrieb, kontinuierlicher Klangregler und abschaltbare UKW-Abstimmungautomatik sind weitere Einzelheiten. Die Umschaltautomatik von Koffer- auf Autobetrieb, die elektromagnetische Diebstahlsicherung und eine Verstärkerhalterung mit Anschlußmöglichkeit für ein Auto-Tonbandgerät (Cassetten-Recorder) für Aufnahme und Wiedergabe sind für den Autofahrer praktisch.

Zum Jahresende 1966 startete Akkord-Radio ferner als Nachfolgetyp des „Autotransistor 715“ das Gerät „Autotransistor 716“. Hierbei handelt es sich um einen preisgünstigen UM-Super mit schwenkbare Teleskopantenne, Klangtaste, Umschaltautomatik von Koffer- auf Autobetrieb und 2,5 W Ausgangsleistung.

#### Blaupunkt

Vom kleinen preisgünstigen Reisesuper bis zum großen Luxus-Autokoffer mit Stationsdrucktasten reicht das Kofferradioangebot 1967 der Blaupunkt-Werke GmbH. Alle Geräte können mit einem zusätzlichen Netzanschlußgerät auch aus dem Wechselstromnetz betrieben werden. Für die Autokoffer sind Automatik-Halterungen erhältlich, die das Gerät automatisch mit der Autobatterie, der Autoantenne und dem Autolautsprecher verbinden. Ferner gibt es eine preisgünstige mechanische Halterung ohne elektrische Anschlüsse für motorlose Boote, Wohnwagen und für Kraftfahrzeuge. Für alle Halterungen ist als Bausatz ein Sicherheitsschloß erhältlich.

Der neue Autokoffer „Diva“ für UML hat 2 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb

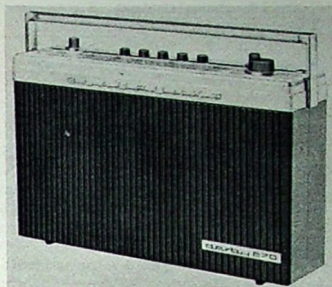


Autokoffer „Diva“ von Blaupunkt

und arbeitet mit einer 1-W-Sparschaltung bei Kofferbetrieb. In gleicher Technik, jedoch mit den Wellenbereichen UKM kommt der Paralleltyp „Diva K“ heraus.

Eine andere Blaupunkt-Neukonstruktion, das preisgünstige Universalgerät

„Derby 670“ mit den Wellenbereichen UKML hat eine 2-W-Gegentak-Endstufe. Das Kurzwellenband umfaßt die Bereiche 41 und 49 m. Unter der Bezeichnung „Derby H“ ist dieser Empfänger auch im Teakholzgehäuse lieferbar.

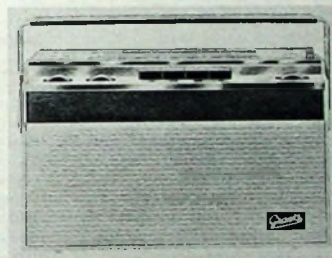


Universalgerät „Derby 670“ (Blaupunkt)

Das zum Jahresende 1966 herausgebrachte Koffergerät „Derby de Luxe“ wurde in seinen schaltungstechnischen und konstruktiven Einzelheiten schon ausführlich in der FUNK-TECHNIK beschrieben<sup>1)</sup>. Erwähnt sei noch die servicefreundliche Konstruktion. Nach Lösen weniger Schrauben kann das gesamte Chassis mit Skala aus dem Schalengehäuse nach oben herausgezogen werden. In dieser Stellung ist das Gerät voll betriebsfähig.

#### Graetz

Eine Neuheit im Reisesuperprogramm 1967 ist der Empfänger „Regatta 44 H“, der, technisch betrachtet, zwischen den Geräten

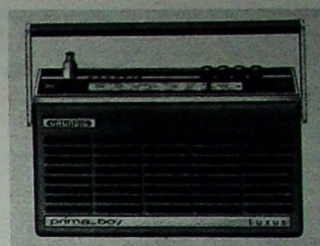


Reisesuper „Regatta 44 H“ von Graetz

„Pagino“ und „Page“ liegt und vier Wellenbereiche empfängt. Mit 1 W Ausgangsleistung und einem Lautsprecher von 10 cm Durchmesser ist die Wiedergabequalität gut. In der eisenlosen Endstufe wird das Komplementärpaar AC 117, AC 175 verwendet. Für Autobetrieb hat „Regatta 44 H“ eine Anschlußbuchse für die Autoantenne. Bei stationärem Betrieb kann über eine Schaltbuchse ein Netzgerät angeschlossen werden.

In der neuen Saison führt der bisherige „Super Page“ die Bezeichnung „47 H“. Die bewährte Technik des Vorläufers wurde weitgehend übernommen. Zur Bedienungs erleichterung ist jetzt eine Tonabnehmertaste vorhanden. Ferner wurde der Kurzwellenbereich auf das 31- und 25-m-Band erweitert. Die neu hinzugekommene Kurzwellenlupe erleichtert die KW-Abstimmung.

<sup>1)</sup> Jarchow, H.: „Derby de Luxe“ - eine neue Konstruktion mit bewährter Schaltung. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 1, S. 19-20



„Prima-Boy Luxus“ von Grundig

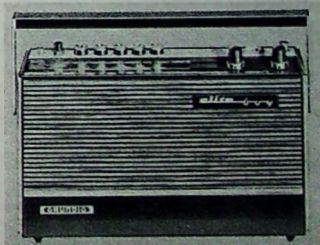
#### Grundig

Charakteristisch für das diesjährige Reisesuperprogramm sind einige preisgünstige Weiterentwicklungen, mit denen Grundig seine langjährige Tradition auf diesem Gebiet fortsetzt.

Als Paralleltyp zum „Prima Boy“ kommt „Prima-Boy Luxus“ mit den Empfangsbereichen UKM auf den Markt. Der KW-Bereich umfaßt das gespreizte 49-m-Band. Der übertragerlose Endverstärker gibt 0,4 W Ausgangsleistung an den Lautsprecher ab. Neben der Kleinhörer-Schaltbuchse hat das Gerät Anschlußmöglichkeiten zur externen Spannungsversorgung sowie für KW- und UKW-Außenantennen.

Der „Record-Boy 208“ ist ein technisch ausgereiftes Zweibereichgerät. Es hat Drucktastenbedienung für die Bereichswahl (UM), für Klang sowie für die Ein-Aus-Schaltung. Die eisenlose Endstufe und der große Lautsprecher sorgen für beachtliche Klangqualität. An Stelle der beiden 4,5-V-Flachbatterien kann auch das Netzteil „TN 12“ eingesetzt werden. Bei Anschluß an die externe Stromversorgungs-buchse werden die im Gerät verbleibenden Batterien automatisch abgeschaltet.

Verschiedene Verbesserungen gegenüber dem Vorläufertyp weist auch der neue „Elite-Boy 207“ auf. Das Gerät ist in Einplattenchassis-Technik aufgebaut, eine zusammen mit dem leicht abziehbaren Stülpgehäuse für den Service vorteilhafte Konstruktionstechnik. Auf die Umschaltmöglichkeit für Autobetrieb wurde hier verzichtet; für UKW- und KW-Empfang lassen sich jedoch Außenantennen anschließen. Bei Betrieb aus dem Netzteil „TN 12“ bleibt die Skala dauernd beleuchtet. Zur Kontrolle der Batteriespannung ist ein kleines Anzeigeelement eingebaut.



Reiseempfänger „Elite-Boy 207“ (Grundig)

Außerdem sind Anschlüsse für Tonbandgerät, Plattenspieler und Kleinhörer vorhanden.

Auch der neue „Ocean-Boy 207“ verzichtet zugunsten eines niedrigeren Preises auf Autobetrieb. Er hat jedoch weiterhin Anschlußbuchsen für UKW- und KW-Antennen. Die jetzt in eisenloser Technik aus-

geführte Endstufe liefert an die Lautsprecherkombination mit abschaltbarem Hochtonsystem 2 W Ausgangsleistung. Die übrige technische Ausstattung blieb unverändert.

## Philips

Aus dem Philips-Reisesuperprogramm wurde zum Jahresende 1966 der preisgünstige Taschenempfänger „Lisette“ mit den Bereichen UM bekannt. Er entspricht vielen Käuferwünschen und zeichnet sich durch gute Empfangsleistung und attraktive Form aus.

Die gedruckte Verdrahtung der „Lisette“ ist in Miniaturtechnik ausgeführt. Durch kompakte Anordnung der Bauelemente auf engstem Raum konnte Platz für einen verhältnismäßig großen Lautsprecher gewonnen werden, so daß das Gerät über bemerkenswerte Klangqualität verfügt. Ein besonderer Transistor sorgt für die Temperaturkompensation der NF-Stufe und für eine konstante Ausgangsleistung von maximal 0,5 W. Die volle Leistung des Gerätes bleibt daher bis zur halben Betriebsspannung konstant. Für Netzspeisung läßt sich „Lisette“ an eines der üblichen 6-V-Netzanschlußgeräte anschließen.

## Schaub-Lorenz

Insgesamt acht verschiedene Geräte enthält das Reisegeräteprogramm 1967 von Schaub-Lorenz. Die Modelle „Touring Luxus“, „Touring Universal“ und „Weekend“ gehören zur Gruppe der kombinierten Auto- und Koffergeräte. Dagegen sind „Polo“, „Teddy“ und „Tiny“ reine Kofferempfänger. Durch den eingebauten Netzteil wird „Amigo“ zum kombinierten Heim- und Kofferempfänger. Der Weltempfänger „Intercontinental“ blieb im neuen Programm unverändert. Für den Export werden jedoch Sonderausführungen angeboten.

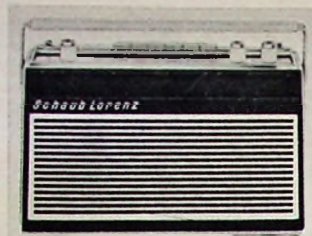
Beim „Touring 80 Luxus“ ist die Diodenabstimmung im FM-Bereich für Autobetrieb sehr vorteilhaft. Mit zwei Stationstasten lassen sich zusammen mit der normalen Abstimmung insgesamt drei UKW-



Autokoffer „Touring 80 Luxus“ (Schaub-Lorenz)

Sender fest einstellen. Die optimale Sendereinstellung kann durch eine getrennte Abstimmungsanzeige (Mikroamperemeter) kontrolliert werden. Dasselbe Instrument zeigt auch den Ladezustand der Batterien an. Im zweiten KW-Bereich wird die Stationswahl durch eine KW-Lupe erleichtert. Bei Kofferbetrieb ist die Ausgangsleistung etwa 2,5 W; beim Betrieb an der Autobatterie kann die Ausgangsleistung auf 5 bis 6 W erhöht werden.

Über den Universalsuper „Touring 80 Universal“, der mit dem Gerät „Stereo-Component“ eine komplette transportable Stereo-Anlage bildet, wurde bereits in



„Weekend 80 Automatik“ (Schaub-Lorenz)

der FUNK-TECHNIK berichtet<sup>1)</sup>. Beim „Weekend 80 Automatik“ sind für AM und FM zwei getrennte Abstimmknöpfe vorhanden. Die UKW-Empfindlichkeit konnte durch einen neuen UKW-Teil mit dem Mesatransistor AF 106 in der HF-Stufe verbessert werden. Ferner wurde der Langwellenbereich von bisher 147 bis 260 kHz auf 147...275 kHz erweitert. Außerdem hat das Gerät jetzt eine TA/TB-Buchse für Aufnahme und Wiedergabe. Bei Kofferbetrieb ist die Ausgangsleistung 1 W und bei Autobetrieb etwa 2,5 W. Der Dreibereichempfänger „Polo“ in den Ausführungen UML und UKM hat nun eine eisenlose Endstufe mit 600 mW Ausgangsleistung sowie eine Autoantennenbuchse. Neu ist „Teddy 80“, der in den Versionen UML und UKM auf den Markt kommt. Das kleinste der Schaub-Lorenz-Koffergeräte, der Zweibereichempfänger (UM) „Tiny S“, hat eine Ausgangsleistung von 200 mW und einen 12 cm × 8 cm großen Lautsprecher.

Die Technik des Gerätes „Amigo T“ in den Ausführungen UML oder UKM mit eingebautem Netzteil wurde überwiegend vom Vorläufertyp übernommen. Mit 600 mW Ausgangsleistung - sie erhöht sich bei Netzbetrieb automatisch auf 2 W - und einem 15 cm × 10 cm großen Lautsprecher wird gute Wiedergabequalität erreicht.

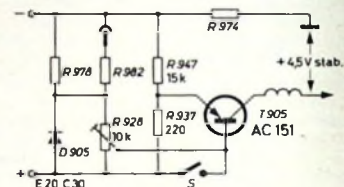
Umfangreich ist das Zubehör. Zum Spitzensuper „Intercontinental“ wird ein BFO-Zusatz für Telegrafie- und Einseitenbandempfang geliefert. Ferner werden der Stereo-Plattenspieler für Batterie- und Netzbetrieb „Tourophon“, eine Tragetasche für „Tourophon“ und „Touring“, ein Edelhölzgehäuse zum Einschub des „Touring 80 Universal“, ein Netzgerät mit eingebauter Schaltung („Touroclock“) und das neue Netzgerät „NG 2000“ gefertigt (Ausgangsspannung bis 250 mA stabilisiert).

## Siemens

Der neue Koffersuper „Turf RK 93“ ist ein kleines, preisgünstiges aber sehr leistungsfähiges Koffergerät mit vier Wellenbereichen (UML und 49-m-Band), 1,5 W Ausgangsleistung und einem 15 cm × 10 cm großen Lautsprecher sowie Anschlüssen für Ohrhörer, TA/TB und ein 9-V-Netzteil. Für Autobetrieb steht eine mechanische Halterung zur Verfügung. Bei Anschluß einer Autoantenne können die eingebauten Antennen durch Tastendruck abgeschaltet werden.

Eine andere Siemens-Neuerung, der Koffer „Club RK 92“ mit den Wellenbereichen UKML, liefert bei Autobetrieb 3 W Ausgangsleistung und in Sparschaltung bei Kofferbetrieb 2 W. Dieser Super weist ver-

schiedene schaltungstechnische Verfeinerungen auf. Um das Wandern des UKW-Oszillators bei Spannungsschwankungen zu verhindern, muß die Betriebsspannung für die UKW-Einheit besonders konstant sein. Hierzu dient ein Stabilisierungs-gleichrichter E 20 C 30, der auch die übrigen Betriebsspannungen mit Ausnahme derjenigen der Endstufe stabilisiert. Zusätzlich ist noch eine Regelstufe mit dem Transistor AC 151 eingebaut, der die Spannung für den UKW-Oszillator auch bei nachlassender Batteriespannung oder starken Spannungsschwankungen, wie sie bei Versorgung aus der Autobatterie üblich sind, auf einem konstanten Wert halten soll (s. untenstehende Prinzipschaltung der Regelstufe). Die mit D 905 stabilisierte



Prinzipschaltung der Regelstufe im „Club RK 92“ (Siemens)

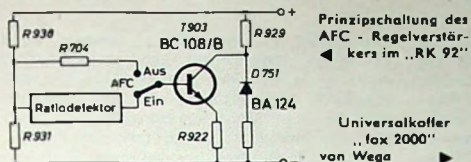
Spannung liegt über R 928 an der Basis von T 905, während der Emittor des Transistors am Spannungsteiler R 947, R 937 liegt. Wegen des kleinen Wertes von R 937 ist die Basis negativer als der Emittor, so daß ein Kollektorstrom fließt, der am Innenwiderstand von T 905 einen Spannungsabfall verursacht. Infolge der stabilisierten Spannung an der Basis kann sich bei Schwankungen der Batteriespannung nur die Emitterspannung über R 947, R 937 entsprechend ändern. Die damit verbundene Arbeitspunktverlagerung steuert den Innenwiderstand von T 905 so, daß sich der Spannungsabfall am Innenwiderstand umgekehrt verhält wie die Schwankung der Batteriespannung. Zwischen dem Kollektor von T 905 und der Masse steht daher immer eine konstante Spannung für die UKW-Einheit bereit. Mit R 928 kann sie auf den erforderlichen Wert von + 4,5 V eingestellt werden.

Bei Betrieb aus der Autobatterie wird bei 6-V-Anlagen der „Club RK 92“ direkt aus der Autobatterie mit 6 V gespeist; bei 12-V-Anlagen setzt man die Betriebsspannung durch eine Stabilisierungsschaltung in der Halterung auf 7,5 V herab. Bei Autobetrieb sind daher die Speisespannungen niedriger als bei der sonst verwendeten 9-V-Gerätebatterie. Zum Ausgleich der geringeren Betriebsspannung bei Autobetrieb wird durch Parallelschalten von R 982 zu R 978 die Spannung an D 905 auf den bei Kofferbetrieb vorhandenen Wert erhöht. Daher ist es möglich, die UKW-Einheit auch bei Autobetrieb konstant mit 4,5 V zu versorgen. Bei AM-Empfang schließt man die Emittor-Basis-Spannung von T 905 mit dem Schalter S kurz. Dann ist der Kollektorstrom unterbrochen und die Betriebsspannung für den UKW-Teil abgetrennt.

Eine neue Schaltung wurde außerdem für die elektronische Nachstimmung des UKW-Oszillators im Koffersuper „Club RK 92“ entwickelt (s. Prinzipschaltung des AFC-Regelverstärkers). Hier steuert man die Nachstimm-diode D 751 über den Regelverstärker T 903. Bei dieser Schaltung ist die AFC bereits bei sehr niedrigen Antennenspannungen voll wirksam. Da T 903 für

<sup>1)</sup> „Touring“-Stereo-Anlage · Stereo-Rundfunkempfang mit Koffersuper. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 21, S. 762

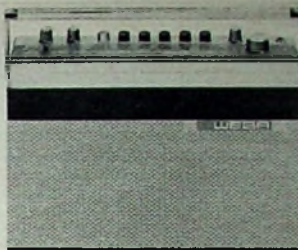
höhere Spannungen gleichzeitig als Begrenzer wirkt, engt sich der Haltebereich auf  $\pm 300$  kHz bei einem Fingbereich von  $\pm 200$  kHz ein. Dadurch vermeidet man weitgehend das bei einfachen Schaltungen



auf tretende Umspringen zwischen zwei benachbarten Sendern verschiedener Feldstärke. Der Spannungsteiler R 931, R 938 legt den Arbeitspunkt von T 903 fest, wenn kein Sender empfangen wird. In der Basisleitung liegt bei eingeschalteter AFC der Ratiodetektor, der die Basisspannung beim Empfang eines Senders in Abhängigkeit von der Frequenzlage des Oszillators beeinflusst. Der unterschiedliche Kollektorstrom ändert das Teilverhältnis R 929, D 751 gegenüber der Ruhelage so, daß durch die abweichende Nachstimmspannung an D 751 die Frequenz des Oszillators korrigiert wird. Bei ausgeschalteter Automatik ist das Ratiodetektor durch den Widerstand R 704 ersetzt. Auf diese Weise vermeidet man eine unerwünschte Verschiebung der über R 929 an der Nachstimm diode liegenden Vorspannung.

In technischer Beziehung ist der Siemens-Luxuskoffer „Caramat RK 90“ eines der interessantesten Geräte. Die elektronische Sendersuchautomatik gewährleistet den einwandfreien Empfang starker Sender und die richtige Abstimmung schwächerer

Stationen. Dazu läßt sich die Ansprechempfindlichkeit der Automatik in zwei Stufen – für Fern- oder Ortsempfang – schalten. Die Ausgangsleistung ist 4 W bei Autobetrieb und 2 W bei Kofferempfang.



Der Empfänger (16 Trans + 13 Halbleiterdioden, 7/13 Kreise, UKML) erfüllt hohe technische Anforderungen und hat auch in anderen Eigenschaften die Konzeption eines Luxusgerätes.

#### Wega

Das neue Kofferradio „fox 2000“ von Wega-Radio ist ein Universalkoffer für Auto, Heim und Reise. Es hat vier Wellenbereiche (einschließlich des 49-m-Europabandes), getrennte Höhen- und Tiefenregler sowie abschaltbare automatische Scharf- und Abstimmung bei UKW. Mit 3 W Ausgangsleistung bei Autobetrieb und 2 W bei Batteriespeisung liefert der „fox 2000“ eine gute Klangqualität. Die Spezialautohalterung „2001“ erleichtert das Einstecken des Gerätes und stellt automatisch alle für den Autobetrieb wichtigen Verbindungen her. Das zusätzliche Sicherheitsschloß für die Halterung ist eine weitere Ergänzung.

## Von Sendern und Programmen

### Erste deutsche vollstereophone Dokumentation

Als Gemeinschaftsarbeit des SFB, des Bayerischen Rundfunks und des Westdeutschen Rundfunks entstand in zehnmonatiger Arbeit die erste deutsche vollstereophone Dokumentation: „Hühner“. Mit der bewußten Anwendung der Stereo-Aufnahmetechnik wurde hier auf dem Gebiet der Dokumentation wirklich Pionierarbeit geleistet. Der Autor dieser Sendung, Peter Leonhard Braun, hatte sich die Aufgabe gestellt, Entstehen, Leben und Vergehen der ersten vom Menschen „total gemanagten Kreatur“ mit einer Bildhaftigkeit zu schildern, die in allen Phasen – auf allen Wegen, auf allen Stationen des Aufnahmeprozesses – das Dabeisein des Hörers Wirklichkeit werden ließ. Gebannt, wie bei einer Kriminalstory saß man am 5. 4. 1967 bei der Premiersendung des SFB und ließ über 60 Minuten das Geschehen auf sich einwirken.

Die Klischeevorstellung von Huhn und Bauernhof entschwand. Wie sie entschwand, das läßt sich gar nicht besser ausdrücken, als es die Vertreter des SFB einem kleinen Kreis vor der Premiere schilderten: Ein Huhn ist kein Huhn mehr; ein Huhn ist ein Fachtier: ein Spezialist für Eier-Ausstoß oder Schlachtgewicht. Es ist ein lebender Apparat. Es trinkt nicht mehr, sondern

deckt seinen Wasserbedarf; es wächst nicht mehr, sondern erfüllt seine Fleischleistung; es lebt nicht mehr einfach, sondern tut das, wofür es neu konstruiert wurde: kostengerecht produzieren! Es ist das erste Tier, auf das der Mensch mit enormem Kapitaleinsatz die neuen Erkenntnisse der Veterinärmedizin, der Futterforschung und Genetik angewendet hat. Es ist wirklich die erste total gemanagte Kreatur.

Mit Hilfe des Ausdrucksmittels Stereophonie wird hier der Zuhörer so intensiv in die Handlung einbezogen, mit den dargebotenen Fakten konfrontiert, daß der Konflikt zwischen der anerzogenen, emotionsgesteuerten und der rationalen Denkhaltung zu einem starken, nach Lösungen drängenden Spannungsmoment wird. Wer diese Stereo-Sendung noch nicht gehört hat, der sollte am 18. 4. 1967 den Bayerischen Rundfunk oder am 7. 5. 1967 den Westdeutschen Rundfunk (III. Programm) einschalten. Die Stereophonie ist in diesem Bericht an Stellen eingesetzt, die Fernsehteams auf Grund der sehr diffizilen Verhältnisse an den Aufnahmeorten nicht zugänglich gewesen wären. Die Stereo-Technik schuf jedoch eine Atmosphäre, die den Hörer das Bild gar nicht vermissen läßt.

## Persönliches

### H. Bruining 60 Jahre

Am 27. März feierte Dr. H. Bruining, Geschäftsführer der Philips Zentrallaboratorium GmbH, Aachen, seinen 60. Geburtstag. Im Jahre 1933 trat Dr. Bruining als wissenschaftlicher Mitarbeiter in das Eindhoven Forschungslabor von Philips ein, und am 1. Mai 1933 wurde er Nachfolger von Dr. Panneborg als Geschäftsführer des Aachener Zentrallaboratoriums. Zusammen mit Dr. de Haan und Dr. Heyne entwickelte er die Plumbicon-Röhre, wofür er 1964 mit Dr. de Haan den Veder-Preis der Niederländisch-Wissenschaftlichen Radio Stiftung und 1966, zusammen mit Dr. de Haan und Dr. Heyne, den Geoffrey Parr Award der englischen Television Society erhielt.

### H. Trute 60 Jahre

Dr. Hellmut Trute, Hauptgeschäftsführer des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI), vollendete am 23. März 1967 sein 60. Lebensjahr. Nach dem Studium der Rechts- und Staatswissenschaften an den Universitäten Lausanne, Berlin und Königsberg begann er seine juristische Tätigkeit als Rechtsanwalt am Kammergericht und seine Praxis als Wirtschaftsjurist bei Telefunken. Daran schloß sich eine mehrjährige Tätigkeit als Geschäftsführer des Deutschen Leitungsdrachverbandes an. Nach dem Kriege war Dr. Trute zunächst Geschäftsführer des Elektroverbandes der britischen Zone, 1949 wurde er Geschäftsführer und 1955 Hauptgeschäftsführer des ZVEI.

### Auszeichnung für den Leiter des Grundig Werkes in Nordirland

In Anerkennung seiner Verdienste um die industrielle Entwicklung in Nordirland hat Königin Elizabeth von England zugestimmt, den Leiter des Grundig-Tonbandgerätekwerkes in Dunmurry, Thomas Niedermeyer, zum Offizier des Ordens des Britischen Empire zu ernennen.

### K. Weigel 50 Jahre bei Röntgenmüller

Kurt Weigel, Fabrikdirektor und Geschäftsführer der C. H. F. Müller GmbH, Röntgenwerk, Hamburg-Fuhlsbüttel, beging am 10. April 1967 sein 50jähriges Firmenjubiläum.

Als Vierzehnjähriger trat Kurt Weigel in das C. H. F. Müller-Röntgenwerk ein. 1926 übernahm er die Leitung eines Zweigbetriebes in Wien und war dann ab 1930 für Röntgenmüller drei Jahre in Berlin tätig. Im Jahre 1933 wurde er mit der technischen Leitung des Röntgenwerkes in Hamburg-Fuhlsbüttel betraut, dessen Gesamtleitung er 1949 übernahm.

### Veränderungen bei der Messe-AG

Helmuth Lambrecht hat mit Wirkung vom 1. Februar 1967 die Leitung der Abteilung Werbung in der Hauptabteilung Presse und Werbung der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG übernommen. Lambrecht, dem gleichzeitig Handlungsvollmacht übertragen wurde, ist damit Nachfolger des aus Altersgründen ausgeschiedenen Heinz Hamers.

