

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



2 1967

2. JANUARHEFT





**Metz**

## Vollendet in Technik und Form

Nicht umsonst haben Metz-Geräte wegen ihrer anerkannt soliden Qualität und ihrer fortschrittlichen, servicefreundlichen Technik einen so guten Ruf. Und nicht umsonst sind Metz-Geräte wiederholt für gute Formgestaltung ausgezeichnet worden, auch das neue Fernsehgerät Metz-Panama mit dem schwenkbaren Bildschirm. Wieder ein Beweis, daß bei Metz gute Technik in ein gefälliges Äußeres „verpackt“ wird. Darum kommen Metz-Geräte beim Käufer immer an.

**deshalb so gut zu verkaufen**

## AUS DEM INHALT

2. JANUARHEFT 1967

gelesen · gehört · gesehen .....	36
FT meldet .....	38
Fortschritte im Weltrundfunkempfang .....	41
Farbfernsehen	
Leuchtdichtesignal-Verstärker mit der PL 802 .....	42
Farbfernseh-Lehrgänge .....	43
Ferritkerne für Konvergenzeinheiten .....	44
Phono	
PE 72 — ein neues Plattenabspielgerät .....	45
Mindestanforderungen an Schallplatten-Abspielgeräte .....	46
Mindestanforderungen an Verstärker .....	47
Farbfernsehen	
Einführung in die Farbfernsehtechnik .....	F 69
Stereo	
Entwurf eines Stereo-Entzerrerverstärkers mit Silizium-Planartransistoren für magnetische Tonabnehmer .....	49
Persönliches .....	50
Meßtechnik	
Messungen mit gewobbelten Signalen an Empfängern .....	51
Für Werkstatt und Labor	
Teiltransistorisierter Universal-Prüfender .....	53
Für den KW-Amateur	
Moderne Amateurfunkanlage aus Japan .....	56
KW-Kurznachrichten .....	60
Für den jungen Techniker	
Leistungsfähiger Klangregler für kleine Rundfunkempfänger .....	61

Unser Titelbild: Blick in das Telefunken-Schulungs-Center in Hannover anlässlich eines Farbfernseh-Lehrganges (s.a. S. 43)  
Aufnahme: telefunkenbild

Aufnahmen: Verfasser, Werktaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 34, 39, 40, 57, 59, 63 und 64 ohne redaktionellen Teil



PARIS  
porte de  
Versailles  
VOM 5.  
BIS 10.  
APRIL 1967

Diese Besucher kommen aus allen Ländern der Welt, um die beiden nachstehenden Fachveranstaltungen zu besuchen, die einen vergleichenden Überblick über die neusten technischen Errungenschaften auf diesen Fachgebieten geben :

DIE INTERNATIONALE  
AUSSTELLUNG DER

# ELEKTRONISCHEN BAUELEMENTE

und die  
internationale Ausstellung für  
**ELEKTROAKUSTIK**

Die im Jahre 1934 geschaffene Ausstellung für Elektronische Bauelemente, die seit 1958 einen internationalen Charakter hat, wird von 900 Herstellern besichtigt, von denen die Hälfte ausländische Unternehmen sind.

Zur gleichen Zeit empfängt in den benachbarten Hallen die Ausstellung für Elektroakustik Ingenieure und Techniker aus der ganzen Welt.

## Internationales Kolloquium über die Elektronik und Raumfahrt

Paris vom 10. bis 15. April 1967 auf Einschreibung



Ziel dieses Kolloquiums ist es, aufzuzeigen, wie die von der Raumfahrt gestellten neuen Anforderungen die Elektronik dazu gezwungen haben, sich anzupassen und sich zu erneuern.





### Neue Reiseempfänger

#### Blaupunkt

Das Reiseempfängerprogramm 1967 von Blaupunkt umfaßt acht Typen, von denen „Dixie“, „Derby de Luxe“, „Riviera Omnimat“ und „Riviera Omnimat (Teak)“ unverändert aus dem Vorjahr übernommen wurden. Neu sind die Autokoffer „Diva“ (UML) und „Diva K“ (UKM), das Universalgerät „Derby 670“ (U41/49ML) sowie der Reiseempfänger „Derby H“ (U41/49ML) mit Holzgehäuse. Alle Geräte können über ein zusätzliches Netzteil auch am Netz betrieben werden. Für die Autokoffer sind eine Automatik-Autohalterung, bei der automatisch der Anschluß von Autoantenne, Autobatterie und Wagenlautsprecher erfolgt, sowie eine einfache mechanische Halterung ohne elektrische Anschlüsse lieferbar.

#### Graetz

Graetz ergänzte das Reiseempfängerprogramm 1967 durch das Gerät „Regatta 44 H“ (6/9 Kreise, UKM, 9 Trans + 3 Halbleiterdioden), dessen NF-Endstufe mit einem Transistor-Komplementärpaar bestückt ist und 1 W Ausgangsleistung ab-

gibt. Zum Anschluß einer Autoantenne, eines Plattenspieler oder Tonbandgerätes (Wiedergabe) und eines Ohrhörers sind entsprechende Anschlußbuchsen vorhanden. Die kontinuierlich einstellbare Klangblende erlaubt eine individuelle Klangvariation.

Der „Superpage“, der in der neuen Saison die Bezeichnung „47 H“ trägt, erhielt jetzt eine Tonabnehmertaste und eine KW-Lupe. Außerdem wurde der KW-Bereich auf das 31- und 25-m-Band ausgedehnt.

#### Einzelheiten aus dem Grundig-Fernsehempfängerprogramm für 1967

Mit der neuen elektronischen Sechs-Programmwahl-Automatik „Monomat SE“ sind fünf preisgünstige Heimgeräte und die beiden größeren Portables „P 1900 SE“ und „P 1600 SE“ von Grundig ausgestattet. Das neue Einknopf-Abstimmaggregat ist eine Weiterentwicklung des bewährten „Monomat“ und arbeitet mit einem durch Kapazitätsdioden abgestimmten Allbereich-Tuner zusammen. An die Stelle des mechanischen Speicherkopfes sind sechs Spindelpotentiometer auf einer trommelförmigen Drehscheibe

getreten, die auf elektrischem Wege die Abstimmpositionen für sechs beliebige VHF- und UHF-Programme speichern. Der Drehwinkel zwischen den einzelnen Programmstellungen beträgt 60°. Eine kleine Kanalskala mit zusätzlicher Bereichsanzeige dient zur Orientierung beim einmaligen Aufsuchen und Einstellen der gewünschten Programme. Die gespeicherten Feinabstimmungen sind durch eine Sperrtaste vor unbeabsichtigter Verstellung gesichert. Im „Fernseh-Boy P 1200“ kommt der elektronisch abstimmbare Allbereich-Tuner in Verbindung mit einem Duplexantrieb für Zwei-Programm-Schnellwahl zum Einsatz. Auf zwei Linearskalen mit sechs verschiebbaren Farbbeichen kann man die zu empfangenden Sender markieren. Die Luxuskombination „Mosaik 25“ und die Stilkombinationen „Greifenstein e“ und „Marjengurg e“ enthalten als Rundfunkteil den Hi-Fi-Baustein „HF 500“. Interessant ist bei diesen Geräten auch die neuartige Einschubtechnik für das Fernsehteil, das jeweils in der Mitte des Schrankes angeordnet ist. Fernsehchassis mit Bedienungsteil, Bildröhre und Laut-

sprecher bilden ein komplettes Einschubteil, das sich nach Lösen von vier Flügelmuttern ohne Werkzeug nach hinten herausziehen läßt. Grundig wird auch hierzu passende Farbfernsehempfänger-Einschübe liefern. Auf diese Einschubtechnik wurden auch die Standgeräte „Trutzstein e“ und „Amalienburg e“ umgestellt.

Alle übrigen Tisch-, Stand- und Kombinationsgeräte der neuen Saison weisen wieder das teiltransistorisierte bewährte Einplatinen-Klappchassis auf. Im Hinblick auf das Farbfernsehen erhielt es jetzt jedoch eine zweite Ton-ZF-Stufe, wodurch in jedem Falle eine gute Tonwiedergabe gewährleistet ist.

#### „Lumophon“-Fernsehgeräte 1967 mit elektronischer Programmwahl

Mit zwei neuen Modellen, dem Tischgerät „Lumophon FT 104“ und dem Koffergerät für Netzbetrieb „Lumophon FT 50“, startet die Tonfunk GmbH ihr Fernsehempfängerprogramm für die Saison 1967. Das Koffergerät hat einen elektronisch abstimmbaren Allbereich-Tuner mit Duplexabstimmung, mit

# Transistortechnik für Freizeit und Beruf



Wollen Sie Transistor-Fachmann werden oder in Ihrer Freizeit mit Transistoren basteln? Möchten Sie Ihre Transistorgeräte (Empfänger, Verstärker, Meßsender, Prüflinien, Superhet und viel andere) selbst bauen? Wollen Sie solche Dinge reparieren lernen, zu gutem Nebenverdienst kommen oder zum hochbezahlten Fachmann aufsteigen? Durch den hochinteressanten Fernlehrgang „Radio-Transistor-Praxis“ bilden wir Sie dabei in Ihrer Freizeit gründlich aus. Sie lernen auf neuartige und außergewöhnliche Weise nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch. Viele hundert Bauteile erhalten Sie neben dem schriftlichen Lehrmaterial. Sie bauen daraus unter Anleitung erfahrener Fachlehrer hochwertige Transistorgeräte auf. Vorkenntnisse brauchen Sie nicht. Wenn Sie solche besitzen oder sogar Radio-Fachmann sind, können Sie durch diesen Lehrgang Ihre Kenntnisse vervollständigen und zu einem gewissen Abschluß bringen. Weitere Einzelheiten erfahren Sie durch unsere Broschüre, die wir Ihnen gern kostenlos und unverbindlich zuschicken.

**INSTITUT FÜR FERNUNTERRICHT, Abt. T 7 D, Bremen 17, Postfach 7026**

### GUTSCHEIN

Diese interessante Broschüre erhalten Sie kostenlos „Radio-Transistor-Praxis“

Name: \_\_\_\_\_

Anschrift: \_\_\_\_\_

Ich bitte um kostenlose und unverbindliche Zusendung der vorgenannten Broschüre



*stets griffbereit*

Vor Verlust und Beschädigung geschützt, bilden die Hefte in den praktischen

- **Sammelmappen** mit Stabellinienverrichtung für die Hefte des laufenden Jahrgangs oder in den

- **Einbanddecken** für jeweils einen kompletten Jahrgang

ein Nachschlagewerk von bleibendem Wert

Ausführung: Ganzleinen mit Titelprägung

Preis der Sammelmappe: 6,80 DM zuzüglich Versandkosten

(Berlin: 1 Sammelmappe 40 Pf, bis 3 Sammelmappen 80 Pf; Bundesgebiet: bis 3 Sammelmappen 80 Pf)

Preis der Einbanddecke: 5,30 DM zuzüglich Versandkosten

(Berlin: bis 2 Einbanddecken 40 Pf, bis 6 Einbanddecken 80 Pf; Bundesgebiet: bis 6 Einbanddecken 80 Pf)

- Lieferung bei Voreinsendung des Betrages auf das Postscheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin West 76 64

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

Berlin-Borsigwalde · Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167





der man zwischen zwei beliebig vorgewählten Programmen durch Tastendruck umschalten kann. Die bei einem tragbaren Gerät mitunter erforderliche Neueinstellung der Sender beim Wechsel des Empfangsortes läßt sich sehr leicht durchführen. Außerdem können mit je drei verschiebbaren Farbzeichen auf zwei Linearskalen die zu empfangenden VHF- und UHF-Sender markiert werden.

Für das Tischgerät „FT 104“ wurde die bewährte Einknopf-Programmwahl-Automatik beibehalten, jedoch wird jetzt an Stelle der bisherigen mechanischen eine elektronische Speichereinrichtung in Verbindung mit einem Allbereich-Tuner mit Diodenabstimmung verwendet. Zwei Ton-ZF-Stufen gewährleisten auch bei Farb-sendungen eine gute Tonqualität.

**Titan-Lautsprechermembran**  
Ein neues Lautsprechersystem der britischen Firma Audio and Design Ltd. ist mit einer Membran aus Titan ausgerüstet. Obwohl die Membran einen Durchmesser von nur 4 Zoll hat, wird durch eine

neuartige Aufhängung mit Hilfe von drei Beryllium-Kupfer-Auslegern erreicht, daß sie frei schwingen kann, so daß die Abstrahlung niedriger Frequenzen ebenso gut ist wie bei erheblich größeren Lautsprechern. Der Frequenzbereich ist 30 ... 20 000 Hz  $\pm$  6 dB, die Belastbarkeit 15 W und der maximale Klirrfaktor < 4 %.

**„Hydroprint“-Kondensatoren**  
Für die Bestückung von gedruckten Leiterplatten sind die schaltfesten „Hydroprint“-Kondensatoren von Hydra bestimmt, die zunächst für Nenngleichspannung von 3 bis 35 V mit Kapazitätswerten von 1 bis 250  $\mu$ F geliefert werden. Sie haben dichtverschweißte flache Kunststoffgehäuse, die hohe Packungsdichte und optimale Flächenausnutzung ermöglichen. Die Anschlußdrähte sind einseitig mit einem Mitlenabstand für ein Rastermaß von 5 mm herausgeführt. Zur Orientierung bei der Bestückung der Leiterplatten ist der Pluspol bei der gepolten Ausführung durch Rundung einer Gehäuseseite gekennzeichnet. Die Kondensatoren haben raue Anoden und Katoden sowie kontaktsichere geschweißte

Verbindungsstellen. Ungepolte Typen sind mit Kapazitätswerten von 1 bis 25  $\mu$ F herstellbar.

**Logarithmische Diode**  
Transitron hat jetzt die Fertigung der logarithmischen Diode SG 3600 aufgenommen. Diese diffundierte Siliziumdiode hat eine über mehr als zwei Dekaden reichende streng logarithmische Strom-Spannungs-Kennlinie, die durch die Formel  $U_F = A \cdot \lg(I + B \cdot I + C)$  ausgedrückt werden kann ( $U_F$  = Vorwärtsspannung in mV)  $I$  = Vorwärtstrom in  $\mu$ A,  $A = 65 \pm 2,5$ ,  $B = 0,0005 \pm 0,0002$ ,  $C = 520 \pm 10$ ). Die SG 3600 eignet sich für den Einsatz in Funktionsgeneratoren, für Rechenoperationen und als Gegenkopplung in Operationsverstärkern.

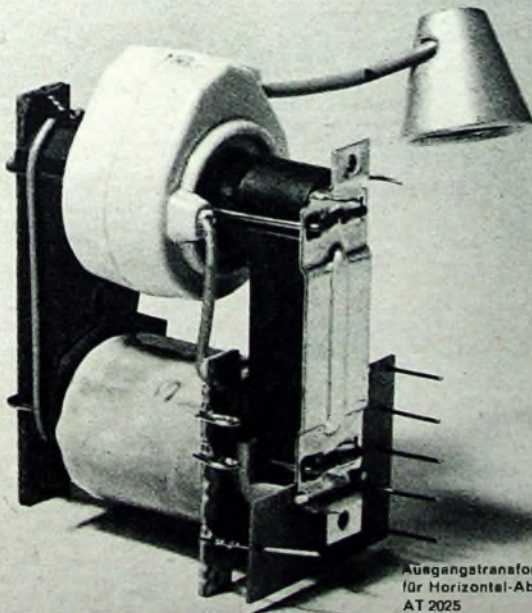
**Neues Programm von Lochstreifengeräten**  
Siemens hat ein neues Programm von Lochstreifengeräten entwickelt, aus dem zunächst ein optischer Streifenleser (150 Zeichen je Sekunde), ein Streifenlocher (30 Zeichen je Sekunde) sowie Auf- und Abwickler geliefert werden können.

nen. Alle Geräte sind für 5- bis 8-Spur-Lochstreifen geeignet. Locher und Leser haben Parallel-Ein- bzw. -Ausgang.

**Sender-Veteran Rugby**  
Seit dem 1. Januar 1926 strahlte der Längstwellensender GBR von Rugby Zeltsignale und Morsennachrichten für Schiffe auf hoher See aus. Ende 1965 wurde der Sender stillgelegt und nach Modernisierung am 30. November 1966 wieder in Betrieb genommen. Drei Verstärkergruppen mit je 18 wassergekühlten Röhren wurden durch drei Röhren mit Verdampfungskühlung ersetzt. Der neue Modulator kann außer mit Dauerstrichtastung auch noch mit Präzisions-Frequenzumtastung (bis zu 72 Baud) arbeiten. Die Ausgangsleistung des Senders ist 450 ... 500 kW, die ausgestrahlte Antennenleistung wird 60 kW bei 16 kHz überschreiten. In den letzten 15 Jahren wurde die Trägerfrequenzkonstanz auf  $5 \cdot 10^{-10}$  erhöht. Mit Hilfe eines Atomfrequenznormals (Rubidium-gazelle) an Stelle des bisherigen Quarzresonators soll sie jedoch noch auf mindestens  $1 \cdot 10^{-10}$  verbessert werden.

# VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK



Ausgangstransformator für Horizontal-Ablenkung AT 2025

## Ablenkmittel für Fernsehempfänger

Der Ausgangstransformator für Horizontalablenkung AT 2025 hat sich allein in Deutschland in weit über 1000000 Zeilenendstufen von Fernsehempfängern bewährt. Dabei wurde der AT 2025 in fast allen Fällen in Verbindung mit der Valvo-Ablenkeinheit NT 5102 und einem zugehörigen Linearitätsregler, zum Beispiel AT 4034/01, eingebaut. Wir meinen, das spricht für Qualität!



VALVO GMBH HAMBURG





# Dioden-Schaltungstechnik

## Anwendung und Wirkungsweise der Halbleiterventile

von Ing. WERNER TAEGER

### AUS DEM INHALT:

#### Einleitung

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

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

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

#### Frequenzvervielfachung mit Dioden

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

#### Dioden als Schwingungserzeuger

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

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

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

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

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

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

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

Vorzüge der Anwendung von Halbleitern

144 Seiten · 170 Bilder · 9 Tabellen · Ganzleinen 21,- DM

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

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 Berlin 52 (Borsigwalde)

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

**AEG- und Telefunken-Geschäft** zusammengefaßt

Die von den Hauptversammlungen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Telefunken AG im Sommer dieses Jahres beschlossene Übertragung des Geschäftsbetriebes von Telefunken auf die AEG wurde am 1. 1. 1967 wirksam. Seit diesem Zeitpunkt firmiert die Gesellschaft unter dem Namen Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken. Diese gesellschaftsrechtliche Neugestaltung in der AEG-Telefunken-Gruppe bleibt ohne Einfluß auf die bisherigen Arbeitsgebiete beider Unternehmen.

**AEG verkauft Beteiligung** an den Neckarwerken

Der AEG ist angeboten worden, ihre rund 40%ige Beteiligung an der Neckarwerke Elektrizitätsversorgungs-AG, an der in gleicher Höhe noch der Neckar-Elektrizitätsverband beteiligt ist, zu verkaufen.

Auf Grund von vertraglichen Verpflichtungen hat die AEG das Aktienpaket zunächst dem Neckar-Elektrizitätsverband angeboten, der es auch übernehmen wird. Der Aufsichtsrat der AEG und die Organe des Verbandes haben der Transaktion zugestimmt.

**Philips: 6% Interimsdividende**

Aufsichtsrat und Vorstand der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken haben beschlossen, für das Geschäftsjahr 1966 wiederum eine Interimsdividende in Höhe von 6% auszuschütten, die ab 6. Januar 1967 zahlbar ist.

**Neue PE-Werksvertretung** in Köln

Am 1. Januar 1967 übernahm H. Vieckus, Köln-Lindenthal, Haselberger Straße 23, Telefon: 51 85 28, die Werksvertretung von Perpetuum-Ebner im Raum Köln.

**SEL erweitert Richtfunknetz** in Mexiko

Die mexikanische Regierung hat der Standard Elektrik Lorenz AG einen Großauftrag im Wert von rund 28 Mill. DM zum Ausbau des nationalen Richtfunknetzes erteilt, der das bereits im Juni 1966 an dasselbe Unternehmen vergebene Projekt zur Einrichtung von Fernsehlinien beträchtlich erweitert. Der Auftrag umfaßt die Einrichtung von Weltverkehrsstrecken mit rund

2000 km Länge von Mexiko nach Texas, USA, die bis zu den Olympischen Spielen 1968 fertiggestellt sein sollen, um für die Übertragung der Sportereignisse zur Verfügung zu stehen. Auch diese neuen Strecken werden mit 6-GHz-Mikrowellen-Richtfunkgeräten ausgerüstet.

**Modernes**

**Elektronik-Forschungszentrum**

Ein kürzlich in der neuen schottischen Stadt Glenrothes fertiggestelltes Forschungslaboratorium für Mikro-Elektronik wird als das modernste Forschungszentrum dieser Art in Europa bezeichnet. In dem neuen Laboratorium, das zur Elliott Automation Ltd. gehört, werden neue Arten von integrierten Schaltungen entwickelt.

**Geräte und Einrichtungen** der Elektromeßtechnik

Als Ergänzung zu dem sehr umfangreichen Listenwerk auf dem Gebiet der Meßtechnik hat Siemens zwei neue broschierte Kataloge (DIN A 4) herausgegeben, die das gesamte Programm an Meßgeräten für elektrische Größen enthalten. Der erste Katalog (Best-Nr. 2-7200-223) gibt eine Übersicht über sämtliche elektrischen Meßgeräte für die Betriebsüberwachung, während der zweite (Best-Nr. 2-7200-224) elektrische Meßgeräte für Laboratorien und Prüffelder enthält.

**Neues Verzeichnis** der Technikerschulen

Nach dem neuen Verzeichnis der Technikerschulen, das von der Arbeitsstelle für Betriebliche Berufsausbildung, Bonn, und der VDI-Hauptgruppe Ingenieur-ausbildung des Vereins Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, nach dem Stand vom 1. 1. 1966 herausgegeben worden ist, bestehen in der Bundesrepublik Deutschland zur Zeit 172 Technikerschulen mit Tages- und Abendlehrgängen im Maschinenbau, in der Elektrotechnik in der Bautechnik und in Sondergebieten. In das Verzeichnis, das von der VDI-Aus-kunftsstelle für Ingenieur-ausbildung, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250, gegen einen Unkostenbeitrag von 2,- DM abgegeben wird, wurden nur diejenigen Ausbildungsstätten aufgenommen, die in Aufnahmebedingungen und Unterrichtsdauer dem Beschluß der Kultusminister-Konferenz vom 27. 4. 1964 entsprechen.



25. Große Deutsche Funk-Ausstellung 1967 Berlin 28. Aug. - 2. Sept.

## Symbol der Funkausstellung 1967

Als Signal für die üblicherweise alle zwei Jahre stattfindende Deutsche Funkausstellung wird stets ein Symbol gewählt, das in sinnvoller Weise sowohl auf den Ausstellungsart als möglichst auch auf eine die jeweilige Ausstellung besonders charakterisierende Aktualität hinweist. Wahrzeichen der diesjährigen Jubiläumsausstellung — sie wird zum 25. Male abgehalten, und zwar wie die erste Funkausstellung und viele andere nach ihr wieder in Berlin — ist der alte Funkturm auf dem Berliner Ausstellungsgelände. Der Funkturmsilhouette ist ein stiller Bildschirm hinterlegt. Der waagerechte Teilungstrich des Bildschirms deutet an, daß mit der Eröffnung der Funkausstellung außer dem gewohnten Schwarz-Weiß-Fernsehen (unterer Teil des Bildschirms) erstmalig in Deutschland Programm-sendungen in Farbe (oberer Teil des Bildschirms) ausgestrahlt werden.





# LOEWE OPTA

## UKW-Super »TEMPO«

### 5 Tasten

### 5 Programme



- Mit 5 Tasten für 5 Programme blitzschnelle Senderwahl - einmaliges Einstellen genügt
- Optimale Wiederkehrgenauigkeit durch Abstimmautomatik (AFC)
- Durch Diodenabstimmung UKW-Bereiche mit jeder der 5 Tasten voll durchstimmbar
- Keine Anheizzeit, sofort betriebsbereit durch Volltransistortechnik - einschalten und hören, das ist eins
- Durch Volltransistortechnik ideal für's Regal - jegliche Belüftungsprobleme entfallen
- Ideal auch für's Regal durch Kompaktbauweise - ganze 34 x 16 x 12 cm klein
- Auffallend guter Klang durch eisenlosen 3-Watt-Transistorverstärker in Gegentaktschaltung und 180 x 130 mm-Konzertlautsprecher

BERLIN/WEST  
KRONACH/BAYERN  
DUSSELDORF

# LOEWE OPTA





## Mikrofone aus Heilbronn

Mikrofone und Kopfhörer aus dem Hause **BEYER**

Diesen Erzeugnissen aus den Händen unseres Betriebsleiters Schüle können Sie vertrauen. Zahlen beweisen es!