Zum gleichen Zeitpunkt wurde Wolfram Linsenmann, Leiter der Abteilung Tages- und Wirtschaftspresse, zum stellvertretenden Leiter der Hauptabteilung Presse und Werbung bestellt.

Die Geschäftsleitung der Deutschen Messe- und Ausstellungs-AG hat Ludwig Diebow, der zum 1. Januar 1967 neben seiner Tätigkeit als Leiter des Vorstandssekretariats die Leitung der Protokoll- und Regiestelle übernahm, Handlungsvollmacht erteilt. Handlungsvollmacht erhielten ferner Gerhard Ebert, Leiter der Abteilung Messedienst und Verkehr, Dr. Helmut Sasse, Leiter der internen Revisionsabteilung, und Hans von Zukowski, Leiter der Abteilung Sonderveranstaltungen.

## Achtfach-Drehwähler zur Abstimmung von Fernseh-Diodentunern

Mit dem Beginn der Produktion von Fernsehgeräten wurde auch der Begriff des Kanalschalters oder Kanalwählers bekannt. Das waren meist mechanisch sehr stabil aufgebaute Spulenrevolver, die von außen durch einen handlichen, oft großen Knopf bedient wurden. Hierzu mußte noch zusätzlich eine Feinabstimmung mit einem auf gleicher Achse befindlichen Knopf bedient werden, um ein scharf eingestelltes Fernsehbild zu erhalten. Mit diesen Kanalwählern konnte nur der vorher festgelegte Kanal empfangen werden. Die Einknopfeinstellung hat sich aber allgemein als leicht bedienbar erwiesen.

In Anlehnung an dieses traditionelle Einstellverfahren von Fernsehgeräten hat Nordmende in der Geräteserie „Goldene 20“ ein Aggregat eingesetzt, bei dem die genannte Abstimmung beibehalten wurde, das jedoch viele Vorteile gegenüber den früheren Kanalwählern hat. So können die Raststellungen dieser Abstimmrichtung beliebig mit irgendeinem Kanal aus den VHF-Bereichen I und III oder aus den UHF-Bereichen IV und V belegt werden. Der einmal eingestellte Kanal erscheint bei entsprechender Rastung mit einer Wiederkehrgenauigkeit, die keine Einbuße an Bildqualität sichtbar werden läßt.

### Aufbau und Wirkungsweise

Der gesamte Baustein (Bild 1) besteht aus Achtfach-Drehwähler, VHF-Tuner, UHF-Tuner, den Reglern für Bild und Ton sowie der Netztaaste. Alle Teile sind mit einem Chassisrahmen verschraubt und ergeben so eine kompakte Einheit, die für Servicezwecke leicht herausnehmbar ist. Der Antriebsknopf ist steckbar und läßt sich von der isolierten Achse abziehen.

Der Drehwähler besteht aus einer zweifach gelagerten Trommel (Bild 2), die mit Hilfe des äußeren Knopfes über eine Triebstockverzahnung in acht Raststellungen gebracht werden kann. Auf dem Umfang sind acht Potentiometer montiert, deren Schichtseiten in den Innenraum zeigen. Der Schichtseite gegenüber befindet sich die zugehörige Abstimmungsspindel, auf der ein Mutterstück bewegt werden kann, das gleichzeitig den Mittelabgriff des Potentiometers sowie den Zeiger trägt. Die Spindel hat an einer Seite eine schraubenzieherartige Abflachung, über die der Spindeltrieb eingreifen kann. Die Kontaktierung des Mittelabgriffs erfolgt über die Spindel, wobei nur dasjenige Potentiometer in Funktion ist, dessen Zahl im Ausschnitt der Skala angezeigt wird.

Der Antrieb der Spindel und damit die Variation der Spannung, die zur Abstimmung der Diodentuner benötigt wird, geschieht über die Kombination von Außenknopf und darin liegender Scheibe. Die Antriebsachse ist als Doppelachse ausgeführt und normalerweise mit der Triebstockverzahnung der Trommel im Eingriff. Drückt man die innere Scheibe des Knopfes, dann wird der Trommelantrieb ausgekuppelt und über ein Hebelsystem der Schraubenzieher der Spindel in Eingriff gebracht. Unter gleichzeitigem Drücken der Innenplatte kann nun mit dem äußeren Knopf die Abstimmungsspindel gedreht

und damit die Abstimmungsspannung variiert werden. Nach dem Loslassen springt die Scheibe in die Ausgangsstellung zurück. Damit kuppelt sich automatisch der Trommelantrieb wieder ein. Die Antriebsübersetzung ist so ausgelegt, daß bei insgesamt 270° Knopfdrehung alle acht Raststellungen durchlaufen werden können; auf die einzelne Raststellung entfallen also etwa 40°. In Verbindung mit einem sehr kleinen Drehmoment ist daher eine bequeme Umschaltung möglich.

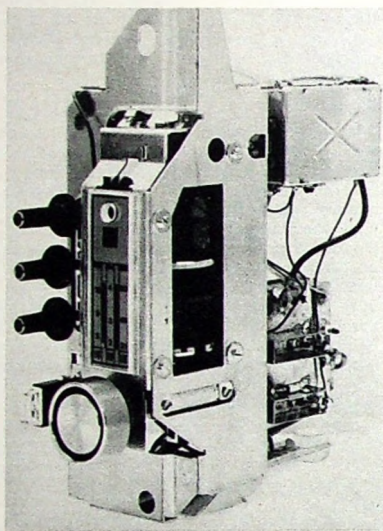


Bild 1. Bedienungsteil mit Achtfach-Drehwähler, Tunern, Reglern für Bild und Ton sowie Netztaaste

Die Potentiometer am Trommelumfang sind elektrisch parallel geschaltet und liegen gemeinsam an der stabilisierten Gleichspannung von 30 V. Auf der Trommel befindet sich außerdem noch die Bereichsumschaltung, die das beliebige Programmieren der einzelnen Fernsehbereiche auf die gewünschte Raststellung ermöglicht. Das Antriebsselement für die Bereichsumschaltung ist die im Bild 2 über der Zahl 8 erkennbare Schraube. Durch eine Öffnung in der Skala oberhalb des Ausschnittes für die Raststellungszahl kann man mit Hilfe eines Schraubenziehers den gewünschten Bereich vorwählen. Die Schraube hat drei Raststellungen. Nach der Innenseite zu besitzt die Schraube einen Nocken, der in die Stirnseite eines an der Rückwand drehbar gelagerten Hebels einläuft. Der Nocken ist tonnenförmig ausgebildet und hält den Hebel spielfrei in der vorgesehenen Position. Um das Einlaufen des Nockens in den Halteschlitz zu ermöglichen, sind an den Einlaufseiten schiefe Ebenen angebracht, über die der Hebel aus einer Position in eine andere gedrückt werden kann. Die Stellung des Hebels wird auf eine bewegliche Platte an der Stirnseite des Drehwählers übertragen. Auf ihr befinden sich drei versetzt angeordnete Felder, die zur Bereichsanzeige dienen, indem sie die über den Skalen befindlichen freien Fenster von hinten verdecken.

Der Hebel, den der Nocken steuert, wird an seinem Drehpunkt nach oben fortgesetzt. Dort befindet sich die einzige mechanische Verbindungsstelle mit dem antreibenden VHF-Kontaktschieber. Seitlich am Hebel ist ein Bolzen angebracht, der die Schubbewegung bewirkt. Gelagert ist der Schieber in einem Langloch quer zur Bewegungsrichtung, um die Höhenbewegung des auf einem Kreisumfang wandernden Bolzens auszugleichen. In Bewegungsrichtung ist die Lagerung am Bolzen

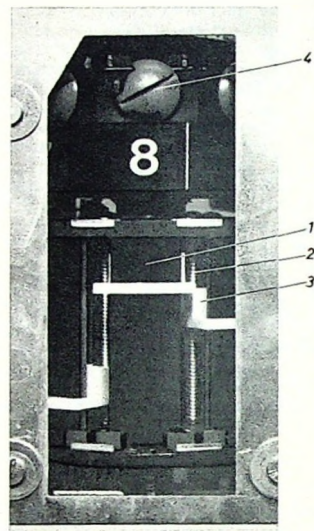


Bild 2. Blick in das Potentiometertrommelgehäuse mit Rückseite 1 einer Kohleschichtbahn und Spindel 2, auf denen je ein Mutterstück 3 mit Schleifer und Skalenzeiger geführt ist; 4 Schraubenschlitz für Bereichsumschaltung des Fernsehempfängers

spielfrei, um die entsprechende Hubgenauigkeit zu erreichen.

VHF-Tuner und Drehwähler sind starr miteinander verbunden. Der VHF-Kontaktschieber muß in eine Lage gebracht werden, die der Anordnung der Kontaktflächen im Tuner entspricht. Höhen- und Seitenversatz werden durch ein Kuppelungsstück ausgeglichen, das nach Erreichen der gewünschten Position mit dem Schieber verschraubt wird. Seine drei Stellen entsprechen den drei Fernsehbereichen I, III und IV/V. Alle Schaltungsvorgänge werden innerhalb des VHF-Tuners durchgeführt. Weitere, außerhalb des Tuners liegende Kontakte sind nicht notwendig.

VHF- und UHF-Tuner sind mit Kapazitätsdioden ausgerüstet und erhalten die zur Abstimmung notwendige Spannung von den oben erwähnten Potentiometern. Die Einführung der neuen Technik, Tuner mit Hilfe von Kapazitätsdioden und nicht mehr durch Drehkondensatoren abzustimmen, ermöglicht die Loslösung von mechanischen Abstimmproblemen. Dadurch können Antriebsaggregate verwendet werden, die sich durch besondere Leichtigkeit und hohe Wiederkehrgenauigkeit auszeichnen.

A. Vogt

# Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ für Netzanschluß

## Technische Daten

Frequenzbereich: 60 ... 10 000 Hz

Gleichlaufabweichungen:  $\leq \pm 0,3\%$

Störspannungsabstand:  $\geq 45$  dB

Übersprechdämpfung (über gesamten Frequenzbereich):  $\geq 30$  dB

### Eingänge:

Mikrofon/Radio 0,25 mV/2,5 k $\Omega$ m

Phono 100 mV/1 M $\Omega$ m

### Ausgänge:

Radio (Diode), Verstärker 1 V/12 k $\Omega$ m

Lautsprecher 2 x 2 W;  
5...8  $\Omega$ m

### Bestückung:

4 x BC 109, 4 x BC 108, 1 x BC 107

2 x AF 124, 2 x AC 187, 2 x AC 188

Leistungsaufnahme: etwa 20 W

Abmessungen: 312 mm x 209 mm x 85 mm

Gewicht: etwa 3,2 kg

Die Entwicklung des Compact-Cassetten-Systems ist durch die Einbeziehung der Stereophonie in dieses System um einen großen Schritt vorangekommen. Als erstes Unternehmen stellt Philips unter der Typenbezeichnung „3312“ einen Stereo-Cassetten-Recorder vor, mit dem die Vorteile und Möglichkeiten der Compact-Cassette um einen wesentlichen Bereich erweitert werden.

Es war das Ziel der Entwicklung, dem Cassetten-Recorder als Heimgerät noch vielseitigere Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen. Der neue Stereo-Cassetten-Recorder wurde daher als Netzgerät gebaut, das sich mit seinem Edelholzgehäuse in der kompakten, extrem flachen Bauweise besonders gut in die Wohnräume einfügt. Unter Verzicht auf akustische Kompromisse ist das Gerät nicht mit Gehäuselautsprechern ausgestattet worden. Es hat aber zwei eingebaute Endstufen und kann somit bei Anschluß von zwei Lautsprecherboxen (zum Beispiel Philips „NG 1215“, die speziell für dieses Gerät entworfen wurden) als selbstständiges Tonbandgerät (Bild 1) bei wählbarer Lautsprecher-Basisbreite mit einer überraschenden Klangqualität betrieben werden. Gerade auf Grund seiner kompakten Bauweise eignet es sich auch besonders gut zur Kombination mit Stereo-Rundfunkgeräten und anderen Stereo-Komponenten.

Mit diesem Gerät ist nicht nur die Wiedergabe im Handel erhältlicher bespielter Musik-Cassetten möglich, es erlaubt auch eigene stereophonische Aufnahmen, sei es über Mikrofon, vom Plattenspieler, vom Radio oder von einem zweiten Tonbandgerät. Hierdurch bietet der „3312“ die Möglichkeiten eines „großen“ Stereo-Tonbandgerätes.

Die bei den Cassetten-Geräten übliche einfache Bedienung wurde auch hier beibehalten. Es werden also mit dem Gerät auch Käuferschichten angesprochen, die

sonst den Begriff Stereo mit einer komplizierten Technik verbinden.

## Technik der Stereo-Compact-Cassette

Infolge einer denkbar einfachen Lösung ist die Stereo-Cassetten-Technik mit der Mono-Technik kompatibel: Beide Stereo-Spuren liegen nebeneinander im Raum der bisherigen Mono-Spur. Bild 2 zeigt eine schematische Darstellung der Spurenanordnung. Die Mono-Spurbreite von 1,5 mm wird unterteilt in zwei Stereo-Spuren mit je 0,6 mm Breite und einem Abstand von 0,3 mm. Mit Hilfe eines neuentwickelten Magnetkopfes konnte selbst bei diesen

artige Bespielungsart nicht vorgesehen ist, sondern nur in jeder Richtung eine Stereo-Aufzeichnung möglich sein soll, kann man zwischen zwei dicht benachbarten Spuren mit einer wesentlich geringeren Übersprechdämpfung auskommen. Beim Stereo-Rundfunk findet man beispielsweise eine Dämpfung von 26 dB. Die Übersprechdämpfung beim Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ ist 30 dB über den gesamten Frequenzbereich (60 ... 10 000 Hz).

## Technische Konzeption

Beim Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ wurde das Prinzip der einfachen Bedie-

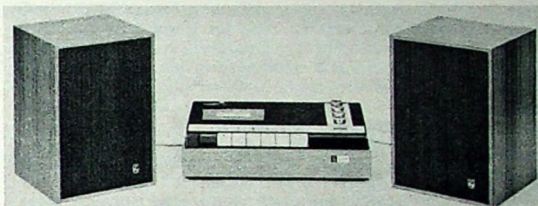


Bild 1. Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ mit Lautsprecherboxen „NG 1215“

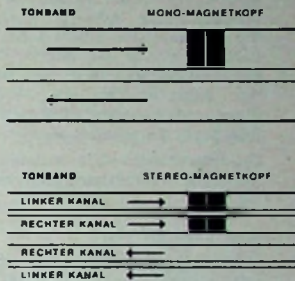


Bild 2. Spurenanordnung beim „3312“

geringen Spurenammessungen eine im Verhältnis zu früheren Geräten noch weiter gesteigerte Aufzeichnungsqualität erreicht werden.

Eine monaural bespielte Cassette wird auf einem Stereo-Cassetten-Recorder ohne Dynamikverluste wiedergegeben, weil der Stereo-Wiedergabekopf mit seinen beiden Spuren die breite Mono-Spur abtastet. Jedoch ist auch der umgekehrte Weg möglich: Eine stereophonisch bespielte Cassette kann ohne Qualitätsverlust (wenn auch monophon) auf jedem Mono-Cassetten-Recorder wiedergegeben werden. Der breitere Mono-Wiedergabekopf tastet dann beide Stereo-Spuren voll ab. Beide Techniken ergänzen sich sinnvoll; alle Compact-Cassetten können auf beiden Geräten verwendet werden. Die neue Stereo-Technik hat neben der Kompatibilität den großen Vorteil, daß bei Stereo-Betrieb die volle Spielzeit erhalten bleibt (maximal 90 min bei „C-90“-Cassetten).

Die hohe Qualität der Stereo-Aufzeichnung bei den erwähnten geringen Spurenammessungen liegt im System der Compact-Cassette begründet. Das in der Cassette staubgeschützt verwahrte Tonband bietet Sicherheit gegen Aussetzer (drop outs); es ist außerdem sehr flexibel (sowohl bei „C-60“-Cassetten-Dreifachspielband als auch bei „C-90“-Cassetten-Vierfachband), was einen guten Band-Kopf-Kontakt zur Folge hat. Ein weiterer Grund ist der, daß bei der Stereo-Cassetten-Technik die zwei dicht benachbarten Spuren nur die Stereo-Aufzeichnung tragen, nicht aber – wie dies bei größeren Vierspur-Tonbandgeräten üblich ist – zwei vollkommen voneinander unabhängige Informationen. Bei dem letztgenannten Verfahren muß zwischen den einzelnen Spuren eine sehr hohe Übersprechdämpfung verlangt werden. Da jedoch bei den Stereo-Cassetten eine der-



Bild 3. Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ mit hochgeklapptem Magazin

nung konsequent beibehalten. Alle Funktionen werden durch eindeutig gekennzeichnete Drucktasten gesteuert, Fehlbildungen sind ausgeschlossen. Wie der Heim-Cassetten-Recorder „3310“, so ist auch der Stereo-Cassetten-Recorder mit dem bewährten Magazin zum Einlegen der Cassette ausgestattet. Nach dem Schließen des Magazins sitzt die Cassette exakt in ihrer Betriebslage. Ein Druck auf die Taste „Cassette“ läßt das Magazin aufspringen (Bild 3), und eine Feder drückt die Cassette so weit heraus, daß sie bequem entnommen werden kann. Das Cassetten-Fenster wird bei eingeschaltetem Gerät von unten beleuchtet, wodurch eine eindeutige Einschaltkontrolle gegeben ist.

Die bespielten Musik-Cassetten sind auch bei diesem Recorder gegen unbeabsichtigtes Löschen gesichert, da die Aufnahme-taste des Gerätes nach dem Einlegen einer derartigen Cassette gesperrt ist. Ein Zählwerk mit Rückstelltaste erleichtert das Wiederauffinden bestimmter Aufnahmen. Die Aussteuerung kann bereits bei stehendem Band eingestellt werden; zur Kon-

Dipl.-Ing. Hans Offer ist Angehöriger der Philips-Tonbandgeräte-Abteilung, Hamburg.

trolle dient ein Zeigerinstrument. Während der Aufnahme besteht Mithörmöglichkeit über die angeschlossenen Lautsprecherboxen.

Eine fünfpolige Normbuchse vereint die Ein- und Ausgänge für Mikrofon, Rundfunk (Diode), Verstärker oder zweites Tonbandgerät. Eine weitere fünfpolige Normbuchse ist für den Anschluß eines Plattenspielers vorgesehen, der sowohl mit einem fünfpoligen DIN-Stecker nach neuester Norm als auch mit einem dreipoligen Stecker nach älterer Norm ausgerüstet sein kann.

Anfangs wurde schon darauf hingewiesen, daß bewußt die einfache Bedienung der Mono-Cassetten-Geräte beibehalten und auf eine besondere Mono-Stereo-Umschaltung verzichtet wurde. Mit dem „3312“ lassen sich jedoch außer Stereo-Aufnahmen auch jederzeit Mono-Aufnahmen ohne Dynamikverlust auf den beiden Stereospuren durchführen. Ein für diesen Zweck mitgelieferter Adapter verbindet hierbei die Steckerstifte 1 und 4 bei Mikrofonaufnahmen sowie die Steckerstifte 3 und 5 bei Plattenspieleranschluß. Außerdem kann der Adapter für die Wiedergabe von Stereo-Aufnahmen über ein Mono-Rundfunkgerät verwendet werden.

Das Gerät ist voll transistorisiert und daher nach dem Einschalten sofort betriebsbereit.

#### Mechanischer Teil

Der Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ wird von einem Asynchronmotor angetrieben, der gleichzeitig mit zusätzlichen Windungen als Netztransformator für die Spannungsversorgung des Verstärkers dient. Dieses Prinzip hat sich bereits seit langer Zeit bewährt.

Vom Motor erfolgt der Antrieb über einen Kunststoffriemen direkt auf die großvolumige Schwungmasse. Dieser Riemen hat

eine gewisse Flexibilität und bildet mit der Schwungmasse ein Schwingungssystem, dessen Resonanzfrequenz wesentlich unterhalb des Hörbereiches liegt. Somit werden eventuelle Drehzahlschwankungen des Motors weitgehend von der Schwungmasse ferngehalten.

Die Achse der Schwungmasse ist in bekannter Weise gleichzeitig die Tonwelle (Capstan-Antrieb). Das obere Lager dieser Achse kann justiert werden, so daß eine exakte Senkrechtheitsstellung zur Bandlauf- richtung gewährleistet ist. Der Antrieb der Umpulsfunktionen wie auch der Rutschkupplung bei Bandlauf erfolgt von der Schwungmasse aus.

#### Schaltungseinzelheiten

Im Bild 4 ist im wesentlichen die Schaltung eines Kanals des Gerätes sowie der für beide Kanäle gemeinsamen Baugruppen wiedergegeben. Der zweite Kanal ist gleichartig aufgebaut, enthält also mit nachstehenden Angaben korrespondierende Bauelemente. Die im Phonoeingang (Bu 2) liegenden Spannungsteilerwiderstände R 28, R 3 reduzieren das Eingangssignal auf die zur Aussteuerung des Transistors T 1 benötigten Werte. Der hochohmige Plattenspieleringang ist mit Hilfe der Widerstände R 28, R 128 gleichzeitig gut gegenüber dem Mikrofon-/Rundfunk-Eingang (Bu 1) entkoppelt. R 2 wirkt als Überspielwiderstand, wenn vom Stereo-Cassetten-Recorder „3312“ auf ein anderes Tonbandgerät überspielt werden soll. Hierdurch ist es möglich, mit jedem fünfpoligen Verbindungskabel auf ein anderes Tonbandgerät zu überspielen, gleichgültig, ob in diesem Kabel bereits Überspielwiderstände vorhanden sind oder nicht.

Die Eingangsstufe ist mit dem rauscharmen Siliziumtransistor BC 109 (T 1) bestückt, in dessen Ausgangskreis der Aussteuerungsregler R 11 liegt. Die Schaltungs- auslegung des Vorverstärkers stellt auch

bei kleinen Eingangsspannungen ein sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis sicher. Der Störabstand des Gerätes ist größer als 45 dB; das ist für eine Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s ein ausgezeichneter Wert.

Da Drehspulmeßwerke den arithmetischen Mittelwert der angelegten Spannung anzeigen, kann bei starken Lautstärkesprüngen die Aufnahme übersteuert werden. Dagegen werden mit der in diesem Gerät vor dem Instrument M angeordneten Schaltung (T 7 und T 8) Anzeigebedingungen erreicht, die den echten Spitzenwert anzeigen ungefähr entsprechen. Das exakte Aussteuern des Bandes wird mit dieser Schaltung wesentlich erleichtert.

Der HF-Oszillator-Transistor T 9 (BC 107) arbeitet in Emitterschaltung. Die frequenzbestimmende Induktivität wird durch den Löschkopf K 2 gebildet, und die Rückkopplung erfolgt über den kapazitiven Spannungsteiler C 204, C 201. An dem Widerstand R 22 (bzw. R 122) kann die Amplitude der Vormagnetisierungsspannung für den Kombikopf K 1/K 101 kontrolliert und mit R 21 (bzw. R 121) eingestellt werden. Die Frequenz des HF-Oszillators ist etwa 57 kHz.

Zur gehörigen Lautstärkeregelung ist das Potentiometer R 33 mit einer Anzapfung versehen; R 35 ist der Klangregler und R 30 der Balanceregler (alle Regler sind in üblicher Weise mit den entsprechenden Reglern im zweiten Kanal gekuppelt).

Der Niederfrequenzverstärker ist in der eisenlosen Endstufe mit dem komplementären Transistorpaar AC 187/AC 188 (T 5, T 6) bestückt, das von einem Treibertransistor BC 108 (T 4) angesteuert wird.

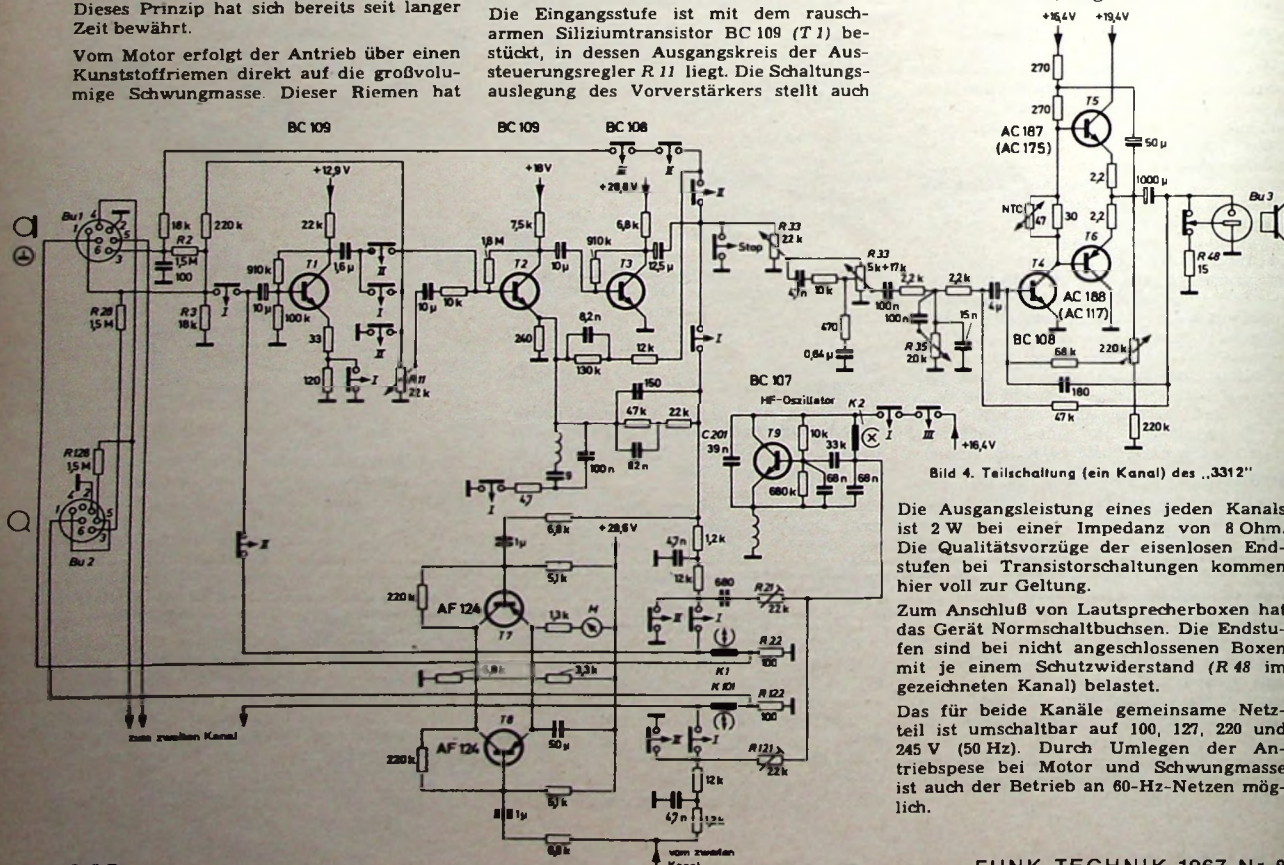


Bild 4. Teilschaltung (ein Kanal) des „3312“

Die Ausgangsleistung eines jeden Kanals ist 2 W bei einer Impedanz von 8 Ohm. Die Qualitätsvorteile der eisenlosen Endstufen bei Transistorschaltungen kommen hier voll zur Geltung.

Zum Anschluß von Lautsprecherboxen hat das Gerät Normschaltbuchsen. Die Endstufen sind bei nicht angeschlossenen Boxen mit einem Schutzwiderstand (R 48 im gezeichneten Kanal) belastet.

Das für beide Kanäle gemeinsame Netzteil ist umschaltbar auf 100, 127, 220 und 245 V (50 Hz). Durch Umlegen der Antriebspeise bei Motor und Schwungmasse ist auch der Betrieb an 60-Hz-Netzen möglich.

# Zur Beurteilung der Lautsprecher-Qualität

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 216

## 5. Parameter für Klangqualität

Die beschriebene Einteilung des Frequenzbandes hat jedoch noch eine andere Nutzenanwendung. Die Gesamtfläche unter einer Spektralkurve wird, wenn diese mit der Lautheitsskala in Son gezeichnet und entsprechend entzerrt ist, proportional der vom Ohr gehörten Lautheit der dargestellten Schallquelle. An Hand der „Empfangs-Charakteristik des menschlichen Ohres“ soll nun die Darstellung der Wiedergabeeigenschaften von Lautsprechern vereinfacht werden. Sieben subjektive Eigenschaften musikalischer Klänge wurden dargestellt und definiert, während auf seiten der Physik vier Messungen als fundamental und umfassend gelten. Zwischen den zwei Koordinatensystemen gibt es nur qualitative, aber keine quantitativ anerkannten Beziehungen. Deshalb soll für jede der physikalischen Messungen ein subjektiver Begriff ausgewählt werden, der dem Leser die Gruppe der subjektiven Eigenschaften angibt, die von dieser Messung bewertet werden. Dabei sollen diese Messungen möglichst nicht mit den bereits etablierten technischen Anwendungen in Konflikt kommen. Von dieser Voraussetzung ausgehend, schlägt der Autor die Annahme von fünf einheitlichen, subjektiven Begriffen vor:

Als erstes hat man die Frequenzkurven, aus denen man Frequenzbereich und Tonumfang sowie Linearität und Gleichmäßigkeit ent-

erreichten Vollkommenheitsgrad im Rahmen des überhaupt Möglichen für jede der fünf Einteilungen prozentual darstellt. Bei weitem die größte Schwierigkeit besteht darin, über die Methoden zur Bestimmung der fünf prozentualen Wertskalen Übereinstimmung zu erreichen. Solche Vorgänge müssen nämlich auf rationalem, physikalischem und psychoakustischem Wissen und nicht auf traditionellen elektronischen Ingenieurspraktiken beruhen. Um diese Konzeption zu klären, enthält der abschließende Teil dieser Darstellung allgemeine Erörterungen sowie Vorschläge zur Messung der fünf gewählten Klangeigenschaften.

## 6. Bestimmung von Klangbalance und Tonbereich

Die Form einer Frequenzkurve eines Lautsprechers hängt von folgenden Faktoren ab:

- 1) vom Gehäuse, in dem der Lautsprecher eingebaut ist,
- 2) vom Raum, in dem er gemessen wird,
- 3) von der Form des verwendeten Testsignals,
- 4) von der Position des Meßmikrofons,
- 5) von der Charakteristik der verwendeten Meßgeräte.

Um voll definierte Meßwerte zu erhalten, müssen alle diese Variablen genormt werden. Schließlich muß man sich über die anzuwendende grafische Darstellung einigen, die den prozentualen Vollkommenheitsgrad jeder der fünf genannten Eigenschaften widerspiegeln soll.

Die Dimensionen von Lautsprechermembranen erlauben vielfältige Teilachwingungszustände über den ganzen hörbaren Frequenzbereich, wenn auch in gewissen kleinen Teilbereichen kolbenförmige Bewegungen vorliegen. Sowohl deshalb als auch wegen der akustischen Wirkungen der Membranaufhängung und Einbauten ist der Schalldruckverlauf an jedem Punkt des Raumes anders. Noch wichtiger ist, daß auch die Kurve des akustischen Leistungsfrequenzganges erheblich streut, ausgenommen im besonders gebauten Hallraum.

Ein Beispiel dafür, wie radikal die Frequenzkurve eines Lautsprechers durch Veränderung der Aufzeichnungskoordinaten und Meßunterschiede beeinflusst werden kann, zeigt Bild 14. Im Bild 14a ist die übliche axial gemessene Schalldruckkurve mit einem durch-

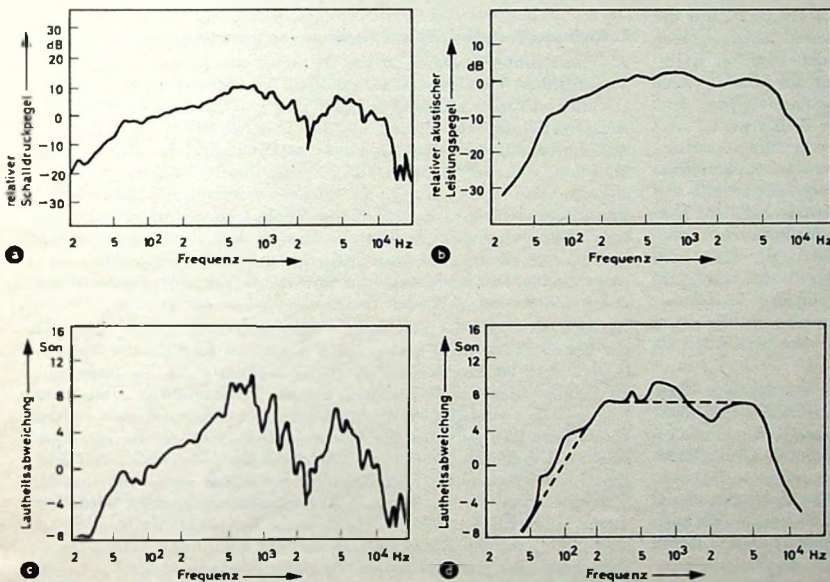


Bild 14. Vier verschiedene Darstellungen des Frequenzganges einer Lautsprecherkombination; a) relativer Schalldruckpegel in axialer Richtung, b) relativer akustischer Leistungspegel, c) Schalldrucklautheit in axialer Richtung, d) Leistungslautheit

nimmt. Für diese Bezeichnungen werden die Begriffe „Tonbereich“ und „Tonbalance“ vorgeschlagen.

Zweitens hat man die Richtungsunabhängigkeit, von der man den Streuwinkel ableitet. Diese Meßgröße kann am besten als „Klangverteilung“ beschrieben werden.

Als letztes sind dann noch die zwei Messungen der Impulsverzerrungen und Intermodulationsverzerrungen zu nennen. Impulsverzerrungen können subjektiv gut als „Tonklarheit“ charakterisiert werden. Eine spezielle Messung aller Verzerrungen, die durch Intermodulation entstehen und subjektiv hörbar sind, kann in dem einfachen Begriff „Tonqualität“ gut zusammengefaßt werden.

Es ergeben sich also die Begriffe „Bereich“, „Balance“, „Verteilung“, „Klarheit“ und „Qualität“ als in Prozentsätzen ausdrückbare, neu vorgeschlagene Bewertungsmaßstäbe für Lautsprecher.

Tab. II faßt diese Begriffe und ihre Beziehungen zusammen. Daneben wird eine einfache Wertskala vorgeschlagen, die den subjektiv

Tab. II. Vorgeschlagene subjektive Normbegriffe sowie ihre Beziehungen zu bekannten physikalischen und subjektiven Größen

vorgeschlagener subjektiver Normbegriff	zugehörige physikalische Meßgröße	klassische subjektive Klangeigenschaften, die damit hauptsächlich bewertet werden
Tonbereich Tonbalance Klangverteilung	Frequenzgang Frequenzgang Richtungsdiagramm	Lautheit Tonhöhe Volumen, Hörbild, Timbre
Klarheit (Durchsichtigkeit)	Impuls wiedergabe	Hörbild, Timbre, Anschwingen
Tonqualität	Intermodulation	Volumen, Timbre, Lästigkeit

laufenden Sinuston im schalltoten Raum dargestellt. Bild 14c zeigt die Variation der vom Ohr empfundenen Lautheit, wie sie ein einohriger Hörer in einem schalltoten Raum hören würde. Die schnellen, scharfen Übergänge bei Frequenzänderungen sind typisch für die an einer festen Position in einem schalltoten Raum aufgenommenen Schalldruckkurven. Bild 14d zeigt eine Darstellung der gesamten, im wesentlichen kugelförmig abgestrahlten akustischen Energie. Diese Kurve wurde durch eine mühevollste Technik, die das räumlich verteilte Schallfeld erfaßt, für 28 einzelne Frequenzbänder, jedes eine Drittelloktave breit, ermittelt. Weil die Werte über den ganzen Raum und alle Frequenzen gemittelt wurden, erhält man eine viel glattere Kurve. Diese Darstellung ist jedoch im mittleren Bereich dem, was man in einem typischen „Abhörwohnzimmer mit nicht zu viel Hall“ erhält, ähnlicher, als die übliche Schalldruckkurve nach Bild 14a. Das untere Ende der Kurve zeigt unterhalb 500 Hz wegen des Mangels an Hall, der sich in einem normalen Zimmer ergibt, einen Abfall. In ähnlicher Weise fällt die Kurve auch oberhalb 5000 Hz wegen der Richtwirkung der Hochtonlautsprecher ab.

Die Kurve des Leistungsfrequenzganges nach Bild 14d ist deshalb interessant, weil sie den relativen Effekt der Membranresonanz (ungefähr 60 Hz), Gehäuseresonanz (ungefähr 100 Hz), Resonanz der Inneneinspannung (ungefähr 400 Hz) und besonders die Resonanz der Außeneinspannung, deren Zentrum bei ungefähr 1000 Hz liegt, deutlich betont. Außerdem eliminiert diese Kurve noch die Verwirrungszonen, die durch Interferenzen an bestimmten Punkten im Schalldruckfeld entstehen. Auch zeigt sie sehr genau den durch schlechte Abstrahlbedingungen entstehenden Abfall am niederfrequenten Ende und den durch Massenreaktion der Lautsprechermembran entstehenden Abfall am oberen Ende.

Es wird eine einfache, automatische Meßmethode benötigt, mit der die Frequenzkurve eines beliebigen Lautsprechers aufgenommen werden kann. Diese soll den günstigsten Frequenzbereich bei richtigem Einbau und durchschnittlicher Lautheit, mit der man in einem guten Hörraum abhört, deutlich zeigen. Um das zu erreichen, muß man die akustischen Meßdaten theoretisch guter Abhörräume standardisieren. Denn die Industrie benötigt eine Norm für die Bewertung kompletter, verschieden eingebauter Mehrweg-Lautsprecherkombinationen. Aus der endgültigen Normung eines akustischen Abstrahl- und Meßfeldes werden sich sehr große technische und wirtschaftliche Vorteile ergeben, was für die verschiedensten Lautsprecherkombinationen von Nutzen wäre. Messungen an Lautsprechern, die diese Kriterien erfüllen, können ohne kostspielige schalltote Räume oder Hallräume durchgeführt werden, ohne Kompromisse eingehen zu müssen. Das einzige bauliche Erfordernis ist ein relativ großer, ruhiger, mit Dämmstoffbelag ausgekleideter Raum, der etwa oberhalb 1000 Hz reflexionsarm ist.

Die Forderung nach der akustischen Bedämpfung des Lautsprechers kann durch ein Testgehäuse nach Art der unendlichen Schallwand erfüllt werden. Es besteht aus einem langen Labyrinth aus nicht reflektierenden, gefalteten Rohren von gleichbleibendem Querschnitt. Die Teile werden aus abwechselnden Hohlräumen geformt, die senkrecht auf dem Umfang stehen und aus Luft und Dämpfungsmaterial bestehen. Die Lautsprecher würden sowohl mit ihrer Vorder- als auch mit der Rückseite an diese kompakte „unendliche Leitung“ durch passend dimensionierte Formtrichter angekoppelt. Die Schalldruckkurve wird im ersten, geraden Teil der Leitung, und zwar in der Achse des Lautsprechers, gemessen. Die Entfernung von der Ebene der Membrane oder der Hornöffnung soll genügend groß sein, damit man sicher ist, daß vornehmlich eine ebene Wellenausbreitung im Gebiet des Mikrofons stattfindet.

Die Wiedergabekurve wird dann auf Lautheitskoordinaten aufgenommen, die am unteren Bereichsende modifiziert werden, und zwar für alle Gehäuseeinbauten des Herstellers. Auch der verwendete Koordinatenmaßstab wird vom Hersteller ausgewählt, um damit verschiedene Raumakustika zu korrigieren. Die Verwendung von besonderem Koordinatenpapier klingt zunächst kompliziert, bedeutet jedoch nicht mehr als das Auswählen von einem oder mehreren von der EIA genormten Koordinatenpapieren für das Umzeichnen der Wiedergabekurven. Auch diese einfache manuelle Operation kann noch eliminiert werden, wenn ein mit geeichten Potentiometern ausgerüsteter Pegelschreiber zur Verfügung steht.

Als Testsignal wird ein schmalbandiges, eine Drittelloktave breites Rauschen verwendet. Dieses wird durchgehend gewobelt und ergibt

eine integrierte Raum-Frequenz-Kurve, die von wirklichem, physikalischem Wert ist. Die fragwürdigen „Glättungsversuche“ der Kurve durch Techniker werden damit unnötig. Der Schreiber muß mit einem mitlaufenden Filter ausgerüstet sein, damit Verzerrungsanteile eliminiert werden. Die „Tonbalance“ kann dann direkt an der Kurvenzeichnung mit einem Lineal in Prozent abgelesen werden. Dieser Wert ergibt sich als 100% minus des totalen Spitze-Spitze-Wertes der prozentualen Lautheitsabweichung, die die Kurve insgesamt zeigt. Der Abfall an den Enden wird dabei nicht berücksichtigt. Die Tonbalance enthält somit die gesamten Lautheitsabweichungen in Prozent.

Für den Begriff „Tonbereich“ muß der gesamte Frequenzbereich bestimmt werden, den junge Hörer auch bei typischem Raumgeräusch wahrnehmen. Die Punkte, bei denen die Lautheit auf den halben Wert abgefallen ist, sollen als Grenzen des nutzbaren Bereichs eines Lautsprechers angesehen werden. Auch muß der Gesamtbereich in die drei Teilbereiche Tief, Mittel und Hoch unterteilt werden. Damit sind die Grenzen für die prozentualen Anteile der einzelnen Lautsprecher fixiert. Dazu müssen zwei Frequenzen festgelegt werden, von denen eine unterhalb der oberen Grenzfrequenz aller Tieftonlautsprecher und die andere oberhalb der niedrigsten Grenzfrequenz aller Hochtonlautsprecher liegt.

Zur Bestimmung der Prozentwerte des Tonbereiches eignet sich weder der lineare, noch der logarithmische Maßstab. Daher muß die schon beschriebene, nach der Tonhöhe vorgenommene Verteilung des Bereiches angewendet werden. Die in Prozenten angegebenen Meßwerte des Tonbereiches eines Lautsprechers drücken aus, welcher Prozentsatz der Gesamtbandbreite reproduziert und für das Ohr hörbar wird. Lautsprecherboxen hoher Qualität können dabei nicht selten eine Bewertung von 100% für diese Charakteristik erhalten.

## 7. Richtungskordinaten und Bestimmung des Streuwinkels

Ein bestimmter Prozentsatz des gesamten von einem Lautsprecher abgestrahlten Tonbereiches ist innerhalb des Öffnungswinkels hörbar. Deshalb ist dieser ein praktisches Kriterium für die Bewertung der Klangverteilung. Die Begrenzung der höheren Frequenzen steht im Zusammenhang mit dem gesamten abgestrahlten Hochtonbereich. Man kann annehmen, daß bei Musikprogrammen 80% der gesamten abgestrahlten Hochtonenergie für die Bestimmung des Streuwinkels in Frage kommen. 20% der gesamten Hochtonenergie gehen also verloren. Dabei muß noch festgestellt werden, daß die Sprachverständlichkeit dem Streuwinkel direkt proportional ist. Im Falle von Sprechprogrammen würde deshalb die prozentuale Bandbreitenreduktion durch den Streuwinkel auch technische Bedeutung haben.

In der Praxis wird der Streuwinkel durch die Richtungsabhängigkeit der hohen Frequenzen bestimmt. Die Art des Einbaus der Tieftonlautsprecher ist für diesen Test daher nicht kritisch. Es dürfen nur keine unerwünschten Reflexionen höherer Frequenzen auftreten. Der Lautsprecher soll lediglich in einem hohen Frequenzen absorbierenden Raum oder im Freien um die Achsen gedreht werden, die vom Hersteller angegeben sind, meist also zumindest um die Vertikale. Als Testsignal wird das gleiche schmalbandige Rauschen verwendet, das für den vollen Bereich der Frequenzkurvenmessung benutzt wird. Für diesen Test wird es jedoch im Spektrum so festgelegt, wie oben diskutiert. Für jede Qualitätsklasse ist also ein genormter Frequenzwert festzulegen, der gleichzeitig den erlaubten Prozentsatz der Verminderung durch die Zerstreuung angibt. Der Streuwinkel wird dann als der Winkel definiert, innerhalb dessen bei schmalbandigem Rauschen nicht weniger als beispielsweise 50% Lautheitsverminderung gegenüber der Wiedergabe auf der Achse auftritt. Die Streuung wird dann als Prozentsatz von 180° ausgedrückt und stellt diesen Winkel dar.

## 8. Impulswiedergabeverzerrung und Tonklarheit

Für die Impulsmessung sollte eine Abwandlung der Tonburstmethode verwendet werden, die größere Bedeutung beim direkten Erkennen der subjektiv hörbaren Impulsverzerrungen bei Musikreproduktionen erlangen wird. Diese Technik arbeitet ähnlich wie die Bewertung der Nachhallzeit eines Hörraumes mit einem schnellschreibenden Pegelschreiber. Für diesen Test wird ein breitbandiges Rauschsignal benötigt, das gemäß der Pegelverteilung im Spektrum eines durchschnittlichen Musikprogrammsignals zusammengesetzt ist. Der Lautsprecher wird wie bei der Frequenzmessung aufgebaut.

Ein schnellschreibender Pegelschreiber mit eingebautem Generator liefert ein Signal, das abrupt abgeschaltet wird, wenn der vor-

eingestellte Ausgangspegel erreicht ist. Damit synchron läuft ein Polarkoordinatenpapier mit, so daß wiederholtes Aufzeichnen auf dem gleichen Kurvenzug gegeben ist. Mit jeder Umdrehung wird der Abschaltimpuls durch ein gleichmäßig zunehmendes Intervall mit steigender Frequenz verzögert. Gleichzeitig wird bei jedem Signalzyklus und jeder Umdrehung der Kurve ein neues Filter in den Empfangskanal eingeschaltet. Dazu ist ein Bandfiltersatz notwendig, der bereits von Zwickler für diesen Zweck vorgeschlagen wurde. Während die Kurve ununterbrochen umläuft, werden sowohl der Dauertonpegel als auch der Amplitudenabfall nach dem Abschalten aufgezeichnet. Dies wird mit insgesamt 24 Bandfiltern wiederholt und so das gesamte hörbare Spektrum abgetastet. Mit einem einheitlichen Potentiometer kann das Nachklingen des Impulses nach dem Abschalten leicht beobachtet werden. Das ergibt sich durch Festhalten der Abwanderung vom linearen Abfall bei jedem sich überlappenden Kurvenzug. Das Papier wird in Koordinaten eingeteilt, die die relative Lautheit des Nachklingpegels in Son für jedes Band angeben. Diese 24 Werte sind dann zur gesamten hier erhaltenen relativen Lautheit des Impulsüberhangs zu summieren, und zwar nach dem genormten Verfahren zur Lautheitsberechnung. Dieser Wert wird dann mit der Summe von 24 Werten der Dauertonpegel verglichen. Die Tonklarheit in Prozent wird dann definiert als das Prozentverhältnis der Lautheit des Nachklingpegels in Son zum Dauertonpegel der Gesamtlautheit in Son, subtrahiert von 100%.

#### 9. Bestimmung von Tonqualität, Intermodulations- und Frequenzmodulationsverzerrungen

Zu dieser Messung dient ein Testverfahren, das sowohl Intermodulations- als auch akustische Frequenzmodulationsverzerrungen bewertet und dabei den Lautsprecher wie bei Musikprogrammen erregt. Der Meßaufbau ist der gleiche wie für die Messung von Frequenzgang und Impulsverzerrungen. Auch wird das gleiche Breitband-Rauschsignal verwendet. Den Bandfiltersatz, der auch für die Impulsverzerrungsmessung verwendet wurde, stellt man jetzt so zusammen, daß die Filter mit ungeraden Zahlen elektrisch parallel und als eine Sektion und die Filter mit geraden Zahlen parallel als eine weitere Sektion arbeiten. Diese zwei Filtergruppen sind im folgenden als ungerader und als gerader Satz bezeichnet.

Zur ersten Messung wird der ungerade Satz zwischen die Breitband-Rauschquelle und dem Lautsprechereingang geschaltet. Das dem Lautsprecher zugeführte Signal wird über einen hochwertigen, sehr intermodulationsarmen Verstärker über das so entstandene „Kammfilter“ dem Lautsprecher zugeführt. Rauschbänder wechseln sich also mit Bändern ohne Signal ab. Der Empfangskreis wird in der gleichen Anordnung belassen, wie für die Messung der Impulsverzerrungen. Für den Empfang wird der Original-Bandfiltersatz verwendet. Auch wird das gleiche Potentiometer mit einheitlicher dB-Eichung und Registrierpapier (markiert für die Lästigkeit in Noy) eingesetzt. Das Lautsprechereingangssignal läuft fortgesetzt durch, während jedes der 24 Bandfilter in den Empfangskreis eingeschaltet wird und so lange eingeschaltet bleibt, bis vor jedem Weiterschalten ein stationärer Schreibpegel erreicht ist. Schnellschreibende Pegelschreibgeräte können diese Messung automatisch ausführen.

Die erhaltenen Lästigkeitswerte für alle geraden Bänder werden summiert; aus diesen Verzerrungen ergibt sich die gesamte Lästigkeit in Noy. Dieser Wert wird dann mit der gesamten Lautheit des Signals verglichen, die man durch Summieren der Lautheitswerte für alle ungeraden Bänder erhalten hat. Dieses Verhältnis drückt die Verzerrungslästigkeit in Prozenten aus, relativ zur Über-Alles-Signallautheit. Der Prozeß wird jetzt mit den geradzahlgigen Filtern vor dem Lautsprecher wiederholt, wobei die ungeradzahlgigen Filter im Empfangskreis Verzerrungen bewerten. Der größere der zwei Verzerrungslästigkeitswerte in Prozenten, die sich so ergeben, wird von 100% subtrahiert; das Resultat nennt den Prozentsatz der Tonqualität.

Diese Modulationsverzerrungsmessung hat zweifellos viele technische Vorteile gegenüber der meist verwendeten Zweittonmethode. Zumindest wird der Frequenzbereich des Lautsprechers, der geprüft werden soll, nicht begrenzt oder eingeengt. Daher kann dieses Verfahren ohne Abwandlung für Hochton-, Mittelton- und Tieftonlautsprecher sowie auch für komplette Kombinationen und Boxen dienen. Der so gefundene Qualitätswert kann deshalb mit hoher Genauigkeit für jeden Qualitätslautsprecher unabhängig vom Frequenzbereich die Tonqualität angeben. Die Unabhängigkeit von anderen

technischen Daten qualifiziert diese Angabe als eine tatsächlich fundamentale Bewertungsvariable.

Allerdings enthält die beschriebene Methode eine grundsätzliche Fehlerquelle, die sich aus dem Übersprechen und Mitmessen von Testsignalen ergibt, die in die Bänder, die eigentlich ohne Signal sein sollten, eingespeist werden. Wegen der endlichen Steilheit der Filter und der maximal möglichen Dämpfung ist das unvermeidlich. Es wird sich jedoch in der Praxis als nur wenig störend herausstellen, weil das Störsignal meist durch wesentlich höhere Verzerrungsanteile in jedem offenen Band markiert ist. Außerdem kann dieser Fehler mit einem Eichdurchlauf bestimmt werden, wobei der Lautsprecher elektrisch kurzgeschlossen wird. Die sich ergebenden Restverzerrungen in der Meßapparatur können dann als Korrekturbetrag den tatsächlich gemessenen Werten für die Tonqualität hinzugefügt werden. Ein verzerrungsloser Widerstand an Stelle des Lautsprechers würde einen Wert von 100% ergeben.

#### 10. Lautheitsempfindlichkeit, maximale Lautstärke und elektrische Dauerbelastung

Auch für die Bestimmung des Wirkungsgrades wird eine neue Meßmethode vorgeschlagen. Bei Musikwiedergabeanlagen ist akustische Energie nur insoweit von Nutzen, wie Lautheit für das Ohr erzeugt wird. Diese Einheit soll in Son/W ausgedrückt werden. Zur Messung werden die gleichen physikalischen Einrichtungen wie für die Messung von Frequenzgang, Impuls wiedergabe und Modulationsverzerrungen benutzt. Auch in diesem Fall wird als Testsignal ein breitbandiges Rauschen wie für die Verzerrungsmessungen benutzt. Die tatsächliche elektrische Leistung in W, die vom Testlautsprecher aufgenommen wird, um einen Standardlautheitswert in Son am Mikrofon zu erzeugen, wird gemessen. Dabei wird der gleiche Bandfiltersatz wie für den Verzerrungstest eingeschaltet. Eine willkürliche Korrektur für die Lautheit im Einheitsabhörraum, die durch die Lautheit im Meßkanal bestimmt wird, muß ebenfalls vereinheitlicht werden. Das sich ergebende Verhältnis in Son/W zeigt dann den relativen Lautsprecherwirkungsgrad an.