# BEYER

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK  
71 HEILBRONN/NECKAR · THERESIENSTRASSE 8  
POSTFACH 170 · TEL. 82348 · FERNSCHR. 7-28771





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Fortschritte im Weltrundfunkempfang

Als der Rundfunk um das Jahr 1930 mit weltweiten Kurzprogrammen und Versuchssendungen in einigen technisch hochentwickelten Ländern die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf sich zog, waren zunächst vielfach Kurzwellenamateure begeisterte Hörer. Sendungen in Europa aus den USA, Niederländisch-Indien usw. zu empfangen, gehörte zu den großen Attraktionen. Allmählich führte die Rundfunkempfangsindustrie in aller Welt den Kurzwellenbereich ein. So konnten zahlreiche Rundfunkhörer an Weltrundfunksendungen teilnehmen. Aus diesen Anfängen entstand in den folgenden Jahrzehnten ein internationaler Hörerkreis in allen Ländern der Welt. In manchen Staaten bildeten sich Hörerklubs mit speziellem Interesse am Weitempfang. Auch wer aus beruflichen Gründen im fernen Ausland leben muß, findet über den Weitempfang eine ständige Brücke zur Heimat.

Allerdings ist der Weltrundfunkempfang wechselnden Bedingungen unterworfen, denn die Ausbreitungsverhältnisse der Kurzwellen ändern sich in Abhängigkeit von Sonnenaktivität, Jahres- und Tageszeit. Ein anderes Problem ist der Zeitfaktor. Zur günstigsten Hörerzeit in Europa ist es in anderen Kontinenten früher Morgen oder gerade Nachmittag. Die Sendegesellschaften berücksichtigen diese Schwierigkeiten durch sorgfältige Wahl der für eine Empfangszone günstigsten Frequenzen und durch richtige Festlegung der Sendezeiten. Gegen typische Störungen (beispielsweise Talalausfall) des Empfangs — hierzu gehören erdmagnetische Stürme, Mägel-Dellinger-Effekt usw. — ist man jedoch machtlos. Sie sind aber meist nur von kurzer Dauer.

Die ersten mit einem Kurzwellenteil ausgestatteten Empfänger der Industrie hatten in den dreißiger Jahren erhebliche Mängel. Die Handempfindlichkeit erschwerte die Stationsabstimmung, vor allem auf höheren Frequenzen. Allmählich lernte man diesen Fehler durch konstruktive Maßnahmen vermeiden. Auch die Schwundautomatik genügte bei Schnellschwind kaum den Anforderungen. Die typischen Kurzladings bei Übersee-Empfang störten oft beträchtlich. Auch ließ die Regelmäßigkeit der damals üblichen Rauschen zu wünschen übrig, und das starke Rauschen, insbesondere im Bereich 10...20 m, machte den Empfang schwach einfallender Kurzwellensender häufig unmöglich. Das größte Übel war jedoch die komplizierte Abstimmung.

Bei fast allen Rundfunkgeräten war der KW-Bereich, bei 19 m oder 16 m beginnend, bis 50 m ausgelegt. Da man die Bänder nicht unterteilt hatte und das Übersetzungsverhältnis des Antriebs genauso groß war wie bei den anderen Bereichen, war das richtige Einstellen von KW-Sendern selbst für Fachleute äußerst schwierig. Aus einem Band von mehr als 10 MHz Breite mußte der gewünschte Sender „herausgefiltert“ werden. Diese Technik brachte es mit sich, daß der KW-Bereich im Rundfunkgerät auf dem Inlandmarkt an Interesse verlor.

Je mehr in diesem Zeitraum der deutsche Export an Rundfunkempfängern anstieg, um so besser wurden die deutschen Konstrukteure mit den besonderen Empfangsverhältnissen in anderen Kontinenten vertraut. Vor allem die starken atmosphärischen Störungen in Tropenländern zwangen dazu, von MW auf KW überzugehen. Auch verlangte man störungsfreieren Empfang aus größeren Entfernungen, der in diesen Zonen gleichfalls nur auf KW möglich ist. Aus dieser Aufgabenstellung entstand das deutsche Exportgerät mit mehreren KW-Bereichen. Das Gebiet von 15...200 m ist dabei in drei oder vier Bereiche aufgeteilt. Das hier angewandte Prinzip der Bandspreizung beseitigte gleichzeitig auch die Abstimmungsschwierigkeiten.

In den folgenden Jahren verteilten Konstrukteure und Kaufleute die Exporterfahrungen mit bandgespreizten KW-Bereichen sorgfältig aus. Als eine Art Übergangslösung bewährten sich Paralleldrehkondensatoren kleiner Kapazität oder Mini-Variometer mit einem an der Frontseite herausgeführten Abstimmknopf und einer in Ziffern gezeichneten Skala (KW-Lupe). Diese Feinabstimmung erleichtert das Abstimmen der

Sender. Allerdings ist das Wiederauffinden bestimmter Stationen kompliziert, denn es gelingt selten, den Skalenzeiger des als Bandsatzkondensator fungierenden Hauptdrehkondensators auf genau den gleichen Skalenpunkt zu bringen.

Bei den neuesten Entwicklungen verzichtet man auf die zusätzliche KW-Feinabstimmung und bevorzugt ausschließlich gespreizte Bänder. So findet man den KW-Bereich jüngster Version zum Empfang des 25-m- und 31-m-Bandes eingerichtet oder auch für 41-m- und 49-m-Empfang dimensioniert. Eine noch weitergehende Bandabstimmung — sie erinnert an die einfache Abstimmung auf Mittelwellen — ist möglich, wenn man beispielsweise das 49-m-Band über den gesamten Skalenbereich verteilt. Mit dieser sogenannten „Europawelle“ hat der Rundfunkhörer kaum Schwierigkeiten, denn er findet sogar Einstellmarken für beliebige Sender auf der Skala.

Im allgemeinen empfehlen die Hersteller von Rundfunkempfängern mit Kurzwellenteil zum Kurzwellenempfang Hochantennen von 12 bis etwa 15 m Länge. Häufig werden jedoch Behellsantennen — beispielsweise ein im Zimmer verlegter einige Meter langer Draht — verwendet, und die Empfangsleistung ist auch dann noch oft recht gut. Natürlich liefert eine Hochantenne oder eine Spezial-KW-Antenne mit Richtwirkung stärkere und ungestörtere Empfangssignale.

Kennzeichnend für die Weiterentwicklung des Weltrundfunks ist aber auch der stetige Ausbau der Kurzwellenzentren in aller Welt. Wenn man in bestimmten Empfangszonen guten Empfang garantieren will, setzt man häufig für das gleiche Programm mehrere Großsender auf verschiedenen Bändern ein, beispielsweise auf 19, 25 und 31 m. Hand in Hand damit geht der Senderausbau in Richtung höherer Leistungen. Seit 1965 sind im Ausland rund 60 KW-Sender in Betrieb genommen worden, darunter ein gutes Drittel mit hohen Leistungen um 250 kW. Gegenwärtig befinden sich 80 weitere Großsender im Bau, von denen zwei Drittel Leistungen von 250 kW und darüber aufweisen.

Für den Großsenderausbau im Weltrundfunk gibt es verschiedene Gründe. Sicher ist jedenfalls, daß ein 200-kW-Sender bei ungünstigen Empfangsbedingungen vielfach noch hörbar bleibt, während eine 20-kW-Station nicht mehr aufgenommen werden kann. Bei guten Empfangsbedingungen sind solche Großstationen aus allen Kontinenten oft in Ortsenderlautstärke hörbar. Störungen treten dann kaum mehr auf, und der Schwund ist auf ein vernachlässigbares Minimum beschränkt.

Ein anderer Weg zur Verbesserung des Weltrundfunkempfangs ist der Relaisdienst. Heute gibt es in fast allen Kontinenten Relaisstationen, die ihr Heimatprogramm übermitteln und die Empfangsverhältnisse wesentlich verbessern. Häufig werden mit dem Flugzeug versandte Tonbandprogramme gesendet. Man findet aber auch Direktübertragungen, wenn die Empfangsverhältnisse günstig sind. Diese Relaisstationen haben in Zonen schlechten Rundfunkempfangs oder auch in solchen Gebieten besondere Bedeutung, in denen es täglich nur wenige Sendungen des jeweiligen Landessenders gibt.

Sehr populär ist in letzter Zeit auch der KW-Empfang mit Kofferempfängern geworden. Diese mit Teleskop- oder Rahmenantennen ausgerüsteten Geräte sind in Abmessungen und Gewicht günstig. Selbst Geräte der kleinen Standardklasse haben einen gespreizten KW-Bereich. In der Konzeption als Spitzenempfänger mit HF-Stufe und Großlichtskala erreichen sie die Empfangsleistungen großer Heimempfänger. Universalgeräte mit vier gespreizten KW-Bändern werden komfortabel ausgestattet. Für jedes Band steht ein übersichtlich in Frequenzen und Stationen gezeichnetes Skalenfeld bereit. Wie groß gerade in diesem Anwendungsbereich die Fortschritte geworden sind, erkennt man aus einem Vergleich mit den spärlichen und oft nur kompliziert erreichbaren Empfangsergebnissen mit Empfängern vor rund drei Jahrzehnten.

Werner W. Diefenbach



# Leuchtdichtesignal-Verstärker mit der PL 802

Der Leuchtdichtesignal-Verstärker, auch Luminanzverstärker genannt, verstärkt das Ausgangssignal des Videodemodulators und steuert die Farbblöcke über ihre drei Kathoden an. In diesem Beitrag werden die Anforderungen an das Eingangs- und das Ausgangssignal dieses Verstärkers sowie zwei mit der Röhre PL 802 aufgebaute Schaltungen beschrieben. Auf die Besonderheiten des eigens für den Leuchtdichtesignal-Verstärker entwickelten Röhrentyps wird eingegangen.

DK 621 397 621 397 132

## 1. Anforderungen an die Signale

### 1.1. Eingangssignal

Das Eingangssignal des Leuchtdichtesignal-Verstärkers beträgt bei den zur Zeit gebräuchlichen, mit Transistoren bestückten ZF-Verstärkern mit einem Demodulatorlastwiderstand von 2,7 kOhm etwa  $U_{iBAS} = 5V$ . Darin kann bereits eine teilweise Stauchung des Synchronimpulses enthalten sein.

Die Bandbreite des Eingangssignals wird durch die ZF-Durchlaßkurve bestimmt, deren Einstellung wiederum davon abhängt, ob man für das Ton-, das Farb- und das Leuchtdichtesignal einen gemeinsamen Demodulator benutzt oder das Leuchtdichtesignal getrennt demoduliert. Die letztgenannte Schaltung scheint sich durchzusetzen. Dann kann die ZF-Durchlaßkurve für das Leuchtdichtesignal bei der Farbhilfsträgerfrequenz von 4,43 MHz bereits um über 14 dB abgesenkt werden.

Die Linearität des Eingangssignals soll im Bildteil  $m \geq 0,9$  sein, weil die zulässige Gesamtlinearität von  $m = 0,7$  hauptsächlich in der Luminanz-Endstufe ( $m = 0,8 \dots 0,85$ ) zustande kommt.

### 1.2. Ausgangssignal

Für die Ansteuerung der Farbblöcke an der Kathode ist für den Leuchtstoff mit dem schlechtesten Wirkungsgrad (Rot) ein Bildsignal von  $U_{0B} = 100V$  erforderlich. Die besseren Wirkungsgrade der anderen Leuchtstoffe werden durch unterschiedliche Schirmgitterspannungen oder durch einen unterteilten Anodenwiderstand in der Luminanz-Endstufe ausgeglichen.

Der Synchronimpuls soll bei maximalem Kontrast  $U_{0S} \geq 30V$  sein, um auch bei minimalem Kontrast eine einwandfreie Synchronisierung zu gewährleisten, wenn das Amplitudensieb am Ausgang des Luminanzverstärkers betrieben wird. Die Bandbreite des Ausgangssignals braucht bei 3 dB Abfall gemessen nur  $B = 4 MHz$  zu betragen, da der Farbhilfsträger im Leuchtdichtekanal bereits abgesenkt sein muß.

Für das Ansteuersignal der Bildröhre ist im Bildteil eine Linearität von  $m \geq 0,7$  erforderlich. Da bereits das Eingangssignal des Leuchtdichteverstärkers nicht linear ist, muß der Leuchtdichtesignal-Verstärker selbst ein Linearitätsmaß von  $m \geq 0,8$  haben.

## 2. Verzögerungsleitung und Anpassung

Wegen der unterschiedlichen Bandbreiten von Luminanz- und Farbdifferenzsignal muß der Leuchtdichteverstärker, worunter hier alle Stufen zwischen Demodulatorausgang und Bildröhrenkathode verstanden werden sollen, ein verzögerndes Element enthalten. Die Verzögerungszeit, die zum Ausgleich benötigt wird, liegt bei den üblichen Bandbreiten bei etwa 600 ns. Der

Wellenwiderstand der zu verwendenden Leitungen ist 1...3 kOhm. Seine Wahl hängt davon ab, wo die Leitung angeschlossen und wie stark sie kapazitiv belastet wird. Die Verzögerungsleitung muß mindestens an ihrem Ausgang (möglichst jedoch auch am Eingang) exakt mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen sein.

Durch die Eingangskapazität der nachfolgenden Stufe erfolgt stets eine Unteranpassung für höhere Frequenzen, so daß die höheren Frequenzkomponenten eines Signalsprunges reflektiert werden und nach der doppelten Verzögerungszeit in Form eines nadelförmigen Impulses auf dem Signal am Ausgang wieder erscheinen. Auf dem Bildschirm des Empfängers rufen sie ein Geisterbild hervor. Bis zu einer bestimmten Größe, abhängig von der gewünschten Bandbreite und dem Wellenwiderstand der Verzögerungsleitung, läßt sich die Eingangskapazität noch mit einfachen Mitteln kompensieren. Bei einer geforderten Bandbreite von 4 MHz und einer Verzögerungsleitung mit ungefähr 2,7 kOhm Wellenwiderstand liegt die zulässige Lastkapazität bei 17...20 pF. Geht man darüber hinaus, dann wird die Bandbreite zu klein, oder es treten unzulässig große Reflexionen auf. Subjektive Messungen haben ergeben, daß Reflexionen von kleiner als 3% anzustreben sind.

Eine verhältnismäßig einfache Möglichkeit der Anpassung ist das im Bild 1 wieder-

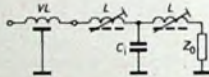


Bild 1. T-Glied als Abschluß der Verzögerungsschaltung

gegebene T-Glied. Die Eingangskapazität  $C_1$  ist als Querkapazität in das T-Glied einbezogen. Die Bedingung für die Anpassung ist

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2L}{C_1}} \quad (1)$$

Außerdem ist

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC_1}} \quad (2)$$

Mit (1) wird

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{2} \sqrt{2}}{\sqrt{C_1 Z_0} \sqrt{C_1}} = \frac{2}{Z_0 \cdot C_1} \quad (3)$$

Wie aus Gl. (3) zu ersehen ist, wird bei konstantem  $C_1$  die Bandbreite um so größer, je kleiner  $Z_0$  ist.

## 3. Einstufiger Leuchtdichtesignal-Verstärker mit der PL 802

Beim einstufigen Luminanzverstärker (Bild 2) ist die Verzögerungsleitung unmittelbar an den Demodulatorausgang geschaltet, wobei der Demodulatorarbeitswiderstand von 2,7 kOhm durch den Eingangswiderstand  $Z_0$  der Verzögerungsleitung ersetzt wird. Der Ausgangswiderstand des Videodemodulators paßt den Eingang

der Verzögerungsleitung zum Teil an. An ihrem Ausgang ist die Verzögerungsleitung – auch für höhere Frequenzen – mit einer T-Schaltung angepaßt. Das 5-kOhm-Potentiometer, mit dem  $Z_0$  eingestellt wird, kann bei genügend genauer Fertigung der Verzögerungsleitung durch einen engtolerierten Festwiderstand ersetzt werden.

Über das mit  $P_L$  bezeichnete 5-kOhm-Potentiometer wird die Gleichspannung am Demodulatorfußpunkt verschoben. Weil die AVR-Schaltung auf konstanten Schwarz- oder Synchronwert regelt, läßt sich an  $P_L$  die Größe des Leuchtdichtesignals über die AVR-Schaltung einstellen. Der Schirmgitterwiderstand von 5,6 kOhm ist vollkommen entkoppelt. So ergibt sich mit dem Kathodenwiderstand von 39 Ohm eine genügend kleine Eingangskapazität, um die Röhre an die Verzögerungsleitung anpassen zu können.

Der entkoppelte Schirmgitterwiderstand bewirkt eine Verschiebung des Schwarzwertes an der Anode der Röhre PL 802 bei Änderungen des Bildinhaltes. Um diesen Schwarzwertfehler zu kompensieren, ist in Reihe zum Anodenwiderstand ein RC-Glied geschaltet, das die Frequenzabhängigkeit der Schirmgittergegenkopplung durch einen frequenzabhängigen Anodenwiderstand ausgleicht.

Der Eingang der Verzögerungsleitung wird durch den Ausgangswiderstand des Demodulators abgeschlossen, der einen Wert von ungefähr 5 kOhm hat. Mit einem Eingangssignal von  $U_{iBAS} = 5V$  liefert die Schaltung eine Ausgangsspannung von  $U_{0B} = 100V$  und  $U_{0S} \geq 35V$ . Die Linearität ist  $m > 0,85$ . Die 3-dB-Bandbreite beträgt (mit simulierter kapazitiver Last der angeschlossenen Stufen) 4,3 MHz.

Infolge Fehlanpassung der Verzögerungsleitung bei höheren Frequenzen durch die Eingangskapazität der Röhre treten bei einem Signalsprung nach der doppelten Verzögerungszeit Reflexionen auf, die < 3% der Sprungamplitude sind. Schließt man die Leitung am Eingang mit ihrem Wellenwiderstand ab, dann werden die Reflexionen < 1% der Sprungamplitude.

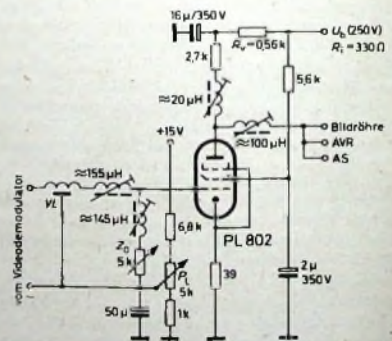


Bild 2. Einstufiger Verstärker für das Leuchtdichtesignal mit der Röhre PL 802

Dipl.-Ing. Klaus Nerstheimer ist Entwicklungsingenieur im Applikationslabor der Valvo GmbH, Hamburg.







fängern, deren Abgleich und deren Justierung - konzentrieren wird. Dabei muß seitens der Industrie notgedrungen die Vermittlung theoretischer Kenntnisse der Grundlagen des Farbfernsehens etwas zurückgestellt werden

Deshalb werden Handel und Handwerk mehr als bisher eigene Initiative ergreifen müssen. Schon jetzt führt der Deutsche Radio- und Fernseh-Fachverband in der Hauptgemeinschaft des Deutschen Einzelhandels, 5 Köln, Sachsenring 89, Einführungslehrgänge in die Farbfernsehtechnik zentral in der Phono-Fachschule Bayreuth durch.

Um die Anreise und die manchmal etwas schwierige Unterbringung der Teilnehmer zentraler Lehrgänge zu vermeiden, bemühen sich viele interessierte Stellen um die Durchführung regionaler Kurse. Der Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks, 6 Frankfurt a. M., Rheinstraße 19, hält Lehrgänge in Frankfurt a. M. ab, und - um noch ein Beispiel zu nennen - von der sehr rührigen Handwerkskammer Lübeck werden Lehrgänge in Lübeck und Kiel veranstaltet.

Die Basis muß aber noch breiter werden. Deshalb hat unter anderem das Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik an der Technischen Hochschule Hannover, 3 Hannover, Wilhelm-Busch-Straße 8, im Einvernehmen mit dem Bundesfachgruppenleiter für Radio- und Fernsehtechnik im Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks den Lichtbildvortrag Nr. 27 „Einführung in die Farbfernsehtechnik“ zusammengestellt. Das 51 Seiten, DIN A 4, umfassende Textheft - bearbeitet von Dipl.-Phys. F. J. Wiemers, Blaupunkt, und Dipl.-Ing. W. Oberthür, Heinz-Piast-Institut - wird gegen eine Schutzgebühr von 12 DM abgegeben, die zugehörige Diapositiv-Serie (51 Diapositive) gegen eine Schutzgebühr von 65 DM. Als Ergänzung gibt es hierzu noch die 20 Seiten umfassende Schrift „Lehrplan und Richtlinien für einen Einführungslehrgang“ (abgestellt auf eine Lehrgangsdauer von 32 oder 40 Stunden); Schutzgebühr 3 DM.

#### Praktische Schulung

Bei den von der Industrie bereits durchgeführten und in Zukunft noch durchzuführenden Schulungen praktischer Art wird die Kenntnis der theoretischen Grundlagen vorausgesetzt; in den Einführungen zu solchen Lehrgängen lassen sich die Zusammenhänge aus zeitlichen Gründen nur kurz andeuten. Schwerpunkt bildet immer die Vermittlung praktischer Erfahrungen in der Instandsetzung, im Abgleich und in der Einstellung von Farbfernsehempfängern einschließlich der Konvergenzeinstellung der drei Strahlsysteme. Die Schulung wird daher im allgemeinen wohl jeweils an Empfängern aus der eigenen Fertigung durchgeführt. Aus bisherigen Meldungen geht hervor:

Telefunken hält seit dem 6. 8. 1966 im Telefunken-Schulungs-Center, 3 Hannover-Empelde, Nenndorfer Straße 7, wöchentlich zwei viertägige, parallele Farbfernseh-Lehrgänge mit je 15 Teilnehmern ab. Im Dezember 1966 konnte der 500. Teilnehmer verzeichnet werden. Ab Januar 1967 erfolgt die entsprechende Ausbildung an je fünf Wochentagen.

Nordmende begann mit ersten praktischen Lehrgängen (fünftägig, Montag bis Freitag) in Bremen-Hemelingen im Oktober

1966. Bis auf wenige Ausnahmen sind hier die Plätze für 1967 bereits besetzt.

Loewe Opta führte 1966 in Kronach einige Lehrgänge durch; die Kurse werden ab Mitte Januar 1967 fortgesetzt.

Kuba-Imperial meldet, daß die ersten Lehrgänge Ende 1966 angelaufen und die Plätze der bisher für 1967 geplanten Lehrgänge besetzt sind.

Philips wird mit Beginn 1967 viertägige praktische Kurse als Fortsetzungslehrgänge der bisher mehr theoretischen Kurse durchführen (Anmeldungen nur über Filialbüros der Deutschen Philips GmbH).

Saba will Anfang 1967 praktische Lehrgänge starten (in bezug auf die theoretische Vorbildung verweist Saba dabei zum Beispiel auf die Lehrgänge an der Phono-Fachschule Bayreuth).

Wega teilte mit, daß erste Lehrgänge (Dauer etwa eine Woche) für Anfang 1967 in Fellbach geplant sind.

Metz hat den Auftakt für praktische Lehrgänge auf März/April 1967 festgelegt, da dann voraussichtlich genügend Schulungsgeräte aus der eigenen Farbfernsehempfänger-Produktion zur Verfügung stehen.

Grundig beginnt die praktische Schulung etwa Ende April/Anfang Mai 1967 mit viertägigen Lehrgängen (Dienstag bis Freitag) im Schulungsraum des Grundig-Zentral-Kundendienstes in Nürnberg. Regionale Kurzlehrgänge (ein bis zwei Tage) mit Übungen zur Konvergenzeinstellung der Grundig-Farbfernsehempfänger werden ab Ende Juni/Anfang Juli 1967 im Bereich der einzelnen Grundig-Zweigniederlassungen und -vertretungen durchgeführt. Zur theoretischen Vorbereitung auf diese Lehrgänge erscheinen vier Sonderausgaben der „Grundig Technische Informationen“ (davon sind zwei bereits verteilt).

#### Kombinierte theoretische und praktische Schulung

Eine Sonderstellung nimmt der SEL-Fachlehrgang „Farbfernsehen“ ein, mit dem auch die Belange von Graetz und Schaub-Lorenz vertreten werden. Dieser Lehrgang ist im theoretischen Teil als Fernlehrgang aufgezogen. Die Gesamtdauer des Lehrganges erstreckt sich über zwei Jahre, wobei für jeden Teilnehmer eine monatliche Gebühr von maximal 33 D-Mark zu entrichten ist. Jeder Teilnehmer erhält mindestens 15 Lehrhefte und 4 Experimentier-Bausätze. Er hat außerdem ein Anrecht auf 40 Stunden Laborpraktikum; diese Laborpraktika laufen zur Zeit bereits in 38 Städten<sup>1)</sup>.

Die Teilnehmer des Lehrganges werden die Möglichkeit zum preisgünstigen Erwerb eines Bausatzes für einen Regenbogen-generator mit eingebautem Gittermustergeber erhalten, der für Einstellungsarbeiten am Farbfernsehempfänger sehr wichtig ist. Dieser SEL-Fachlehrgang läuft bereits seit Mitte 1966; ein Eintritt ist jedoch jederzeit möglich (Meldungen

<sup>1)</sup> Bad Neustadt, Berlin, Bremen, Bremerhaven, Braunschweig, Dortmund, Düsseldorf, Essen, Frankfurt a. M., Freiburg, Gießen, Hamburg, Hameln, Hannover, Kaiserslautern, Kassel, Kiel, Koblenz, Köln, Konstanz, Lemgo, Mainz, Mannheim, Minden, München, Neuenkirchen ü. Soltau, Neu-Ulm, Nürnberg, Oldenburg, Osnabrück, Pforzheim, Rastatt, Regensburg, Saarbrücken, Siegen, Stuttgart, Trier, Würzburg.

an SEL-Fachlehrgänge, 7530 Pforzheim, Postfach 1570).

\*

Die ersten Farbfernsehempfänger aus deutscher Produktion liefert die Industrie Anfang Juli 1967 an den Handel. Damit ist sichergestellt, daß bis zu dem im August 1967 beginnenden Farbfernseh-Programm sendungen eine gewisse Anzahl von Farbfernsehempfängern im Besitz der Teilnehmer sein kann. Mit Farbfernsehempfängern vertraute Service-Techniker müßten zur Verfügung stehen, sofern die vorstehend skizzierten und von anderen Stellen noch beabsichtigten Planungen ordnungsmäßig erfüllt werden. Natürlich weisen die Farbfernsehempfänger der einzelnen Firmen trotz des einheitlichen PAL-Verfahrens schaltungsmäßig Varianten auf, zum Beispiel vielleicht in der Ansteuerung der Bildröhre mit drei Farbsignalen oder mit Differenzsignalen. Das sind aber Feinheiten, die der geschickte Service-Techniker bei guter theoretischer Grundschulung und nach praktischen Übungen leicht in seiner späteren Arbeit berücksichtigen kann, sofern er geeignete Meß- und Prüfgeräte zur Hand hat ja.

### Ferritkerne für Konvergenzeinheiten



Konvergenzeinheiten in Farbfernsehgeräten bestehen aus je einem Magnetsystem für die Farben Blau, Grün und Rot. Diese drei Magnetsysteme sind im Winkel von 120° um den Hals der Lochmaskenbildröhre herum angeordnet und enthalten jeweils zwei L-förmige Polschuhe, deren lange Schenkel radial auf den Bildröhrenhals zulaufen. Das Bild zeigt ein Polschuhpaar aus L-Kernen, die die Siemens im Dralwid-Werk Parz aus der Ferritserie „Keraperm 411“ herstellen.

Im Inneren des Bildröhrenhalses lenkt ein weiteres Polschuhpaar die magnetischen Feldlinien von den L-Kernen auf den zugehörigen Elektranstrahl. Die hohe Permeabilität von „Keraperm 411“ sichert gute Bündelung der Feldlinien und geringe Streuverluste. Ein diametral magnetisierter Stabmagnet, der in die runde Aussparung zwischen zwei kurzen L-Kern-Schenkel gesteckt wird, dient zur Einstellung der statischen Konvergenz: Durch Drehen der Stabmagnete an den drei Magnetsystemen werden Polarität und Intensität der magnetischen Felder an den zugehörigen Elektranstrahlen so lange geändert, bis bei ruhender Rasterablenkung alle drei Strahlen auf der Bildschirmmitte konvergieren.

Statt der diametral magnetisierten Stabmagnete können auch lateral magnetisierte runde Scheibenmagnete außen an den kurzen Schenkeln des L-Kern-Paares verwendet werden; in diesem Fall ändert sich die Form des im Bild gezeigten L-Kernes aus „Keraperm 411“ etwas, da sie der geänderten Magnetform angepaßt werden muß.

Auf den langen Schenkeln der L-Kerne sitzen elektrisch voneinander getrennte Horizontal- und Vertikalspulen, durch die Korrekturwechselströme an den Ablenkstulen fließen. Durch Einstellen dieser Ströme bei laufender Rasterablenkung wird die dynamische Konvergenz erreicht.

Am Hals der Farbbildröhre werden die Magnetsysteme der Konvergenzeinheiten sehr stark erwärmt. Da „Keraperm 411“ fallende Ummagnetisierungsverluste bei steigender Temperatur hat, wirken L-Kerne aus dieser Ferritserie den mit der Temperatur ansteigenden Kupferverlusten in den Spulen entgegen; gute dynamische Konvergenz schon vor Erreichen der endgültigen Betriebstemperatur ist die Folge.



## PE 72 – ein neues Plattenabspielgerät

### Technische Daten

Drehzahlen:	16, 33, 45, 78 U/min	
Schlupf:	max 0,4%	
Tonhöhen- schwankungen:	0,15%	
Rumpellrem- spannungsabstand:	≥ 37 dB	} auf Platten- mitte gemessen
Rumpelgeräusch- spannungsabstand:	≥ 56 dB	
Brummspannungsab- stand (bezogen auf 1 kHz und 10 cm/s):	≥ 55 dB	
Motor:	4poliger Spaltmotor	
Betriebsspannung:	110/220 V	
Netzfrequenz:	50/60 Hz (Anpassung durch Tonrolle)	
Leistungsaufnahme:	7 W; 12,5 VA	
Ablastsystem:	„PE 223“ (weitere Systeme nach 1/2"-Norm einbaubar)	
Auflagekraft- Einstellung:	1...10 p (je nach Systemeigengewicht)	
Absenkgeschwindig- keit des Tonarms über Lift:	18 mm/s	
Abmessungen:	273 mm x 330 mm	
Einbaumaße:	74 mm nach oben, 129 mm nach unten (von Chassis- Unterkannte)	
Gewicht:	≈ 4 kg	

In welchem starkem Maße Konstruktionselemente der besten Hi-Fi-Abspielgeräte auch für die in wesentlich größeren Stückzahlen gefertigten preiswerten Geräte der

die Schallplattennormgrößen 17, 25 und 30 cm vollautomatisch bereits durch das Auflegen der jeweiligen Schallplatte gesteuert. Diese unauffällige Automatik ist eine technische Neuheit, denn es entfallen alle zusätzlichen Aufbauten und Einstellvorrichtungen oberhalb der Laufwerkplattine, wodurch das Laufwerk einen klaren übersichtlichen Aufbau erhält.

Wenn keine Schallplatte auf dem Plattenteller aufliegt, wird jede automatisch ausgelöste Bewegung des Tonarms in vertikaler Richtung zum Plattenteller gestoppt. Der Tonarm schwenkt in diesem Fall gar nicht erst aus; das Gerät schaltet automatisch wieder ab. Beschädigungen des Abtastsystems durch Aufsetzen des Tonarms auf den rotierenden Plattenteller sind damit ausgeschlossen.

Eine außergewöhnliche bedienungstechnische Vereinfachung bietet das Regie-Center (Bild 2) mit einem zentralen Steuerhebel. Dieser Steuerhebel löst nicht nur die üblichen Funktionen wie Start, Stop, Repet und Sofortwechsel aus, sondern steuert auf Wunsch auch den organisch in die automatische Tonarmsteuerung einbezogenen Tonarmlift. Damit ist erstmalig bei einem automatischen Abspielgerät für Einzelspiel und Wechslerbetrieb die Tonarmabsenkvorrichtung frei von einem zusätzlichen Bedienungselement.

Das Herz der „PE 72“-Kinematik bildet ein Kurvenrad, das die gleichzeitige betriebssichere Steuerung der Tonarmbewegungen und der Plattenwechselvorgänge übernimmt. Die horizontale und vertikale Tonarmführung im automatischen Betrieb kann in keinen anderen Ebenen erfolgen

hält das „PE 72“-Laufwerk einen übersichtlichen Aufbau, in dessen Blickpunkt der ausschließlich nach technischen Gesichtspunkten gestaltete Tonarm steht. Sein Hauptbestandteil ist ein verwindungssteifes Leichtmetallrohr. Der Leichttonkopf enthält eine lösbare vierpolige Systemhalterung zur Aufnahme der PE-Stereo-Kristalltonabnehmer. Wird diese Halterung aus dem Tonkopf entfernt, dann können – nach Einsetzen einer Zwischenplatte – auch andere Tonabnehmer-systeme der internationalen 1/2"-Befestigungsnorm in den Tonkopf eingebaut werden. Die Tonarmauflagekraft wird im Werk auf den Wert eingestellt, der für das mitgelieferte System optimale Betriebsbedingungen ergibt. Ein Nachstellen der Tonarmauflagekraft kann über die im Bild 3 gezeigte Justiereinrichtung am hinteren Tonarmlager vorgenommen werden. Die verstellbare Entlastungsfeder F balanciert den Tonarm in der Horizontalen aus und sorgt für die gewünschte Tonarmauflagekraft. Diese kann über die Stellschraube S im Bereich 0...10 p (je nach Gewicht des Abtastsystems) variiert werden. Im Wechslerbetrieb erhöht sich die eingestellte Auflagekraft um nicht mehr als etwa 0,2 p von der ersten bis zur zehnten Platte.

Die Präzision der Tonarmführung und damit der Schallrillenabtastung wird entscheidend durch die Qualität der Tonarm-lager beeinflusst. Die Lagerung des „PE 72“-Tonarms besteht sowohl für die horizontale als auch vertikale Bewegungsrichtung aus justierbaren Präzisions-Kugellagern (Bild 4). Die Lagerreibungen werden dadurch auf Werte verringert, die den

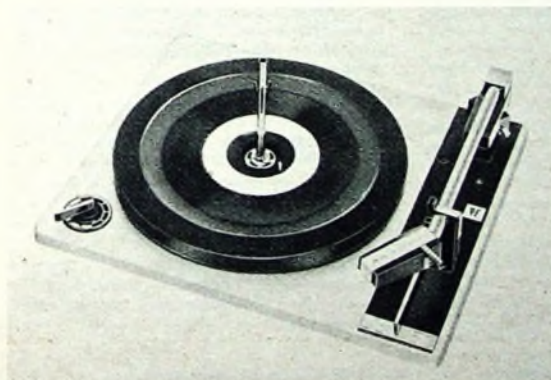
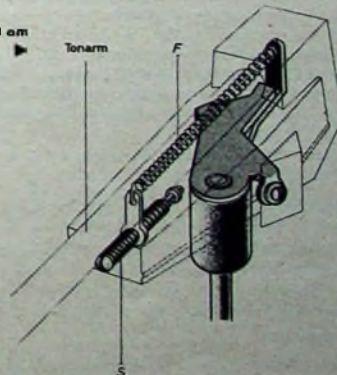


Bild 1. Ansicht des „PE 72“

Bild 2. Regie-Center des „PE 72“



Bild 3. Justierung der Tonarmauflagekraft am hinteren Tonarmlager



Standardklasse übernommen werden, läßt sich besonders deutlich am neuen Plattenabspielgerät „PE 72“ (Bild 1) von Perpetuum-Ebner erkennen.

Dieses formschöne Gerät ist als vollautomatischer Spieler und als Wechsler verwendbar. Die Umschaltung auf den Wechslerbetrieb erfolgt lediglich durch Austausch des kurzen Mittelstiftes gegen eine selbststabilisierende Stapelachse.

Das gesonderte manuelle Einstellen des Plattendurchmessers ist beim „PE 72“ in jedem Fall für alle Abspielvorgänge überflüssig; der Tonarmaufsetzpunkt wird für

als den ihr vom Steuerrad – entsprechend der gewünschten Funktion – bestimmten. Die Funktionsgenauigkeit sämtlicher Tonarmbewegungsvorgänge und anderer automatischer Schalt- und Steuervorgänge ist daher auf ein für die Praxis mögliches Optimum gebracht. Die Kinematik stellt in ihrem übersichtlichen Funktionsablauf eine große Hilfe für den Servicetechniker dar; ihre sinnvolle Konstruktion ermöglicht erstmalig auch, daß auf Stellung Stop im Wechslerbetrieb keine weitere Schallplatte abgeworfen wird.

Durch Konzentration aller Bedienungsvorgänge auf einen einzigen Steuerhebel er-



Schallrillenabtastrvorgang auch bei Verwendung von Abtastsystemen mit hoher Compliance nicht nachteilig beeinflussen.

Das Tonabnehmerkabel im Tonarm ist zweifach abgeschirmt und wird unter dem Chassis an eine Schaltanordnung geführt, die während des Ablaufs der Kinematik die zum Wiedergabeverstärker führende NF-Leitung kurzschließt.

Der elastisch aufgehängte Antriebsmotor ist zur Kleinhaltung von Rumpelstörungen und zur Verbesserung der Gleichlaufzeiten

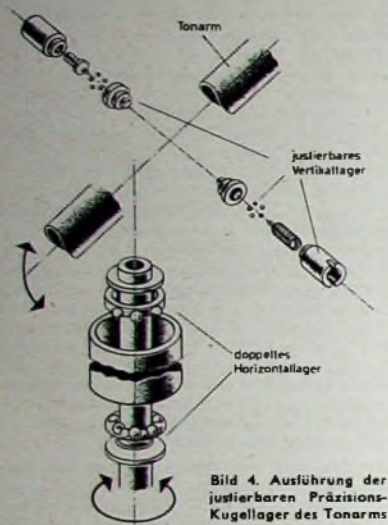


Bild 4. Ausführung der justierbaren Präzisions-Kugellager des Tonarms

schäften vierpolig und nach neuestem Konstruktionsprinzip gebaut. Er ist durch eine einfache Umschaltvorrichtung wahlweise auf 110 und 220 V umschaltbar. Die Kraftübertragung vom Motor zum Plattenteller wird über ein Gummireibrad vorgenommen. Es wird in den Betriebsphasen von der Motorstufenscheibe und dem Plattenteller automatisch gelöst und damit radial entlastet.

Bild 5 gibt die Rumpelstörungen des „PE-72“ wieder. Die Kurven im Bild 5a zeigen die selektiv gemessenen linearen Fremdspannungen je Kanal, die Kurven im Bild 5b die nach DIN bewerteten Geräuschspannungen. Sie haben einen frequenzabhängigen Verlauf, der erheblich unter den bei Standardlaufwerken üblichen Werten liegt und den Anforderungen der Hi-Fi-Heimgerätenorm DIN 45 500 genügt.

Der mit einer abnehmbaren Gummiauflage überzogene Plattenteller besteht aus einem tiefgezogenen Stahlblechteller und einer präzisen Lagerbuchse. Die Lagerbuchse ist außergewöhnlich lang und ruht zwecks Geräusch- und Gleichlaufverbesserung auf einem selbststabilisierenden Kugellager.

Diese Maßnahmen bewirken eine Gleichlaufkonstanz, die

- a) bei Schwankungen der Netzspannung um  $\pm 10\%$  nur maximal um  $-0,1\%$ ,
- b) im Temperaturbereich  $+15^\circ\text{C} \dots +35^\circ\text{C}$  um  $-1,3\% \dots +0,4\%$  und
- c) zwischen Außen- und Innendurchmesser einer 30-cm-Platte um  $+0,3\%$  schwankt.

Die kurzzeitigen Tonhöhenschwankungen liegen bei  $0,15\%$ .

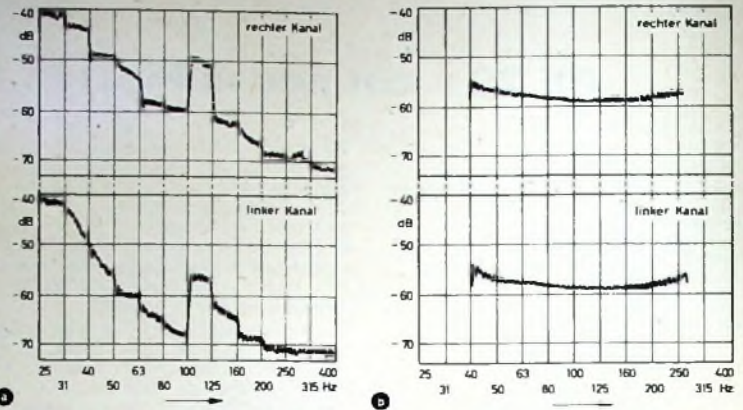


Bild 5. Rumpelstörspannungen (a) und nach DIN bewertete Rumpelgeräuschspannung (b), bezogen auf 1 kHz und 10 cm/s Schnellle

Eine elastische Federaufhängung des Laufwerk-Chassis dient zur Vermeidung akustischer Rückkopplung beim Einbau des Laufwerks in Musiktruhen sowie zur Verringerung der Trittschall- und Stoßempfindlichkeit.

Eine optisch nicht störende Sicherheitseinrichtung verhindert das Herausfallen des Laufwerkes aus dem Montagebrett oder ein unbefugtes Entnehmen. Beim Transport wird das Laufwerk durch zwei Schrauben am Werkbrett gesichert.

H.-G. HAGENAH

## Mindestanforderungen an Schallplatten-Abspielgeräte

### Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 3 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Schallplatten-Abspielgeräte“

Bei der Wiedergabe von Musikaufzeichnungen von Qualität zu sprechen, ist ein umstrittenes Problem, da sich Technik und Inhalt nur schwer trennen lassen. Das Schallplatten-Wiedergabegerät kann keine „bessere“ Musik wiedergeben, als die abzuspielende Schallplatte trägt. Eine Beurteilung der technischen Qualität von Geräten ist daher nur in Verbindung mit der Schallplattentechnik möglich, das heißt, deren Aufnahme- und Herstellungstechnik muß mit der Abtasttechnik des Wiedergabegerätes harmonisieren. Für die Messung der Schallplattenwiedergabegeräte wurden aus diesem Grunde Meßschallplatten genormt, die die verschiedenen, die Qualität beeinflussenden Faktoren zu messen ermöglichen. Hierdurch sind indirekt zum Teil auch die technischen Qualitätsforderungen an die Schallplatte festgelegt.

Im folgenden sind einige Beispiele genannt für die Notwendigkeit, die technischen Bedingungen bei der Schallplatte mit denen der Wiedergabegeräte abzustimmen:

Eine Abtastnadel mit zu großem Abrundungshalbmesser kann den feinen Konturen der Stereo-Rillen nicht folgen.

Eine zu große Auflagekraft verformt die elastischen Flanken der Rillen.

Die unvermeidbaren geometrischen Verzerrungen, die mit kleiner werdendem

Rillendurchmesser noch wachsen, können durch eine „Vorentzerrung“ bei der Aufnahme der Schallplatten kompensiert werden.

Die hier behandelten Qualitätsnormen für Abspielgeräte sind abgestimmt auf die bisher bestehenden Schallplattennormen (DIN 45 536, DIN 45 537, DIN 45 538, DIN 45 539, DIN 45 546, DIN 45 547) sowie die Normen für Meßschallplatten (DIN 45 541, DIN 45 542, DIN 45 543, DIN 45 544, DIN 45 545) und Meßverfahren (DIN 45 539).

Im folgenden wird versucht, einige Fragen zu beantworten und eine Erklärung für die in der Qualitätsnorm festgelegten Werte zu geben.

#### Zu 2. Mindestanforderungen an das Antriebsaggregat

##### Zu 2.1 Drehzahlabweichungen

Die zulässigen Drehzahlabweichungen betragen  $+1,5\%$   
 $-1\%$

Die Drehzahl des Plattentellers bestimmt die richtige Tonhöhe und Taktzeit der Musikaufzeichnung. Subjektiv wird eine zu niedrige Drehzahl eher als störend beurteilt als eine zu hohe.

Außerdem sollten Antriebsaggregate immer so stabil sein, daß keine meßbare Drehzahländerung zwischen Anfangs- und Endrinne der Schallplatte (29 cm  $\varnothing$  und 11 cm  $\varnothing$ ) auftritt.

Dipl.-Ing. Hans-Gerhard Hagenah war Mitarbeiter von Perpetuum-Ebner, Steidinger & Co., St. Georgen.



### Zu 2.2 Gleichlaufschwankungen

Die zulässigen Gleichlaufschwankungen betragen, bewertet gemessen,  $\pm 2\%$ .

Die durch Gleichlaufschwankungen entstehenden langsamen periodischen Tonhöhenchwankungen werden auch als wov bezeichnet, ihre höheren Frequenzanteile als flutten (Rauhigkeit). Letztere können erfolgreich durch Plattenteller mit großem Trägheitsmoment bekämpft werden. Alle Bemühungen sind jedoch umsonst, wenn die Zentrität der Schallplatte zu wünschen übrig läßt.

### Zu 2.3 Rumpel-Fremdspannungsabstand

Der zulässige Rumpel-Fremdspannungsabstand, bezogen auf  $v = 10$  cm/s Schnelle bei 1000 Hz, beträgt mindestens 35 dB.

Die Fremdspannung ist bezogen auf 10 cm/s Schnelle bei 1000 Hz, also praktisch auf Vollaussteuerung der Schallplatte. Dieser Faktor ist gerade bei hochwertigen Anlagen von größter Wichtigkeit, denn die Forderung nach optimaler Baßwiedergabe und großer Dynamik läßt jedes technische Geräusch störend hervortreten. Störanteile tiefer Frequenzen haben wegen der „Mikrofonie“ besonderen Einfluß auf die akustische Rückkopplung zwischen Lautsprecher und Abspielgerät. Die Aufhängung des Wiedergabegerätes kann die Messung stark beeinflussen. Zusätzliche Angaben über die Stabilität (bezogen auf Erschütterung und akustische Rückkopplung) wären wünschenswert, sind aber besonders schwierig zu erstellen.

### Zu 3. Mindestanforderungen an Schallplatten-Abtaster

#### Zu 3.1. Übertragungsbereich

Der Übertragungsbereich beträgt mindestens 40 bis 12 500 Hz.

Zulässige Abweichungen des Übertragungsmaßes:

von 40 bis 63,5 Hz:  $\pm 5$  dB  
über 63,5 bis 8 000 Hz:  $\pm 2$  dB  
über 8 000 bis 12 500 Hz:  $\pm 5$  dB

Bei Heimstudio-Abspielgeräten werden vorwiegend magnetische Tonabnehmersysteme verwendet, die eine proportionale Ausgangsspannung (bezogen auf die aufgezeichneten Amplituden der Schallrillen) haben, so daß ein Schneidkennlinienentzerrer erforderlich ist. Für die Beurteilung sollen Tonabnehmersysteme und Verstärker beziehungsweise Entzerrer als eine Einheit angesehen werden.

Bei elektromechanischen Wandlern ist die Stetigkeit des Frequenzverlaufes wichtig. Unstetigkeitsstellen lassen immer auf Resonanzen schließen, in deren Bereich auch höhere Verzerrungen zu erwarten sind.

#### Zu 3.3. Nichtlineare Verzerrungen

$\leq 1\%$  Frequenz-Intermodulation (FIM)  
Die nichtlinearen Verzerrungen sollen nach dem Intermodulationsprinzip gemessen werden (Meßfrequenzen 400 und 4000 Hz mit 6 dB Amplitudenunterschied). Vergleichbare Messungen sind nur unter Verwendung einer speziellen Meßschallplatte und eines Anzeigergerätes möglich. Die Beurteilung der Verzerrungen ist außerordentlich schwierig, da viele Einflußfaktoren wirksam sind. Eine einzige Messung wird nicht immer zu einem eindeutigen Ergebnis führen.

Spitzenverrundung des Abtasters, Masse und Abtastgeometrie des Tonarmes, Ton-

armauflagekraft, Aussteuerung der Schallrinne, Elastizität der Rillenflanken, Eigenmasse des Abtaststiftes, Reibungskomponenten im Tonarm, mechanische Resonanzen und Nachgiebigkeit des Abtastsystems sind nur die wichtigsten Einflußgrößen. Hier sind sicher im Laufe der Entwicklung noch beachtliche Fortschritte zu erwarten.

#### Zu 3.5. Auflagekraft

$\geq 5$  p (statisch gemessen)

#### Zu 3.6. Nachgiebigkeit

mindestens  $4 \cdot 10^{-4}$  cm/dyn

#### Zu 3.8. Effektive Masse, bezogen auf die Nadelspitze

$\leq 2$  mg

Die Entwicklungstendenz zeigt, daß in Zukunft die Toleranzen für Auflagekraft, Nachgiebigkeit und effektive Masse noch eingengt werden können. Diese Einzelfaktoren stehen in einem engen Zusammenhang und müssen sinnvoll aufeinander abgestimmt sein.

#### Zu 3.7. Abrundungshalbmesser

3.7.1.  $15 \mu\text{m} \pm 3 \mu\text{m}$ , sphärisch  
3.7.2.  $6 \mu\text{m}$  und  $20 \mu\text{m}$ , biradial

Diese Werte sind eigentlich keine Qualitätsmerkmale, sollten jedoch eingehalten werden im Hinblick auf die Abstimmung mit Schallplatten, da sie zum Beispiel auch in die Kompensation der geometrischen Abtastfehler bei der Herstellung der Schallplatte eingehen.

Bei Stereo-Abtastern ist die Einhaltung der geometrischen Forderung bezüglich Abtastgeometrie, Bewegungsebene und vertikalen Spürwinkels von ausschlaggebender Bedeutung. Die Beurteilung eines Abtasters wird immer nur bei optimaler Justierung im Tonarm möglich sein.

## W HASSELBACH

# Mindestanforderungen an Verstärker

## Erläuterungen zu DIN 45500 Blatt 6 „Heimstudio-Technik (Hi-Fi), Mindestanforderungen an Verstärker“

Der Verstärker ist ein relativ leicht zu überblickendes Glied der Übertragungskette, weil im Gegensatz zu den meisten anderen Gliedern nur rein elektrische Größen gemessen und verglichen werden. Außer dem Verstärker und dem Tuner sind alle anderen Glieder der Übertragungskette innerhalb einer Heimstudio-Anlage Wandler nichtelektrischer Größen, bei denen die mechanischen und akustischen Gesichtspunkte die Übersicht in vieler Hinsicht erschweren.

Aus dem gleichen Grund kann man bei etwa gleichem Aufwand die Übertragungs-

Dipl.-Phys. Wolfgang Hasselbach  
Ist Mitarbeiter der Braun AG, Frankfurt a. M.