Die maximal mögliche Lautstärke soll in Son angegeben werden. Sie ergibt sich mit Hilfe der gleichen Anordnung, die für die Bestimmung des Wirkungsgrades verwendet wird. Dabei ist aber der Pegel des breitbandigen Eingangssignals sehr langsam, aber gleichmäßig zu erhöhen. Zugleich wird der effektive Schalldruck am Ausgang aufgezeichnet. Der Punkt, an dem eine vorher festgelegte Abweichung von der Linearität oder sonst eine Verschlechterung einsetzt, dient als Basis zur Bestimmung der maximal möglichen Lautstärke.

Auch für die elektrische Belastbarkeit schlägt der Autor eine Bewertung vor, die sich aus einem periodisch unterbrochenen Signal ergibt, dessen Verhältnis vom Spitzenwert zum Effektivwert dem durchschnittlichen Musikprogramm ähnelt. Die maximale Eingangsleistung in W, die bei diesem Signal ohne Ermüdung für eine genügende Zeit ausgehalten wird, gibt die elektrische Dauerbelastbarkeit an.

#### 11. Zusammenfassung

Der Autor kommt insgesamt zu acht Spezifikationen, von denen er fünf als ursächlich für die Qualität bei der Wiedergabe von Klängen betrachtet. Drei weitere sieht er als wichtig für die Entwicklung, Konstruktion und Anwendung von akustischen Wandlern an. Der Autor versucht, die fünf grundsätzlichen Bewertungen in neuer Art zusammenzufassen, so daß sie von jedermann verstanden und angewendet werden können. Für die drei nicht subjektiven Größen sind technische Maßeinheiten vorgeschlagen. Die empfohlenen Meßmethoden weichen zwar von den traditionellen Meßvorgängen ab; der Autor behauptet jedoch, daß sie den tatsächlichen Verhältnissen an einem vorwiegend akustischen Produkt wie einem Lautsprecher besser gerecht werden.

Die benötigten Meßeinrichtungen sind insgesamt nicht neuartig und gehen nicht über den gegenwärtigen Stand der Technik hinaus. Automatische und vereinfachte Anwendung durch technisch nicht vorgebildetes Personal ist möglich, und die Investitionen liegen durchaus innerhalb der Etatgrenzen der Hersteller. Lediglich die Normung eines speziellen, echoarmen Raumes wird vorgeschlagen als Grundlage für alle Bewertungen und Meßmethoden. Ein derartiger Raum wäre auf jeden Fall weniger kostspielig als die jetzt überall notwendigen schalltoten Räume oder die Hallräume.

# Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen

## Erläuterungen zu DIN 45500 Blatt 8 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen“

Am Anfang der Beratungen über die Mindestanforderungen für Hi-Fi-Geräte dachte man nur an die Normung von Bedingungen für die Einzelkomponenten (Verstärker, Lautsprecher usw.). Im Laufe der Besprechungen zeichnete sich jedoch immer mehr ab, daß der Begriff „Hi-Fi“ nicht zwangsläufig nur auf die einzelnen Geräte anzuwenden sei. Es wäre auch nicht einzusehen, daß eine Anlage, bei der Tuner, Verstärker und Laufwerke, die als Einzelkomponenten die Hi-Fi-Bedingungen erfüllen, den Qualitätsanforderungen nicht mehr genügen sollten, wenn sie in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut werden. Da sich auch deutliche Entwicklungstendenzen für Kombinationsgeräte zeigten, wurde in die Norm 45 500 ein Blatt 8 über „Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen“ aufgenommen. Die dort gestellten Forderungen sollten nicht besser oder schlechter sein als die zusammengezählten Werte der Einzelgeräte. Daher konnte dieses Blatt erst bearbeitet und freigegeben werden, nachdem die Blätter 2-7 abgeschlossen waren. Es handelt sich also hier nur um eine Summierung der Meß- und Prüfwerte sowie der zulässigen Toleranzen.

Wie aus dem Punkt 1 des Blattes hervorgeht, können sich die summierten Werte der Blätter 2-7 in ihren Einzelwerten jedoch ohne weiteres auch anders verteilen, was wie folgt beschrieben wird:

Die Norm gilt für Kombinationen von Geräten nach DIN 45 500, Ausgabe April 1966, Blatt 2-7, sofern sie nicht als Einzelgeräte angeboten werden, sondern in gemeinschaftlichen Gehäusen untergebracht sind. Alle in dieser Norm aufgeführten Grenzwerte ergeben sich durch Addition der in DIN 45 500, Blatt 2-7, enthaltenen Werte. Ferner gilt die Norm

für Anlagen aus Einzelgeräten, die vom Hersteller als Einheit angeboten werden und in ihrer Gesamtheit den Mindestanforderungen entsprechen (z. B. Kombination eines Rundfunkempfangsteiles mit Verstärker und angepaßten Lautsprechern). Die Eigenschaften der Einzelgeräte werden hierbei nicht beurteilt, d. h., sie brauchen die Anforderungen nach DIN 45 500, Blatt 2-7, dieser Norm nicht zu erfüllen.

Zum besseren Verständnis dieses Absatzes seien hier einige Beispiele angeführt:

Eine vom Hersteller als Einheit angebotene Gesamtanlage, zum Beispiel in der Form eines Musikschrankes, erfüllt – vom Antenneneingang gemessen – an den Lautsprecherklemmen oder sogar bezogen auf den Schalldruck die summierten Bedingungen der Blätter 2-7, ohne jedoch bei den einzelnen Bausteinen die geforderten Werte der entsprechenden DIN-Blätter zu erreichen. Sind Anschlußmöglichkeiten für Zusatzgeräte vorgesehen, dann müssen die Werte von diesem Punkt an jedoch erreicht werden.

Bekannt sind zum Beispiel auch Kombinationen von Verstärkern mit Lautsprechern, bei denen der Schalldruckverlauf durch einen Frequenzgang im Verstärker ausgeglichen wird in der Weise, daß die Gesamtanlage die Bedingungen der DIN 45 500 erfüllt, wohingegen weder die Lautsprecher noch die Verstärker allein die geforderten Werte von Blatt 6 beziehungsweise 7 erfüllen.

Betrachtet man die übrigen Punkte des Blattes 8 unter dem Gesichtspunkt der summierten Werte der Blätter 2-7, dann erübrigt sich dazu jede weitere Stellungnahme. Erwähnenswert wäre noch der zweite Absatz des Punktes 6, in dem es heißt:

Sofern die Kombination auf Grund ihrer Art oder Abmessungen zur Messung nach DIN 45 500, Blatt 7, Abschnitt 2, nicht ge-

eignet ist, kann die Lautsprecherkombination in einem dem Lautsprecherraum der Kombination akustisch entsprechendem Ersatzgehäuse, entsprechend der genannten Norm, gemessen werden.

Es besteht hier also die Möglichkeit, statt bei der Freifeldmessung zum Beispiel einen kompletten, vielleicht sogar hochglanzpolierten Musikschrank einzugraben, zu diesem Zweck ein dem Lautsprecherraum akustisch nachgebildetes Ersatzgehäuse zu verwenden.

Im ganzen gesehen, liegt dem Blatt 8 der DIN 45 500 also der Gedanke zugrunde, bei Kombinationen die zulässigen Toleranzen und Mindestwerte so auf die einzelnen Baugruppen zu verteilen, daß das Gesamtprodukt die Bedingungen erfüllt, ohne jedoch an die Einzelwerte gebunden zu sein.

## Zum Abschluß der Erläuterungen zu DIN 45 500 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi)“

In der Norm 45 500 sind die Mindestanforderungen an Hi-Fi-Heimstudio-Anlagen zusammengefaßt. DIN 45 500 Blatt 1 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Allgemeine Bedingungen, Kennzeichnung“ gibt an, daß es sich dabei um Geräte und Anlagen hoher Übertragungsqualität handelt, die für Wohnräume bestimmt sind. Kurz wird in diesem Blatt noch auf für alle Eigenschaften der Geräte oder der Anlage geltende Klimabedingungen, Anpassungsbedingungen, Kennzeichnungen und dergleichen hingewiesen.

Die eigentlichen Mindestanforderungen an die Einzelglieder der Anlage sind in den Blättern 2-8 niedergelegt. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, zu bestimmten Punkten der in den einzelnen Blättern festgelegten Mindestanforderungen noch zusätzliche Erläuterungen zu geben. Das ist auf Anregung des Fachverbandes Phonotechnik im ZVEI, der federführend an der Entstehung von DIN 45 500 beteiligt war, in den nachstehend aufgeführten sieben Aufsätzen erfolgt.

Eckstein, H.: Mindestanforderungen an UKW-Empfangsteile (Tuner) · Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 2 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an UKW-Empfangsteile (Tuner)“. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 24, S. 870

Hagenah, H.-G.: Mindestanforderungen an Schallplatten-Abspielgeräte · Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 3 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Schallplatten-Abspielgeräte“. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 2, S. 46-47

Pieplow, H.: Mindestanforderungen an Magnetbandgeräte · Erläuterungen zu DIN 45 500, Blatt 4. Funkschau Bd. 39 (1967) Nr. 2, S. 37-38

Gemperle, H.: Mindestanforderungen an Mikrophone · Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 5. Funkschau (erscheint demnächst)

Hasselbach, W.: Mindestanforderungen an Verstärker · Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 6 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Verstärker“. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 2, S. 47-48

Williges, H.: Mindestanforderungen an Lautsprecher · Erläuterungen zu DIN 45 500, Blatt 7. Funkschau Bd. 39 (1967) Nr. 3, S. 75-76

Eckstein, H.: Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen · Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 8 (Entwurf) „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Kombinationen und Anlagen“. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 8, S. 256

Den Ausstellungsstand der FUNK-TECHNIK auf der

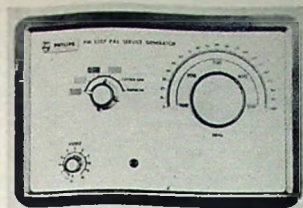
Hannover-Messe 1967 finden Sie in HALLE 11 · STAND 31

Wir würden uns freuen, Sie dort begrüßen zu können



VERLAG FÜR RADIO · FOTO · KINOTECHNIK GMBH  
HELIOS-VERLAG GMBH  
BERLIN-BORSIGWALDE · POSTANSCHRIFT: 1 BERLIN 52

## PAL-Farbbalkensignal nach dem Regenbogengeneratorprinzip



Farbbalkensignale für Prüf- und Meßzwecke, die hauptsächlich für den Service an Farbfernsehempfängern eingesetzt werden sollen, lassen sich nach den verschiedensten Gesichtspunkten aufbauen. Man kann hierfür die sechs Primär- und Komplementärfarben oder aber Kombinationen der Farbdifferenzspannungen, die den zwei Modulationsachsen  $U_Y$  und  $U_U$  sowie der  $(U_G - U_Y)$ -Achse entsprechen, benutzen. Trägt man zu diesen Farbspannungen auch noch die beiden aus der NTSC-Norm stammenden Modulationsachsen  $U_I$  und  $U_Q$  ein, so ergeben sich im Farbkordinatenkreuz in allen vier Quadranten Modulationsspannungen, die bis auf kleine Abweichungen um jeweils  $30^\circ$  gegeneinander versetzt sind. Es liegt daher nahe, ein Kunstsignal zu erzeugen, das kontinuierlich den Farbkreis durchläuft und während einer Horizontalperiode symmetrisch in 12 Farbbalken ausgetastet wird. Für den Horizontalrücklauf sind dann zwei der 12 Farbbalken erforderlich, so daß auf dem Bildschirm des Empfängers 10 Farbbalken erscheinen.

Die Erzeugung eines derartigen Kunstsignals ist in einfacher Weise möglich. Hierzu wird prinzipiell nur ein unmodulierter Farbträgeroszillator benötigt, der um die Horizontalfrequenz oberhalb beziehungsweise unterhalb der Farbträgerfrequenz schwingt. Da man den hierfür erforderlichen Aufwand verhältnismäßig gering halten kann und mit einem derartigen Signal mit großer Genauigkeit alle Messungen und Einstellungen im Farbeempfänger ausgeführt werden können, eignet es sich besonders gut für Service-Farbbalkengeneratoren. Weil sich beim Durchlaufen des Farbkreises auf dem Bildschirm eine regenbogenähnliche Farbskala ergibt, nennt man Farbbalkengeneratoren, die nach diesem Prinzip arbeiten, Regenbogengeneratoren. Basierend auf dem Philips-Service-Farbbalkengenerator „PM 5507“ sollen im folgenden das Prinzip und der Einsatz eines derartigen PAL-Regenbogensignals erläutert werden.

## 1. Prinzip des PAL-Regenbogensignals

Wird einem Farbbalkengenerator, dessen Farbträgeroszillator auf  $f_{FT} = 4,433$  MHz schwingt, zum Beispiel ein Kunstsignal der Frequenz  $f_{FT} - f_H = 4,418$  MHz zugeführt, so bedeutet dies, daß je Zeile zwischen beiden Frequenzen die Differenz einer vollen Schwingungsperiode auftritt, da  $f_{FT} = 283,75 \cdot f_H$  und somit  $(f_{FT} - f_H) = 282,75 \cdot f_H$  ist. Von Zeilenanfang zu Zeilenanfang wird daher die Farbträgerschwingung des Kunstsignals aus je einer Schwingungsperiode weniger bestehen als die Farbträgerfrequenz des Farbeempfängers. Das bedeutet aber, daß an jedem Zeilenanfang die gleiche relative Phasenlage beider Schwingungszüge zueinander besteht, so daß trotz der großen Frequenzdifferenz von 15 625 Hz der Farbeempfänger in der Lage ist, das Kunstsignal  $(f_{FT} - f_H)$

zu synchronisieren. Man kann sich den Vorgang so vorstellen, als ob sich bei der Überlagerung beider Frequenzen in Abständen von  $64 \mu s$  ( $1/f_H$ ) ein Schwebungs-Nullpunkt ergeben würde.

Das ist schematisch im Bild 1 dargestellt. Von Zeilenanfang bis Zeilenende ändert sich die relative Phasenverschiebung zwi-

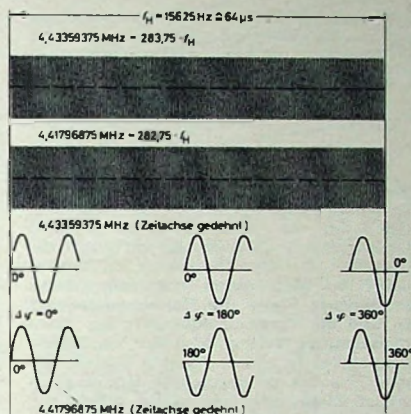


Bild 1. Relative Phasenänderung zweier Trägerschwingungen mit einer Differenzfrequenz von 15 625 Hz während einer Horizontalperiode

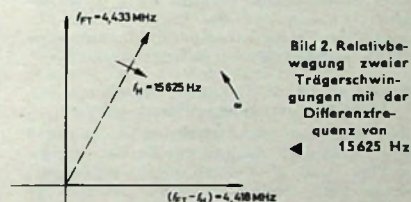


Bild 2. Relative Bewegung zweier Trägerschwingungen mit der Differenzfrequenz von 15 625 Hz

daß bei jedem Zeilenanfang die relative Anfangsphase des Regenbogensignals bei  $90^\circ$  auf der  $(U_R - U_Y)$ -Achse beginnt, so erhält man aus der Projektion des mit  $f_H$  durchlaufenden Kunstsignals auf die drei Farbdifferenzachsen die im Bild 4 dargestellten Farbdifferenzspannungen. Die Bestimmung und Auswertung dieser Signale

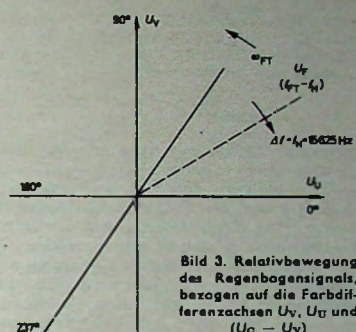


Bild 3. Relativbewegung des Regenbogensignals, bezogen auf die Farbdifferenzachsen  $U_Y$ ,  $U_U$  und  $(U_G - U_Y)$

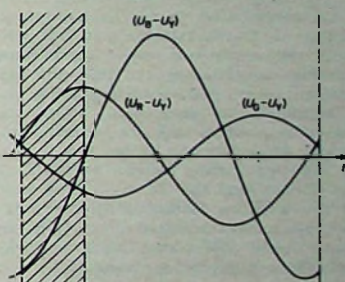


Bild 4. Relative Phasenlagen und Amplituden der Farbdifferenzspannungen bei einem mit der Horizontalfrequenz durchlaufenden Regenbogensignal

schen beiden Signalen kontinuierlich von 0 bis  $360^\circ$ , so daß die Differenz einer vollen Schwingungsperiode je Zeile auftritt. Setzt man zunächst voraus, daß der Farbeempfänger über ein Burstsynchronisiertes Regenbogensignal synchronisiert ist, so ergibt sich, im Farbkordinatenkreuz eingetragen, daß das Regenbogensignal der Frequenz  $(f_{FT} - f_H)$  gegen den Farbträgeroszillator des Empfängers ( $f_{FT}$ ) mit der Horizontalfrequenz  $f_H$  durchläuft (Bild 2). Will man abschätzen, welche Signalformen im Farbeempfänger mit einem derartigen Kunstsignal entstehen, so muß man die Synchrongleichrichtung und die Matrix vektormäßig ins Koordinatenkreuz einzeichnen. Dies ist im Bild 3 angedeutet. Synchrongleichrichter und Matrix ergeben zusammengefaßt die Farbdifferenzachsen  $U_U$  bei  $0^\circ$ ,  $U_Y$  bei  $90^\circ$  und  $(U_G - U_Y)$  bei  $237^\circ$ . Das Kunstsignal mit  $(f_{FT} - f_H)$  durchläuft das Vektordiagramm im Uhrzeigersinn relativ gegen die Farbträgerfrequenz  $f_{FT}$  des Empfängers einmal je Horizontalperiode.

Wählt man die Horizontalaustastlücke so,

wird im nächsten Abschnitt noch näher beschrieben.

Bei einem PAL-Signal wird von Zeile zu Zeile die Farbinformation der  $U_Y$ -Achse umgepolt, das heißt, das Farbsignalsignal muß an der  $U_U$ -Achse gespiegelt werden. Dies ist bei einem PAL-Regenbogensignal in einfacher Weise dadurch möglich, daß man gleichzeitig zwei Quarzgeneratoren mit den Frequenzen  $(f_{FT} - f_H)$  und  $(f_{FT} + f_H)$  benutzt. Gegen die Farbträgerfrequenz  $f_{FT}$  des Empfängersoszillators läuft dann die Quarzfrequenz  $(f_{FT} - f_H)$  mit  $f_H$  relativ im Farbkordinatenkreuz rechts herum und die Quarzfrequenz  $(f_{FT} + f_H)$  mit  $f_H$  relativ links herum.

Im Bild 5 sind diese beiden Quarzfrequenzen im Farbkordinatenkreuz eingezeichnet. Die gesamte Farbinformation der ungeraden Zeilen erscheint bei den geraden Zeilen an der  $U_U$ -Achse gespiegelt. Wie das im Philips-Farbbalkengenerator „PM 5507“ erreicht wird, zeigt das Blockschaltbild Bild 6.

Zwei Quarzoszillatoren, die jeweils um die Horizontalfrequenz  $f_H$  gegen die PAL-

Waldemar Hartwich ist Artikelingenieur „Fernsehen“ in der Service-Abteilung der Deutschen Philips GmbH, Hamburg.

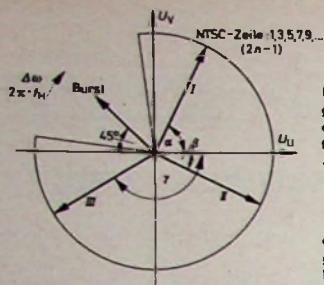


Bild 5 (links). PAL-Regenbogensignal, dargestellt durch zwei gegenläufige Farbkreise, die durch zeilensequentierte Oszillatoren mit den Frequenzen  $(f_{FT} - f_H)$  und  $(f_{FT} + f_H)$  erzeugt werden

Bild 6 (rechts). Blockbild für die Erzeugung des Farbsignals nach dem Regenbogen-generatorprinzip im Philips-Service-Farbkalkengenerator „PM 5507“

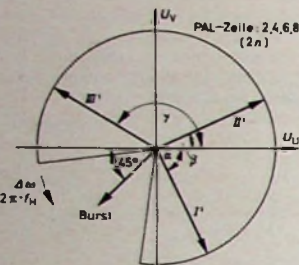
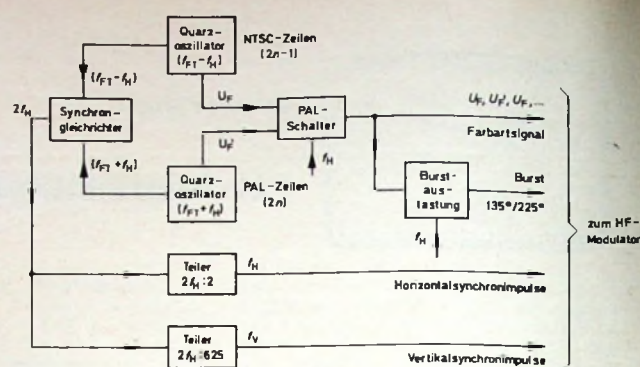
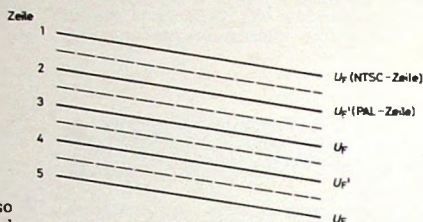


Bild 7 (unten). Festlegung der Numerierung der in zeitlicher Folge geschriebenen Zeilen



Farbträgerfrequenz  $f_{FT}$  versetzt sind, also die beiden Frequenzen  $(f_{FT} - f_H)$  und  $(f_{FT} + f_H)$  liefern, erzeugen die Farbsignale  $U_F$  und  $U_F'$ . Einem elektronischen Schalter (PAL-Schalter), der von der Horizontalfrequenz gesteuert wird, werden  $U_F$  und  $U_F'$  zugeführt, so daß am Ausgang abwechselnd, und zwar zeilensequentierte, das Farbsignal  $U_F$  mit der Frequenz  $(f_{FT} - f_H)$  und  $U_F'$  mit der Frequenz  $(f_{FT} + f_H)$  zur Verfügung steht. In einer getrennten Austaststufe erfolgt, gleichfalls von  $f_H$  gesteuert, während der hinteren Schwarzscher in der Horizontalauslastung die Burstaustastung, so daß, wiederum zeilensequentierte, ein geschalteter Burst mit den Phasenlagen  $135^\circ$  und  $225^\circ$  erscheint. Da im PAL-Kunstsignal  $U_F$  und  $U_F'$  zeilensequentierte erscheinen, sollen zur besseren Unterscheidung die zeitlich nacheinander geschriebenen Zeilen 1, 3, 5 usw., also die ungeraden Zeilen  $(2n-1)$ , als NTSC-Zeilen und die Zeilen 2, 4, 6 usw., also die geraden Zeilen  $(2n)$ , als PAL-Zeilen bezeichnet werden. Bild 7 gibt die entsprechende Zeilenanordnung mit der zugehörigen Numerierung wieder. Damit die zeilensequente Umschaltung des Farbsignals und die Burstaustastung

phasenstarr erfolgen, wird aus den beiden Quarzsignalen  $U_F$  ( $f_{FT} - f_H$ ) und  $U_F'$  ( $f_{FT} + f_H$ ) in einer phasenabhängigen Gleichrichtung (Synchrongleichrichter) die doppelte Horizontalfrequenz  $2 \cdot f_H$  gewonnen. Über Teilerstufen leitet man hieraus in üblicher Weise die Horizontalfrequenz  $f_H$  und die Vertikalfrequenz  $f_V$  ab. Diese phasenstarre Verkopplung der Taktgeberfrequenzen  $f_H$  und  $f_V$  hat den Vorteil, daß man das daraus abgeleitete Konvergenzsignal flimmerfrei und völlig stillstehend erhält. Auf diese Konvergenzmuster soll jedoch hier nicht weiter eingegangen werden. Gleichfalls wird das amplitudenkonstante Leuchtdichtesignal, das zusätzlich zum Farbsignal erzeugt wird, nicht beschrieben, da nur die Eigenschaften der speziellen Farbinformation im Regenbogensignal näher erläutert werden sollen.

## 2. Einsatz des PAL-Regenbogensignals beim Fernsehempfänger-Service

In Form einer Blockschaltung ist im Bild 8 der prinzipielle Aufbau der Farbpfangsstufen eines PAL-Fernsehempfängers dargestellt. Gleichzeitig sind die wichtig-

sten Punkte gekennzeichnet, an denen für die Funktionskontrolle und zur Service-Einstellung eine meßtechnische Überprüfung erfolgen kann.

Auf den Farbverstärker, der das Farbsignal  $U_F$  beziehungsweise  $U_F'$  nach der Auskopplung aus dem Farbtgleichrichter entsprechend verstärken muß, folgt die Farbspeicherstufe mit der PAL-Laufzeitleitung und den Additionsstufen. Nach der Addition des direkten und des zeitverzögerten Signals wird das trägerfrequente  $U_{FV}$ - und  $U_{FV}'$ -Signal den beiden Synchrongleichrichtern zugeführt. Die für die Synchrongleichrichtung erforderliche Farbtträgerschwingung führt man in der Phasenlage  $90^\circ$  ( $\cos \omega t$ ) für das  $U_V$ -Signal und  $0^\circ$  ( $\sin \omega t$ ) für das  $U_H$ -Signal zu. Die gleichgerichteten  $U_V$ - und  $U_H$ -Signale werden dann in je einer Matrixstufe verstärkt, die die senderseitige Reduzierung der Farbmodulation wieder aufheben muß. Aus je einem Anteil ( $U_R - U_Y$ ) und ( $U_B - U_Y$ ) wird schließlich in der dritten Matrixstufe das Farbdifferenzsignal ( $U_G - U_Y$ ) gebildet. Damit stehen die Farbinformationen zur Ansteuerung der Farbbildröhre zur Verfügung.

Unabhängig von den unterschiedlichen Schaltungsauslegungen der zukünftigen Fernsehgeräte, wird jeder Empfänger nach diesem Grundprinzip aufgebaut sein. Eine genaue Kenntnis dieser Grundstufen und der prinzipiellen Meßwerte ist daher für jeden zukünftigen Fernseh-Servicetechniker von entscheidender Bedeutung, da hieraus alle Abwandlungen und Sonderanwendungen abgeleitet werden können.

Bild 8 (rechts). Blockschaltung des prinzipiellen Aufbaues der Farbpfangsstufen mit Kennzeichnung der wichtigsten Meßpunkte

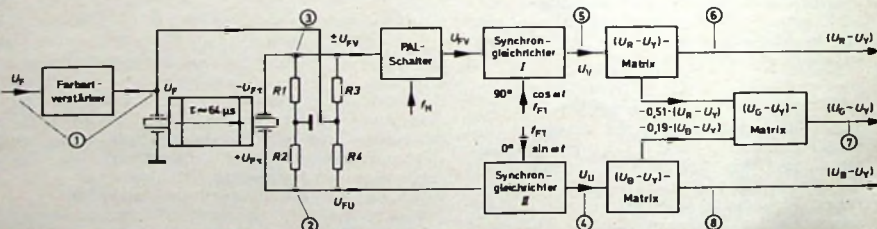
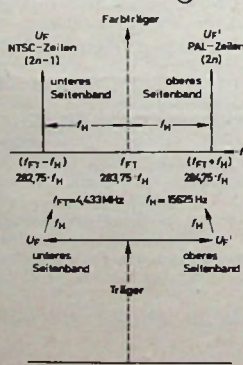
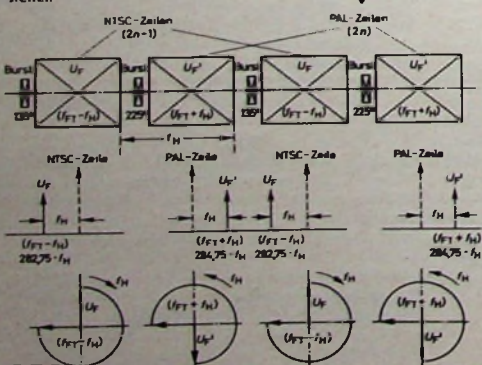


Bild 9 (unten). Spannung am Meßpunkt ①: Darstellung des Regenbogensignals  $U_F$  beziehungsweise  $U_F'$  in den NTSC-Zeilen als unteres und in den PAL-Zeilen als oberes Seitenband, wodurch zeilensequentierte zwei gegenläufige Farbkreise entstehen

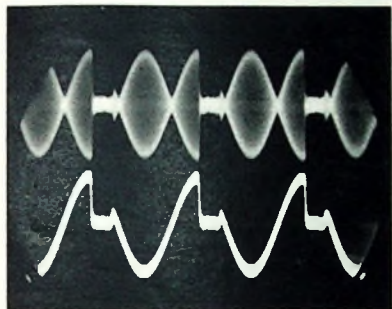


In der ersten Hauptstufe, dem Farbtverstärker, wird das Farbsignal  $U_F$  so weit verstärkt, daß die nachfolgende Laufzeitleitung angesteuert werden kann. Am Eingang und am Ausgang ist also die gleiche Spannung lediglich mit unterschiedlicher Amplitude vorhanden. Diese Spannung (Bild 9) besteht beim PAL-Regenbogensignal während der NTSC-Zeilen aus dem amplitudenkonstanten Quarzsignal  $U_F$  mit der Frequenz  $(f_{FT} - f_H)$  und in den PAL-Zeilen aus  $U_F'$  mit der Frequenz

Bild 10. Darstellung des PAL-Regenbogensignals als zeilensequentes oberes und unteres Seitenband im Abstand  $f_H$  vom Farbtträger

( $f_{FT} + f_H$ ). Man sieht, daß in den NTSC- Zeilen der Farbkreis rechts herum und in den PAL-Zeilen links herum durchlaufen wird. Zum Vergleich ist zusätzlich das Regenbogensignal in der Darstellung als Seitenbandfrequenzen zum Farbträger eingetragen. Hierbei kann man während der NTSC-Zeilen das Kunstsignal als unteres Seitenband und während der PAL-Zeilen als oberes Seitenband betrachten. Zusammengefaßt ergibt dies, wie Bild 10 zeigt, eine Darstellung, die direkte Vergleiche mit der üblichen Amplitudenmodulation gestattet.

Am Ausgang der Laufzeitleitung müssen das direkte und das zeitverzögerte Signal amplituden- und phasenrichtig addiert werden. Für den nachfolgenden Synchron- gleichrichter II wird dabei das trägerfrequente Signal  $U_{FU}$  gebildet. Dies bedeutet in den NTSC-Zeilen die Addition des direkten Signals  $U_F$  und des zeitverzögerten PAL-Signals der Vorzeile  $U_{FT}'$ . Dabei er-



hält man über die beiden Brückenwiderstände R 2 und R 4 (Bild 8)

$$U_F + U_{FT}' = U_{FU}$$

In der zeitlich nachfolgenden PAL-Zeile wird das direkte Signal  $U_F$  zum zeitverzögerten Signal  $U_{FT}$  addiert. In beiden Fällen ergibt sich das gleiche Signal  $U_{FU}$ . Wie dies im Regenbogensignal aussieht, gibt Bild 11 wieder. Über eine Horizontalperiode betrachtet, erhält man in Richtung der  $U_U$ -Achse eine trägerfrequente Addition, die sinusförmigen Verlauf hat. Wird dieses trägerfrequente Signal  $U_{FU}$  dem Synchrongleichrichter II zugeführt, so gewinnt man über die Farbträgerschwingung  $U_{FT}$  in der Phasenlage  $0^\circ$  ( $\sin \omega t$ ) aus der Umhüllenden eine Modulationsfrequenz  $f_H$  als sinusförmige zeilenfrequente Schwingung. Die Grundfunktion der Synchron- gleichrichtung ist im Bild 12 dargestellt; das zugehörige Oszillogramm gibt Bild 13 wieder.

In ähnlicher Weise erhält man im anderen Additionszweig hinter der Laufzeitleitung das trägerfrequente Signal  $U_{FV}$  aus dem direkten und zeitverzögerten Signal. Hierbei ergibt sich jedoch in der NTSC-Zeile aus  $U_F$  und  $-U_{FT}'$  ein positives  $U_{FV}$  und in der PAL-Zeile aus  $U_F'$  und  $-U_{FT}$  ein

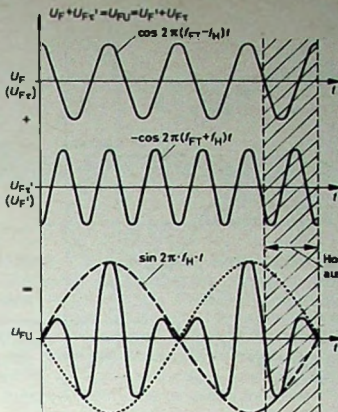
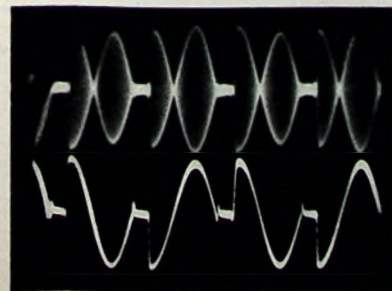


Bild 11. Spannung am Meßpunkt ①: Bildung des trägerfrequenten Signals  $U_{FU}$  aus der Addition des direkten ( $U_F$ ) und zeitverzögerten Farbsignals  $U_{FT}'$  (der Deutlichkeit wegen ist für die Farbträgerschwingung nur die lünlache Horizontalfrequenz gewählt)

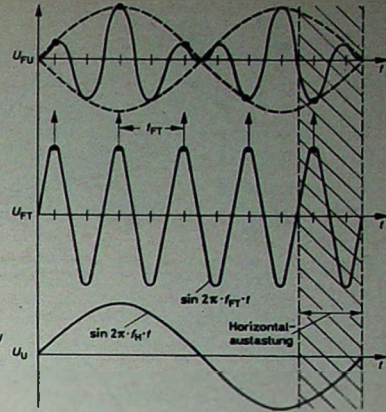


Bild 12. Spannung am Meßpunkt ②: Gewinnung der Farbdifferenzspannung  $U_U$  durch Synchrongleichrichtung des trägerfrequenten Signals  $U_{FU}$

Bild 13 (links). Oszillogramm der Farbdifferenzspannung  $U_U$  (unten) und der zugehörigen trägerfrequenten Spannung  $U_{FU}$  (oben)

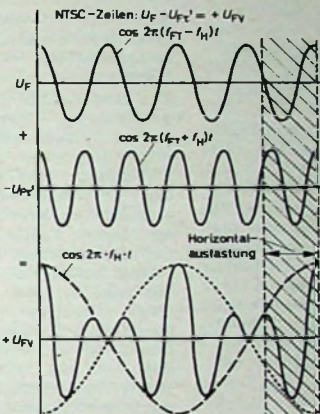
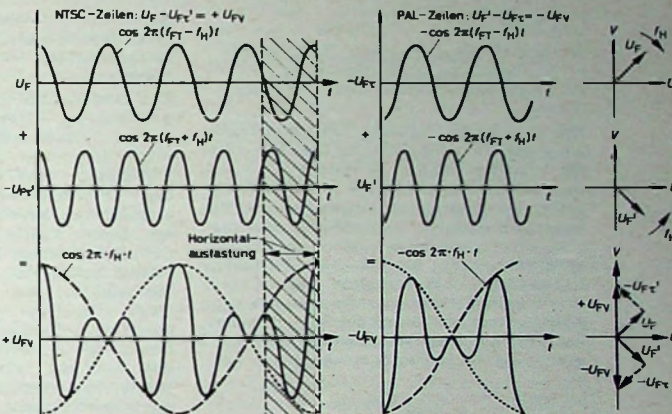


Bild 14 (rechts). Spannung am Meßpunkt ③: Bildung des trägerfrequenten Signals  $U_{FV}$  aus der Addition des direkten ( $U_F$ ) und des zeitverzögerten Farbsignals  $U_{FT}$ . In der NTSC-Zeile ergibt sich hierbei eine positive und in der PAL-Zeile eine negative kosinusförmige Farbdifferenzspannung



negatives  $U_{FV}$ . Dies ist aus Bild 14 zu erkennen und in den Oszillogrammen im Bild 15 gleichfalls wiedergegeben, wobei jedoch die Phasenlage des trägerfrequenten Signals im Oszillogramm nicht zu erkennen ist. Die Polarität des  $U_V$ -Signals ist im Oszillogramm erst nach der Synchrongleichrichtung als Modulationsspannung sichtbar, wenn der PAL-Schalter außer Betrieb gesetzt wird.

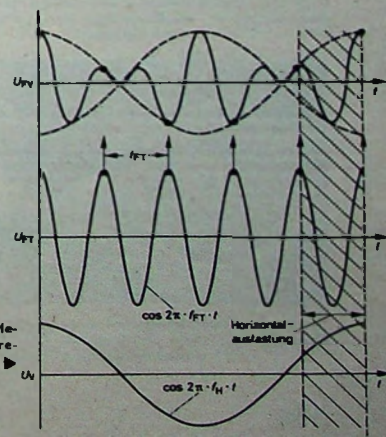
Zur phasenrichtigen Rückgewinnung des  $U_V$ -Signals muß mit dem zeilenfrequent gesteuerten PAL-Schalter entweder das  $U_{FV}$ -Signal oder die zugeführte Trägerschwingung zum Synchrongleichrichter umgepolt werden. Im Bild 8 wird das  $U_{FV}$ -Signal umgeschaltet. Bei der Synchrongleichrichtung des  $U_{FV}$ -Modulationsproduktes im Synchrongleichrichter I erhält man dann über die zugeführte Farbträgerschwingung in der Phasenlage  $90^\circ$  ( $\cos \omega t$ ) aus der Umhüllenden eine kosinusförmige zeilenfrequente Modulationsspannung (Bild 16).

Am Ausgang der beiden Synchrongleichrichter stehen also zwei Farbdifferenzspannungen zur Verfügung, die sich zeilenfrequent sinus- oder kosinusförmig ändern. Dies wird im PAL-Regenbogensignal da-

Bild 15. Oszillogramm des trägerfrequenten Signals  $U_{FV}$  (oben) und der Farbdifferenzspannung  $\pm U_V$  (unten)

Bild 16. Spannung am Meßpunkt ④: Gewinnung der Farbdifferenzspannung  $U_V$  durch Synchrongleichrichtung des trägerfrequenten Signals  $U_{FV}$

durch erreicht, daß man nicht eine normale Modulationsstufe verwendet, sondern mit zwei Quarzgeneratoren sofort die beiden sich bei jeder Modulation bildenden oberen und unteren Seitenbänder erzeugt. Das gleichgerichtete  $U_V$ - und  $U_U$ -Signal wird anschließend in je einer Matrixstufe auf die erforderliche Größe (etwa 100 V<sub>eff</sub>) zur Ansteuerung der Bildröhre gebracht. Hierbei verstärkt man empfängerseitig das  $U_V$ -Signal um den relativen Verstärkungsfaktor 1,14 und das  $U_U$ -Signal um den relativen Faktor 2,03, wodurch die in der Norm festgelegte senderseitige Amplitudenreduzierung des Farbsignals wieder aufgehoben wird. Da man jedoch das Regenbogensignal ohne eine solche Reduzierung als amplitudenkonstantes Quarz-



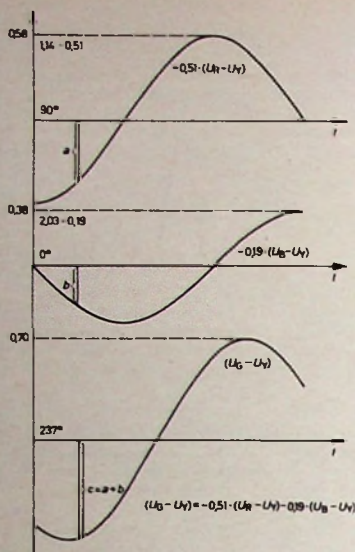


Bild 17. Grafische Bestimmung der Farbdifferenzspannung  $(U_R - U_Y)$  aus  $-0,51 \cdot (U_R - U_Y)$  und  $-0,19 \cdot (U_R - U_Y)$

signal erzeugt, müssen die Matrixausgangssignale im Empfänger für  $(U_R - U_Y)$  den relativen Faktor 1,14 und für  $(U_B - U_Y)$  den Faktor 2,03 aufweisen. Man kann also sofort die richtige Arbeitsweise der Matrixstufen dadurch kontrollieren, daß man  $(U_R - U_Y)$  und  $(U_B - U_Y)$  miteinander vergleicht und hierbei ein Verhältnis 1,14 : 2,03 = 1 : 1,78 erhalten muß. Diese Werte gelten jedoch nur für eine gewählte Arbeitspunkteinstellung der Farbbildröhre, bei der die unterschiedlichen Wirkungsgrade der Leuchtstoffe ausgeglichen sind.

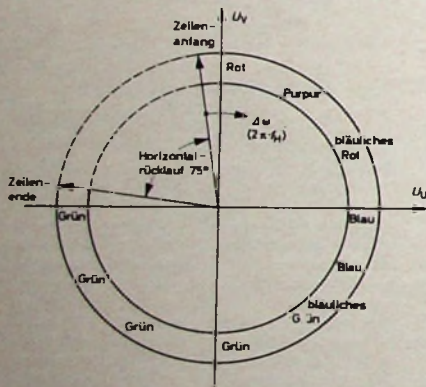


Bild 20. Farbkreisähnliche Darstellung des Regenbogensignals mit der Phasenlage für die Horizontal-austastlücke

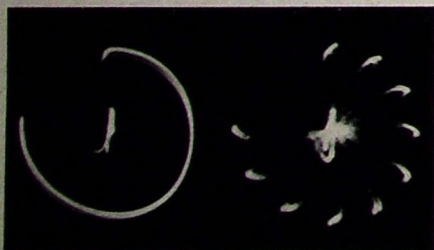


Bild 21. Oszillogramm des PAL-Regenbogensignals bei X-Y-Darstellung auf dem Oszillografen ohne (links) und mit Farbbalkenaustastung (rechts)

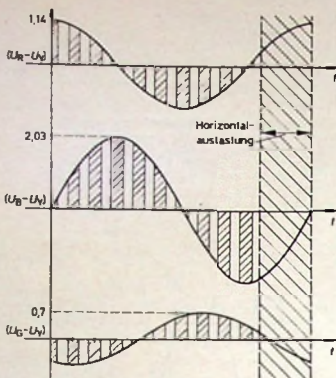


Bild 18. Spannungen an den Meßpunkten ① (oben), ② (Mitte) und ③ (unten); vom PAL-Regenbogensignal gebildete Farbdifferenzspannungen  $(U_R - U_Y)$ ,  $(U_B - U_Y)$  und  $(U_G - U_Y)$  mit ihren relativen Matrixamplituden 1,14, 2,03 und 0,7

Anderenfalls müssen noch Korrekturfaktoren berücksichtigt werden, die aus den entsprechenden Geräteunterlagen zu entnehmen sind.

Zur Bildung des  $(U_G - U_Y)$ -Signals wird aus dem  $(U_R - U_Y)$ - und  $(U_B - U_Y)$ -Signal je eine Teilkomponente mit den Faktoren  $-0,51$  und  $-0,19$  entnommen. Die  $(U_G - U_Y)$ -Matrix muß dann, unabhängig von der erforderlichen Gesamtverstärkung, eine relative Verstärkung von 0,7 aufweisen. Dieser Faktor ergibt sich wieder aus der senderseitigen Reduzierung der normmäßig festgelegten Werte. Im Bild 17 ist die Addition des  $(U_G - U_Y)$ -Signals aus  $-0,51 \cdot (U_R - U_Y)$  und  $-0,19 \cdot (U_B - U_Y)$  punktweise durchgeführt. Man erhält hierdurch auf grafischem Wege automatisch den richtigen relativen Amplitudenwert von 0,7 und gleichfalls ohne jede Rechnung die trägerfrequente Phasenlage von  $237^\circ$ .

Diese drei Modulationsspannungen des Regenbogensignals sind im Bild 18 als Farbdifferenzspannungen  $(U_R - U_Y)$ .

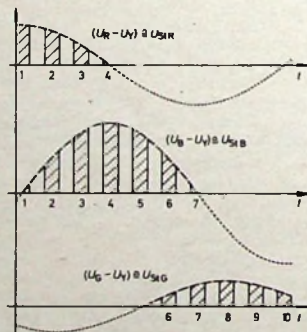


Bild 22. Wirksame Steuerspannungen beim PAL-Regenbogensignal an der Farbbildröhre (oben) und optische Farbfolge auf dem Bildschirm (unten)

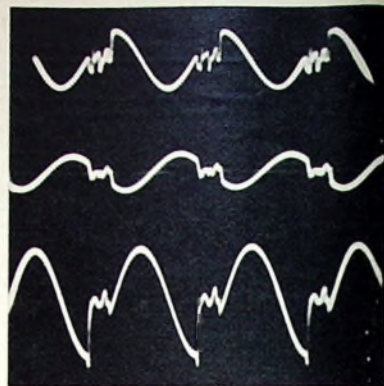


Bild 19. Oszillogramme der drei vom PAL-Regenbogensignal gebildeten Farbdifferenzspannungen; oben:  $(U_R - U_Y)$ ; Mitte:  $(U_B - U_Y)$ ; unten:  $(U_G - U_Y)$

$(U_G - U_Y)$  und  $(U_B - U_Y)$  mit ihren relativen Amplitudenverhältnissen dargestellt und als Oszillogramme im Bild 19 wiedergegeben. Hier ist noch einmal recht deutlich zu erkennen, daß mit einem Regenbogensignal sehr einfache und einprägsame Signalformen erhalten werden. Alle drei Farbdifferenzspannungen haben sinusförmig verlaufende Amplituden, wobei die relativen Werte sich wie die reziproken Reduzierungsfaktoren der Sendernorm verhalten. Aus den Nulldurchgängen der drei Farbdifferenzspannungen sind sofort die richtige Phasenlage der Synchrongleichrichterachsen und die amplitudenrichtige Matrixierung der  $(U_G - U_Y)$ -Spannung ersichtlich. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber reinen rechteckförmigen Balkensignalen, bei denen die Phasenlage der Gleichrichterachsen nicht direkt erkenntlich ist.

Im Bild 20 sind die optische Farbfolge je Zeilenperiode und das elektrische Kunstsignal im Farbkreis eingetragen. Die Horizontal-austastlücke mit  $75^\circ$  (etwa 20% Rücklauf) liegt symmetrisch zum Burst ( $135^\circ$ ), und Zeilenanfang sowie Zeilenende liegen so, daß bei einer Balkenaustastung der erste Balken bei  $90^\circ$  und der zehnte Balken bei  $360^\circ$  gebildet wird. Wie dies im Farbpfeiler bei einer X-Y-Darstellung auf dem Oszillografen aussieht, gibt Bild 21 wieder.

Helligkeitsmäßig wird die Farbbildröhre nur während der positiven Halbwelle der Farbdifferenzspannungen angesteuert. Das bedeutet für die optische Farbfolge, daß sich die Balkenfarben bei einer gleichzeitigen Balkenaustastung (von links nach rechts) von Rot über Purpur, Blau, Cyan nach Grün verändern (Bild 22). Ohne Austastung ergibt sich ein regenbogenähnlicher Farbübergang, der zur Namensgebung des Regenbogengenerators führte. Es ist einzusehen, daß die optische Farbwiedergabe mit dem Regenbogensignal viel zu wünschen übrigläßt. Da jedoch der Regenbogengenerator mit seinem Kunstsignal keinesfalls für optische Demonstrationen an Farbpfeilern konstruiert wurde, sondern zur elektrischen Kontrolle und Einstellung aller Serviceregler dient, ist dieser sekundäre Effekt sicherlich von untergeordneter Bedeutung.

#### Schrifttum

• Hartwich, W.: Einführung in die Fernseh-Servicetechnik, Bd. I u. Bd. II. Eindhoven 1967 u. 1968, Philips Techn. Bibliothek

# Sekundärradar in der Flugverkehrskontrolle



## 1. Einleitung

Die Entwicklung des zivilen Luftverkehrs hat in den letzten Jahren zu einer immer steigenden Flugdichte und gleichzeitig auch zu immer höheren Fluggeschwindigkeiten geführt. Sowohl im Passagier- als auch im Frachtverkehr hat die Zuwachsraten an geflogenen Kilometern alle Voraussagen weit übertroffen.

Die Überwachung des Luftverkehrs, wie sie heute von den Flugsicherungsbehörden durchgeführt werden muß, stellt an das Flugsicherungspersonal und an die technischen Einrichtungen in den Leitstellen immer höhere Anforderungen. Infolge Zunahme der Verkehrsdichte sind immer kurzfristige wichtige Entscheidungen zu treffen, die für den reibungslosen Ablauf und die Sicherheit der Flüge maßgebend sind. Hinzu kommt noch, daß besonders in Spitzenzeiten des Verkehrs die Flugplankoordinierung, bedingt durch die teilweise erheblichen Geschwindigkeitsunterschiede der einzelnen Flugzeuge, die Verdichtung des Verkehrs in den Flugstraßen und die Verteilung in mehr Höhengestirben immer schwieriger wird. Die Leistungsfähigkeit der Flugverkehrskontrolle muß daher durch Bereitstellung geeigneter neuer technischer Hilfsmittel möglichst weitgehend noch gesteigert werden.

Beim heutigen Stand der Flugverkehrskontrolle werden für die Flugplanüberwachung noch vorwiegend die konventionellen „Flight-Strips“ verwendet, die durch spezielle durch Funksprechverkehr angeforderte und übermittelte Informationen ergänzt werden. Daneben steht heute meistens ein Primärradar zur Verfügung; funktionsmäßig bildet es aber im allgemeinen mehr eine zusätzliche Überwachung für die auf den konventionellen Verfahren beruhende Flugverkehrskontrolle. Das gleiche gilt für das Sekundärradar, das als Ergänzung des Primärradars eingeführt wurde. Speziellere, höhenbestimmende Primärradarverfahren werden zur Zeit in der zivilen Flugüberwachung nicht verwendet. Dagegen wird eine Flughöhenmeldung über den Sekundärradartransponder eingeführt werden. Mit dem Einsatz der elektronischen Datenauswertung, an deren Einführung zur Zeit in den bedeutenden Flugsicherungszentralen intensiv gearbeitet wird, soll sich die Überwachung des Flugverkehrs in Zukunft hauptsächlich auf Radarinformationen stützen.

Für eine automatische rechnergesteuerte Flugverkehrskontrolle liefern Primär- und Sekundärradar nach dem heutigen Stand der Technik die wichtigsten und zuverlässigsten Eingabedaten. Sie sind weitgehend frei von menschlichen Irrtümern und technischem Versagen der Bordnavigationsmittel und außerdem sehr schnell unmittelbar in den Leitstellen verfügbar. Die in großer Anzahl anfallenden Radarinformationen können nach einer geeigneten Aufbereitung, die teilweise in getrennten, speziell dafür entwickelten Geräten

erfolgt, direkt in einer elektronischen Rechenanlage ausgewertet werden. Zusammen mit den im Rechner gespeicherten Flugplänen erhält man damit in den Leitstellen sofort die wichtigsten Informationen über die jeweilige Verkehrslage. Dadurch ist eine schnellere und sichere Abwicklung des Flugverkehrs möglich.

Bei einer vollen Automatisierung der Flugverkehrskontrolle ist es natürlich von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Anlage zuverlässig arbeitet. Auch beim Ausfall eines Teils der technischen Einrichtungen muß die Funktionsfähigkeit des Systems gewährleistet bleiben, da sonst unter ungünstigen Bedingungen eine Katastrophe ausgelöst werden könnte. Deshalb ist bei allen automatischen Systemen der Einbau von Redundanzen unbedingt erforderlich. Dazu gehört zum Beispiel eine mehrfache Überdeckung desselben Gebietes durch mehrere getrennte Radargeräte oder auch der Einsatz von mehreren parallel geschalteten Rechnern oder Peripheriegeräten.

Mit der angedeuteten Strukturwandlung in der Flugverkehrskontrolle gewinnt das Sekundärradar neben dem Primärradar immer mehr an Bedeutung. Das Prinzip des heute angewendeten Sekundärradarverfahrens wurde in einfacher Form schon während des Zweiten Weltkrieges zur Freund-Feind-Unterscheidung verwendet. Noch Jahre danach, bis etwa 1960, wurde geplant, den weiteren, nun immer dringender werdenden Ausbau der Flugüberwachung zunächst durch den Aufbau einer automatischen Datenübertragung, genannt „Data Link“, durchzuführen. Im Jahre 1961 gab dann der damals amtierende Präsident Kennedy der Federal Aviation Administration (FAA) den Auftrag, über die weitere Entwicklung der Flugsicherung in den USA ein Gutachten anzufertigen. Dieses Gutachten, das später als der sogenannte „Beacon Report“ bekannt wurde, befaßte sich mit allen Aspekten der künftigen Flugsicherung. Hier wurde die Einführung des Sekundärradars dringend als nächster Schritt empfohlen. Die endgültige Erstellung der ICAO-Empfehlungen und -Spezifikationen erfolgte anschließend im Januar 1961 in Montreal. Seither wird an der Einführung des Sekundärradars in allen maßgebend am internationalen Luftverkehr beteiligten Ländern gearbeitet.