Bezüglich des Übertragungsmaßes und der Übersprechdämpfung von Stereo-Abtastern gilt:

#### Zu 3.2. Unterschiede der Übertragungsmaße der Kanäle von Stereo-Abtastern

$\leq 2$  dB bei 1000 Hz

Die Unterschiede können zwar in den Stereo-Verstärkern ausgeregelt werden, aber die Summe der Toleranzen aller Baugruppen kann doch zu großen Abweichungen führen, so daß eine Festlegung zweckmäßig war.

Eine Anpassung der Balance ist zumeist bei Gesamtanlagen schon wegen der Anpassung an die raumakustischen Verhältnisse notwendig. Die Abweichungen sollten jedoch nicht frequenzabhängig sein. Diese Bedingung ist durch die Toleranzen des Übertragungsbereiches festgelegt.

#### Zu 3.4. Übersprechdämpfungsmaß zwischen den Kanälen bei Stereo-Abtastern

bei 1000 Hz:  $\geq 20$  dB  
zwischen 500 und 6300 Hz:  $\geq 15$  dB

Diese Begrenzung erfolgt, da eine Steigerung dieser Werte praktisch keinen stärkeren Stereo-Eindruck bewirkt.

Es wäre zu wünschen, daß die Normung in Zukunft zu einer einheitlichen Dimensionierung der Eingangs- und Ausgangsbedingungen führt, um Fehlanpassungen auszuschließen.

Im übrigen kann die Norm einstweilen nur die Verwendung von einheitlichen Steckverbindungen empfehlen, um bei Heimstudio-(Hi-Fi-)Geräten ein einfaches Zusammenschalten von Bausteinen zu einer Anlage zu ermöglichen. Die Schwierigkeiten, die sich hier bis jetzt ergeben haben, sind jedem Praktiker gut bekannt. Daher sollten die Hersteller diese Empfehlung als Forderung bei Neuentwicklungen betrachten.

eigenschaften eines Verstärkers in den meisten Punkten wesentlich besser machen als bei den übrigen Übertragungsgliedern. Dementsprechend erfolgte die Festlegung der Mindestanforderungen auf einem hohen Qualitätsniveau. Darüber hinaus können durch entsprechende Einrichtungen unter Umständen weniger günstige Übertragungseigenschaften anderer Glieder kompensiert werden. Die Mindestforderungen sind beim Verstärker erst in zweiter Linie durch physiologische Gründe bestimmt, die bei anderen Übertragungsgliedern als Grundlage für die Mindestwerte dienen. Im übrigen wurden die Mindestforderungen unter weitgehender Anlehnung an bereits bestehende Normen de-



fniert und nur dem Zweck angepaßte Erweiterungen vorgenommen.

Im folgenden werden die einzelnen im Normblatt aufgeführten Übertragungseigenschaften und ihr Mindestwert kurz zitiert und in einem Kommentar erläutert.

## Zu 2. Mindestanforderungen

### Zu 2.1. Übertragungsbereich

Der Übertragungsbereich soll mindestens 40 bis 16 000 Hz betragen.

Die untere Grenze von 40 Hz entspricht der Grenzfrequenz der bei Aufnahmen weitgehend benutzten Trittschallfilter, die obere von 16 000 Hz dem oberen Ende des Hörbereiches. Mit den Abweichungen des Übertragungsmaßes innerhalb dieses Frequenzbereiches von  $\pm 1,5$  dB für lineare Eingänge und  $\pm 2$  dB für entzerrte Eingänge wird bezüglich Frequenz und Amplitudenschwankung ein Bereich umfaßt, der bei den übrigen Übertragungsgliedern nur mit erheblichem zusätzlichem Aufwand gegenüber den für sie geltenden Mindestforderungen erreicht wird.

### Zu 2.2. Unterschiede der Übertragungsmaße der Kanäle bei Stereo-Geräten

$\leq 3$  dB; bei Geräten mit Balancesteller, der eine Änderung des Übertragungsmaßes  $> 8$  dB erlaubt:  $\leq 6$  dB.

Diese auf den physiologisch wichtigen Bereich von 250...6300 Hz beschränkte Forderung, die bei einem eventuell vorhandenen Lautstärkesteller bis zu einem um 40 dB zurückgedrehten Pegel erfüllt sein muß, stellt fast mehr einen Bedienungskomfort als ein Qualitätsmerkmal dar. Würden sich die Übertragungsmaße der beiden Kanäle bei der Einstellung geringerer Lautstärken ungleichmäßig ändern, dann wäre eine nachträgliche Mittenkorrektur an dem fast ausnahmslos vorhandenen Balancesteller auch über 6 dB hinaus meistens möglich.

#### 2.2.1. Klirrfaktor

- für Vorverstärker im Bereich 40 bis 4000 Hz und Vollaussteuerung höchstens 1 %,
- für Leistungs- und Vollverstärker: höchstens 1 % bei einer Leistungsbandbreite  $\leq 40 \dots \geq 12 500$  Hz und bei Ausgangsleistung nach Abschnitt 2.6. von Vollaussteuerung bis -20 dB.

Obwohl die Problematik der Charakterisierung der nichtlinearen Verzerrungen durch den Klirrfaktor als unbewertete Größe bekannt ist, werden hier Mindestforderungen aufgestellt, die zumindest im Rahmen der heutigen Technik geeignet sind. Die Klirrfaktorangabe ist nur sinnvoll, wenn alle entstehenden Oberwellen in den Übertragungsbereich fallen.

Da bei Vorverstärkern hauptsächlich die Klirrfaktoren zweiter und dritter Ordnung berücksichtigt werden müssen, wird er hier nur bis zu höchstens einem Drittel der oberen Grenzfrequenz, das sind etwa 4000 Hz, angegeben.

Für die heute üblichen stark gegengekoppelten Leistungsverstärker dagegen wird die Leistungsbandbreite angegeben. Darunter versteht man den Frequenzbereich, innerhalb dessen bei angegebenem Klirrfaktor die Ausgangsleistung an den Belastenden um 3 dB absinkt. Das ist zu

lässig, weil einerseits bezüglich der Meßmethode im Gegensatz zu Vorverstärkern die Verzerrungen hauptsächlich am Ausgang entstehen und danach keine Frequenzgangseinengung erfolgt und andererseits bezüglich der Störwirkung, weil die Höhen auf Grund der Amplitudenstatistik nur mit geringerer Amplitude vorkommen und bei den Tiefen die nichtlinearen Verzerrungen weniger störend wirken. Auch aussteuerungsunabhängige Verzerrungen, die hauptsächlich bei geringeren Pegeln stören, dürfen bei diesen 1 % nicht übersteigen.

### Zu 2.4. Übersprechdämpfungsmaß

#### 2.4.1. Zwischen den Kanälen von Stereo-Geräten

bei 1000 Hz: mindestens 40 dB,  
zwischen 250 und 10 000 Hz: mindestens 30 dB

#### 2.4.2. Zwischen den verschiedenen Eingängen

bei 1000 Hz: mindestens 50 dB,  
zwischen 250 und 10 000 Hz: mindestens 40 dB

Gegenüber dem von 40 bis 16 000 Hz reichenden Übertragungsbereich sind die Mindestforderungen auf den physiologisch wichtigen Bereich beschränkt. Dabei ist dieser Bereich beim Übersprechen zwischen den Kanälen von Stereo-Geräten durch den Frequenzbereich gegeben, in dem der Stereo-Effekt überhaupt nur bemerkbar ist. Beim Übersprechen zwischen den Eingängen (über einen gegebenenfalls vorhandenen Eingangswahlschalter) sind die Grenzen durch die Ohrempfindlichkeitskurven bei den Tiefen und die Amplitudenstatistik bei den Höhen bestimmt, das heißt, bei den Tiefen ist für den Höreindruck das Nachlassen der Ohrempfindlichkeit und bei den Höhen der Abstand von der Vollaussteuerung zu dem geforderten Abstand hinzuzuzählen. Die Störungen liegen dann bei üblichen Wiedergabepegeln fast immer unter der Wahrnehmbarkeitsschwelle.

Für Stereo- und Eingangsübersprechen gelten entsprechend der Störfähigkeit verschiedene Abstände als Mindestforderungen. Die zueinander gehörenden Stereo-Signale bewirken höchstens eine Basisbreitenverringerng, während das völlig andersartige Signal von einem störenden Eingang wesentlich kritischer ist.

### Zu 2.5. Fremdspannungsabstand

bei Vorverstärkern mindestens 50 dB,  
bei Leistungs- und Vollverstärkern bis 20 W mindestens 50 dB, bezogen auf 100 mV Gesamtleistung,

bei Verstärkern über 20 W proportional der Leistungszunahme (in dB) verringerte Werte.

Auch hier wird wegen der einfachen Messung für eine Mindestforderung die Störung nur unbewertet als Fremdspannungsabstand gemessen. Beim Vorverstärker wird durch entsprechende Zusatzbedingungen gewährleistet, daß auch bei zurückgedrehtem Lautstärkesteller der Störabstand sich bei den vorkommenden Hörepegeln nicht vermindert und hauptsächlich durch die Eingangsstufen bestimmt wird. Die für Wiedergabe in üblichen Wohnräumen vorgesehenen Verstärker bis zu 2 mal

10 W = 20 W Gesamtleistung müssen ein Abhören mit 50 dB Abstand bei „Zimmerlautstärke“ ( $2 \times 50$  mW) erlauben, was einem Fremdspannungsabstand des Endverstärkers von 73 dB entspricht. Da bei Verstärkern mit höherer Leistung üblicherweise Lautsprecher mit relativ geringem Wirkungsgrad benutzt werden, kann der auf 50 mW bezogene Fremdspannungsabstand entsprechend verringert werden. Um tatsächlich vergleichbare Werte zu erhalten, muß der oft sehr unterschiedliche Einfluß der auf 50 mW zurückgedrehten gehörrichtigen Lautstärkeinstellung ausgeschaltet werden; das kann zum Beispiel durch deren Abschaltung (unter Umständen auch Ablöten) oder durch Kompensation mit dem Baßsteller erreicht werden. Der Frequenzgang muß dadurch auf  $\pm 4$  dB geradlinig sein.

### Zu 2.6. Ausgangsleistung

bei monophonen Verstärkern mindestens 10 W,

bei stereophonen Verstärkern mindestens  $2 \times 6$  W

Hierbei handelt es sich um die Sinusdauerton-Leistung bei höchstens 1 % Klirrfaktor (siehe 2.3.1.b) und bei Stereo-Geräten um beide mit annähernd gleichem Signal gleichzeitig betriebene Kanäle. Die Festlegung der Meßdauer auf mindestens 10 min stellt einen sinnvollen Kompromiß dar zwischen dem praktischen Betrieb der Musikwiedergabe bei einer wesentlich unter Vollaussteuerung liegenden effektiven Leistung, jedoch auch bis an die Verzerrungsgrenze reichenden Spitzenleistung einerseits und der Sinusdauerton-Aussteuerung mit erwärmungsmäßig ungünstigem Pegel auf unbegrenzte Zeit andererseits. Bezüglich Musikleistung sei verwiesen auf: H a s s e l b a c h, W.: „Music Power“ und „Power Bandwidth“, zwei Begriffe aus der Hi-Fi-Technik. Funk-Techn. Bd 19 (1964) Nr. 20, S. 728-730.

### Zu 2.7. Dämpfungsfaktor

für Leistungs- und Vollverstärker mindestens 3, d.h.  $R_1 = 1/3 \cdot R_a$ , gemessen im Bereich 40...12 500 Hz

Dieser Wert wurde so hoch festgelegt, weil bei den meisten heute üblichen dynamischen Lautsprechern eine Dämpfung durch den Verstärkerausgang zur Vermeidung langer Ausgleichvorgänge erforderlich ist, jedoch auch oberhalb dieses Wertes keine wesentliche Verbesserung dieses Effektes erreicht werden kann.

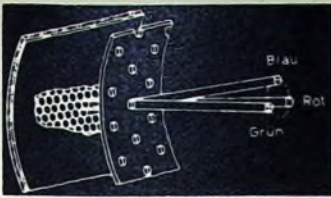
## Zu 3. Anzugehende Eigenschaften

Da unabhängig von der Qualitätsnorm DIN 45 500 die Anschlußwerte für Eingang und Ausgang (Spannungen und Impedanzen) für die Zusammenschaltung wichtig sind, müssen diese in den Gerätepapieren angegeben werden.

## Zu Anhang

Im Anhang werden genauere Hinweise für die Ausbildung der Eingänge und Ausgänge, ihre elektrischen Werte und die Steckvorrichtungen gegeben, bei deren Einhaltung ein Zusammenschalten leicht möglich ist. Obwohl die Beachtung dieser Hinweise wünschenswert ist, ist sie nicht obligatorisch, um einem Fortschritt im Hinblick auf die Qualität nicht im Wege zu stehen.





# Einführung in die Farbfernsehtechnik\*)

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 1, S. F 68

### § 3.3.3. Synchrondemodulation

Die Farbsignalkomponenten  $S_1$  und  $S_2$  lassen sich als Überlagerung je zweier gegeneinander rotierender Zeiger darstellen, deren Null-Achsen um  $90^\circ$  gegeneinander verschoben sind (Bild 206). Für das resultierende Farbsignal läßt sich auch schreiben

$$F = S_1 + jS_2 = A [\cos(\Omega t + \omega_1 t) + \cos(\Omega t - \omega_1 t)] + jB [\sin(\Omega t + \omega_2 t) + \sin(\Omega t - \omega_2 t)].$$

Multipliziert man dieses Farbsignal mit der Trägerschwin-

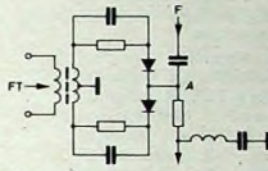
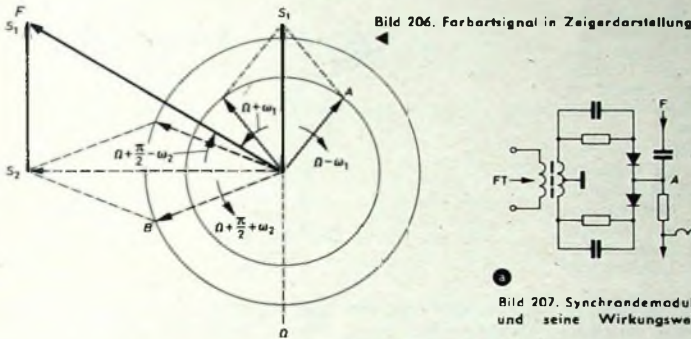
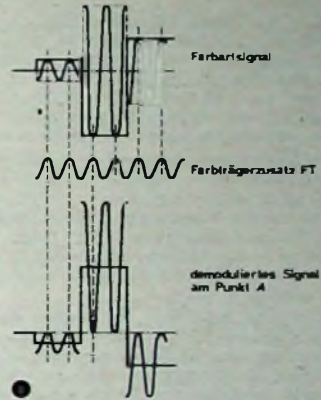


Bild 207. Synchrondemodulator (a) und seine Wirkungsweise (b)



gung  $\cos \Omega t$ , so erhält man nach dem Abspalten des Anteils mit der doppelten Trägerfrequenz

$$D_1 = (A/2) \cos \omega_1 t,$$

das heißt das Farbdifferenzsignal, mit dem die eine Komponente des Farbsignals moduliert ist. Multipliziert man nun dasselbe Farbsignal  $F$  mit einer um  $90^\circ$  verschobenen Trägerschwingung  $\cos(\Omega t + \pi/2)$ , so erhält man analog

$$D_2 = (B/2) \cos \omega_2 t,$$

das heißt das Farbdifferenzsignal, mit dem die zweite Farbsignalkomponente moduliert ist. Hierbei ist darauf zu achten, daß die bei der Demodulation zugeführte Trägerschwingung jeweils in Phase mit dem zu demodulierenden Signal ist, da sonst außer dem eigentlichen erwünschten Modulationssignal auch noch Anteile der jeweils anderen im Farbsignal enthaltenen Komponente am Ausgang des Demodulators erscheinen. Je nach der Phasenlage des bei der Multiplikation benutzten Trägerzusatzes erscheint am Ausgang des Demodulators also eines der beiden Signale, mit denen das Farbsignal moduliert wurde, oder ein Gemisch der beiden. Wegen des notwendigen Synchronismus der Trägerschwingung mit dem zu demodulierenden Signal wird diese Art der Demodulation auch Synchrondemodulation genannt.

Zur Synchrondemodulation benötigt man also eine Schaltung, die das Farbsignal mit einem kontinuierlichen Farbträger definierter Phase multipliziert. Man könnte zur Multiplikation der beiden Signale zum Beispiel einen Ringmodulator benutzen, wie er auch im Modulator zum Multiplizieren verwendet wird. Bei der Demodulation braucht aber im Gegensatz zur Modulation keines der beiden zu multiplizierenden Signale im Demodulator selbst unterdrückt zu werden. Dies kann wegen des Frequenzabstandes zwischen den Farbdifferenzsignalen und den hochfrequenten Demodulationsprodukten durch ein Filter am Ausgang des Demodulators erfolgen. Für die Synchrondemodulation genügt daher eine einfache Gegentaktanordnung nach Bild 207a.

Die Wirkungsweise dieses Synchrondemodulators soll an Hand von Bild 207b kurz erklärt werden. Die beiden Dioden wirken als Schalter, der jeweils nur von den Spitzen des Farbträgerzusatzes FT (im Bild 207b stark verkleinert dargestellt) ge-

öffnet wird und für diesen Moment wechsellspannungsmäßig das Potential Null an den Punkt A legt; das heißt, in diesem Moment wird die Trägerschwingung des Farbsignals auf das Potential 0 geklemmt. Dieser Synchrondemodulator wirkt also als Klemmschaltung. Die Mittelwertsänderung des geklemmten Farbsignals  $F$  stellt das Signal dar, mit dem der Farbträger moduliert wurde. Nach Abiebung der überlagerten Farbträgerschwingung, zum Beispiel durch einen auf Farbträgerfrequenz abgestimmten Serienkreis, steht am Ausgang des Synchrondemodulators das gewünschte Farbdifferenzsignal zur Verfügung.

Im Beispiel von Bild 207b ist nur eine Komponente, beispielsweise der  $(E_R' - E_Y')$ -Anteil, des Farbsignals gezeichnet, da bei einem Standard-PAL-Decoder jedem der beiden Demodulatoren nur eine Komponente des Farbsignals zugeführt wird. Weicht hierbei nun die Phase des Farbträgerzusatzes von der des Farbsignals ab, so verkleinert sich nur die Amplitude des demodulierten Signals, wie Bild 207b erkennen läßt.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß bei einem NTSC-Decoder dem Demodulator ein komplettes Farbsignal zugeführt wird. Im Beispiel des Bildes 207b würde das durch eine gleichzeitig vorhandene zweite, um  $90^\circ$  verschobene Sinusschwingung dargestellt werden. Da bei exakter Phasenlage des Farbträgerzusatzes die Klemmung immer mit den Nulldurchgängen der zweiten Sinusschwingung zusammenfällt, erscheint am Ausgang des Demodulators also auch hier nur das Signal, mit dem eine Komponente des Farbsignals moduliert ist. Weicht der Farbträgerzusatz dagegen in der Phase etwas ab, so ist leicht einzusehen, daß nunmehr neben dem einen gewünschten Modulationssignal auch noch Anteile des zweiten am Ausgang erscheinen, da nun auch die zweite Sinusschwingung außerhalb des Nulldurchganges geklemmt wird und einen Beitrag zum demodulierten Signal liefert.

Bei der Demodulation von PAL-Signalen ist noch zu beachten, daß die  $(E_R' - E_Y')$ -Komponente des Farbsignals zeilenweise um  $180^\circ$  geschaltet ist. Um nicht das relativ breitbandige  $(E_R' - E_Y')$ -Signal schalten zu müssen, erweist es sich als vorteilhaft, dem  $(E_R' - E_Y')$ -Demodulator einen zeilenweise um  $180^\circ$  geschalteten Farbträger zuzuführen. Am Ausgang erhält man dann das demodulierte  $(E_R' - E_Y')$ -Signal mit konstanter Polarität.

Zum Abschluß sei nochmals zusammengefaßt, daß bei richtiger Phase der Zusatzträger am Ausgang der beiden Synchrondemodulatoren die beiden Signale stehen, mit denen die zwei Komponenten des Farbsignals moduliert wurden, nämlich die beiden Farbdifferenzsignale  $(E_R' - E_Y')$  und  $(E_B' - E_Y')$ . Beim Vorhandensein von Phasenfehlern treten beim NTSC-System infolge des gegenseitigen „Übersprechens“ der beiden Modulationssignale im Demodulator Farbtonverschiebungen auf. Beim Standard-PAL-Decoder geht dagegen wegen der trägerfrequenten Aufspaltung des Farbsignals vor dem Demodulator bei Phasenfehlern lediglich die Farbsättigung zurück.

\*) Die Autoren sind Angehörige des Instituts für Rundfunktechnik München (Direktor: Prof. Dr. Richard Theile); Koordination der Beitragsreihe: Dipl.-Ing. H. Flix



### 8.3.3.4 Bandbegrenzung, Laufzeitausgleich

Wie schon erwähnt, müssen nach der Synchrondemodulation die hochfrequenten Demodulationsprodukte von den Farbdifferenzsignalen mit Hilfe eines Filters getrennt werden. Außerdem muß man berücksichtigen, daß die untere Grenzfrequenz des zur Farbsignalabspaltung dienenden Bandpasses frequenzmäßig unterhalb der unteren Seitenbänder der Farbartkomponenten, deren idealisiertes Frequenzspektrum Bild 208 zeigt, liegen kann. Dadurch werden neben den ohnehin im Farbartbereich

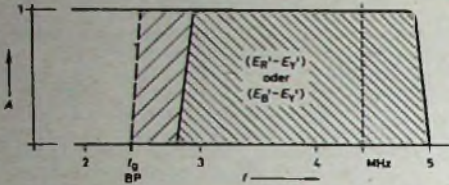
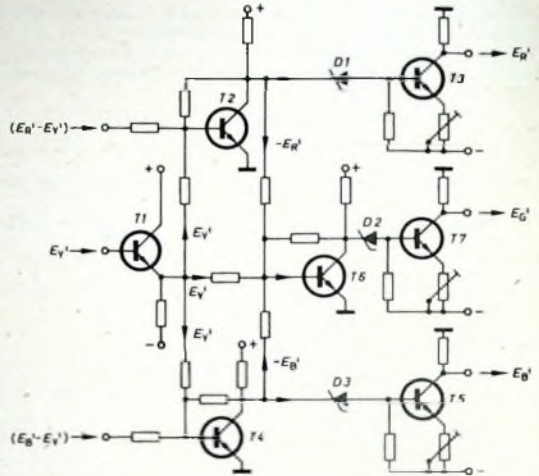


Bild 208. Frequenzspektrum der Farbartkomponenten

Bild 209. Schaltung einer Matrix



liegenden Leuchtdichtekomponenten zusätzlich die dem im Bild 208 grob schraffierten Bereich entsprechenden Komponenten mit demoduliert und führen zu Störungen (cross color). Eine exakte Bandbegrenzung ist außerdem für ein günstiges Rauschverhalten des Farbartsignals erforderlich. Deshalb scheint es zweckmäßig, den beiden Demodulatoren Tiefpaßfilter nachzuschalten, die den im Coder verwendeten entsprechen.

Diese Filter können mit gleicher Bandbreite ausgeführt werden, da die Quadraturkomponenten – wie im Abschnitt 3.3.2. erläutert wurde – bei PAL im Gegensatz zu NTSC auch bei Einseitenbandübertragung des Farbartsignals kein Übersprechen zwischen den beiden Farbartkomponenten zur Folge haben. Filter gleicher Bandbreite haben außerdem noch den Vorteil, daß zwischen den beiden Kanälen für die Farbdifferenzsignale kein Laufzeitausgleich notwendig ist.

In jedem Fall muß aber das Signal im Leuchtdichtekanal so verzögert werden, daß die durch die Bandbegrenzung im Farbartkanal bedingte Laufzeit ausgeglichen wird und das Leuchtdichtesignal gleichzeitig mit den Farbdifferenzsignalen an den Eingängen der folgenden Matrix ankommt.

### 8.3.4. Matrix des Decoders

Die Matrix des Decoders hat die Aufgabe, aus den vom Leuchtdichtekanal und vom Farbartkanal gelieferten Signalen – dem Leuchtdichtesignal  $E_Y'$  und den beiden Farbdifferenzsignalen  $(E_R' - E_Y')$  und  $(E_B' - E_Y')$  – die Ansteuersignale für die Farb-Bildröhre zu gewinnen. Die Laufzeitdifferenz zwischen den einzelnen Signalen darf am Eingang der Matrix nicht größer als  $\pm 50$  ns sein, da sonst im Bild störende Farbsäume auftreten. Die Reduktion der Farbdifferenzsignale auf  $0,877(E_R' - E_Y')$  und  $0,493(E_B' - E_Y')$ , die im Coder zur Verhinderung einer Übersteuerung des Senders erfolgte (s. Abschnitt 3.5.1.), wird meistens schon vor der Matrix durch entsprechende Wahl der Verstärkungsfaktoren im Farbartkanal wieder rückgängig gemacht. Prinzipiell kann man diese Reduktionsfaktoren natürlich auch in der Matrix selbst berücksichtigen. Um übersichtlichere Verhältnisse zu erhalten, soll jedoch für die folgende Betrachtung einer Matrix vorausgesetzt werden, daß alle Signale am Eingang mit unreduzierter Amplitude liegen. Am Ausgang der Matrix sollen die drei Farbwertsignale  $E_{R'}$ ,  $E_{G'}$  und  $E_{B'}$  zur Ansteuerung der Farb-Bildröhre zur Verfügung stehen.