## 2. Vergleich von Primärradar und Sekundärradar

Beim üblichen Primärradar dient der am Flugzeug reflektierte Radarimpuls in der Bodenstation zur Bestimmung von Schrägentfernung und Azimut. Besondere Einrichtungen an Bord des Flugzeuges sind dazu nicht erforderlich. Alle Flugziele, alle eventuell vorhandenen Festziele, zum Beispiel Berge, sowie auch Wolken werden im Erfassungsgebiet einer Radarkeule von ihr erfaßt und angezeigt.

Das Sekundärradar arbeitet dagegen nach einem anderen Verfahren. Das von der Radarantenne ausgesendete Impulspaar wird an Bord des Flugzeuges emp-

fangen, entschlüsselt und über einen auf benachbarter Frequenz strahlenden Sender beantwortet. Das erfolgt mit einem im Flugzeug eingebauten Empfänger und Sender, dem sogenannten Transponder. Nur Flugziele, die mit einem solchen Transponder ausgerüstet sind, können vom Sekundärradar erfaßt werden. Für die Einführung des Sekundärradars als Grundlage der Flugverkehrskontrolle ist es also erforderlich, daß alle am Luftverkehr teilnehmenden Flugzeuge mit den erforderlichen Transpondern ausgestattet sind. In den USA ist Sekundärradar mit den erforderlichen Bodeneinrichtungen schon weitgehend eingeführt. Für den Pariser Flugsicherungsbereich wird die Ausrüstung der zu überwachenden Flugzeuge mit voll ausgebauten Transpondern schon ab April 1967 verlangt, für die meisten anderen westeuropäischen Bereiche, die sich in der Eurocontrol zusammengeschlossen haben, also auch für Frankfurt a. M. und Hannover, wird dies ab Juni 1968 gefordert.

Beim Primärradar erfolgt die Darstellung der erfaßten Flugziele auf dem Sichtgerät. Um eine landkartenmäßige Aufzeichnung des Erfassungsbereiches zu erhalten, läßt man auf dem Schirm einer Katodenstrahlröhre bei jeder Abfrage den Strahl in Richtung der jeweiligen Antennenstellung vom Mittelpunkt aus zum Rand wandern. Die Helligkeit dieses Strahles wird von den Reflexionen des Radarsignals so gesteuert, daß ein angepeiltes Flugziel als Lichtpunkt aufleuchtet, sobald das reflektierte Radarsignal wieder empfangen wird. Die Zeit, die der Impuls benötigt, bis er nach seiner Ausstrahlung und Reflexion wieder zur Antenne zurückkommt, ist direkt proportional der Entfernung. Da sich die Impulse mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, entspricht einer Zeitdifferenz von 1 µs eine Schrägentfernung von 150 m. Auf dem Sichtgerät ist die Entfernung als Abstand des Flugzieles vom Schirmmittelpunkt ablesbar. Verfolgt man nun am Sichtgerät ein Ziel, so ist seine Bewegung als Wandern des Lichtpunktes auf dem Schirm während mehrerer Antennenrichtungen erkennbar. Der Azimut entspricht der jeweiligen Antennenrichtung, bei der das Flugzeug erfaßt wurde. Die Erkennungssicherheit wird beim Primärradar wesentlich von den momentan vorliegenden Reflexionsbedingungen beeinflusst. Es kann vorkommen, daß durch Festziele, Regenschauer, Bewölkung oder andere ungünstige Witterungsverhältnisse ein vorhandenes Flugzeug nur schwer aufgefaßt und erkannt werden kann.

Beim Sekundärradar wird von der zum Beispiel rundsuchenden Bodenantenne ein Doppelimpuls mit genormtem Impulsabstand ausgestrahlt. Diese Abfrage beantwortet der Flugzeug-Transponder mit einem Telegramm auf einer benachbarten Frequenz. Aus Laufzeit und Antennenrichtung werden wie beim Primärradar Schrägentfernung und Azimut bestimmt, während der Telegramminhalt zusätzliche Informationen über die Identität oder die Flughöhe der erfaßten Flugzeuge übermit-

Dipl.-Ing. Gerhard Brust ist Leiter des Labors Datenübertragung für Luftraumüberwachung bei SEL.

telt. Dadurch ist es möglich, den Luftverkehr in Höhengschichten zu sortieren und auf Grund der vorhandenen Identitätsnummern eine Gruppeneinteilung der erfaßten Flugzeuge durchzuführen. Damit kann man die Überwachung des Luftverkehrs in den Leitstellen automatisch auf getrennte Kontrollplätze aufteilen. Die Verfahren zur Auswertung der empfangenen Sekundärradarantworten mit Hilfe von Sichtgeräten sowie ihre Aufbereitung zur Verwendung als Eingabedaten für eine elektronische Rechenanlage sollen im Anschluß an die Beschreibung der wichtigsten technischen Merkmale von Sekundärradar erläutert werden.

Im Vergleich zum Primärradar ergeben sich zugunsten des Sekundärradars folgende technische und betriebliche systembedingte Vorteile:

1. Bei Sekundärradarsignalen ist das Rauschen wesentlich geringer als beim Primärradar, da die vom Transponder gesendete Leistung ein Vielfaches der beim Primärradar reflektierten Leistung beträgt.

2. Sekundärradar ist frei von „clutter“, das heißt, die Zielerfassung und die Zielverfolgung werden wegen der unterschiedlichen Sende- und Antwortfrequenz nicht von störenden Festzielen oder witterungsbedingten Reflexionsverhältnissen beeinflusst.

3. Beim Sekundärradar ist der Leistungsbedarf erheblich geringer als bei einem Primärradar vergleichbarer Reichweite.

4. Sekundärradar gestattet die automatische Sortierung der zu überwachenden Flugzeuge nach Höhe oder Identität auf verschiedene Kontrollplätze.

### 3. Sekundärradarabfrage

Die Abfrage des Luftraumes durch Sekundärradar erfolgt durch eine rotierende Bodenantenne, die häufig direkt auf der Primärradarantenne montiert wird (Bild 1). Ist das nicht möglich, so werden die Drehungen der Primär- und der Sekundärradarantenne synchronisiert. Infolge von Regelungsungenauigkeiten und Windeinflüssen ist dies aber nur bis auf eine Genauigkeit von etwa  $0,5^\circ$  möglich.

Typisch für eine Sekundärradarantenne ist der schmale, breitgestreckte Spiegel. Die Breite der Antennenkeule liegt je nach Ausführung zwischen  $2$  und  $10^\circ$ . Sie ist



Bild 1. Primär- und Sekundärradarantenne, übereinander auf dem gleichen Drehgestell montiert

infolge der niedrigeren Frequenz breiter als diejenige der zugehörigen Primärradarantennen bei vergleichbaren Abmessungen. Elektrisch teilt man die Sekundärradarantenne im allgemeinen in zwei symmetrische Hälften. Die Hochfrequenzsignale werden in die beiden Hälften entweder gleich- oder gegenphasig eingespeist, so daß einmal ein Summen- und zum anderen ein Differenzdiagramm entsteht. Das Differenzdiagramm wird durch ein Rundstrahlendiagramm ergänzt, das eine gesonderte Antenne abstrahlt (im Bild 1 ist die Rundstrahlantenne an der Rückseite der Sekundärradarantenne befestigt). Das kombinierte Differenz- und Rundstrahlendiagramm verwendet man zur Nebenzipfelunterdrückung. Außerdem verbessert das Differenzdiagramm die Peilbreite des Systems. Im Bild 2 sind ein Summendigramm und ein Differenzdiagramm überlagert mit einem Rundstrahlendiagramm für eine Sekundärradarantenne dargestellt.

Die unvermeidlichen Nebenzipfel der Diagramme stören beim Sekundärradar erheblich stärker als beim Primärradar. Ist nämlich ein Transponder so ausgelegt, daß er auch noch weiter entfernten Stationen antworten kann, dann wird er ohne Nebenzipfelunterdrückung bei mittleren Entfernungen auch einzelne Nebenzipfel und bei kleinen Entfernungen die Radarabfragen rundum beantworten, und zwar in voller Feldstärke. Daraus ergeben sich vorge-tauschte Ziele mit korrekter Entfernung, aber falschem Azimut, oder aber bei den Rundum-Antworten Ziele für die keine Azimutbestimmung möglich ist. Ferner wird ohne Nebenzipfelunterdrückung eine hohe „Fruitedichte“ auf den Sichtgeräten benachbarter Stationen erzeugt. Dabei versteht man unter „Fruit“ Antworten, die nicht abfragesynchron sind und zu Abfragen durch andere Stationen gehören. Wegen der aus Sicherheitsgründen erforderlichen Mehrfachüberdeckung sowie gleichzeitiger Luftraumüberwachung durch mehrere Dienste (Zivil, Militär, unterschiedliche Nationalitäten) arbeiten oftmals viele Bodenstationen mit einem Bordtransponder zusammen.

Eine weitere Notwendigkeit zur Nebenzipfelunterdrückung ist durch die Arbeitsweise der Transponder begründet. Jeder Transponder hat nach Absendung eines Antworttelegramms eine Totzeit, die zwischen  $20$  und  $120 \mu s$  liegt. Während dieser Totzeit kann er eventuell eintreffende Abfragen von anderen Stationen nicht beantworten. Außerdem besitzt jeder Transponder eine Empfindlichkeitsregelung, die die Ansprechempfindlichkeit eines Transponders automatisch so regelt, daß die mittlere Anzahl von Antworten einen festgelegten Wert je Zeiteinheit nicht überschreiten kann. Dieser Wert liegt je nach Bauart etwa zwischen  $2000$  und  $6000$  Antworten je Sekunde. Übersteigt die Anzahl der am Transponder ankommenden Abfragen diesen Wert, so wird den jeweils schwächsten Stationen nicht mehr geantwortet. Arbeitet man daher ohne Nebenzipfelunterdrückung, so ist die Transponderkapazität unter Umständen sehr bald erschöpft, und die weiter entfernten Stationen erhalten auf ihre Abfragen keine Antworten mehr, das heißt, sie können ein Ziel nicht weit genug verfolgen.

Für die Radarabfrage mit Nebenzipfelunterdrückung sind heute zwei Verfahren zugelassen, das Zweiimpuls- und das Dreiimpuls-Verfahren. Beim Zweiimpuls-Verfahren wird nur der abfragende Doppel-

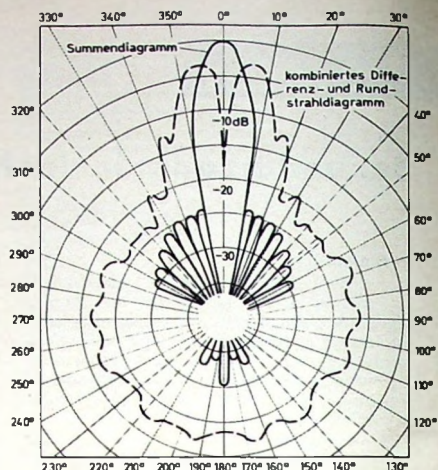


Bild 2. Summen- und Differenzdiagramm einer unterteilten Sekundärradarantenne

impuls bordseitig als Unterdrückungskriterium verwendet, weil bei diesem Verfahren über die Bordantenne der 1. Impuls mit Rundstrahlcharakteristik und der 2. Impuls mit Richtcharakteristik ausgesendet wird. Die Amplitude des rundgestrahlten 1. Impulses ist dabei niedriger als diejenige des 2. Impulses in Richtung der Hauptkeule, dagegen höher in Richtung der Nebenzipfel des Antennendiagramms. Durch Amplitudenvergleich der Impulse kann hiermit im Bordtransponder zwischen Abfragen durch Hauptkeule und Nebenzipfel unterschieden und die Beantwortung nur für die erstere freigegeben werden. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, daß das Rundstrahlendiagramm in der Keulenrichtung kein Minimum haben darf, weil dann der 2. Impuls fehlen würde, so daß der Transponder die Abfrage nicht erkennt (Doppelimpuls!) und daher nicht beantwortet. Eine Peilverschärfung wie beim nachstehend beschriebenen Dreiimpuls-Verfahren ist deshalb nicht so einfach möglich.

Beim Dreiimpuls-Verfahren wird neben dem Doppelimpuls noch ein dazwischenliegender separater Vergleichsimpuls benutzt. Der Doppelimpuls wird als 1. und 3. Impuls in gleicher Stärke mit Richtcharakteristik gesendet (Summendigramm), der Testimpuls dagegen als 2. Impuls über das beschriebene Differenzdiagramm der aufgeteilten Bodenantenne ausgestrahlt, und zwar mit  $2 \mu s$  Abstand hinter dem 1. Impuls. Der Transponder beantwortet die Abfrage nur dann, wenn der Testimpuls eine erheblich geringere Feldstärke hat als der abfragende Doppelimpuls. Wie aus dem im Bild 2 gezeigten Summen- und Differenzdiagramm ersichtlich ist, ergibt sich die geforderte Differenz in der Feldstärke nur in Richtung der Hauptkeule der Antenne. Durch Ausnutzung des Differenzdiagramms erhält man eine wesentlich bessere Azimutbestimmung. Dieses Dreiimpuls-Verfahren entspricht einer Minimumpeilung, das Zweiimpuls-Verfahren dagegen einer Maximumpeilung.

Die Sekundärradar-Abfrage erfolgt bei einer Frequenz von  $1030 \text{ MHz}$ , die Antwortfrequenz des Transponders beträgt  $1090 \text{ MHz}$ . Bei ungestörter Abfrage durch nur eine Bodenstation sendet der Transponder je nach der Halbwertsbreite der abfragenden Antennenkeule, deren Umdrehungsgeschwindigkeit und der Abfragefrequenz während der Überdeckungszeit durch die Hauptkeule eine Folge von etwa  $5 \dots 40$  Antworten.

#### 4. Sekundärradarantwort

Das Antworttelegramm des Transponders enthält eine zusätzliche Information, und zwar die Identifikationsnummer, auch Kennung genannt, oder die momentane Flughöhe. Welche Antwort nun im einzelnen von der Leitstelle verlangt wird, das heißt der Abfragemodus, ist in dem ausgesendeten Doppelimpuls verschlüsselt, und zwar als Abstand der beiden Abfrageimpulse.

Bild 3 zeigt eine Zusammenstellung der heute verwendeten Abfragemodi. Modus 1,

Modus	Impulsabstände	Anwendung
1		militärisch
2		militärisch
3/A		militärisch zivil (Kennung)
B		zivil (Kennung)
C		zivil (Höhe)
D		zivil

Bild 3. Abfragemodi

2 und 3 sind für die militärische, Modus A, B, C und D für die zivile Anwendung bestimmt. Dabei ist der zivile Modus A mit dem militärischen Modus 3 identisch. Modus D ist noch nicht belegt.

Je nach Art der gewünschten Antwort ist bei der Abfrage von der Leitstelle der Abfragemodus auszuwählen. Bei mehrmaligem Abfragen eines Zieles kann selbstverständlich jederzeit der Abfragemodus beliebig gewechselt werden, wenn eine andere Information von dem betreffenden Flugzeug verlangt wird.

Erreicht eine gültige Abfrage ein mit einem Transponder ausgerüstetes Flugzeug, so wird von diesem zunächst der Abfragemodus entschlüsselt. Anschließend sendet der Transponder nach Empfang von Modus A oder B in der Rückantwort die Kennung, nach Empfang von Modus C die Flughöhe. Die Beantwortung der Radarabfragen erfolgt automatisch. Die Kennung kann jeweils im Transponder fest eingestellt werden; die Flughöhe wird im Flugzeug durch einen barometrischen Höhenmesser ermittelt. Dieser Höhenmesser arbeitet auf eine Codiereinheit, die die Höhe in einen Gray-Code verschlüsselt. Der Gray-Code hat die Eigenschaft, daß sich zwei benachbarte Codezeichen jeweils nur in einer Stelle unterscheiden. Dadurch ist gesichert, daß für die Höhe die Wandlung des Analogwertes in einen übertragungsfähigen Binärwert mit minimalem Fehler erfolgt. Den ermittelten Code sendet der Transponder automatisch im Radartelegamm.

Das Antworttelegramm besteht aus zwei Rahmenimpulsen F1 und F2, die im Abstand von 20,3 µs gesendet werden. Zwischen diesen beiden Impulsen liegen in einem Rasterabstand von 1,45 µs 12 Informationsimpulse, denen bei binärer Verschlüsselung genau 2<sup>12</sup>, das heißt 4096, Unterscheidungsmöglichkeiten entsprechen. In diesen Informationsimpulsen wird die Kennung oder die Höhe übertragen. Rahmenimpulse und Informationsimpulse unterscheiden sich in ihrer Stärke nicht (Bild 4). Die beiden Rahmenimpulse müssen bei jeder Antwort empfangen werden, damit sich das Telegramm synchronisieren läßt.

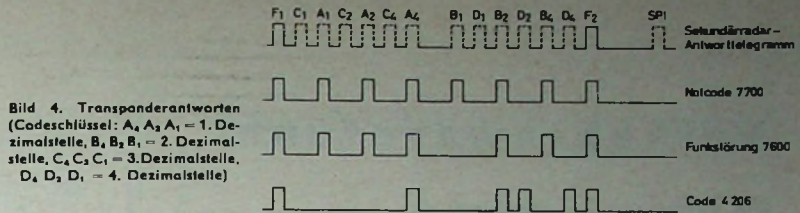


Bild 4. Transponderantworten (Codeschlüssel: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub> = 1. Dezimalstelle, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> = 2. Dezimalstelle, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> = 3. Dezimalstelle, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>4</sub> = 4. Dezimalstelle)

Die Informationsimpulse sind dagegen die Träger eines binär verschlüsselten Wertes und daher nur entsprechend der Zuordnung 0 oder 1 belegt. Die Art der gesen-

deten Information, Kennung oder die Höhe, ist aus dem Radartelegamm nicht zu bestimmen, aber durch den Abfragemodus bekannt. (Fortsetzung folgt)

## „Radio-Cassetta“

### Ein Reiseempfänger mit Cassetten-Abspielgerät

Im Gegensatz zu der schon lange bekannten Kombination eines Reiseempfängers mit einem Plattenspieler, die oft zu wenig handlichen Formen führte, hat man sich bei Philips eine Verbindung von Cassettspieler und Reiseempfänger einfallen lassen. „Radio-Cassetta“ heißt dieses neue Gerät (Bild 1), bei dem man den kompakten Aufbau des Cassettspielers und des Rundfunkchassis ausgenutzt hat. Es ist außer für den Rundfunkempfang auf vier Wellenbereichen (UKML) für die Wiedergabe von bespielten Compact-Cassetten eingerichtet. (Philips hat außerdem noch den „Radio-Cassetten-Recorder“ im Programm, bei dem auch Rundfunkaufnahmen mit dem Cassettspieler möglich sind.)

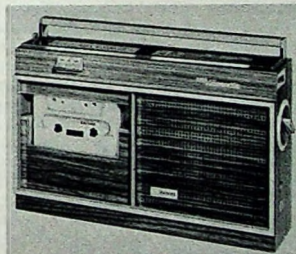
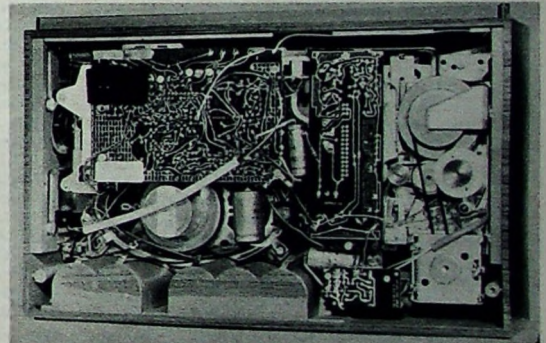


Bild 1. „Radio-Cassetta“ von Philips mit geöffnetem Cassettenfach

Bild 2. Innenaufbau des Geräts; rechts das Cassettspielerchassis



Der Cassettspieler ist senkrecht im (von hinten gesehen) rechten Teil des Gehäuses untergebracht (Bild 2). Auf der Vorderseite befindet sich hinter einer verschiebbaren Abdeckung das Fach zum Einlegen der Cassette. Darüber ist der kombinierte Hebel zum Einschalten des Cassettspielers und für den schnellen Vor- und Rücklauf angeordnet.

Das Rundfunkempfangsteil entspricht in seiner Schaltungstechnik (6 AM-, 9 FM-Kreise) weitgehend dem Taschenempfänger „Nicolette de luxe“. Der Kurzwellenbereich (41 m ... 49 m) ermöglicht wegen der Spreizung ein sehr gutes Einstellen der Sender. Sehr übersichtlich ist die verhältnismäßig große Zweifach-Linearskala, deren linkes Feld für die Bereiche UKL und deren gleich großes rechtes Feld nur für den Mittelwellenbereich bestimmt ist. Die beiden Zeiger werden von einem gemeinsamen Seiltrieb geführt.

reiche stark einfallende UKW-Sender, die zu Kreuzmodulation und Mitzieheffekten führen) hat die „Radio-Cassetta“ eine gegenüber manchen anderen Empfängern eher geringere Störanfälligkeit. Dabei besteht natürlich die Möglichkeit, die HF-Spannung in gewissen Grenzen mit Hilfe der mehr oder weniger ausgezogenen Teleskopantenne zu dosieren.

An die zunächst etwas ungewohnte Ausführung des Abstimmknopfes mit einem schmalen Mittelsteg gewöhnt man sich schnell. Auch eine gewisse Empfindlichkeit des Cassettspielerantriebs gegen den Gleichlauf störende Beschleunigungen ist bei normalem Gebrauch ohne Bedeutung. Im Ganzen gesehen hat man mit der „Radio-Cassetta“ ein leistungsfähiges und leicht zu bedienendes Gerät, dessen elegant-modernes Make-up eine willkommene Zugabe ist. Gu.

# Verkehrswarnfunk

## Ein Verfahren zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und Verkehrsleistung

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 221

### 4. Fernsteuerung

Die Steuerung der Sender erfolgt mit einem Tonfrequenz-Multiplexverfahren [3] über ein normales für Sprechverkehr geeignetes Tonfrequenzkabel. Zur Steuerung und zur Überwachung beziehungsweise Quittierung der Befehle werden zwei Adernpaare benötigt.

Das Tonfrequenz-Multiplexverfahren beruht darauf, daß ein Steuerbefehl aus einer Kombination von mehreren Tonfrequenzen besteht, die gleichzeitig durchgegeben werden. Dadurch wird erreicht, daß das gesamte Signal während der Befehlsdurchgabe dauernd ansteht und deshalb weniger stör anfällig ist. Die Zeit zwischen Befehlseingabe und Eintreffen der Rückmeldung für den durchgeführten Befehl hängt hauptsächlich von den mechanischen Einstellgliedern (Relais, Kurvenscheibe) ab und beträgt etwa 3 s. Bei der vorliegenden Aufgabe soll einer von 20 Sendern mit seinem 40spurigen Tonbandgerät über einen Fernsteuerungsbefehl in Betrieb genommen, eine der 40 möglichen Spuren ausgewählt und nach erfolgter Spureinstellung ein Quittierungssignal abgegeben werden. Außerdem sind die Einzelbefehle „Aus“, „Abhören“, „Fremdmodulation“ und „Kontrolle“ für jeden Sender erforderlich. Während der Wartestellung und im Betrieb sollen die Sender dauernd auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden. Um diesen gesamten Steuerungsablauf durchführen zu können, sind etwa 900 Einzelbefehle erforderlich. Diese Anzahl übersteigt die Selektierfähigkeit und Bandbreite für ein Einzelton-Fernwirkssystem bei weitem. Zur Erhöhung der Kapazität kann man jede Information aus mehreren Tonfrequenzen bilden und in einem bestimmten Code aussenden. Damit ergibt sich dann das Tonfrequenz-Multiplexverfahren, das mit  $n$  Frequenzen, von denen jeweils  $p$  Frequenzen zu einem Code kombiniert werden, insgesamt  $\binom{n}{p}$  Informationen ermöglicht. Zur Anwendung kommt ein Vollcode  $\binom{9}{3}$  für den Befehlsablauf und ein Einzeltonsystem  $\binom{20}{1}$  für die Senderüberwachung. Die erforderliche Übertragungsbandbreite hierfür liegt zwischen 380 und 2500 Hz.

Der Befehlsablauf wird in den Stationsruf und den Spurbefehl unterteilt. Jeder Station ist ein anderer Frequenzcode zugeordnet, während der Spurbefehl für alle Stationen gleich ist. Da der Spurbefehl erst wirksam werden kann, wenn sich die angerufene Station gemeldet hat, wird eine eindeutige Befehlsübertragung erreicht. Den zeitlichen Befehlsablauf zeigt Bild 11. In der Ruhestellung ist die Hinleitung zu den Stationen nicht belegt. Die Rückleitung von den Stationen zur Zentrale ist von jeder Station mit dem so ge-

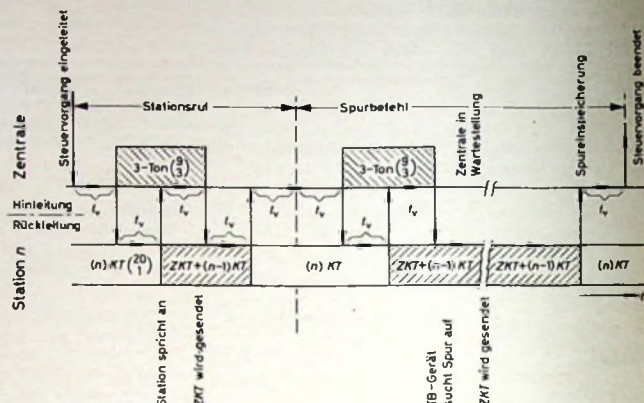
Bild 11. Zeitdiagramm der Fernsteuerung: KT Kennnton der Station, ZKT Zusatzkennnton,  $n$  Anzahl der Stationen,  $t_v \approx 0,1$  s Verzögerungszeit

nanten Stationskennnton beaufschlagt. Der Kennnton zeigt in der Zentrale über eine Stationslampe die Betriebsbereitschaft der jeweiligen Station an (Einzeltonsystem  $\binom{20}{1}$ ).