Die beiden Farbwertsignale  $E_{R'}$  und  $E_{B'}$  erhält man auf einfache Weise durch Addition des Leuchtdichtesignals  $E_Y'$  zu den Farbdifferenzsignalen:

$$E_{R'} = (E_R' - E_Y') + E_Y'$$

$$E_{B'} = (E_B' - E_Y') + E_Y'$$

Das Farbwertsignal  $E_{G'}$  ergibt sich nach Abschnitt 3.1.3. entweder zu

$$E_{G'} = E_Y' - 0,51(E_R' - E_Y') - 0,19(E_B' - E_Y')$$

oder

$$E_{G'} = \frac{1}{0,59} (E_Y' - 0,3 E_{R'} - 0,11 E_{B'})$$

Aus den angelieferten Signalen können also in der Matrix durch einfache Additionen beziehungsweise Subtraktionen die drei Farbwertsignale  $E_{R'}$ ,  $E_{G'}$  und  $E_{B'}$  gewonnen werden, die man dann dem Bildwiedergabeteil zuführt.

Wie im Abschnitt 8.2.4.1. bereits erwähnt wurde, kann man eine Farb-Bildröhre auch so betreiben, daß den Steuergittern der drei Strahlerzeugungssysteme die drei Farbdifferenzsignale  $(E_R' - E_Y')$ ,

$(E_G' - E_Y')$  und  $(E_B' - E_Y')$  zugeführt werden, während an den drei Katoden das Leuchtdichtesignal  $E_Y'$  liegt. Hier bildet die Bildröhre noch einen Teil der Matrix. In diesem Fall muß vorher in der Matrix nur das Farbdifferenzsignal  $(E_G' - E_Y')$  nach der Beziehung

$$(E_G' - E_Y') = -0,51(E_{R'} - E_Y') - 0,19(E_{B'} - E_Y')$$

gebildet werden. Zur Addition der einzelnen Signale in der Matrix lassen sich wieder die im Abschnitt 3.1.4. beschriebenen

Schaltungen benutzen. Zum Abschluß dieses Abschnittes soll die Wirkungsweise einer Matrix durch die Beschreibung einer Schaltung verdeutlicht werden.

Ganz allgemein ist zu der Schaltung nach Bild 209 zu bemerken, daß alle Stufen gleichspannungsgespeist sind, damit der Schwarzwert des Farbbildes konstant bleibt. Im Y-Kanal bleibt entweder der Schwarzwert des Signals durch Gleichspannungskopplung erhalten, oder er wird durch eine Klemmung wieder eingeführt. Im Farbartkanal wirken die im Abschnitt 8.3.3.3. beschriebenen Synchrondemodulatoren wie Klemmschaltungen und sorgen für einen definierten Gleichspannungsmittelwert der Farbdifferenzsignale.

Über den Emitterfolger T1 und entsprechende Widerstände wird das Leuchtdichtesignal  $E_Y'$  in die einzelnen Addierstufen eingespeist. Zur ersten Addierstufe T2 gelangt gleichzeitig das  $(E_R' - E_Y')$ -Signal. Am Kollektor von T2 steht dann das Signal  $-E_{R'}$ . Über die Zenerdiode D1 ist die Endstufe T3 angekopplert, an deren Kollektor dann das Farbwertsignal  $E_{R'}$  zur Verfügung steht.

Der zweiten Addierstufe T4 wird das Farbdifferenzsignal  $(E_B' - E_Y')$  zugeführt. Am Kollektor von T4 steht dann das Signal  $-E_{B'}$  und am Kollektor der Endstufe T5 das Signal  $E_{B'}$  zur Verfügung. Der dritten Addierstufe T6 werden neben dem Signal  $E_Y'$  entsprechend der angegebenen Gleichung noch die reduzierten Signale  $-0,3 E_{R'}$  und  $-0,11 E_{B'}$  zugeführt. T6 verstärkt um den Faktor  $\frac{1}{0,59}$ , so daß schließlich am Kollektor der dazugehörigen Endstufe T7 das Farbwertsignal  $E_{G'}$  zur Verfügung steht.

### 8.3.5. Synchronisier- und Hilfssignale

Wie aus dem bisher Beschriebenen hervorgeht, benötigt der Decoder bestimmte Hilfssignale, die aus dem FBAS-Signalgemisch abgeleitet werden müssen.

#### 8.3.5.1. Synchronsignalabtrennung, Hilfsimpulse

Wie jeder Schwarz-Weiß-Empfänger, so benötigt auch ein Farbfernsehempfänger ein Amplitudensieb. Es hat auch hier die Aufgabe, das Synchronsignal zur Synchronisation des Empfängers zu gewinnen, das heißt vom Farbbildsignalgemisch abzutrennen und zu regenerieren. Für den Decoder müssen aus dem S-Signal aber noch weitere Impulse abgeleitet werden, zum Beispiel der Klemmpuls für die Klemmschaltung des  $E_Y'$ -Kanals. Für die Austastung des Burst wird außerdem – wie im Abschnitt 8.3.3.1. beschrieben – ein Tastimpuls benötigt. Neben diesen beiden Impulsen muß aus dem S-Signal noch ein H-fre-



quenter Impuls gewonnen werden, den man zur Steuerung des elektronischen Schalters im PAL-Empfänger benötigt. Im Bildwiedergabeteil steht ein H-frequenter Impuls zum Beispiel am Horizontalablenkentransformator zur Verfügung. Schaltungen zur Impulsregenerierung sind hinreichend bekannt, so daß hier nicht näher auf das Amplitudensieb eingegangen werden soll.

### 8.3.5.2. Farbträgerregenerator

Ein sehr wichtiger Baustein des Farbfernsehempfängers ist der sogenannte Farbträgerregenerator. Wie im Abschnitt 8.3.3.3. gezeigt wurde, benötigt man zur Synchrondemodulation eine kontinuierliche Farbträgerschwingung, die, auf den Burst bezogen, eine definierte konstante Phasenlage aufweisen muß. Diese Farbträgerschwingung kann sowohl mit passiven als auch mit aktiven Schaltungen aus dem Burst gewonnen werden. Von Bedeutung sind aber nur die aktiven Schaltungen, die automatisch

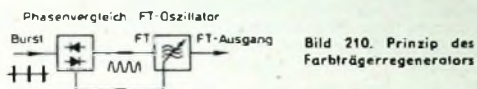


Bild 210. Prinzip des Farbträgerregenerators

Frequenz und Phase auf den Sollwert regeln (APC = automatic phase control). Das Prinzip eines solchen Farbträgerregenerators ist im Bild 210 dargestellt.

Ein Oszillator, der auf Farbträgerfrequenz schwingt, liefert einer Phasenvergleichsschaltung eine kontinuierliche Farbträgerschwingung. Der Phasenvergleichsschaltung wird außerdem der aus dem FBAS-Signal herausgetastete Burst zugeführt. Ändert sich nun die Phasenlage der kontinuierlichen Farbträgerschwingung gegenüber der des Burst, dann erzeugt die Phasenvergleichsschaltung eine Regelspannung, die den Farbträgeroszillator so nachsteuert, daß die regenerierte Farbträgerschwingung phasensynchron mit dem Burst des ankommenden Signals ist und zur Synchrondemodulation verwendet werden kann.

Zunächst soll die Wirkungsweise der Phasenvergleichsschaltung erläutert werden. Bild 211a zeigt eine der bei der Farbträgerregeneration üblichen Phasenvergleichsschaltungen, Bild 211b

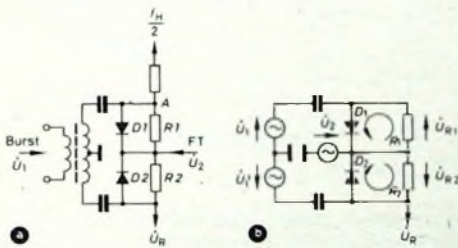


Bild 211 (oben). Phasenvergleichsschaltung (a) und Ersatzschaltbild (b)

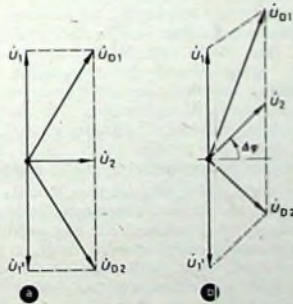


Bild 212. Zeigerdarstellung der Spannungen in der Phasenvergleichsschaltung; a) ohne Phasenabweichung, b) mit Phasenabweichung  $\Delta\varphi$

das entsprechende Ersatzschaltbild. Der Burst  $\dot{U}_1$  wird über einen Symmetrierübertrager eingespeist, so daß sich seine Phase in den beiden Zweigen der Phasenvergleichsschaltung um  $180^\circ$  unterscheidet. Den Farbträger  $\dot{U}_2$ , dessen Phase verglichen werden soll, führt man dem Fußpunkt der beiden Dioden zu.

Für den Fall, daß  $\dot{U}_1$  und  $\dot{U}_2$  um  $90^\circ$  in der Phase gegeneinander verschoben sind, ergibt sich die Zeigerdarstellung von Bild 212a. An den Dioden  $D_1$  und  $D_2$  stehen die Wechselspannungen  $\dot{U}_{D1}$ , beziehungsweise  $\dot{U}_{D2}$ . Sind  $R_1$  und  $R_2$  so groß, daß Spitzengleichrichtung erfolgt, so entsprechen die an  $R_1$  und  $R_2$  auftretenden Gleichspannungen direkt den Amplituden dieser Wechselspannungen:

$$\dot{U}_{R1} = |\dot{U}_{D1}|; \quad \dot{U}_{R2} = |\dot{U}_{D2}|.$$

Da beide Spannungen gegenseitig und für einen Phasenwinkel von  $90^\circ$  zwischen  $\dot{U}_1$  und  $\dot{U}_2$  gleich groß sind, ist die resultierende Regelspannung  $\dot{U}_R$  gleich Null.

Im Fall einer Phasenabweichung  $\Delta\varphi$  (Bild 212b) werden die beiden Wechselspannungen  $\dot{U}_{D1}$  und  $\dot{U}_{D2}$ , und damit auch die resultierenden Gleichspannungen  $\dot{U}_{R1}$  und  $\dot{U}_{R2}$  verschieden groß, und die Schaltung liefert eine Regelspannung  $\dot{U}_R$ .

Diese Regelspannung steuert den eigentlichen Farbträgeroszillator. Da an die Genauigkeit der Farbträgerschwingung sehr hohe Forderungen gestellt werden, kommen hier im allgemeinen nur Quarzoszillatoren in Betracht. Als Beispiel zeigt Bild 213 die Schaltung eines Quarzoszillators und das entsprechende vereinfachte Wechselstromschaltbild. Es handelt sich – wie aus Bild 213b hervorgeht – um einen Dreipunktoszillator in Basis-Schaltung, bei dem die Induktivität durch einen Quarz  $Q$  ersetzt ist. Der Quarz wird zwischen Serien- und Parallelresonanz betrieben, wobei sein Blindwiderstand induktiv ist. Mit Hilfe einer durch die Regelspannung  $\dot{U}_R$  gesteuerten Kapazitätsvariationsdiode  $D$  wird der Oszillator auf die richtige Frequenz und die richtige Phasenlage – bezogen auf den Burst – geregelt.

An die Gesamtanordnung, das heißt an die Regelschleife Quarzoszillator – Phasenvergleichsschaltung, werden sehr hohe Anforderungen gestellt: Der regenerierte Farbträger soll phasensynchron mit dem ankommenden Burst verknüpft sein und keine

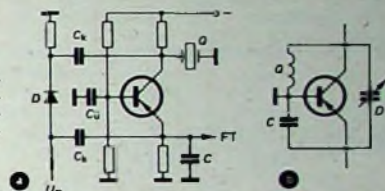


Bild 213. Farbträgeroszillator; a) Schaltung, b) vereinfachtes Wechselstromschaltbild

zeitlichen Schwankungen auf Grund irgendwelcher Störungen aufweisen. Um das zu erreichen, wählt man die Regelzeitkonstante des Regenerators verhältnismäßig groß, das heißt, die Regelspannung  $\dot{U}_R$  wird dem Oszillator über einen Tiefpaß zugeführt. Nur so ist es auch möglich, daß ein Regenerator den PAL-Burst verarbeiten kann, der von Zeile zu Zeile um  $\pm 45^\circ$  um die Mittellage springt. Der Regenerator ist aber so träge, daß er den alternierenden Burst, den sogenannten „Wackelburst“, ausmittelt und der regenerierte Farbträger daher eine konstante mittlere Phase aufweist.

Neben guter Phasenstabilität muß von einem Regenerator auch ein genügend großer Fang- und Haltebereich gefordert werden. Als Fangbereich bezeichnet man den Frequenzbereich um die Sollfrequenz, in dem sich ein zunächst frei schwingendes APC-System durch den Burst synchronisieren läßt (üblicherweise  $\pm 100 \dots 400$  Hz). Der etwas größere Haltebereich kennzeichnet die maximale Frequenzabweichung von der Sollfrequenz, bei der ein bereits synchronisiertes APC-System noch im Synchronismus bleibt. Die Drift des Oszillators, hauptsächlich durch Temperaturänderungen bedingt, muß in jedem Fall klein gegen den Fangbereich sein, wenn der Farbträgerregenerator stabil arbeiten und die Phase des regenerierten Farbträgers konstant bleiben soll. Es sei hier nochmals daran erinnert, daß Phasenfehler bei Standard-PAL zu einer Ent sättigung, bei Sempel-PAL zu einer Streifigkeit führen.

Die Phase des regenerierten Farbträgers muß einstellbar sein, um die für die Synchrondemodulation nötigen Phasenbedingungen zwischen Farbträgerzusatz und Farbartsignal erreichen zu können. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten. Man kann einen Phasenschieber entweder in eine der beiden Zuleitungen zur Phasenvergleichsschaltung oder in die Leitung des abgehenden regenerierten Farbträgers einschalten.

Der Farbträgerregenerator liefert außerdem noch ein sehr wichtiges Signal für den PAL-Empfänger, nämlich die Information über die Stellung des elektronischen Schalters im Coder. Am Punkt A im Bild 211a kann ein sägezahnähnlicher Impuls halber Zeilenfrequenz – gleichgerichteter und integrierter positiver oder negativer ( $E_R^+ - E_Y^+$ )-Anteil des „Wackelburst“ – abgenommen und zur Synchronisation des elektronischen Schalters im Empfänger benutzt werden.

Der Farbträgerregenerator liefert also einen Farbträger konstanter Phase und ein Signal zur Synchronisation des elektronischen Schalters.

### 8.3.6 Elektronischer Schalter

Wie im Abschnitt 8.3.3.3. erwähnt wurde, benötigt man bei PAL zur Demodulation der ( $E_R^+ - E_Y^+$ )-Komponente des Farb-



signals einen zeilenweise um  $180^\circ$  geschalteten Farbträger. Dazu führt man den regenerierten Farbträger vor dem  $(E_R' - E_Y')$ -Demodulator über einen elektronischen Schalter, der mit H-frequenzen gesteuert wird. Das Kernstück des Schalters ist ein bistabiler Multivibrator. Dieser Multivibrator wird mit zeilenfrequenten Impulsen, zum Beispiel Zeilenrücklaufimpulsen, so synchronisiert, daß er seinen Schaltzustand periodisch von Zeile zu Zeile ändert. Im Rhythmus stimmt dann der Empfängerschalter mit dem Schalter im Coder überein; ihm muß aber noch die richtige Schaltphase aufgezwungen werden. Dazu dient der Impuls halber Zeilenfrequenz, den man dem Farbträgerregenerator entnehmen kann und der eine eindeutige Synchronisation der Schaltphasen dadurch ermöglicht, daß er beispielsweise nur dann (in jeder zweiten Zeile) vorhanden ist, wenn das  $(E_R' - E_Y')$ -Signal in positiver Phasenlage gesendet wird.

Bild 214 zeigt das Blockschaltbild der Synchronisierung des elektronischen Schalters, während in Bild 215 das Impulschema dargestellt ist. Der Multivibrator wird von differenzierten H-fre-

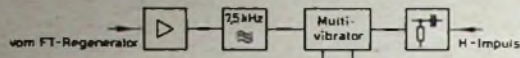


Bild 214 (oben). Blockschaltbild der Synchronisierung des elektronischen Schalters

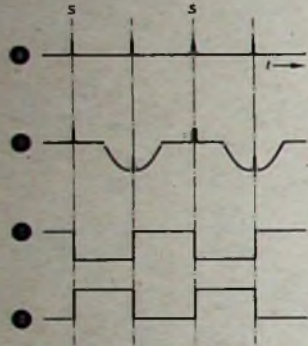


Bild 215. Impulschema des elektronischen Schalters

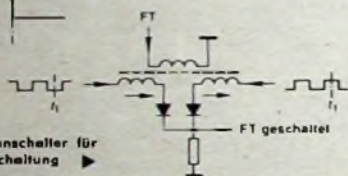


Bild 216. Diodenschalter für Farbträgerumschaltung

quenten Impulsen (Bild 215a) getriggert, die auf beide Steuerelektroden gegeben werden. Die Impulse halber Zeilenfrequenz vom Regenerator steuern zunächst einen nachgezogenen Sinusoszillator, um eine größere Störuneempfindlichkeit zu erreichen. Über eine Diode gelangt dann eine Halbwellen der Sinusschwingung zusätzlich zu einer der beiden Steuerelektroden, an der dann eine resultierende Synchronisierungsspannung nach Bild 215b steht, die diesen Zweig des bistabilen Multivibrators nur jeweils zum Zeitpunkt S und nicht mehr beliebig bei jedem zweiten differenzierten H-Impuls durchschaltet. Auf diese Weise erreicht man eine starre Verkopplung der Schaltphase von Coder- und Empfängerschalter. An dem einen Arbeitswiderstand des Multivibrators erscheint also ein Mäander definierter Phasenlage (Bild 215c), während am anderen Arbeitswiderstand der Mäander in Gegenphase zur Verfügung steht (Bild 215d). Diese beiden Schaltmäander steuern im allgemeinen einen einfachen Diodenschalter nach Bild 216, bei dem jeweils eine Diode durchgeschaltet und die andere gesperrt ist. Am Ausgang kann man dann einen zeilenweise um  $180^\circ$  geschalteten Farbträger abnehmen, der nach entsprechender Phasen Anpassung dem  $(E_R' - E_Y')$ -Demodulator zugeführt wird.

### 8.3.7. Simple-PAL-Empfänger

Es besteht die Möglichkeit, das PAL-Farbartsignal auch auf etwas einfachere Art, als es bisher beschrieben wurde, zu decodieren, wobei allerdings der Vorteil der großen Unempfindlichkeit gegenüber Phasenfehlern weitgehend verlorengeht. Ein solcher vereinfachter Empfänger wird Simple-PAL-Empfänger genannt. Der Unterschied gegenüber einem Standard-PAL-Empfänger besteht allein darin, daß der Laufzeitdemodulator weggelassen wird, das heißt, daß jedem Synchrondemodulator - wie bei NTSC - das komplette Farbartsignal zugeführt wird; die Aufspaltung in je ein trägerfrequentes  $(E_R' - E_Y')$ - und

$(E_B' - E_Y')$ -Signal entfällt. Das hat zur Folge, daß Phasenfehler sich nicht mehr nur als Sättigungsänderung, sondern als horizontale Streifigkeit auf dem Bildschirm bemerkbar machen, da aufeinanderfolgende Zeilen komplementäre Farbtonverschiebungen erleiden. Überträgt man zum Beispiel eine gelbe Fläche, so wird beim Auftreten eines differentiellen Phasenfehlers in der einen Zeile das Gelb in Richtung Rot, in der nächsten Zeile in Richtung Grün verschoben erscheinen. Ausführliche Untersuchungen haben ergeben, daß diese Streifigkeit - die bis zu einem gewissen Grade vom Auge ausgemittelt wird - genauso stört wie die vom selben Phasenfehler hervorgerufene Farbtonänderung bei NTSC.

### 8.3.8. Neu-PAL-Empfänger

Beim Standard-PAL-Empfänger werden Phasenfehler in weniger störende Sättigungsfehler umgewandelt. Mit etwas größerem Aufwand lassen sich jedoch die Phasenfehler eines PAL-Farbartsignals bei der Decodierung vollständig eliminieren. Dieser sogenannte Neu-PAL-Empfänger unterscheidet sich vom Standard-PAL-Empfänger nur in der Gewinnung des zur Synchrondemodulation nötigen Farbträgerzusatzes (Bild 217). Der Farbträger wird nicht mit Hilfe eines Farbträgerregenerators gewonnen (wie er im Abschnitt 8.3.5.2 beschrieben wurde), sondern von einem nachgezogenen Oszillator geliefert, der nicht nur vom Burst, sondern direkt vom Farbartsignal gesteuert wird. Wie man leicht zeigen kann, läßt sich ein geeignetes Nachsteuersignal aus dem Farbartsignal dadurch gewinnen, daß man die beiden nach dem Laufzeitdemodulator zur Verfügung stehenden Signale jeweils über einen Frequenzverdoppler schiebt und danach addiert. Durch diese Umformung wird die Modulation des Nullphasenwinkels eliminiert, und es steht ein Signal zur Verfügung, das den allerdings um  $180^\circ$  unbestimmten Nullphasenwinkel und eine Information über eventuelle Phasenfehler enthält.

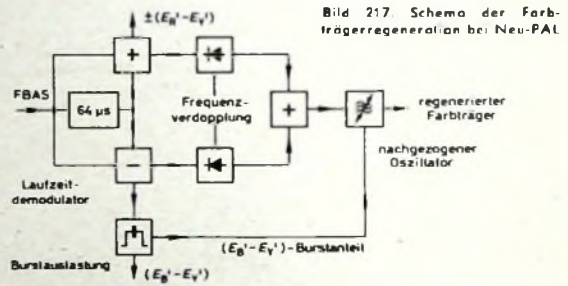


Bild 217. Schema der Farbträgerregeneration bei Neu-PAL

Von dem nachgezogenen Oszillator im Neu-PAL-Empfänger ist daher zu fordern, daß er eine Frequenzteilung 1:2 des Nachsteuersignals vornimmt und daß die dadurch um  $180^\circ$  unbestimmte Phase eindeutig vom Burst festgelegt wird. Der nachgezogene Oszillator erhält also sowohl den Burst als auch während der Zeile das Nachsteuersignal doppelter Frequenz. Da dieses entsprechend der jeweiligen Farbsättigung amplitudenmoduliert ist, muß der Oszillator außerdem eine gute Begrenzcharakteristik aufweisen. Die Einstellzeit der Phase muß so klein sein, daß der Oszillator einer Störphasenmodulation während der Zeile folgen kann. Diese Bedingungen kann ein entsprechend dimensionierter LC-Oszillator erfüllen.

Wenn auch der nachgezogene Oszillator zusammen mit der Gewinnung der Nachsteuerspannung komplizierter scheint und die Schaltung im Hinblick auf die geforderte Stabilität sehr sorgfältig dimensioniert werden muß, so hat dieses Prinzip doch den Vorteil, daß beim Auftreten von Phasenfehlern keine Entsättigung wie bei Standard-PAL eintritt. Der regenerierte Farbträger und das zu demodulierende Signal weisen bei diesem Verfahren die gleichen Phasenfehler auf, so daß sich diese Fehler bei der Demodulation aufheben. Der Empfänger mit nachgezogenem Oszillator hat aber den Nachteil, daß die Information über die Schaltphase des elektronischen Schalters nicht mehr direkt dem Farbträgerregenerator entnommen werden kann, sondern mit Hilfe eines Synchrondemodulators für den Burst gesondert abgeleitet werden muß.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß es noch eine Variante des Neu-PAL-Empfängers gibt, bei der der elektronische Schalter durch einen zweiten nachgezogenen Farbträgeroszillator ersetzt ist, dessen Phase von Zeile zu Zeile direkt vom  $(E_R' - E_Y')$ -Anteil des Burst um  $180^\circ$  geschaltet wird. Dies hat aber keine Änderung der Eigenschaften des Empfängers zur Folge. (Fortsetzung folgt)



# Entwurf eines Stereo-Entzerrerverstärkers mit Silizium-Planartransistoren für magnetische Tonabnehmer

DK 621 373 4:681.84 081.47

## 1. Einleitung

In einer früheren Veröffentlichung „Entwurf eines Stereo-Entzerrerverstärkers mit Silizium-Planartransistoren für magnetische Tonabnehmer“ [1] wurde die Schaltung eines zweistufigen Entzerrerverstärkers beschrieben und durchgerechnet. Der dabei bewußt getriebene kleine Aufwand hatte für die Schaltung einen, wenn auch nicht sehr wichtigen Schönheitsfehler: Der Eingangswiderstand war nicht konstant 50 kOhm, wie im Normblatt gefordert. Deshalb wurde noch die nachstehend beschriebene dreistufige Schaltung entwickelt, die höchsten Ansprüchen ge-

Kollektorschaltung betriebenen Transistors ist zwar niedriger als die eines in Emitter-schaltung betriebenen Transistors, reicht jedoch im vorliegenden Fall aus. Dafür gibt die zusätzliche Stufe das Signal gleichphasig weiter. Das ist hier erwünscht, damit die Gegenkopplung, die Verstärkung und Frequenzgang bestimmt, in von der früheren Schaltung her bekannter Weise vom Kollektor des letzten auf den Emitter des ersten Transistors führen kann.