Soll ein Steuerbefehl von der Zentrale ausgesendet werden, so müssen der Stationsruf und der Spurbefehl über zwei unabhängige Tastaturen gleichzeitig eingegeben werden. Eine Programmsteuerung startet dann nach Überprüfung des Befehls den Befehlsablauf mit dem Stationsruf auf der Hinleitung. Den Empfang des Stationsrufes quittiert die Station auf der Rückleitung durch Abschaltung des Stationskennntons und durch Zuschaltung eines Zusatzkennntons. Die Programmsteuerung in der Zentrale löscht jetzt den Stationsruf, wodurch in der Station der Kennnton wieder eingeschaltet und der Zusatzkennnton ausgeschaltet wird. Diesen Wechsel der Kennntöne nutzt man zur Auslösung des Spurbefehls aus. Der Spurbefehlsablauf erfolgt analog dem Stationsruf. Die Quittierung des Spurbefehls geschieht mechanisch durch Einschwenken des Tonkopfes auf die gewählte Spur. Nach der Spurbefehlsquittierung speichert man in der Zentrale die gewählte Spur in einen Ziffernspeicher mit Anzeige ein. Die zwangsläufige Wechselbeziehung zwischen Zentrale und Station ergibt einen hohen Sicherheitsgrad. Sollte im Befehlsablauf eine Störung auftreten, so wird diese akustisch und optisch angezeigt. An einem besonderen Störmelder kann die Art der Störung erkannt werden.

Die erwähnten Einzelbefehle werden entsprechend den Spurbefehlen durchgeführt. Das Abhören einer Station erfolgt mit einem Kontrollempfänger auf der Rückleitung. Für diese Überprüfungszeit nimmt man die Stationskennntöne von der Rückleitung fort. Der Befehl „Fremdmodulation“ gestattet das Modulieren eines Senders von der Zentrale aus mit einem beliebigen Text. Die Modulation wird hierfür über die Hinleitung gegeben, so daß die Überprüfung der Stationen mittels der Kennntöne erhalten bleibt. Während der Fremdmodulation bleiben die anderen Stationen ansprechbar. Für die Dauer des Befehlsablaufes wird die fremdmodulierte Station automatisch ausgetastet, so daß die Steuertöne unhörbar bleiben.

Bei dem Tonfrequenz-Multiplexverfahren muß jedoch beachtet werden, daß die Befehle nur nacheinander übertragen werden können, da bei gleichzeitigem Auftreten der zu mehreren Befehlen gehörigen Tonfrequenzen auch die übrigen Befehle



mit ausgelöst würden. Die Zentrale enthält deshalb eine Anlaßschaltung, die jeweils nur einen Befehlsablauf gestattet. Die Zeitschaltung überwacht die Programmsteuerung und meldet eine Störung, wenn während einer Mindestzeit von etwa 5 s der Spurbefehl nicht quittiert und eingespeichert ist.

### 5. Empfänger

Für den Empfang der Nachricht des Schleifensenders gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zunächst muß beachtet werden, daß etwa ein Drittel aller Kraftwagen fest mit Rundfunkempfängern ausgerüstet ist. Diese Geräte sind jedoch nicht unmittelbar für den Frequenzbereich des Schleifenfunks ausgelegt, sondern müssen mit Hilfe eines Konverters für den 70-kHz-Empfang vorbereitet werden. Außerdem muß man an Stelle der Teleskopantenne eine magnetische Ferritantenne benutzen. Die Antenne braucht nicht außerhalb des Kraftfahrzeuges auf der Karosserie befestigt zu werden, denn die Felddämpfung durch das Fahrzeug beträgt im Innenraum in der Nähe der Fenster nur etwa 6 dB. Eine Grundentstörung des Fahrzeuges ist empfehlenswert, obwohl die Übertragungsqualität infolge der verhältnismäßig hohen Feldstärke durch Zündstörungen und dergleichen kaum beeinträchtigt wird.

Mit dem Konverter kann man die empfangene Frequenz von 70 kHz zum Beispiel auf eine Frequenzlücke im Langwellenbereich oder auch direkt auf die Zwischenfrequenz des Rundfunkempfängers umsetzen. Diese Lösung bietet jedoch nicht die Möglichkeit, die Einschaltautomatik zu realisieren. Die Schaltfrequenz der Vorschleife von etwa 86 kHz würde nicht mehr im Durchlaßbereich der Zwischenfrequenz liegen und könnte deshalb als Schaltkriterium nicht herangezogen werden. Es ist daher sinnvoller, an Stelle des Konverters einen kompletten Hochfrequenzempfänger zu verwenden, der nur die Niederfrequenzverstärkung des Rundfunkempfängers mit ausnutzt. Da an die Empfindlichkeit und die Selektion dieses Empfängers sehr geringe Ansprüche gestellt werden, sind einfachste Geradeauschaltungen möglich. Der HF-Empfangsteil wird über das Zündschloß des Kraftfahrzeuges in Betrieb genommen, so daß eine ständige Empfangsbereitschaft gewährleistet ist.

Diese Gerätekonzeption ermöglicht einen uneingeschränkten Rundfunkempfang, der nur bei vorliegender Warnmeldung automatisch unterbrochen und nach dem Passieren der Schleife wieder hörbar wird.

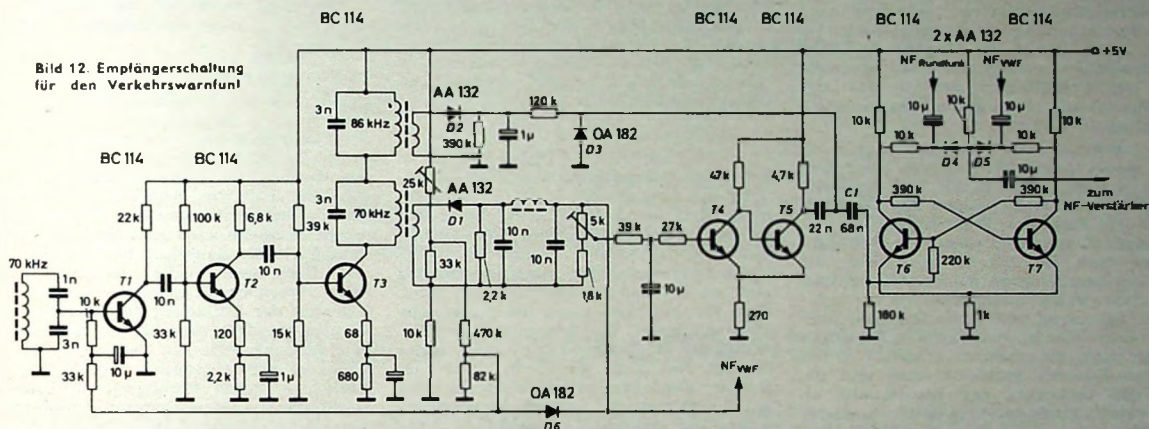
Wenn kein Rundfunkprogramm gehört wurde, muß die Schaltautomatik auch den Niederfrequenzverstärker mit einschalten. Für das frequenzselektive Einschaltverfahren gibt es mehrere schaltungstechnische Möglichkeiten. Im Bild 5 wurde der Feldstärkeverlauf der Vor- und Hauptschleife dargestellt. Die Ortskennung für die Automatik läßt sich durch den Empfang beider Frequenzen oder auch durch den zeitlich gestaffelten Empfang beim Einfahren in die Schleife ausdrücken. Beide Frequenzen werden etwa mit gleichem Pegel an die Auswerterschaltung geliefert, wenn man dafür Sorge trägt, daß sich im Überlappungsgebiet die Feldstärkewerte so unterscheiden wie die Durchlaßdämpfung des Empfängers. Das heißt, wenn der Empfänger auf die Empfangsfrequenz von 70 kHz abgestimmt ist, dann kann die Vorschleifenfrequenz entsprechend ihrem etwa zehnfachen Pegel um rund 20 dB durch die Empfängersелеktion gedämpft werden.

Richtspannung der Diode  $D1$  zu der Schmitt-Triggerschaltung  $T4, T5$ , die beim Ansteigen der Spannung einen negativen Impuls über  $C1$  abgibt. Die Diode  $D3$  leitet diesen Impuls jedoch ab, da sie in Flußrichtung gepolt ist. Da beim Einfahren in die Schleife die Vorschleife passiert werden muß, entsteht für eine kurze Zeit auch ein positiver Impuls, der die Diode  $D3$  sperrt. Daher kann dann der negative Impuls von  $T5$  den bistabilen Multivibrator  $T6, T7$  zum Kippen bringen, wodurch der NF-Teil von Rundfunkempfang auf Warnempfang umgeschaltet wird. Beim Ausfahren aus der Schleife sinkt die Richtspannung an der Diode  $D1$ ; dadurch kippt die Schmitt-Triggerschaltung in ihre Ruhelage zurück, und der dabei entstehende positive Impuls schaltet den bistabilen Multivibrator in seine Ausgangsposition zurück. Die NF-Durchschaltung erfolgt mit Hilfe der Dioden  $D4$  und  $D5$ , die je nach Schaltzustand leitend oder gesperrt sind.

Der beschriebene Verkehrswarnfunkempfänger kann natürlich auch mit einem eigenen NF-Verstärker und Lautsprecher ausgerüstet werden, wodurch ein Nur-Warnfunkempfänger entstehen würde. Ein solches Gerät läßt sich mit einer Saugnapfhalterung an der Windschutzscheibe befestigen. Der Anschluß an die Autobatterie kann über das Zündschloß erfolgen oder auch direkt an die Batterie, da der Stromverbrauch in Wartstellung nur wenige Milliampere beträgt und geringer als der Selbstentladungseffekt des Akkus ist.

Zur verkehrstaktischen Erprobung dieses Verkehrswarnsystems ist im Jahre 1968 vom Bundesverkehrsministerium ein Großversuch auf der Autobahn im Gebiet um das Kamener Kreuz geplant (s.a. Bild 1). Dieser Versuch wird eine Autobahnlänge von etwa 170 km umfassen und insgesamt 45 Schleifensender und fünf UKW-Sender benötigen. Für die erste, zunächst nichtöffentliche Erprobungszeit wer-

**Bild 12. Emplängerschaltung für den Verkehrswarnfunf**



Dieser Selektionswert entspricht auch dem für die erforderliche Durchlaßbreite von etwa  $\pm 2,5$  kHz.

Im Bild 12 ist eine Empfangsschaltung für den automatischen Empfang des Schleifenfunks dargestellt. Die fest im Empfänger eingebaute Ferritantenne ist auf 70 kHz abgestimmt und wird durch den Transistoreingangswiderstand so gedämpft, daß  $d \approx 10\%$  ist. Ein dreistufiger geregelter HF-Verstärker verstärkt die Empfangsspannung so weit, daß die Empfindlichkeit ausreicht. Der Verstärkerausgang ist wieder auf 70 kHz abgestimmt und arbeitet auf die Demodulationsdiode D1. Geregelt wird die erste Stufe T1 des HF-Verstärkers. Für Feldstärkeänderungen von 40 dB ergeben sich 3 dB NF-Änderungen. Diese geringe Lautstärkeänderung bedarf beim Durchfahren einer Schleife keiner Korrektur, so daß der Empfänger völlig bedienungslos betrieben werden kann.

Der HF-Verstärker ist als RC-Verstärker breitbandig ausgelegt. Daher verstärkt er auch die Vorschleiffrequenz von 86 kHz in gleichem Maße. Die Dämpfung der auf 70 kHz abgestimmten Antenne wird durch eine höhere Feldstärke in der Vorschleife kompensiert. Zur Selektion der 86 kHz dient ein in Serie mit dem 70-kHz-Ausgangskreis geschalteter Resonanzkreis mit großer Güte ( $Q \approx 1\%$ ). Beim Einfahren in eine Schleife entsteht an den Dioden D1 und D2 je eine Gleichspannung, die zur NF-Einschaltung ausgenutzt werden kann. In dem Schaltungsbeispiel gelangt die

Die Fahrbahnselektion wird durch diese Schaltungsanordnung völlig erfüllt. Wenn zum Beispiel ein Wagen in der Gegenrichtung in die Schleife einfährt, wird zwar an der Diode D1 eine Richtspannung durch die 70-kHz-Frequenz erzeugt, die die Schmitt-Triggerschaltung zum Kippen bringt. Der negative Steuerimpuls kann sich jedoch nicht auswirken, da die fehlende 86-kHz-Frequenz die Diode D3 nicht gesperrt hat, so daß der negative Steuerimpuls über D3 nach Masse kurzgeschlossen wird.

den von AEG-Telefunken viele hundert Testempfänger kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

**Weiteres Schrifttum:**

- [3] Zehnel, P. G.: Tonfrequenz-Multiplex-Anlagen zur Fernbedienug von Kurzwellensendern. Telefonen-Ztg. Bd. 39 (1966) Nr. 2, S. 207-214
- [4] • Walter, A.: Moderne Tonfrequenz-Multiplex-Melde- und -Steuersysteme. Nachrichtentechn. Fachber. Nr. 25, S. 25-30. Braunschweig 1962, Vieweg

# INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Aprilheft 1967 unter anderem folgende Beiträge:

**Entwicklung und Anwendung integrierter Schaltungen der TTL**  
**Die Step-recovery-Diode als Frequenzvervielfacher**  
**Herstellung von Fotolithografischen Masken für integrierte Schaltungen und Dünnschichtschaltungen**  
**Die Investitionskosten der westeuropäischen Farbfernseh-Röhrenwerke**

### Zur Anwendung elektrischer Ersetzschaltungen bei der Analyse biologischer Vorgänge

## Entwicklungstand und Problematik der Brennstoffzellen

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

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

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

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH** • Berlin-Borsigwalde  
Postanschrift: 1 BERLIN 52

# Gleichspannungswandler für Elektronenblitzgeräte

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 224

DK 621.314.1:778.448.6

## 4.2. Transistorsperrwandler

In Sperrwandlerschaltungen werden als Schalterelemente ebenso wie beim Durchflußwandler fast ausnahmslos Germanium-Leistungstransistoren verwendet. Die Ansteuerung des Schalttransistors kann beim Sperrwandler nicht wie beim Durchflußwandler in direkter Abhängigkeit vom sekundären Ladestrom (Laststrom) oder der Kondensatorspannung (Lastspannung) erfolgen, da ja jeweils zum Zeitpunkt der primären Stromflußphase die Sekundärseite stromlos ist und zu dieser Zeit die Spannung an der Sekundärwicklung in keinem Zusammenhang mit der Spannung am Kondensator steht. Die Ansteuerung des Transistors eines Sperrwandlers erfolgt deshalb unabhängig von den Verhältnissen der Sekundärseite (Lastseite) aus einer getrennten Wicklung des Transformators.

Die Funktion eines Transistorsperrwandlers sei an Hand der Prinzipschaltung nach Bild 14 (Heft 7/1967, S. 223) kurz beschrieben. Über den hochohmigen Widerstand  $R_4$  wird der Basis des Transistors  $T$  ein geringer Steuerstrom zugeführt. Der Transistor wird dadurch etwas leitend und schaltet Spannung an die Primärwicklung. Die dabei in der Steuerwicklung  $w_3$  induzierte Spannung liefert nun ihrerseits über  $R_3$  einen Steuerstrom in die Basis des Transistors, der dadurch in den voll leitenden Zustand gesteuert wird und die gesamte Spannung der Stromquelle an die Primärwicklung  $w_1$  schaltet. In dieser Wicklung und damit auch über die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors fließt jetzt der linear mit der Zeit ansteigende Magnetisierungsstrom (Sägezahnstrom), und in die Basis des Transistors fließt aus der Wicklung  $w_3$  über den Widerstand  $R_3$  ein konstanter Steuerstrom.

Erreicht der Magnetisierungs- und damit der Kollektorstrom einen Wert, der durch den Basisstrom multipliziert mit der Stromverstärkung des Transistors gegeben ist, so ist ein weiterer Anstieg wegen des begrenzten Basisstroms nicht mehr möglich.

An dem Transistor entsteht ein Spannungsabfall, der die Spannung an der Wicklung  $w_1$  und ebenso an der Steuerwicklung  $w_3$  vermindert. Dadurch nimmt der Basisstrom ab und der Spannungsabfall am Transistor weiter zu usw. Es setzt also ein sehr schnell verlaufender Rückkopplungsvorgang ein, der den Transistor praktisch schlagartig sperrt. Nun beginnt die Sperr-

phase, in der (wie im Abschnitt 4.1. ausführlich beschrieben) die Spannung an den Wicklungen die Polarität wechselt und die im Transformator gespeicherte Energie als Strom über den Gleichrichter  $Gl$  in den Kondensator fließt. Ist dieser Stromfluß beendet, dann schwingt jetzt der Transformator mit der geringen Energie, die auf Grund der Sekundärspannung in der Wicklungskapazität verblieben ist, durch. Dabei erreichen die Spannungen an den Wicklungen wieder ihre ursprüngliche Polarität, und aus der Wicklung  $w_3$  fließt ein Stromimpuls in die Basis des Transistors, der dadurch leitend wird und wieder Spannung an die Primärwicklung schaltet. Es beginnt also eine neue Stromflußphase. Diese Vorgänge wiederholen sich periodisch und laden den Kondensator stufenweise auf.

## 4.3. Spannungsbegrenzung bei einem Sperrwandler

Bei einem Durchflußwandler ist die Spannung am Kondensator  $C$  durch die Spannung der Stromquelle und durch das Übersetzungsverhältnis des Transformators festgelegt und begrenzt. Eine derartige Begrenzung der Ausgangsspannung gibt es bei einem Sperrwandler nicht, denn sie wird hier durch die Änderungsgeschwindigkeit des Magnetflusses beim Abbau des Magnetfeldes im Transformator erzeugt und nicht wie beim Durchflußwandler durch Heraustransformieren einer an die Primärseite angeschalteten Spannung. Die Ausgangsspannung eines unbelasteten Sperrwandlers kann deshalb sehr hohe Werte annehmen. Ihren Grenzwert erreicht sie dann, wenn beim Ausschwingen des Transformators die gesamte in ihm gespeicherte Energie in die Wicklungskapazität  $C_s$  der Sekundärwicklung geflossen ist.

Es besteht dann die Energiegleichung

$$\frac{1}{2} L_s \cdot I_s^2 = \frac{1}{2} C_s \cdot U_L^2$$

Daraus erhält man die Leerlaufspannung  $U_L$  des Sperrwandlers

$$U_L = \sqrt{\frac{L_s}{C_s}} \cdot I_s$$

Sie erreicht in Blitzgeräteschaltungen Werte von bis zu einigen tausend Volt.

Aus diesem Grund muß man bei Sperrwandlern für eine geeignete Spannungsbegrenzung sorgen. Dies geschieht durch die Einfügung einer Regelschaltung, die den Wandler nach Erreichen der gewünschten Spannung am Kondensator abschaltet und damit dessen weitere Ladung unterbricht. Die Spannung des Kondensators beginnt dann wegen seines Leckstromes und der angeschlossenen Belastung langsam abzusinken. Die Regelschaltung wird deshalb so ausgelegt, daß sie den Wandler nach einer gewissen Zeitspanne oder nach einem gewissen Spannungsrückgang immer wieder kurz einschaltet, um so den Kondensator auf seine Sollspannung nachzuladen.

## 4.4. Geregelte Sperrwandler

Erst durch die Regelschaltung wird der Sperrwandler als Gleichspannungswandler für Elektronenblitzgeräte brauchbar, denn durch ihre Funktion wird die Spannung am Kondensator begrenzt und konstant gehalten, und, was ebenfalls sehr wichtig ist, die Stromentnahme des Wandlers aus der Stromquelle wird nach beendeter Aufladung des Kondensators bis auf die kurzen Nachladeintervalle reduziert. Der Stromverbrauch des geregelten Sperrwandlers nach der Aufladung des Kondensators ist also ebenfalls sehr gering. Die günstigen Eigenschaften des geregelten Sperrwandlers werden jedoch nur durch den erheblich größeren Schaltungsaufwand erreicht, den die Regelschaltung erfordert.

Im Bild 16 ist die Schaltung des leistungsstarken Elektronenblitzgerätes „Mecablitz 502“ angegeben, das mit einem Sperrwandler mit Regelschaltung aufgebaut ist. Es würde hier zu weit führen, näher auf die Schaltung einzugehen, sie soll lediglich einen Eindruck von dem relativ großen Aufwand vermitteln.

## 5. Summierwandler

Der Summierwandler ist ein Gleichspannungswandler mit der Kombination der Wirkungsweise eines Durchfluß- und eines Sperrwandlers. Bei ihm erfolgt der Energietransport in den Kondensator also teilweise nach dem Durchflußwandler- und teilweise nach dem Sperrwandlerprinzip. Das wird durch eine geeignete Dimensionierung des Transformators erreicht, so daß während der Stromflußphase des

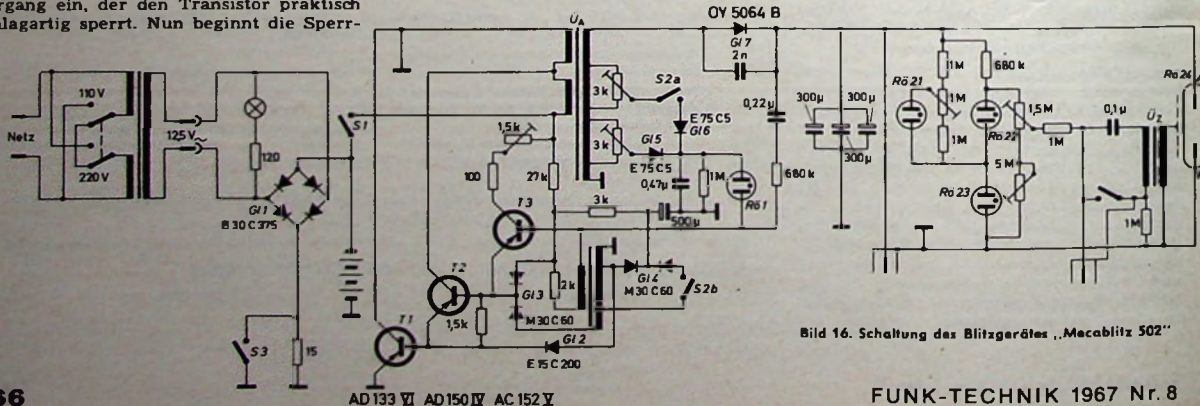
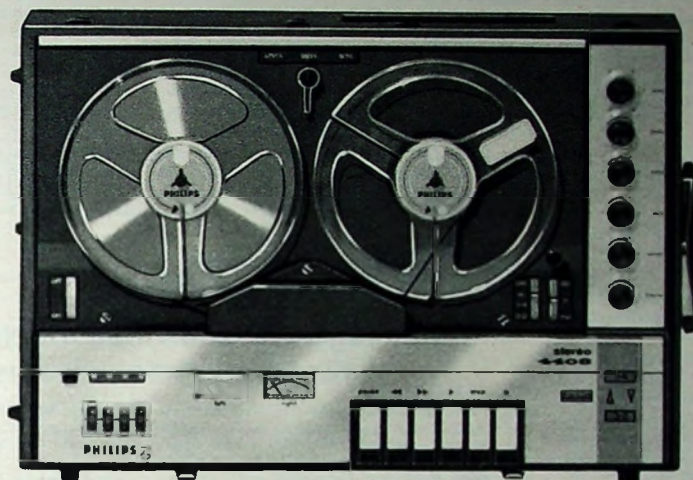


Bild 16. Schaltung des Blitzgerätes „Mecablitz 502“

# PHILIPS – wegweisend in der Magnetbandtechnik

## Ein neues Tonbandgerät läßt aufhorchen:



## Philips Tonbandgerät 4408

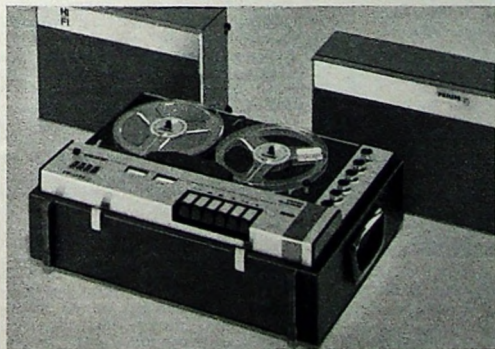
**HiFi-Stereo · Suchautomatik · Funktionsindikator**

Dieses Spitzengerät im Philips -Tonbandgeräte-Programm bietet das optimale Klangenerlebnis. Ein Vollstereo - Gerät nach dem Stand modernster Tonbandtechnik, das dem anspruchsvollen Tonbandamateur wie dem kritischen Fachmann Aufnahme und Wiedergabe in Vollkommenheit ermöglicht. Ein

Heimstudio-Gerät in HiFi-Qualität (DIN 45500). Das Philips HiFi-Stereo-Tonbandgerät 4408 führen wir erstmals auf der Hannover-Messe vor. (Auslieferung im Juli 67.) Bitte besuchen Sie uns in Halle 11, Stand 12.

### Technisch besonders interessant:

- Betrieb in vertikaler oder horizontaler Lage
- Suchautomatik: Suchlauf mit automatischem Stop an vorgewählter Bandstelle.
- Funktionsindikator: Leuchtanzeige der jeweiligen Betriebsart (Mono/Stereo, Aufnahme/Wiedergabe) und der Spur. Anzeige der Überspielrichtung bei Multiplay.
- Aussteuerungs-Instrumente (VU-Meter) für beide Kanäle. Modulationsanzeige auch bei Wiedergabe.
- Zwei getrennte Lautsprecher, die beim Transport mit dem Gerät zu einer Einheit verbunden werden.



...nimm doch  
**PHILIPS**

Transistors in der Primärwicklung des Transformators außer dem von der Sekundärseite herübertransformierten Ladestrom zusätzlich ein relativ großer Magnetisierungsstrom fließt, welcher eine Energiespeicherung im Transformator zur Folge hat. Diese Energie wird dann während der Sperrphase des Transistors wie bei einem Sperrwandler an den Kondensator weitergegeben. Da die beiden Energiearten gegenphasige Spannungen an der Sekundärwicklung bewirken, werden sie mit einer Spannungsummierschaltung addiert, und mit dieser Summenspannung wird der Kondensator aufgeladen.