Hinsichtlich der Gleichstromversorgung ist der Verstärker etwas ungewöhnlich aufgebaut; er arbeitet mit einer positiven und einer negativen Betriebsspannung von je etwa 30 V. Dadurch wird es möglich, daß die Gleichstromgegenkopplung, die den Arbeitspunkt des über drei Stufen direktgekoppelten Verstärkers festlegt, über denselben Weg läuft wie die Wechselstromgegenkopplung, die Frequenzgang und Verstärkung bestimmt. An Hand von

kleinen Eingangswiderstand zu erhöhen. Dann sind nämlich drei RC-Zeitkonstanten für das Betriebsverhalten des Verstärkers wirksam, und es kann zu einer Selbsterregung des Verstärkers kommen; außerdem sind unter Umständen große Kondensatoren erforderlich.

Es gelten folgende Überlegungen: Für die Arbeitspunktstabilisierung muß die Bedingung erfüllt sein, daß die vom Ausgang auf den Eingang zurückgeführte Spannung gegenphasig ist. Werden im Rückführungszweig keine Siebglieder verwendet, dann ist sie auch für alle Wechselstromkomponenten gegenphasig. Dadurch wird aber der Eingangswiderstand des Verstärkers vermindert, was unerwünscht ist. Deshalb werden in den Gegenkopplungszweig RC-Siebglieder geschaltet, um die zurückgeführte Wechselspannung so zu schwächen, daß sie am Eingang nicht mehr wirksam werden kann.

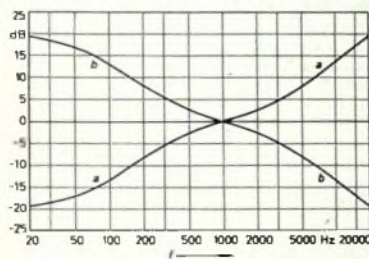


Bild 1. Schneidfrequenzgang für Stereo-Schallplatten (Kurve a) und Entzerrerfrequenzgang (Kurve b)

nügt. Bei  $f = 1 \text{ kHz}$  ist die Spannungsverstärkung  $100 \pm 40 \text{ dB}$  zugrunde gelegt. Im Bild 1 sind noch einmal Schneidfrequenzgang und Entzerrerfrequenzgang für Stereo-Schallplatten nach DIN 45 546 und DIN 45 547 wiedergegeben. Die Zeitkon-

Tab. 1. Zahlenwerte des DIN-Frequenzganges

Frequenz Hz	Pegel dB	Frequenz kHz	Pegel dB
20	+19,3	1	0
60	+17	2	-2,6
100	+13,1	5	-8,2
200	+8,2	10	-13,7
500	+2,65	15	-17,9
		20	-18,6
		50	-27,5

stanten sind  $75 \mu\text{s}$ ,  $318 \mu\text{s}$  und  $3180 \mu\text{s}$ . Tab. 1 zeigt die Zahlenwerte für den erforderlichen Frequenzgang des Verstärkers.

## 2. Entwurf des Verstärkers

### 2.1. Wirkungsweise der Schaltung

Die Schaltung nach Bild 2 ähnelt in ihrem Aufbau der des früher beschriebenen Verstärkers. Jedoch ist der zweite Transistor der früheren Schaltung durch zwei direktgekoppelte Transistoren ersetzt, von denen der erste in Kollektorschaltung und der zweite in Emitterschaltung betrieben wird. Die Leistungsverstärkung eines in

Ing. Horst Mielke ist Leiter des Entertainment-Applikationslabors von Intermetall, Halbleiterwerk der Deutschen ITT Industries GmbH, Freiburg i. Br.; Ing. Rudolf Sydow ist Entwicklungsingenieur in diesem Labor.

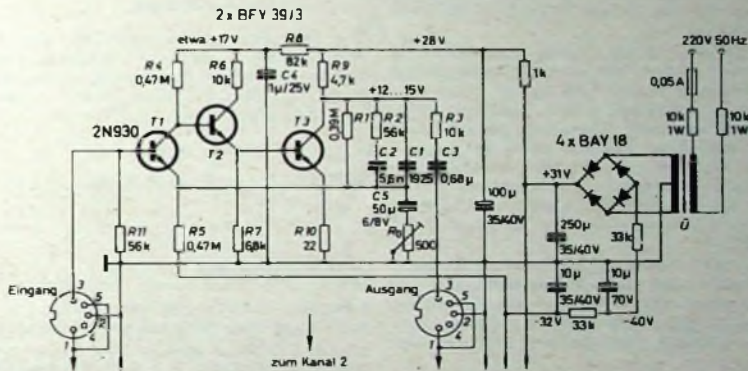


Bild 2. Schaltbild des dreistufigen Entzerrerverstärkers (nur ein Kanal gezeichnet); Ü: Kern M 30/7, Dyn. Bl. IV, wechselseitig geschichtet, primär 8000 Wdg, 0,05 CuL, sekundär 2 x 3000 Wdg, 0,06 CuL

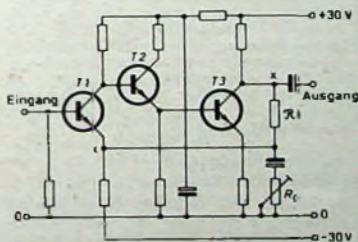


Bild 3. Prinzipschaltung des dreistufigen Verstärkers

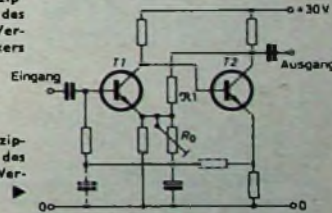


Bild 4. Prinzipschaltung des zweistufigen Verstärkers

Bild 3 läßt sich diese Art der Schaltung mit der Prinzipschaltung des zweistufigen Verstärkers nach Bild 4 vergleichen, bei dem die Gleichstromgegenkopplung vom Emitter des zweiten zur Basis des ersten und die Wechselstromgegenkopplung vom Kollektor des zweiten zum Emitter des ersten Transistors läuft.

Die Schaltung nach Bild 4 ist in der früher besprochenen Form betriebssicher. Sie wird jedoch kritisch, wenn das gestrichelt eingezeichnete RC-Siebglied hinzugefügt wird, um den bei tiefer Frequenz etwas

Die erforderliche Abschwächung ergibt sich unter anderem aus der Verstärkung zwischen den beiden Punkten, zwischen denen der Rückführungszweig liegt. Macht man die Abschwächung gleich der Verstärkung, dann wird der Eingangswiderstand immer noch um den Faktor 2 herabgesetzt, wenn man die in Wirklichkeit durch das RC-Siebglied geänderte Phasenlage der zurückgeführten Wechselspannung außer acht läßt. Die Abschwächung muß also größer als die Verstärkung werden, wenn die Wechselstromeigenschaften



des Verstärkers nur vernachlässigbar wenig durch die arbeitspunktstabilisierende Gleichstromgegenkopplung beeinflusst werden sollen. Da die Abschwächung des Wechselspannungssignals mit RC-Siebgliedern vorgenommen werden muß, ist sie frequenzabhängig. Die Dimensionierung muß daher für die untere Grenzfrequenz erfolgen.

Mit der Abschwächung des Signals ist untrennbar eine Phasendrehung verbunden. Für ein RC-Glied ist sie im Grenzfall  $90^\circ$ . Werden zwei RC-Glieder hintereinander geschaltet, dann kann die Phasendrehung im Grenzfall  $180^\circ$  werden und bei drei RC-Gliedern  $270^\circ$ . Alle Wechselspannungskomponenten, die im Stabilisierungsweg in der Phase um  $180^\circ$  gedreht worden sind, liegen nun aber gleichphasig mit der Eingangsspannung am Eingang und bewirken also eine Mitkopplung. Sind ihre Amplituden gleich oder größer als die Spannung, dann beginnt der Verstärker zu schwingen.

Man sieht sofort, daß bei Verwendung nur eines RC-Gliedes dieser Fall nicht eintreten kann, da die zusätzliche Phasendrehung nur maximal  $90^\circ$  beträgt. Gleiches gilt - grob betrachtet - auch bei zwei RC-Gliedern, da der Phasenwinkel von  $180^\circ$  erst bei sehr hoher Frequenz erreicht wird, für die die Abschwächung durch die RC-Glieder gegen Unendlich geht, so daß damit die Amplitudenbedingung für die Selbsterregung nicht mehr erfüllt ist.

In der Praxis hat jedoch auch der Verstärker (selbst bei Gleichstromkopplung) bereits eine Phasendrehung bei tiefen Frequenzen, verursacht zum Beispiel durch die verwendeten Siebmittel. Eine Selbsterregung wird deshalb schon bei kleinerem Phasenwinkel als  $180^\circ$  im Stabilisierungszweig möglich. Bei Verwendung von drei RC-Gliedern ist meistens ebenfalls die Amplitudenbedingung für Selbsterregung erfüllt.

Bei der Auslegung des Stabilisierungszweiges sollte man jedoch nicht nur gerade eben verhindern, daß der Verstärker zu schwingen beginnt. Es ist vielmehr darauf zu achten, möglichst weit vom Einsatz-

Eingang des Verstärkers (hier eine zum Zeitpunkt  $t_0$  im Nulldurchgang eingeschaltete Sinusspannung) wird die Frequenz erregt, auf der der Verstärker schwingen würde, wenn die Amplitudenbedingung erfüllt wäre. Mit steigendem Abstand von der Selbsterregungsgrenze werden Überschwingen und Abklingzeit kleiner.

Würde man den Frequenzgang eines solchen Verstärkers aufnehmen, dann käme man in der Umgebung der Eigenfrequenz einen Verstärkungsanstieg. Das ist aber aus technischen Gründen schlecht möglich, da diese Eigenfrequenz meistens weit unterhalb der unteren Grenzfrequenz liegt (bei einigen  $10^4$  Hz) und sich so der direkten Messung entzieht. Die wirksamste Methode, einen Verstärker auf diese Eigenschaft zu prüfen, ist deshalb die Anwendung getasteter Sinusschwingungen (Burst).

Um bei dem dreistufigen Verstärker nach Bild 3 die unerwünschte Schwingneigung möglichst klein zu halten, muß man bei der Dimensionierung der RC-Siebglieder folgende Überlegungen anstellen:

Die Wechselspannungsverstärkung zwischen den Anschlußpunkten  $\times \times$  des Stabilisierungszweiges sei  $v$ , die untere Grenzfrequenz des Verstärkers  $p_u = j\omega f_u$ . Die Dämpfung  $S$  eines RC-Gliedes ist unter der Voraussetzung  $p\tau \gg 1$  (mit  $p = j\omega$  und  $\tau = R \cdot C$ )

$$S = p \cdot \tau.$$

Bei der unteren Grenzfrequenz soll die rückgeführte Spannung höchstens die Größe der Eingangsspannung haben, das heißt, von dem RC-Glied  $R' \cdot C' = \tau'$  wird eine Dämpfung

$$S_u = p_u \tau' \geq v$$

verlangt, das heißt, es muß sein

$$\tau' \geq \frac{v}{p_u} \text{ oder } p_u \geq \frac{v}{\tau'}$$

Ein zweites RC-Glied  $R'' \cdot C'' = \tau''$  darf bei dieser Frequenz noch keine nennenswerte Phasendrehung haben ( $p\tau = 1$  bedeutet schon  $45^\circ$ !).

Setzt man also

$$p_u \tau' \leq 1,$$

dann erhält man durch Einsetzen von  $p_u \geq v/\tau'$

$$\frac{1}{\tau''} \geq p_u \geq \frac{v}{\tau'}$$

oder

$$\tau'' \geq v \tau'.$$

Je größer zusätzliche Phasendrehungen (zum Beispiel im Verstärker oder im Netzteil) werden, desto größer muß man  $\tau'$  - in bezug auf  $v\tau'$  - machen, um vor Überschwingen sicher zu sein.

Die geschilderten Schwierigkeiten hinsichtlich der Dimensionierung der Zeitkonstanten im Gegenkopplungszweig, die bei der zweistufigen Schaltung nach Bild 4 auftreten, umgekehrt die dreistufige Schaltung nach Bild 3 auf elegante Weise dadurch, daß nur eine phasendrehende Zeitkonstante vorhanden ist. Das ist mit Hilfe der etwas ungewöhnlichen Schaltungsauslegung mit zwei Betriebsspannungen möglich; sie erlaubt, die arbeitspunktstabilisierende Gleichstromgegenkopplung mit der frequenzgang- und verstärkungsbestimmenden Wechselstromgegenkopplung in einem Gegenkopplungszweig zu vereinen. (Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] Mielke, H., u. Sydow, R.: Entwurf eines Stereo-Entzerrerverstärkers mit Sillizium-Planartransistoren für magnetische Tonabnehmer. Funk-Techn. Bd. 20 (1965) Nr. 13, S. 513-516

## Persönliches

### Intendant K. Holzamer zum Ritter des Gregoriusordens mit Stern ernannt

Papst Paul VI. hat den Intendanten des Zweiten Deutschen Fernsehens, Prof. Dr. Karl Holzamer, zum Ritter des Gregoriusordens mit Stern ernannt.

### Ehrendoktorwürde für B. Plettner

Die Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Braunschweig verlieh Dipl.-Ing. Bernhard Plettner, Präsidiumsmitglied der Siemens AG, Erlangen, den Grad eines Dr.-Ing. e. h. in Würdigung seiner hervorragenden Verdienste um die Weiterentwicklung der Starkstromtechnik, insbesondere auf dem Gebiet der Halbleiter- und Regelungstechnik sowie der Anwendung wissenschaftlicher Methoden in der Unternehmensführung.

### Kommende Änderungen in der SEL-Geschäftsleitung

Der im Frühjahr 1967 stattfindenden ordentlichen Hauptversammlung von SEL wird vorgeschlagen, Generaldirektor Hermann Abtmeyer, den langjährigen Vorsitzenden des Vorstandes der SEL, zum Mitglied des Aufsichtsrates zu wählen. H. Abtmeyer soll dann an Stelle des auf eigenen Wunsch aus dem Aufsichtsrat ausscheidenden Dr. jur. Carl W. Haus, der der Gesellschaft weiterhin beratend zur Verfügung stehen wird, zum Vorsitzenden des Aufsichtsrats gewählt werden.

Nachfolger von Generaldirektor Abtmeyer wird das Vorstandsmitglied Dipl.-Ing. Dieter Mähring, dem bisher die kommerzielle Leitung der SEL oblag.

Aus dem Vorstand von SEL werden aus Altersgründen ausscheiden: Alexander Sanders, bisher verantwortlich für Finanzen und Rechnungswesen, und Walter Elle, bisher verantwortlich für das Finanzwesen. Beide Herren sind seit 36 beziehungsweise

40 Jahren im Firmenverband tätig. Sie bleiben mit dem Unternehmen weiterhin beratend verbunden. Zum neuen Vorstandsmitglied wird Emil G. Chaves bestellt werden, der den Vorsitzenden des Vorstandes in finanziellen Angelegenheiten vertreten wird. Chaves war bisher Finanzdirektor der IITE (ITT Europe) in Brüssel.

Die interne Überleitung der Aufgaben erfolgte ab 1. Januar 1967.

### Vertriebsorganisationen von Graetz und Schaub-Lorenz koordiniert

Wie Dipl.-Ing. Burkhard Wiesmann, stellvertretendes Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereiches „Rundfunk Fernsehen Phono“ der Standard Elektrik Lorenz AG in Pforzheim, mitteilte, wurde die bereits angekündigte Koordination der Vertriebsorganisationen der Graetz Vertriebsgesellschaft mbH, Darmstadt, und der Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft mbH, Pforzheim, am 1. Januar 1967 durchgeführt.

Die Leitung der koordinierten Vertriebsorganisation übernahm Dr. Rudolf Köberle, Leiter des Verkaufs Inland, ist Dr. Gerhard Hälken, zu seinem Stellvertreter wurde Friedrich Wilhelm Sommer ernannt. Weiters leitende Funktionen im koordinierten Vertriebsbereich haben außerdem Oberingenieur Werner Becker (Kundendienst), Hans Joachim Runge (Werbung) und Hans Engelkamp (Presse und Information).

Die beiden auch weiterhin getrennten Gesellschaften gehören zur SEL-Gruppe (an der Graetz-Gruppe hat die Westfälische Kupfer- und Messingwerke AG, Lüdenscheid, eine Beteiligung von 25,5%), werden jedoch - wie bereits vor einiger Zeit angekündigt - die Rationalisierungsmöglichkeiten im Vertriebsbereich ausschöpfen. Die Produkte der beiden selbständigen Marken Graetz und Schaub-Lorenz werden in Zukunft noch wesentlich differenzierter sein als bisher, um möglichst viele Verbrauchervünsche erfüllen zu können.

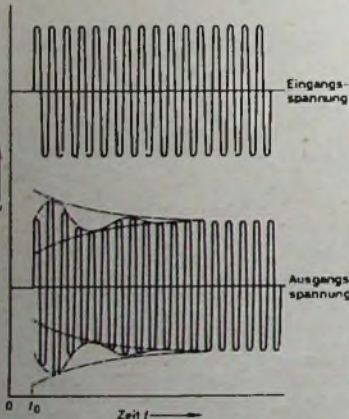


Bild 5. Einschwingvorgang bei einem Verstärker mit Schwingneigung (oben Eingangssignal, unten Ausgangssignal)

punkt der Schwingungen entfernt zu bleiben, weil sonst Einschwingvorgänge auftreten können, die Verzerrungen verursachen. Das sei an Hand von Bild 5 erläutert. Durch einen Spannungssprung am



# Messungen mit gewobbelten Signalen an Empfängern

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 1, S. 13

DK 621.396.62:621.317.8:621.374.32

## 4. FM-Empfänger

Die Schmalband-FM-Empfänger im VHF- und UHF-Gebiet stellen wahrscheinlich die größten Anforderungen an die Frequenzstabilität des Meßsenders. In stationären und mobilen Nachrichtensystemen, die Nachrichtenverbindungen zwischen bestimmten Stationen herstellen, sind Kanalabstände von 25 kHz durchaus üblich; der maximale Hub beträgt 15 kHz. Die Messung der Grenzempfindlichkeit erfolgt gewöhnlich mit 30 % des Spitzenhubes – zum Beispiel 5 kHz –, so daß der Meßsender höchstens eine Drift von ungefähr 6 kHz von der Mittenfrequenz haben darf, wobei dann die äußeren Seitenband-Signale noch gerade in den Durchlaßbereich fallen. Bei einer Mittenfrequenz in der Größenordnung von 470 MHz (Bereich IV) erfordert dies eine Stabilität von etwa 0,00125 % über die für eine Messung nötige Zeit. Das ist durchaus kein Extremfall; da überdies der Kanalabstand in Zukunft eher noch verringert wird, ist es schwierig, geeignete Meßsender für statische Meßmethoden bereitzustellen.

Viele FM-Meßsender eignen sich ohne Umbau als Wobbelgeneratoren; ihre Verwendung zur dynamischen Aufzeichnung der Durchlaßkurven von FM-Empfängern ist daher üblich. Die Anzeige der ZF-Durchlaßkurve erfordert einen getrennten Gleichrichter, der direkt von der letzten ZF-Verstärkerstufe gespeist wird. In allen übrigen Einzelheiten ist die Methode ähnlich der bei anderen Empfängertypen angewandten Verfahren. Im übrigen wird die Wobbelmeßtechnik an FM-Empfängern jedoch hauptsächlich zur Untersuchung der Demodulatorkennlinie eingesetzt.

### 4.1. FM-Demodulatorkennlinie

Die dynamische Anzeige der Demodulatorkennlinie mit einem Oszillografen kann mit dem gleichen FM-Meßsender erfolgen, mit dem die übrigen Messungen an dem Empfänger durchgeführt werden. Der maximale Frequenzhub des Meßsenders muß natürlich groß genug sein, um den Bereich des Demodulators erfassen zu können. Rundfunkempfänger erfordern mit ihren 75 kHz Spitzenhub den größten Wobbelbereich von etwa  $\pm 100$  kHz.

Um den Demodulator bei seinen Betriebsbedingungen prüfen zu können, sollte das Signal unter Beachtung der Generatorimpedanz mit dem vollen Begrenzerpegel zugeführt werden. Dazu schaltet man am besten den ZF-Verstärker des Empfängers zwischen den Meßsender und den Demodulator, indem man das Ausgangssignal des Meßsenders in den Eingang des Empfänger-ZF-Verstärkers einsteigt – oder, noch bequemer, in den Antenneneingang. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß die angezeigte Demodulatorkennlinie nicht durch den Frequenzgang der abgestimmten Verstärker des Empfängers verändert wird. Man sollte die Modulationsfrequenz daher so niedrig wie möglich halten: 50 Hz genügen unter normalen Bedingungen. Die Bandbreite des Empfängers erfaßt meistens die Harmonischen der FM-Seitenbänder bei viel höheren Modulationsfrequenzen, so daß alle zur Auswer-

tung nötigen Seitenbänder im 50-Hz-Abstand mit Sicherheit durchgelassen werden.

Gewöhnlich ist die Modulation des Meßsenders aus einer externen Quelle erforderlich. Sinusmodulation ist dann bequemer als eine Modulation mit Sägezahnspannung. Bei Sinusmodulation zeigt der Modulationsmesser des Meßsenders den Frequenzhub an, der natürlich die Hälfte der Wobbelbreite beträgt. Mit dem Signal des

re Kurve bei Verwendung von zwei überlagerten Modulationsfrequenzen geschrieben werden. Soll die Linearität der Demodulatorkennlinie über den als linear betrachteten Teil der Kurve untersucht werden, so kann dies an Hand einer Kurve erfolgen, die die Ableitung (partielle Steilheit) der Kennlinie darstellt, mit anderen Worten, eine Anzeige, in der die momentane vertikale Position des Leuchtpunktes der momentanen Steigung der Demodulations-

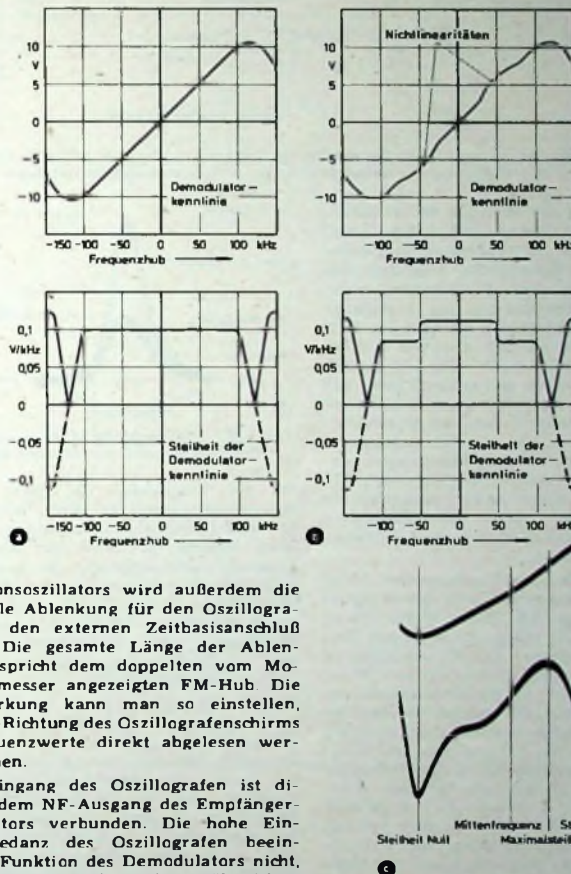


Bild 7. Demodulatorkennlinie und Ableitung (Steilheit der Demodulatorkennlinie) eines FM-Demodulators. Es ist zu sehen, daß sich selbst geringe Nichtlinearitäten in der Steilheitenkurve leicht erkennen lassen: lineare Demodulatorkennlinie (a), nichtlineare Demodulatorkennlinie (b), Oszillogramm einer Demodulatorkennlinie mit starken Nichtlinearitäten (c).

kennlinie proportional ist. Diese Kurve erlaubt eine weit bessere Beurteilung der Linearität als die direkte Darstellung der Demodulationskennlinie.

Bild 7 zeigt Beispiele der direkten Kennlinie und der Steilheitenkurve dazu für lineare und nichtlineare Demodulationskennlinien. Dabei ist zu beachten, daß die Steilheitenkurve (Ableitung) bei den maximalen und minimalen Punkten der De-

Modulationsoszillators wird außerdem die horizontale Ablenkung für den Oszillografen über den externen Zeitbasisanschluß erreicht. Die gesamte Länge der Ablenkung entspricht dem doppelten vom Modulationsmesser angezeigten FM-Hub. Die X-Verstärkung kann man so einstellen, daß in X-Richtung des Oszillografenschirms die Frequenzwerte direkt abgelesen werden können.

Der Y-Eingang des Oszillografen ist direkt mit dem NF-Ausgang des Empfängerdemodulators verbunden. Die hohe Eingangsimpedanz des Oszillografen beeinflußt die Funktion des Demodulators nicht, so daß hier keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen notwendig sind.

Bei abgestimmtem Meßsender (auf Mittenfrequenz HF oder ZF) muß die Ausgangsspannung ausreichen, um den Begrenzer des Empfängers auszusteuern. Die bekannte S-förmige Demodulatorkennlinie erscheint dann auf dem Oszillografenschirm. Enthält der Empfänger einen Ratiodetektor, so ist wie bei den statischen Meßmethoden die Kapazität, an der die Summenrichtspannung steht, durch eine passende Spannungsquelle zu ersetzen.

### 4.2. Steilheit der Demodulatorkennlinie

Vorausgesetzt, der FM-Meßsender erlaube es, dann kann eine weltaus aufschlußreiche



modulationskennlinie auf Null zurückgeht, weil dort eben die Steilheit Null ist. Die korrekte theoretische Kurve (über diese Nullpunkte hinausgehend) ist im Bild 7 durch gestrichelte Linien angedeutet. Die tatsächlich angezeigte Steilheitskurve entspricht den voll ausgezogenen Linien. Die Gründe für den Unterschied sind leicht einzusehen, da aber hier nur der Teil zwischen den Nullpunkten interessiert, ist dies ohne Bedeutung.

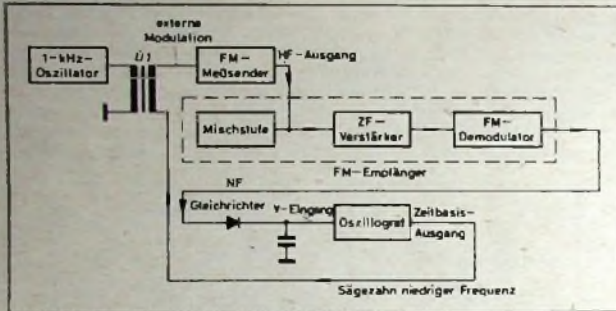


Bild 8. Meßaufbau zur Anzeige der Steilheitskurve der Demodulatorkennlinie; für Empfindlichkeitsmessungen wird der HF-Ausgang des Meßsenders an den Antennen-eingang des Empfängers gelegt

Der Meßaufbau zur Anzeige der Steilheitskurve ist im Bild 8 gezeigt. Eine langsam ansteigende Sägezahnspannung (oder niederfrequente Sinuswelle) wird dem Modulationseingang des Meßsenders zugeführt und gleichzeitig an das X-Ablenksystem des Oszillografen gelegt. Im Bild ist die Verwendung des internen Zeitbasisgenerators dargestellt. Die Amplitude der Ablenkspannung soll so groß sein, daß die Wobbelung über den gesamten Demodulatorbereich möglich ist. Die Wobbelfrequenz muß unterhalb der Grenzfrequenz des NF-Verstärkers des Empfängers liegen. Mit Hilfe des Transformators U1 überlagert man dieser Ablenkspannung ein NF-Signal (etwa 1 kHz) mit genügender Amplitude, so daß etwa 1% des Maximalhubes erreicht wird.

Der Y-Eingang des Oszillografen liegt über einen Gleichrichter am NF-Ausgang des Empfängers. Auf diese Weise erhält das NF-Signal die nötige Verstärkung. Das 1-kHz-Ausgangssignal des Empfängers ist in jedem Moment der Steigung der Demodulationskennlinie direkt proportional, so daß der Kathodenstrahl infolge der Wobbelung der Trägerfrequenz die Steilheit schreibt. Jede Nichtlinearität ist leicht durch einen Vergleich der Kurve mit einer der horizontalen Rasterlinien der Bildschirmzeichnung zu erkennen. Außerdem kann der relative Wert der Nichtlinearität durch Vergleich der Amplitude der Abweichung von der Rasterlinie mit der mittleren Höhe der Kurve von den untersten Kurvenpunkten gemessen werden.

#### 4.3 Empfindlichkeitsmessung

Die Grenzempfindlichkeit wird bei einem FM-Empfänger auf ähnliche Weise statisch gemessen wie bei einem AM-Empfänger; das Signal-Rausch-Verhältnis läßt sich nach Messung der Ausgangsleistung des Empfängers mit und ohne Modulation errechnen.

Das Verhalten eines FM-Empfängers unterscheidet sich jedoch von dem eines AM-Empfängers, bei dem das intern erzeugte Rauschen vom HF-Eingangssignal beeinflusst wird. Während das Rauschen am NF-Ausgang des AM-Empfängers zunimmt,

wenn ein Eingangssignal angelegt wird (Bild 9a), nimmt es beim FM-Empfänger merklich ab. Dies liegt daran, daß das Rauschspektrum ohne zugeführten Träger frei an den Demodulator gelangen kann. Wenn dagegen ein externer Träger anliegt, überlagern sich die Rauschspannungen der Trägeramplitude als Amplitudenmodulation, wobei die AM aber infolge der Wirkung der Begrenzer vom Demodulator ferngehalten wird.

beisignal überlagert wird. Meistens bezieht sich die Angabe der Grenzempfindlichkeit auf eine FM mit 30% des Spitzenhubes. Ein derartiger FM-Pegel stört natürlich an den Enden der Kennlinie (Steilheitskurve); das ist aber unbedeutend, da die Höhe der angezeigten Kurve bei der mittleren Frequenz proportional dem Ausgangspegel des Empfängers bei Mittenfrequenz bleibt.

Bei einem etwa der Empfindlichkeit entsprechenden Eingangssignal des modulierten Signals wird die NF-Verstärkung des Empfängers so eingestellt, daß der Maximalwert der Kurve (mit Modulation) auf der 0-dB-Linie der Bildschirmzeichnung liegt. Die Modulation wird dann abgeschaltet, so daß der Oszillograf eine Kurve anzeigt, die den Rauschpegel als Funktion der Trägerfrequenz zeigt. Da die Zuführung eines Trägers den Ausgangsrauschpegel des Empfängers reduziert, zeigt diese Kurve im Gegensatz zur ersten Kurve ein Minimum, wie es aus Bild 9b hervorgeht, wobei das Minimum dem Rauschpegel bei Mittenfrequenz entspricht. Der Signalpegel des Meßsenders ist nun so einzustellen, daß der geringste Wert der angezeigten Kurve sich auf der Bildschirmzeichnung mit demjenigen dB-Wert deckt, der dem vor-

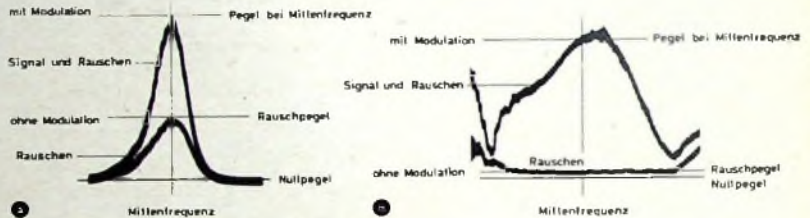


Bild 9. Oszillogramme bei Messung der Grenzempfindlichkeit (durch das Rauschen begrenzte Empfindlichkeit) an AM-Empfängern (a) und FM-Empfängern (b), jeweils mit und ohne Modulation

Ist der Trägerpegel so klein, daß die Rauschmodulation an dem linearen Teil der AM-Demodulationskennlinie zur Wirkung kommt, so bleibt der Rauschpegel konstant, vorausgesetzt, die automatische Verstärkungsregelung ist abgeschaltet. Auf diese Weise ist der Rauschpegel eine bleibende gegebene Größe. Der eingespieste Signalpegel wird so eingestellt, daß man das gewünschte Signal-Rausch-Verhältnis (mit Modulation) erreicht.

Die Verhältnisse sind bei FM-Rauschmessungen umgekehrt. Obwohl der Rauschpegel am Ausgang abnimmt, wenn der Trägerpegel die Begrenzung erreicht, bleibt der gewünschte Signalpegel am Ausgang konstant. Bei Empfindlichkeitsmessungen an FM-Empfängern wird deshalb gewöhnlich zuerst das modulierte Signal zugeführt und die Ausgangsleistung festgestellt. Die Modulation ist dann abzuschalten und der Ausgangspegel des Meßsenders so einzustellen, daß die errechnete Ausgangsrauschleistung entsteht.

Der genaue Frequenzabgleich ist für Signal-Rausch-Messungen an FM-Empfängern wichtig, da ein Teil der AM-Unterdrückung im Demodulator selbst erfolgt. Wird die Messung mit der Wobbeltechnik durchgeführt, so erübrigt sich diese Betrachtung selbstverständlich. Die Messung verläuft ähnlich wie bei einer statischen Methode. Nach genauer Einstellung auf die Nulllinie der Bildschirmzeichnung (ebenso wie bei den anderen Empfängertypen) wird ein modulierte Signal an den Empfänger gelegt, indem beispielsweise ein NF-Modulationssignal mit kleinem Pegel dem Wob-

gegebenen Signal-Rausch-Verhältnis entspricht. Die Grenzempfindlichkeit kann schließlich am Eichteiler des Meßsenders abgelesen werden.

#### 4.4 Allgemeine Betrachtungen

Obwohl sich die vorstehenden Betrachtungen hauptsächlich mit der Messung der Grenzempfindlichkeit befassen, kann man sagen, daß sich die Wobbeltechnik mit etwas Geschick auch für andere Empfänger-messungen, die infolge Frequenzdrift des Meßsenders erschwert werden, einsetzen läßt. Vieles hängt von dem zu messenden Empfänger ab, und jeder Fall muß nach seinen besonderen Gesichtspunkten behandelt werden.

##### 4.4.1 Wobbelfrequenz

Im übrigen müssen bei den genannten Messungen die allgemeinen Regeln beachtet werden, die für die Wobbeltechnik mit Oszillografenanzeige gelten. Das wichtigste ist wohl das Verhältnis von Wobbelfrequenz zu Bandbreite. Bei Messungen, bei denen es nicht auf die exakte Abbildung des Frequenzganges ankommt, besteht die Versuchung, die Wobbelfrequenz zu erhöhen und das Einschwingen der Verstärkerschaltungen des Empfängers zu vernachlässigen. Dies kann aber zu Amplitudenfehlern führen und sollte vermieden werden. Als grobe Richtlinie für die maximal zulässige Ablenkfrequenz kann gelten: Solange die höchste Frequenzkomponente der angezeigten Kurve kleiner ist als 1/100 der 3-dB-Bandbreite des Empfängers, bleibt der Einfluß vernachlässigbar.



# Teiltransistorisierter Universal-Prüfender

## Technische Daten

### Frequenzbereiche

- 1: 140 ... 290 kHz
- 2: 500 ... 1650 kHz
- 3: 410 ... 495 kHz
- 4: 1,65 ... 6 MHz
- 5: 6 ... 22,9 MHz
- 6: 87 ... 108 MHz

Ausgangsspannung an 60 Ohm:

regelbar, max. 100 ... 300 mV<sub>eff</sub>

AM-Modulation (Bereiche 1 ... 6):

4000 Hz, 1000 Hz und extern über ein-

stufigen Verstärker bis  $m = 30\%$

FM-Modulation (Bereiche 3 und 6):

50 Hz, 1000 Hz und extern über einstu-

figen oder zweistufigen Verstärker

Hub und Modulationsgrad durch Doppel-

potentiometer stetig regelbar

Netzspannung: 220 V, 50 Hz

Leistungsaufnahme: etwa 35 VA

und T5 (AC 160, AC 122) vorhanden. Das externe Modulationssignal kann für AM und FM verwendet werden. Die Spannungen des Netzteils, in dem zur Gleichrichtung Siliziumdioden verwendet werden, werden durch Zenerdioden und eine Stabilisatorröhre konstantgehalten.

## Schaltungseinzelheiten

Beide Oszillatoren schwingen in ECO-Schaltung (Bild 3) Die Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereiche des Oszillators R0 1

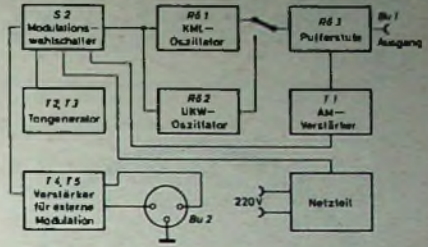


Bild 2 Blockschema des Prüfgenerators

Der teiltransistorisierte Universal-Prüfender (Bild 1) ist mit drei Röhren, fünf Transistoren, zwei Siliziumkapazitätsdioden, zwei Zenerdioden und zwei Siliziumgleichrichtern bestückt. Wie die technischen



Bild 1 Frontansicht des betriebsergänzenden Universal-Prüfenders

Daten zeigen, hat er insgesamt sechs Frequenzbereiche und erfährt damit alle beim Abgleich von Rundfunkempfängern interessierenden Bänder. Um die AM-ZF genau einstellen und ZF-Durchlaßkurven aufnehmen zu können, wurde der Bereich 410 ... 495 kHz eingefügt. Er ermöglicht eine sehr exakte Frequenzeinstellung, da er nur 85 kHz breit ist.

## Schaltungsprinzip

Wie man dem Blockbild (Bild 2) entnehmen kann, wird das KML-Signal mit der Röhre R0 1 (EF 184) und das UKW-Signal mit R0 2 (EC 92) erzeugt. Beide Signale können wahlweise an die mit der Röhre R0 3 (EF 184) bestückte Pufferstufe geschaltet werden. Ferner wird in dieser Stufe das KML-Oszillatorsignal mit dem über den AM-Verstärker (T1, AC 122) zugeführten NF-Signal amplitudenmoduliert. Der Tongenerator mit den Transistoren T2 und T3 (2 x AC 122) erzeugt das interne Modulationssignal (1000 und 4000 Hz). Es wird über den Modulationswählschalter S2 für AM dem AM-Verstärker oder das 1000-Hz-Signal für FM der UKW-Oszillatorstufe zugeführt. Bei den Bereichen 3 und 6 ist zusätzlich 50-Hz-Frequenzmodulation möglich, um das Gerät als Wobbelender mit 50 Hz Wobbelfrequenz einsetzen zu können. Die 50 Hz werden dem Netzteil entnommen.

Für externe Modulation ist ein zweistufiger Verstärker mit den Transistoren T4

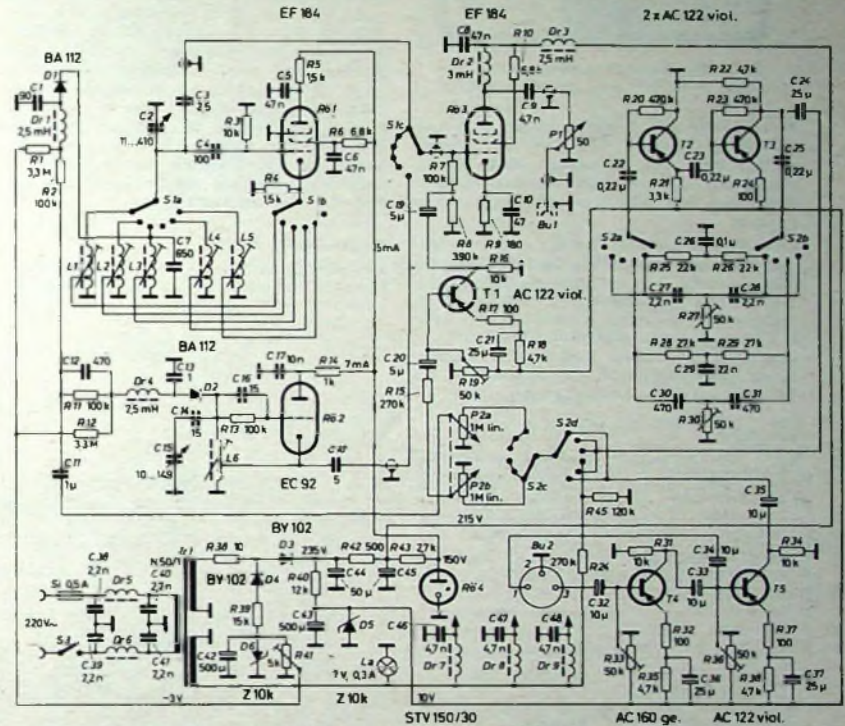


Bild 3 Gesamtschaltbild des teiltransistorisierten Universal-Prüfenders

(EF 184) werden durch S1a und S1b umgeschaltet. Um bessere Oberwellenfreiheit zu erreichen, ist der Katodenkreis mit dem 1,5-kOhm-Widerstand R4 bedampft. Die Frequenzmodulation im Bereich 3 erfolgt durch die Kapazitätsdiode D1 (BA 112), die ihre negative Vorspannung über R1 erhält. Die HF wird über C3 zum Schalter S1c ausgekoppelt, der den Eingang der Trennstufe umschaltet. Der UKW-Oszillator schwingt aus Stabilitätsgründen auch während des Betriebes der KML-Bereiche. In der UKW-Stellung des Schalters S1 führt die Röhre R0 1 dagegen nur minimalen Strom, ohne zu schwingen. Daher kühlt die Röhre dann kaum ab. Das hat den Vorteil, daß sich die Frequenzkonstanz beim Umschalten von UKW auf die KML-Bereiche nicht verschlechtert.

Bei Frequenzmodulation des UKW-Oszillators wird die NF über D7 4 und das

Preemphasisglied R11, C12 (50 µs) zugeführt. Die HF gelangt von der Katode von R0 2 über C18 zum Schalter S1c. Die Pufferstufe R0 3 verstärkt das HF-Signal. An ihrer Anode wird das verstärkte Signal abgenommen und über C9 und den HF-Spannungsteiler P1 der Buchse Bu1 zugeführt.

Der Gitterableitwiderstand von R0 3 ist aufgeteilt. Am Verbindungspunkt der Widerstände R7, R8 wird das durch T1 verstärkte Modulationssignal eingespeist. Es bewirkt hier eine Amplitudenmodulation der HF. Als Generator für die Modulationsspannung arbeiten die beiden Transistoren T2 und T3. Als frequenzbestimmende Elemente sind zwei Phasennetze für die Frequenzen 1000 Hz (R25, R26, R27, C26, C27, C28) und 4000 Hz (R28, R29, R30, C29, C30, C31) eingebaut. Eine Feineinstellung der Frequenzen ist mit R27 und R30 möglich. Die



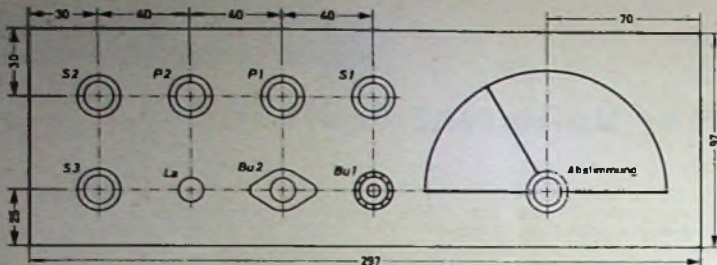


Bild 4. Einzelteilanordnung an der Frontplatte



Bild 5. Die übersichtliche Skala hat für jeden der sechs Bereiche eine gesonderte Teilung

Phasennetzwerke werden durch S2a und S2b umgeschaltet. S2c und S2d sorgen dafür, daß das jeweilige Modulations-signal bei AM zum Modulationsgradregler P2b und bei FM zum Hubregler P2a gelangt.

Der Verstärker T4, T5 für externe Modulation ist zweistufig ausgelegt. Es genügen daher für den geforderten Modulationsgrad verhältnismäßig niedrige Spannungen. Bei höheren Eingangsspannungen kommt man mit nur einer Modulationsstufe aus. In diesem Falle ist die Modulationsspannung statt am Kontakt 3 am Kontakt 1 von Bu 2 einzuspeisen.

Der Netzteil arbeitet weitgehend mit Siliziumhalbleitern, um kleine Abmessungen und hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten. Die Betriebsspannung für die Oszillatortröhren R01 und R02 (150 V) ist durch R04 stabilisiert. Die beiden Zenerdioden D5 und D6 halten die Vorspannung für die Kapazitätsdioden D1, D2 und die Betriebsspannung für die Transistoren konstant. Die Heizleitungen zu den Röhren sind mit Ferritperlen (Dr 7, Dr 8, Dr 9) und Abblockkondensatoren (C 46, C 47, C 48) verdröselt. Dadurch vermeidet man unerwünschte Kopplungen zwischen den einzelnen Stufen. Die Netzspannungszuführung ist ebenfalls verdröselt, um eine unerwünschte Abstrahlung der HF über das Netz zu unterbinden.

#### Mechanischer Aufbau

Das Gerät wurde in ein handelsübliches Leistner-Gehäuse (Nr. „77 bs“) eingebaut.

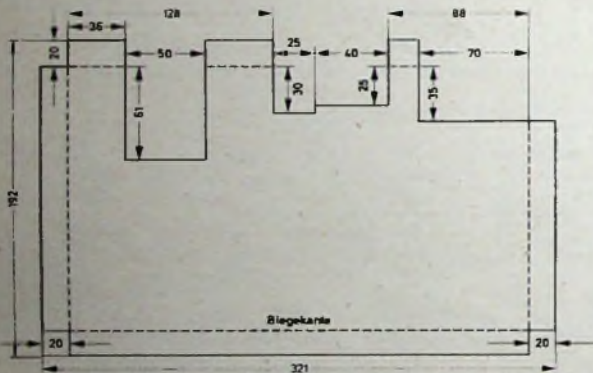


Bild 6. Maßskizze des Chassis

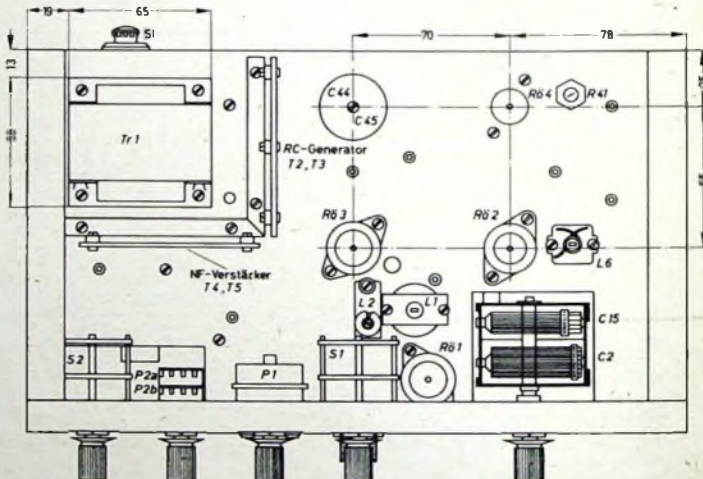


Bild 7. Skizze der Einzelteilanordnung auf dem Chassis

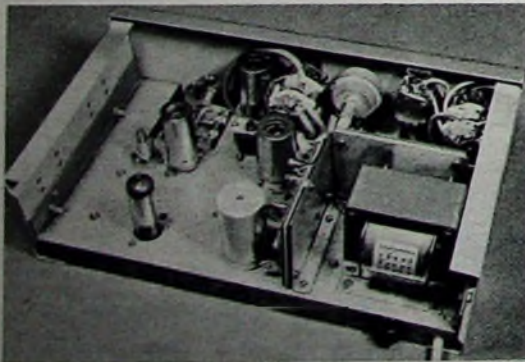


Bild 8. Chassisansicht von rückwärts mit dem Netzteil (rechts), den beiden vertikal montierten Transistor-Bausteinen und den beiden Oszillatortröhren in der Nähe des Drehkondensators; im Vordergrund links die Stabilisatortröhre R04

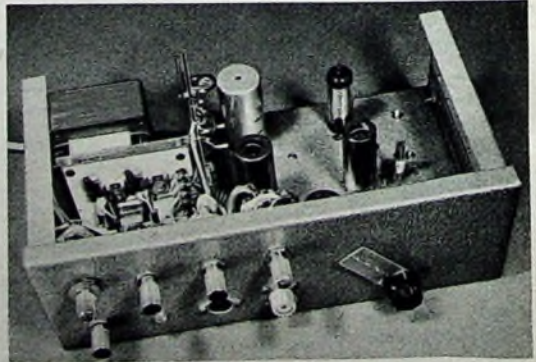


Bild 9. Blick auf das Chassis und die Frontplatte

Alle Bedienungselemente und Buchsen konnten auf der linken Seite der Frontplatte untergebracht werden, rechts fand die übersichtliche Skala Platz (Bilder 4 und 5). Das Chassis für das Gerät muß selbst angefertigt werden. Die genauen Maße gehen aus Bild 6 hervor. Die Bilder 7, 8, 9 zeigen die Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis.

Aus Stabilitätsgründen wurden vielfach keramische Lötleisten und Lötstützpunkte verwendet, soweit nicht Röhrenfassungen oder ähnliche bereits vorhandene Stützpunkte benutzt werden konnten (Bild 10).

Der Transistor-Tongenerator, der Vorverstärker und der AM-Verstärker sind auf Resopalbretchen in Faustform aufgebaut. Der Tongenerator und der Vorverstärker werden oberhalb des Chassis vertikal an einem L-förmigen Winkel aus 1,5 mm dickem Stahlblech (Bild 11) montiert. Der AM-Verstärker ist unter dem Chassis an geeigneter Stelle befestigt. Die Anschlüsse der Bauelemente für die Bausteine werden durch entsprechende Bohrungen in den Resopalplatten geführt und unten in der Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet. Alle Verdrahtungen sind kreuzungsfrei möglich.