Die Wirkungsweise des Summierwandlers sei an Hand der Prinzipschaltung im Bild 17

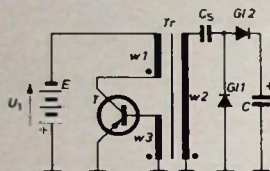


Bild 17. Prinzipschaltung eines Summierwandlers

näher erläutert. Wird der Transistor T durch Ansteuerung aus der Wicklung w3 in den leitenden Zustand gesteuert, dann schaltet er die Spannung  $U_1$  der Stromquelle E an die Primärwicklung w1. Die dabei in der Sekundärwicklung w2 induzierte Spannung ist so gepolt, daß der Gleichrichter G1 leitet und ein Ladestrom in den Summierkondensator  $C_S$  fließt und diesen auflädt. In der Primärwicklung fließt dann der von der Sekundärseite herübertransformierte Ladestrom. Diesem überlagert sich ein in derselben Größenordnung liegender, linear mit der Zeit ansteigender Magnetisierungsstrom. Erreicht der Kollektorstrom des Transistors einen bestimmten Wert, so setzt (wie bei einem Sperrwandler) ein Rückkopplungsvorgang ein, den der Transistor schlagartig sperrt, wobei die Spannungen an den Wicklungen die Polarität wechseln. Dann addieren sich die Spannungen von Sekundärwicklung w2 und Summierkondensator  $C_S$ . Sobald die Summe den Wert der Kondensatorspannung  $U_2$  erreicht, wird Gleichrichter G1 leitend, und es fließt ein Strom in den Kondensator C. Dabei wird die während der Flußphase im Transformator gespeicherte Energie an C abgegeben. Nach Beendigung des Stromflusses in den Kondensator C wird durch das Ausschwingen des Transformators wieder eine neue Stromflußphase eingeleitet. Diese Vorgänge wiederholen sich periodisch und laden dabei den Kondensator C auf.

Da beim Summierwandler ein Teil der Energie zum Aufladen des Kondensators wie bei einem Sperrwandler übertragen wird, ist auch seine Ausgangsspannung durch die Grundsaltung nicht festgelegt und begrenzt. Deshalb ist bei einem Summierwandler ebenfalls eine Regelschaltung zur Begrenzung und Stabilisierung der Spannung am Blitzkondensator erforderlich.

Der Wirkungsgrad eines Summierwandlers liegt zwischen dem Wirkungsgrad eines Durchflußwandlers und dem eines Sperrwandlers (wobei er mehr bei dem Wert desjenigen Schaltungstyps liegt, dessen Art der Energieübertragung bei dem betreffenden Summierwandler dominiert).

Der Summierwandler erfordert auf Grund der Summiergleichrichterschaltung einen noch größeren Schaltungsaufwand als der Sperrwandler, ohne jedoch dessen guten Wirkungsgrad zu erreichen. Sein einziger Vorteil gegenüber dem Sperrwandler besteht darin, daß der für eine bestimmte Wandlerleistung benötigte Kollektorstrom des Schalttransistors (wegen des gleichzeitigen Durchflußwandlerbetriebs) etwas geringer ist als bei einem Sperrwandler. Deshalb kann manchmal ein kleinerer Schalttransistor verwendet werden.

## 6. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann zu den Betrachtungen über die verschiedenen Gleichspannungswandlerschaltungen für Elektronenblitzgeräte folgendes festgestellt werden:

Der Durchflußwandler erfordert einen geringen Schaltungsaufwand und damit ein geringes Schaltungsvolumen und Gewicht. Er hat im Verhältnis zu diesem geringen

Aufwand sehr gute Eigenschaften. Durchflußwandlerschaltungen haben sich deshalb vor allem bei den kleinen, kompakten und dabei doch sehr leistungsfähigen Amateurblitzgeräten durchgesetzt.

Der Sperrwandler hat bei entsprechender Dimensionierung einen sehr guten Wirkungsgrad. Sein Schaltungsaufwand und damit sein Schaltungsvolumen und Gewicht ist jedoch wegen der erforderlichen Regelschaltung und wegen des relativ großen Transformators ebenfalls sehr groß. Sperrwandlerschaltungen dominieren aus diesem Grund bei den großen, leistungsstarken Blitzgeräten für Berufsfotografen und anspruchsvolle Amateure.

Der Summierwandler bedingt einen noch größeren Schaltungsaufwand als der Sperrwandler, ohne jedoch dessen guten Wirkungsgrad zu erreichen. Summierwandlerschaltungen sind deshalb nur ganz vereinzelt in Blitzgeräten der mittleren Leistungsklasse zu finden.

## BASTEL-ECKE

### Tonbandgeräte-Endstufen als NF-Verstärker für Schallplattenwiedergabe

Die eisenlosen Transistor-NF-Verstärker in den Schaub-Lorenz-Vollstereo-Tonbandgeräten „SL 200“ und „SL 220“ liefern die ungewöhnlich hohe Ausgangsleistung von  $2 \times 6$  W. Um diese kräftigen Endstufen eventuell zusätzlich für Schallplattenwiedergabe (bei nichtgedrückter Taste „Start“) als reinen

Eingang des Verstärkers den Selbstbau eines Impedanzwandlers nach Bild 1 mit je einem Transistor BC 108 B je Kanal.

Die Aussparung für eine entsprechende Normbuchse ist in der Buchsenplatte an der Geräterückseite vorhanden. Da zum Bau dieses Impedanzwandlers nur wenige Bauelemente benötigt werden, kann die Platine im Geräteinnern angebracht werden (Bild 2). Die Stromversorgung erfolgt aus dem Netzteil des Gerätes. Bei nichtgedrückter Taste „Start“ erfolgt die Schallplattenwiedergabe in Ruhestellung des Gerätes.

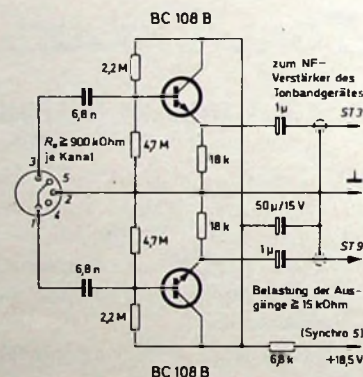


Bild 1. Schaltung eines Impedanzwandlers für Schallplattenwiedergabe

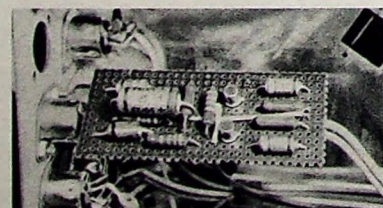


Bild 2. Beispiel des Einbaus eines Impedanzwandlers nach Bild 1 in das Tonbandgerät „SL 200 Stereo“

Stereo-NF-Verstärker benutzen zu können, empfiehlt Schaub-Lorenz zur Anpassung der Tonabnehmerspannungsquelle an den NF-

\*) Zimmermann, R.: SL 200 Stereo - SL 220 Stereo - Stereo-Tonbandgeräte mit interessanten elektrischen und mechanischen Merkmalen. Funk-Techn. Bd. 21 (1966) Nr. 16, S. 577-580

### Für Werkstatt und Labor

#### Reparaturen an Antennenverstärkern

Manchmal wird der Fernseh-Servicetechniker gerufen, weil das Bild verwaschen ist. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zuerst mit einem Testempfänger zu überprüfen, ob der Empfänger defekt oder zu wenig Antennenspannung vorhanden ist. Handelt es sich um eine Gemeinschafts-Antennenanlage mit Verstärkern und liegt an der Antennensteckdose zu wenig Spannung, dann sind in erster Linie die Verstärker verdächtig.

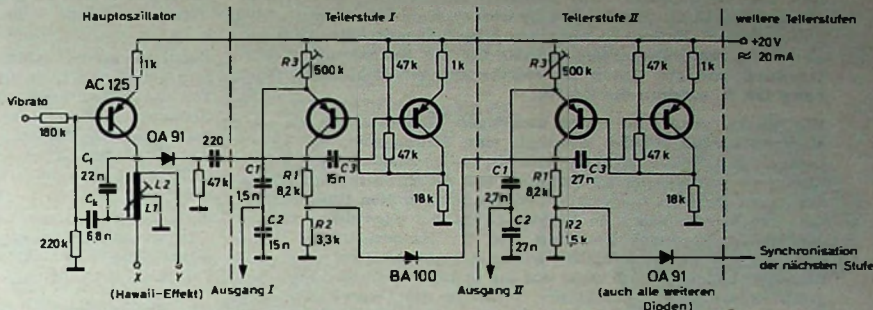
Wie die Erfahrung zeigt, treten bei Transistorverstärkern relativ selten Fehler auf. Dagegen ist die Abnutzung bei Röhrenverstärkern wesentlich größer. Defekte Bauelemente wie Widerstände, Kondensatoren usw. findet man zwar weniger häufig, aber die Röhren werden im Laufe der Betriebszeit schwächer oder fallen ganz aus. Besonders anfällig sind Röhren in der ersten Stufe des Verstärkers. Bei zu geringer Antennenspannung ist es daher ratsam, zuerst diese Röhre probeweise auszutauschen. Dabei sollte unbedingt eine Röhre gleichen Fabrikats verwendet werden. Streuungen in der Fertigung können unter Umständen zu stärkeren Verstärkungsverlust führen. Dies gilt besonders für Kanalverstärker im UHF-Bereich. Außerdem ist zu kontrollieren, ob die neue Röhre nicht auf einem anderen Kanal Störerschwingungen erzeugt. Dabei muß jedoch die Röhrenabschirmhaube fest aufgeschraubt und das Verstärkergehäuse geschlossen sein. Treten in relativ kurzen Zeitabständen Röhrenfehler auf, dann muß die Versorgungsspannung gemessen und eventuell die Spannungseinstellung des Netztesles verändert werden.

# Elektronische Orgeln

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 230

## 2.2.3. Komplette Teilerkaskade

Bild 14 zeigt eine Schaltung einer kompletten Teilerkaskade (mit Teilern nach Bild 13) mit Hauptoszillator für den Ton e (5275,2 Hz). Tab. I und Tab. II sind die Werte der Bauelemente zu entnehmen. Diese Schaltung ist völlig unkritisch selbst bei Verwendung minderwertiger Transistoren. Die Kondensatoren im Hauptoszillator sind Styroflex-Typen. Alle Bauteile lassen sich auf einer gedruckten Schaltung der Größe 180 mm × 45 mm unterbringen und benötigen 25 mm Höhe. Als Oszillatortorspule kann man eine Topfspule oder eine normale Ferritspule mit Alu-



die Werte des 500-kOhm-Reglers und der Kondensatoren C1 und C2 geändert werden (zum Beispiel 10fache Kapazität für C1 und C2).

Der Oszillator ist ein Sinusgenerator und dient nur zur Frequenzerzeugung für die Teilerstufen. Ihm wird kein Signal entnommen. Er schwingt eine Oktave über der Frequenz des ersten Teilers. Die OA 91 liefert den positiven Synchronimpuls, der eine Sinushalbwellen ist. Um bessere Synchronisation zu erreichen, wird diese positive Halbwellen über den 220-pF-Kondensator differenziert. Die erste Teilerstufe enthält für die Synchronimpulsauskopplung und zur guten Unterdrückung der Subharmonischen keine OA 91, sondern die BA 100.

Wie gleicht man nun einen derartigen Generatorsatz ab? Als Meßinstrumente werden benötigt: eine Stimmgabel, eine Armbanduhr mit Sekundenzeiger und ein einigermaßen gutes Gehör. Zunächst werden alle Teilerstufen auf Synchronisation gestellt. Begonnen wird bei der ersten Teilerstufe nach dem Hauptoszillator, also bei der höchsten Frequenz. Mit R3 wird die Stufe auf die gleiche Frequenz gestimmt wie der Hauptoszillator. Dann wird R3 vergrößert. Plötzlich wird die Teilerstufe auf eine neue Frequenz springen, und zwar auf die Quinte. Nach weiterer Vergrößerung von R3 springt der Teiler in die Oktave. R3 wird dann noch etwas vergrößert, so daß die eigentliche Frequenz des Teilers niedriger als die Oktave liegt. Der Synchronimpuls muß den Teiler immer von einer tieferen Frequenz auf die Sollfrequenz ziehen. Alle Teilerstufen werden nach diesem Schema abgeglichen, immer mit der höchsten Frequenz beginnend und mit der tiefsten Frequenz der Teilerreihe endend.

Ist der Vorabgleich beendet, dann beginnt der Abgleich auf Sollfrequenz. Man nimmt die angeschlagene Stimmgabel zwischen die Zähne und stimmt nach Gehör  $a' = 440$  Hz mit dem Muttergenerator auf Schwebungsnull. Es ist nur der Hauptoszillator abzugleichen, da die Teilerstufen mitziehen. Sollte eine Teilerstufe hierbei aus der Synchronisation fallen, so ist sie nach dem beschriebenen Schema nachzugleichen.

Nach dem Abgleich des Tones a folgt der des Tones e. Die Stimmgabel wird nun nicht mehr benötigt. Es werden die Töne a' und e' gedrückt. Mit dem Muttergenerator gleicht man e' mit a' auf Schwebungsnull ab. Dann wird e' um so viel niedriger abgeglichen, daß sich in 5 Sekunden 7 Schwebungen ergeben. Auf die gleiche Weise erfolgt der Abgleich aller übrigen Töne in der in Tab. III angegebenen Reihenfolge. Hiermit ist ein „Paket“ mit allen Tönen, die man später zu spielen wünscht, entstanden.

Tab. III.  
Abgleich der Hauptoszillatoren

abzuleitende Töne	Schwebungen in 5 Sekunden
a' - e'	7
e' - b'	5
b' - f'	7
f' - c'	5
c' - g'	7
g' - d'	5
d' - a'	7

Die 12 Frequenzteilerkaskaden werden zusammen mit dem Vibratogenerator und dem Netzteil für die Teilerstufen zu einer Einheit montiert. Von dieser Einheit geht dann die Verdrahtung zu den Tastenkontakten über 100-kOhm-Entkopplungswiderstände.

Die Verdrahtung ist wegen der sehr niederohmigen Generatorausgänge mit normaler Schaltlitze möglich. Es ist ratsam, jede Teilerkaskade in einer Drahtfarbe zu verdrahten und die Ausgangsleitung jedes Tones am Anfang und am Ende mit einem Farbpunkt zu versehen. Dann hat jeder Ton in allen Oktaven die gleiche Farbe, und der Farbpunkt gibt die Oktave an. Dieses Verfahren erhöht die Übersichtlichkeit der Verdrahtung erheblich. Die den Generatoren entnommenen Spannungen betragen etwa 1,2 V. Es sind Sägezahnspannungen, die aber noch aufbereitet werden müssen. Die so geformten Impulse werden dann verstärkt und in Schallwellen umgewandelt.

## 2.3. Vom Tongenerator zum Lautsprecher

### 2.3.1. Lautsprecher

Um gleich die letzte Stufe vorweg zu nehmen: Der Lautsprecher ist Umwandler der elektrischen Schwingungen in akustische. Er ist der Übermittler dessen, was man sich vom Klang des Instrumentes erhofft. Der Klang kann niemals besser sein, als der Lautsprecher ihn zu geben vermag. Überhaupt gilt für die ganze Orgel: Der Klang – das Instrument – kann nur so gut sein, wie es das schwächste Glied der gesamten Kette zuläßt.

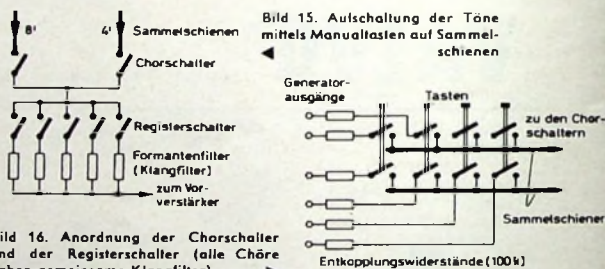
Vom Lautsprecher hängt somit sehr viel ab. Er muß zusammen mit dem Gehäuse frequenzlinear sein. Nach unten bestimmt der tiefste Ton des Instrumentes die Frequenz des Lautsprechers; die obere Grenzfrequenz sollte bei etwa 16 000 Hz liegen. Der Lautsprecher muß ferner intermodulationsfrei und seine Leistung sollte mindestens 20 W sein, um bei Fortissimo noch mit niedrigem Klirrgrad zu arbeiten. Kurzum, es gelten Maßstäbe der Hi-Fi-Anforderungen.

Beim Eigenbau eines Instrumentes ist es ratsam, auf fertige Lautsprecherboxen zurückzugreifen. Will man das nicht tun, dann wähle man einen kompletten Lautsprecherbausatz; auf jeden Fall ist es gut, einen getrennten Tieftonlautsprecher zu verwenden.

### 2.3.2. Tasten, Sammelschienen, Schalter

Folgen wir aber zunächst wieder dem Weg des Tones vom Tongenerator aus. Der Generatorsatz erzeugt alle Töne zugleich. Jeder Tastenkontakt ist über einen Entkopplungswiderstand mit dem Generatorausgang verbunden, das heißt jede Taste mit dem ihr zugeordneten Generator. Die Verdrahtung für die normale Stimmlage (8') ist so zu wählen, daß der Ton  $a' = 440$  Hz bei einem Instrument mit 5 Oktaven in der Mitte des Manuals liegt. Durch den Tastendruck werden die Tastenkontakte betätigt. Die Tastenkontakte sind aus mechanisch und elektrisch geeignetem Material zu fertigen, da sie immer (selbst bei niedrigem Auflagedruck) guten Kontakt geben müssen. Ist das nicht der Fall, dann kann der Ton „krachen“. Als Kontaktmaterial bieten sich Gold und Silber-Palladium an. Aber auch leitender Gummi hat sich in letzter Zeit bewährt.

Alle Tastenkontakte einer Stimmlage werden zu einer Sammelschiene zusammengefaßt. Bild 15 veranschaulicht diese Zusammenschaltung. Die Schwingung des Generators gelangt über Entkopplungswiderstände und die geschlossenen Tastenkontakte zur Sammelschiene.



Am Ende jeder Sammelschiene sitzt ein Chorschalter (Bild 16). Mit diesem kann die jeweilige Stimmlage gewählt werden. Selbstverständlich lassen sich alle Stimmlagen auch zugleich spielen. Es kommt bei der Wahl der Stimmlage immer auf die Art des zur Interpretation nötigen Chorussspiels an.

Auf die Chorschalter folgen die Registerschalter, die die Klangfarbe bestimmen. Sie schalten die jeweiligen Formantfilter (Klangfilter) ein. Das kann auf zwei Arten erfolgen. Entweder das Formantfilter erhält derartige Durchlaßkurven, daß alle Chöre passieren können (Bild 16), oder jeder Chor bekommt seine eigenen Filter.

(Fortsetzung folgt)

auch für Neugierige



Das Heninger-Sortiment kommt jedem entgegen: 900 Fernseh-Ersatzteile, alle von namhaften Herstellern. Qualität im Original – greifbar ohne Lieferfristen, zum Industriepreis und zu den günstigen Heninger-Konditionen.



Lieferung nur an Fernsehwerkstätten (Privat-Besteller bleiben unbellehrt)

Ersatzteile durch **heninger**

## NEU: 1967 (Nr.19) TECHNIK-Katalog

Funktechnik - Radiotechnik - Amateurfunk - Transistortechnik - Bausätze - Bauteile - Röhren - Halbleiter - Meßgeräte für Beruf, Service, Hobby - Werkzeuge - Fachbücher u. v. a. 130 S. Großformat, viele Abbild., Schutzgebühr DM 2,50 in Briefmarken oder Nachnahme (plus Kosten).

Technik-Versand  
28 Bremen 17, Postf.-Abt. K 13 a

## Kaufgesuche

**HANS HERMANN FROMM** bittet um Angebote kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3, Telefon: 87 33 95 / 96, Telex: 1-84 509

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

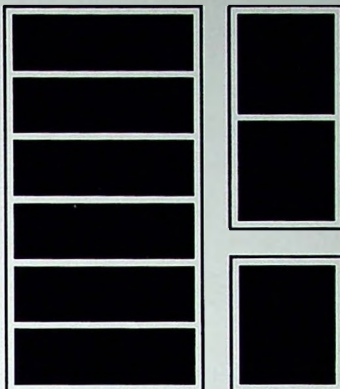
## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch die bewährten Christlani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich einen Studienführer mit ausführlichen Lehrplänen. Schreiben Sie eine Postkarte: Schickt Studienführer. Karte heute noch absenden an Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christlani, 775 Konstanz, Postfach 1257



Magier-Kassen halten schnell + = fest, erdauern, gliedern auf, sichern aus, und alles ist nach Sparten getrennt zur schnellen Abrechnung zur Verfügung. Fordern Sie bitte unverbindlich Prospekt 158 Mogler-Kassenfabrik-71 Heilbronn

# metall- gehäuse



nach  
DIN 41490  
und dem  
19" System

Paul Leistner  
GmbH  
2 Hamburg 50  
Klausstr. 4-6  
Telefon 381719

# LEISTNER

Lieferung über den bekannten Fachhandel



## VOLLMER

**VOLLMER-Studio-  
Magnetongerät M 10**



Mono mit Röhrenverstärker,  
Stereo mit Transistorverstärker.

Unterlagen über das gesamte  
Herstellungsprogramm sowie  
Liste über Gebrauchtgeräte  
erhalten Sie auf Anfrage.

**EBERHARD VOLLMER**

**731 PLOCHINGEN a. N.**

## ELEKTRONIK-LABOR

Die Grundlagen der Elektronik.  
Vermittelt durch neuartigen Fernlehrgang.  
Nach der Methode Christiani.  
Erlebt in selbstaufgebauten Versuchen.  
Durch eigens dafür  
entwickeltes Experimentiermaterial.  
Interessant für jedermann.  
Keine technischen Vorkenntnisse nötig.  
Verlangen Sie unverbindlich Prospekt ELL.



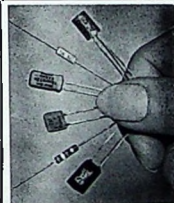
Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing. habil. Christiani  
775 Konstanz Postfach 1557

## Elektronische Bauteile

für Amateure - Werkstätten - Handel.  
Preisgünstig bieten wir an:

Si- und Ge-Transistoren, Widerstände, Einstellregler, Mylar-, Keramik-, Elektrolytkondensatoren, Trimmer, Spulenkerne, Schalenkerne, Vero-Leiterbahnenplatten usw.

Prompter NN.-Versand ab Lager! Kostenlose Preisliste anfordern!  
**M. LITZ** elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen - Postfach 55



Wir suchen zum schnellstmöglichen Termin einen

## Hochfrequenz-Ingenieur

für unsere Entwicklungsabteilung mit umfangreichen Kenntnissen auf dem Rundfunk- und Fernsehgebiet.

**KASCHKE KG**

Fabrik für magnetische Werkstoffe  
34 Göttingen, Rudolf-Winkel-Straße 6, Telefon 2 22 82/83

## Die Fachschule für Optik und Fototechnik Berlin

Abt. Film- und Fernsehtechnik  
1 Berlin 10, Einsteinufer 43-53  
stellt sofort ein:

## Hochfrequenz-Ingenieur

Verg. Gr. Vc BAT

### Sachgebiet:

Selbständige Betreuung und Wartung einer kompletten Fernsehaufnahme- und Wiedergabe-Anlage für den Lehrbetrieb

### Anforderungen:

Einschlägige Ausbildung und möglichst mehrjährige Praxis

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Tel.: (0311) 412 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin



# Fachliteratur von hoher Qualität

*Halle 11 · Stand 31*

HANNOVER-MESSE 1967

## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

- I. Band:** 728 Seiten · 646 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM  
**II. Band:** 760 Seiten · 638 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM  
**III. Band:** 744 Seiten · 669 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM  
**IV. Band:** 826 Seiten · 769 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM  
**V. Band:** Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen  
 810 Seiten · 514 Bilder ..... Ganzleinen 26,80 DM  
**VI. Band:** 765 Seiten · 600 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM  
 Gesamtinhaltsverzeichnis I.-VI. Band  
 40 Seiten ..... Kunststoffscheinband 3,30 DM  
**VII. Band:** 743 Seiten · 538 Bilder ..... Ganzleinen 19,50 DM

## Oszillografen-Meßtechnik

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

## Fundamente der Elektronik

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

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

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

## Transistoren bei höchsten Frequenzen

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

## Mikrowellen

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

## Elektrische Nachrichtentechnik

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

## Transistor-Schaltungstechnik

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

## Elektrotechnische Experimentier-Praxis

Elementare Radio-Elektronik  
 von Ing. HEINZ RICHTER  
 243 Seiten · 157 Bilder · 301 Versuche · Ganzleinen 23,— DM

## Prüfen · Messen · Abgleichen Fernsehempfänger-Service

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

## Elektronik für den Fortschritt

von Dipl.-Ing. WERNER SPARBIER  
 292 Seiten im Großformat  
 439 Bilder, davon 176 farbig ..... Kunststoffscheinband 32,50 DM

## Praxis der Rundfunk-Stereophonie

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

## Praxis des Stereo-Decoder-Service

von U. PRESTIN  
 70 Seiten · 62 Bilder ..... Broschiert 7,80 DM

## Dioden-Schaltungstechnik

Anwendung und Wirkungsweise der Halbleiterventile  
 von Ing. WERNER TAEGER  
 144 Seiten · 170 Bilder · 9 Tabellen ..... Ganzleinen 21,— DM

Demnächst erscheint

## Technik des Farbfernsehens

in Theorie und Praxis NTSC · PAL · SECAM  
 von Dr.-Ing. NORBERT MAYER  
 ca. 328 Seiten · 206 Bilder · Zahlr. Tabellen · Ganzl. 32,— DM

## Kompendium der Photographie

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

## Wörterbuch der Photo-, Film- und Kinotechnik

mit Randgebieten Englisch · Deutsch · Französisch  
 von Dipl.-Ing. WOLFGANG GRAU  
 663 Seiten ..... Ganzleinen 39,50 DM

## Praxis der Schmalfilmvertonung

demonstriert an Siemens-Geräten  
 von PETER STÜBER  
 52 Seiten · 12 Bilder ..... Broschiert 6,— DM

## Methoden der Beleuchtungsstärke- berechnung für Außenbeleuchtung

Veröffentlichung des Fachausschusses „Außenbeleuchtung“  
 der Lichttechnischen Gesellschaft e.V.  
 94 Seiten · 35 Bilder und Diagramme · 6 Arbeitsblätter  
 Broschiert 6,— DM

## FACHZEITSCHRIFTEN

### FUNK-TECHNIK

### INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

### RUNDFUNK-FERNSEH-GROSSHANDEL

### LICHTTECHNIK

### PHOTO-TECHNIK UND -WIRTSCHAFT

### KINO-TECHNIK

### MEDIZINAL-MARKT/ACTA MEDICOTECHNICA

### KAUTSCHUK UND GUMMI · KUNSTSTOFFE



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

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

1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE), EICHBORNDAMM 141-167