Die HF-Ausgangsbuchse Bu 1 hat an ihrer Rückseite eine Abschirmkappe, an die man die Abschirmung des Koaxialkabels, das zum HF-Spannungsteiler führt, anlötet. Durch die Öffnung der Kappe wird die Seele des Kabels bis zum Lötanschluß an der Buchse geführt. Bei den Lötverbindungen am HF-Spannungsteiler verfährt



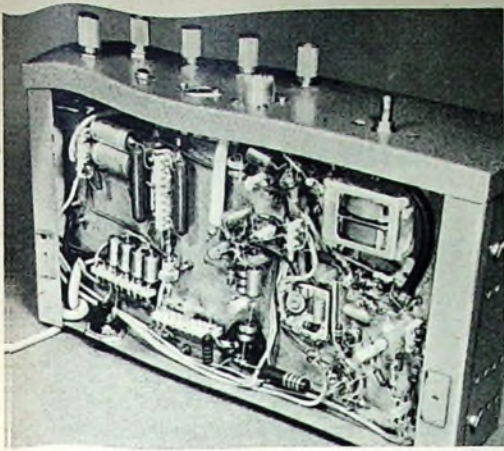


Bild 10. Verdrahtungsansicht von unten

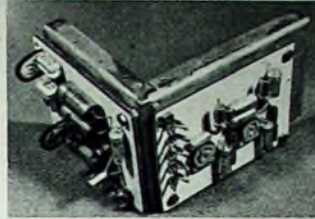


Bild 11. Ansicht des RC-Generators (links) und des externen Vorverstärkers

man genauso. Die Abschirmung des Kabels wird an die Außenseite des Anschlußrohres gelötet und die Seele bis zum Lötanschluß durchgezogen.

### Selbstbau der Spulen

Die Wickeldaten der Spulen sind in Tab. I zusammengestellt. L1 wickelt man auf einen Schalenkern „N 23/17 FM“ mit Spulenkörper „Sp 23/3“. Dieser Körper hat drei Kammern, so daß in jede Kammer 100 Wdg. kommen. Die Spule L2 wird auf einen Dreikammerkörper „Sp 18/3“ gewickelt. Diesen Körper steckt man dann auf den Spulenkörper „B 6/75-161“, dessen Länge auf etwa 15 mm verkürzt wurde. Zum Abgleich dient ein Kern „GW 6/13 x 0,75 FK III g“.

Die Spulen L3, L4 und L5 haben Stiefelkörper „B 5/25“. Bei L3 ist die Wicklung zweilagig auszuführen, für L4 und L5 genügt eine Lage. Als Kern eignet sich der Typ „GW 5/13 x 0,75 FC I“.

Die Spule L6 ist auf einen Spulenkörper „B 5-896“ zu wickeln, der in einer Sockelplatte „P 1/18/18-680“ gehalten wird. Die Spulenschlüsse führen an Lötösen, die in die Sockelplatte gesteckt werden. Als Kern für L6 ist der Typ „GW 5/13 x 0,75 FCFU V“ zu benutzen. Bild 12 zeigt Konstruktionsskizzen der Spulen.

Die Anordnung von L1, L2 und L6 auf dem Chassis kann man Bild 7 entnehmen. L3, L4 und L5 werden gemeinsam auf ein Resopalbrettchen gesetzt, das man mit einem Metallwinkel mit 10-mm-Bohrung an der Achse des Wellenschalters S1 festschraubt. Es empfiehlt sich, die Anschlüsse von L3, L4 und L5 vor dem Einbau am Bereichschalter S1d, S1b anzulöten.

### Inbetriebnahme und Abgleich

Nach der Verdrahtungskontrolle und dem ersten Einschalten sind zunächst alle Betriebsspannungen zu messen. Sie müssen

etwa den im Schaltbild angegebenen Werten entsprechen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schleifer der Arbeitspunktregler der Transistoren an dem auf positiven Potential liegenden Ende der Widerstandsbahn stehen, damit die Transistoren nicht überlastet werden. Anschließend kontrolliert man mit einem HF-Millivoltmeter, das an die Ausgangsbuchse angeschlossen wird, die Ausgangsspannungen in den einzelnen Wellenbereichen. Sie müssen zwischen 100 und 300 mV<sub>eff</sub> liegen. Wenn auf einem Wellenbereich kein Signal zu messen ist, muß man die Leitungen kontrollieren, die zum Umschalter S1 führen.

Mit einem genau geeichten Allwellenempfänger sind dann die verschiedenen Bereiche auf ihre Anfangs- und Endfrequenzen einzustellen. Diese Arbeiten nimmt man bei unmoduliertem Träger vor.

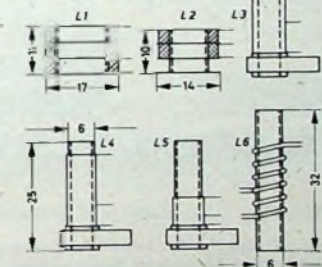
Nun ist der Modulationsschalter auf „FM extern“ zu stellen und der Wellenbereichschalter S1 auf UKW. Dann schließt man an Bu 2, Kontakt 3, einen Tongenerator an und regelt die Basisspannungsteiler R33 und R36 der Transistoren T4 und T5 auf maximale Verstärkung ein. Anschließend

stellt man den Modulationsschalter S2 auf „AM extern“ und S1 auf einen AM-Bereich. Jetzt wird der Basisspannungsteiler R19 des Transistors T1 ebenfalls auf maximale Verstärkung eingestellt. Danach werden durch oszillografischen Vergleich mit einem Tongenerator die Phasennetzwerke im eingebauten Tongenerator mit R27 und R30 auf 1000 und 4000 Hz abgeglichen.

### Einzelteilliste

- Netztransformator „N 50/1“ (Engel)
  - keramische Kondensatoren „NF 0“, 250 V (Telefunken-NSF)
  - Rollkondensatoren „Tropfrol F“, 400 V (Wima)
  - Niedervoltelektrolytkondensatoren, 15 V (Wima)
  - Hochvoltelektrolytkondensatoren, 350/385 V (Telefunken-NSF)
  - Widerstände, 0,5 W (Dralowid)
  - Widerstände, 8 W (R 39, R 40) (Dralowid)
  - Widerstand, 1 W (R 42) (Dralowid)
  - Widerstand, 2 W (R 43) (Dralowid)
  - Einstellregler „64 Tr“ (R 19, R 33, R 36) (Dralowid)
  - Einstellregler „64 Tr-P“ (R 27, R 30) (Dralowid)
  - Einstellregler „54 ZP“ (R 41) (Dralowid)
  - Tandem-Potentiometer „1-4870“, 2 x 1 MOhm lin. (Preh)
  - HF-Spannungsteiler „1-4955“ (Preh)
  - Kleinstufenschalter „636“ mit 2 Ebenen und 2 x 6 Kontakten (S 1, S 2) (SEL)
  - Schalter „200“ (S 3) (Marquardt)
  - Sicherungselement mit Sicherung (Wickmann)
  - Drehknöpfe „490 6“ (Mozar)
  - Feintrieb, 6 : 1, Typ „Norma, Nr. 115-1“ (Mozar)
  - HF-Buchse „SO 238“ mit Abschirmkappe „HD 07“ (Haerberlein)
  - Buchse „Mah 5 s“ (Hirschmann)
  - Röhrenfassungen mit Abschirmhauben und -kragen (Preh)
  - Lötstützpunkte (Klar & Beilschmidt)
  - Drosseln, 2,5 mH (Dr 1, Dr 3, Dr 4), 3 mH (Dr 2) (Jahre)
  - Drosseln „VK 200 20“ (Dr 5 ... Dr 8) (Valvo)
  - Glöhlampe, 7 V, 0,3 A (Pertrix)
  - Drehkondensator „360 K“ (Telefunken-NSF)
  - Schalenkern „N 23/17 FM“ mit Spulenkörper „Sp 23/3“ (Vogt)
  - Spulenkörper „B 5/75“ (Vogt)
  - Spulenkörper „B 6/75-161“ mit Kammerkörper „Sp 18/3“ (Vogt)
  - Spulenkörper „B 5-896“ (Vogt)
  - Spulenkern „GW 5/13 x 0,75 FC I“ (Vogt)
  - Spulenkern „GW 5/13 x 0,75 FCFU V“ (Vogt)
  - Spulenkern „GW 6/13 x 0,75 FK III g“ (Vogt)
  - Stahlblechgehäuse „71 bs“ (Leistner)
  - Röhren 2 x EF 184, EC 92, STV 150/30 (Telefunken)
  - Transistoren 4 x AC 122 viol., AC 160 ge (Telefunken)
  - Kapazitätsdioden 2 x BA 112 (Intermetall)
  - Zenerdioden 1 x Z 10 k (Intermetall)
  - Stützgleichrichter 3 x BY 102 (Intermetall)
- Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Bild 12. Konstruktions-skizzen für den Spulenbau



Tab. I. Wickeldaten der Spulen

Spule	Frequenzbereich	Windungszahl	Anzapfung bei Wdg.	Draht	Induktivität	Wickelkörper, Kern
L1	140 ... 250 kHz	300	80	0,2 mm CuL	5,9 mH	Schalenkern „N 23/17 FM“ mit Spulenkörper „Sp 23/3“ (Vogt)
L2	500 ... 1650 kHz	140	36	0,2 mm CuL	336 µH	Kammerkörper „Sp 18/13“ und „B 6/75-161“, Kern „GW 6/13 x 0,75 FK III g“ (Vogt)
L3	410 ... 495 kHz	182	40	0,2 mm CuL	140 µH	jeweils Stiefelkörper
L4	1,85 ... 8 MHz	76	20	0,2 mm CuL	23 µH	„B 5/25“, Kern
L5	0 ... 22,9 MHz	12	3	0,4 mm CuL	1,2 µH	„GW 5/13 x 0,75 FC I“ (Vogt)
L6	87 ... 108 MHz	5,5	2	1 mm CuAg		Wickelkörper „B 5-896“, Kern „GW 5/13 x 0,75 FCFU V“, Sockelplatte „P 1/18/18-680“ (Vogt)



# Moderne Amateurfunkanlage aus Japan

Seit Jahren sind in Deutschland Reise-super, Taschenempfänger und verschiedene andere Erzeugnisse der japanischen elektronischen Industrie erhältlich. Neuerdings kommen auch japanische Amateurfunkgeräte in moderner Technik auf den Markt, deren besonderes Merkmal niedrige Preise sind. Eine aus SSB-Sender und SSB-Super bestehende Amateurfunkanlage (Bild 1), wie sie von der Firma Star Co. Ltd., Tokio, hergestellt und von W. Conrad, Hirschau, in Deutschland vertrieben wird, ist betriebsfertig für knapp 3000 DM zu haben.

## SSB-Sender „ST 700“

Mit dem neuen Star-SSB-Sender sind die Betriebsarten SSB, CW und auch AM möglich. Bei SSB ist der Input 180 W PEP (Output 100 W PEP), bei CW (A-1-Telegrafie) gleichfalls 180 W PEP (Output 100 W PEP) und bei AM rund 70 W (Output etwa 20 W). In sieben Bereichen werden das 10-, 15-, 20-, 40- und 80-m-Band erlaubt. Bemerkenswert sind der sehr stabile VFO und der mit mechanischem Filter bestückte Exciterteil. In Verbindung mit dem später beschriebenen SSB-Super „SR 700 A“ ist auf einfache Weise (Tastendruck) Transceive-Betrieb möglich.

Die Frequenzabweichung des SSB-Senders ist nach der Einbrennzeit  $\pm 100$  Hz. Auch bei Netzspannungsschwankungen von  $\pm 10$  % liegt die Frequenzabweichung bei  $\pm 100$  Hz. Die Unterdrückung des unerwünschten Seitenbandes wird mit  $-50$  dB angegeben. Weitere wichtige Daten sind NF-Frequenzgang (400...2700 Hz) und Ausgangsimpedanz des Pi-Filters (50...150 Ohm). Der Netzteil läßt sich primärseitig auf 100, 115 und 220 V (50/60 Hz) umschalten und hat eine Leistungsaufnahme von ungefähr 285 VA.

Entsprechend der Blockschaltung (Bild 2), arbeitet der SSB-Sender mit dreifacher Mischung. Der zweistufige Mikrofonverstärker mit R61 ist eingangsseitig hochohmig ausgelegt. Auf den Pentoden-Vorverstärker folgt eine Trioden-Katodenfolgerstufe als Impedanzwandler zwischen Pentode und Balancemodulator, in dem das DSB-Signal aufbereitet wird. Ferner liegt zwischen Balancemodulator und erster Mischstufe ein mechanisches Filter (455 kHz) zum Unterdrücken des Seitenbandes. In der ersten Mischstufe mit R63 wird das SSB-Signal mit dem Signal des Seitenband-Oszillators (R64) gemischt. Nach Verstärkung der ersten ZF (2,95 MHz) entsteht am Ausgang der zweiten Mischstufe mit R66 durch Mischen mit dem VFO-Signal (R67) die zweite ZF (8,8...8,0 MHz). Schließlich entsteht in der dritten Mischstufe mit R68a durch Mischen des SSB-Signals (8,8...8,0 MHz) mit den verschiedenen Signalen des Quarzoszillators (R68b) die jeweilige Ausgangsfrequenz der zahlreichen Amateurbänder. Bild 3 zeigt die Gesamtansicht des Senderchassis.

Auf die dritte Mischstufe folgt die Treiber-röhre R69, die ausgangsseitig etwa 1 W liefert und den Endverstärker mit den zwei parallel geschalteten Röhren 2B46 (R610, R611) aussteuert. Den mechanischen Aufbau der Sender-Endstufe, die in einem gesonderten Abschirmkäfig unter-

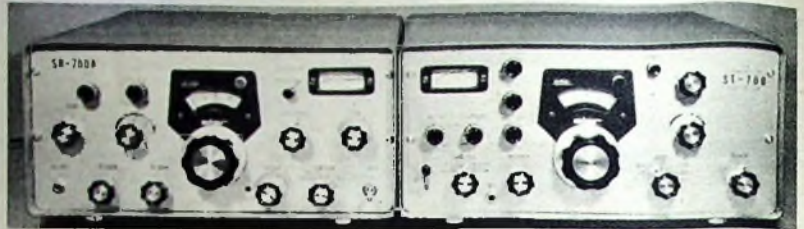


Bild 1. Gesamtansicht der Star-Amateurfunkstation (links SSB-Super „SR 700 A“, rechts SSB-Sender „ST 700“)

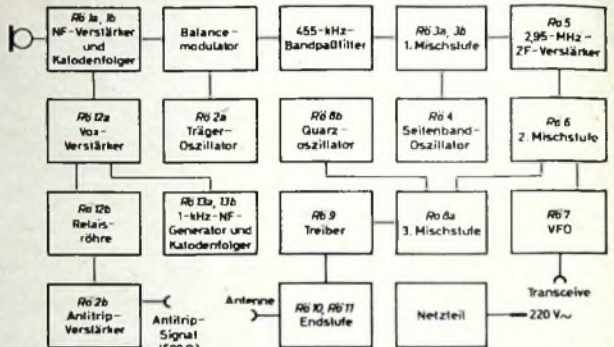


Bild 2. Blockschaltung des SSB-Senders

Bild 3 (unten). Chassisansicht des Senders mit Endstufe im Abschirmkäfig (vorn links) und Netzteil (rechts daneben).

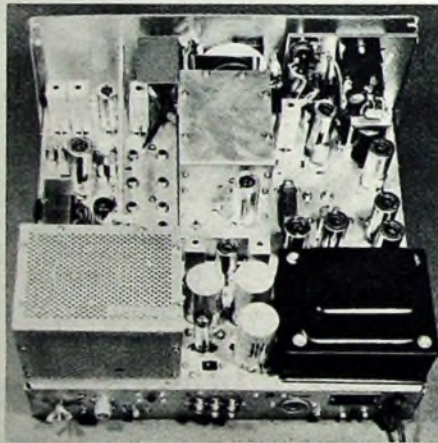
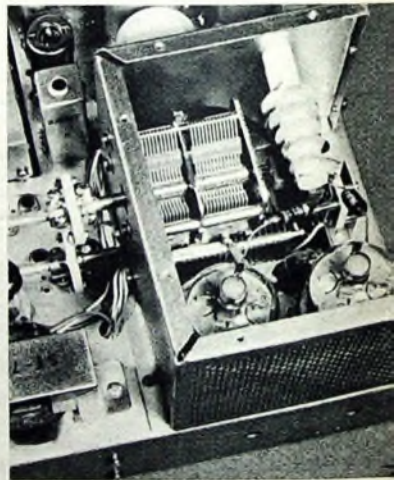


Bild 4. Blick in die Sender-Endstufe

gebracht ist, zeigt Bild 4. An die Anodenseite ist über 1 nF das in Sender-Endstufen vielfach übliche Pi-Filter angeschlossen. Es läßt sich auf die einzelnen Amateurbänder umschalten. Im Teilschaltbild der Sender-Endstufe (Bild 5) ist auch das mit 1 nF überbrückte Meßinstrument des Senders eingezeichnet. Je nach Schaltstellung des Meßgeräteschalters können Gitter-, Katodenstrom oder relativer Output angezeigt werden.

Mit stabilisierter Anodenspannung arbeitet der Träger-Oszillator (R62a), dessen Anodenkreis auf die quarzkontrollierte Frequenz (453,3 kHz) abgestimmt ist. Die erzeugte Trägerfrequenz kann für AM- und CW-Betrieb direkt an die Sekundärseite des mechanischen Filters geschaltet werden.

Als moderner SSB-Sender verfügt der „ST 700“ über Vox-Steuerung, so daß keine Sende-Empfangs-Umschaltung notwendig ist, wenn PTT nicht verwendet werden soll. Für die Vox-Steuerung führt man das Mikrofonsignal dem Vox-Verstärker R612a zu und danach einem Siliziumgleichrichter. Die entstehende positive Gleichspannung steuert die Relaischalt-röhre R612b auf, negative Spannung am Gitter sperrt die Röhre (Empfang). Ist die positive Spannung größer als die negative Gitterspannung, dann wird auf Senden geschaltet. An das Steuergitter der Relaischalt-röhre R612b gelangt auch das zu einer negativen Spannung gleichgerichtete NF-Signal des Empfängers. Wenn die positive Steuer Spannung aus dem Vox-Verstärker infolge des Mikrofonsignals an-





Mit dem Pfeil, dem Bogen...  
neue Käufer  
angezogen!



Graetz liefert Ihnen mit der Kollektion von 4 Transistorgeräten den unten abgebildeten **Deko-Aufsteller** (natürlich ohne die reizende Dame, versteht sich). Und Sie gewinnen damit einen attraktiven Blickfang fürs Geschäft und

beste Aussichten für einen guten Umsatz in der neuen Transistorgeräte-Saison.

Übrigens: Pfeile, Bogen und Schießscheibe sind „echt“ und später wirklich zum Schießen zu gebrauchen.

Falls Sie wider Erwarten noch nicht über die „Pfeil- und Bogen-Aktion“ informiert sind, dann schreiben Sie bitte schnell an:

Graetz Vertriebsgesellschaft mbH, 7530 Pforzheim, Östliche Karl-Friedrich-Straße 132, oder rufen Sie uns an: 3021



Begriff  
des  
Vertrauens

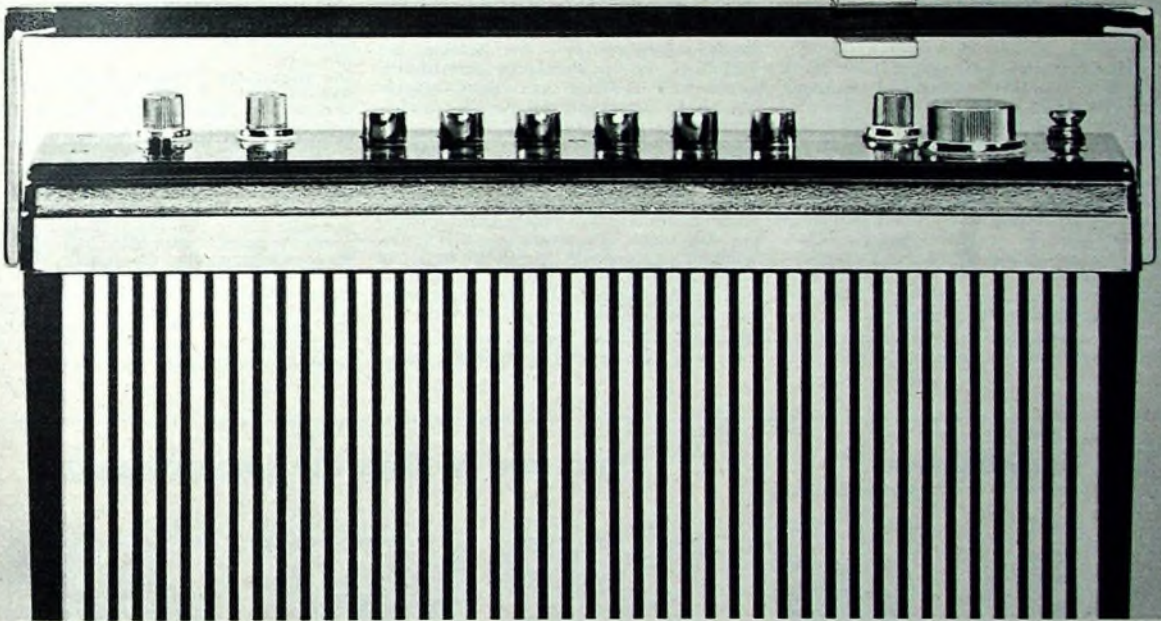








**BLAUPUNKT  
Derby de luxe  
Festpreis  
DM 265,-**



Der Blaupunkt Derby de luxe ist preisgebunden. Das ist ein Vorteil für Sie. Sie verkaufen Ihren Kunden ein hervorragendes Gerät. Hervorragend in Technik und Form. Eben einen Blaupunkt.



**BLAUPUNKT**

Mitglied des Bosch-Firmenverbandes



die Zusatzbereiche zwischen Gitter und Anode. Für 20, 15 und 10 m sind Obertonquarze eingesetzt, die zwischen Anode und Katode schwingen.

In multiplikativer Mischschaltung arbeitet die zweite Mischstufe mit R6.3. Am Eingangskreis wird das Signal des ersten Mixers eingekoppelt und im Katodenkreis das VFO-Signal (R6.4). Es gelangt ferner über den Katodenfolger mit R6.4b an die Ausgangsbuchse B2 zum Steuern des Senders bei Transceiver-Betrieb. Die zweite ZF von 1650 kHz ist über ein vierkreisiges Bandfilter an das Steuergitter der dritten Mischstufe mit R6.5a gekoppelt. Im Katodenkreis dieser Röhre wird das

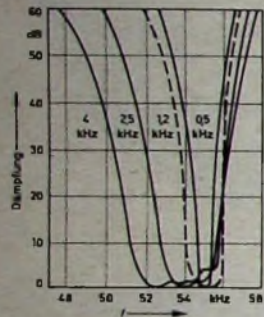


Bild 9 Durchlaßkurven des Bandpassfilters

Signal des Seitenbandoszillators mit R6.5b und den quarzkontrollierten Frequenzen 1705 kHz (USB) sowie 1595 kHz (LSB) eingespeist. Die dritte ZF von 55 kHz gelangt über ein vierkreisiges, für die Bandbreiten 0,5, 1,2, 2,5 und 4 kHz kapazitiv umschaltbares Bandpassfilter, dessen Durchlaßkurven Bild 9 zeigt, an das T-Notchfilter zum Unterdrücken einer etwaigen Störfrequenz. In der nachfolgenden Schaltung des zweistufigen 55-kHz-ZF-Verstärkers (R6.6, R6.7) ist auch das zwischen dem Schirmgitter von R6.6 und der Katode von R6.7 liegende S-Meter angeordnet.

Der Produkt-Detektor arbeitet mit einer Triode (R6.8b). Aus dem ZF- und dem

BFO-Signal entsteht hier für SSB- und CW-Empfang die NF, während für AM ein Diodengleichrichter vorhanden ist. Die BFO-Frequenz kann fein abgestimmt werden. Der Störbegrenzer mit R6.9 (Diododiode) liegt vor dem zweistufigen NF-Verstärker, dessen Ausgangsübertrager sekundärseitig eine Gegenkopplungsspannung und die Antitrip-Spannung liefert.

Wie das Blockschaltbild zeigt, gelangt das HF-Signal des 100-kHz-Eichgenerators an den Empfängereingang. Durch die Halbleiterdiode 1N344 wird die HF verzerrt. Es entstehen ausreichend starke Oberwellen, so daß man auch auf den 10-m-Teilbändern noch einwandfreie Eichmarken erhält.

An die Schwundregelautomatik sind HF-Verstärker, erste Mischstufe und der zweistufige 55-kHz-ZF-Verstärker angeschlossen. Die Zeitkonstante der Regelspannung kann auf zwei verschiedene Werte umgeschaltet werden. Bei der hohen Gesamtverstärkung des Empfängers erzeugen auch schon kleine Eingangssignale Regelspannungen. Für den HF-Verstärker und die erste Mischstufe arbeitet die Regelautomatik verzögert.

#### Beurteilung

Über einen längeren Zeitraum konnten mit der Gesamtanlage ausreichende Betriebserfahrungen gesammelt werden. Die Bedienungsknöpfe sind bei Sender und Empfänger an der Frontseite übersichtlich angeordnet. S-Meter und umschaltbares Mehrzweckinstrument im Sender ermöglichen eine gute Ablesung. Beim Sender sind die Regelknöpfe der Vox-Steuerung (Vox gain, Delay, Antitrip) von der Frontseite aus zu bedienen. Beide Geräte haben einen einwandfrei funktionierenden Abstimmmechanismus mit einem leicht und genau laufenden Zahnradgetriebe. Die durchlaufende Skala erfährt jeweils 100 kHz. Die vollen 100 kHz lassen sich in einem kleinen Fenster links seitlich der Skala ablesen; die Ablesegenauigkeit ist 0,5 kHz.

Beim Aufstellen der Station ist es vorteilhaft, daß Sender und Empfänger einge-

baute Netzteile haben und die Gehäuse gleich groß sind (385 mm X 185 mm X 370 mm).

Die Anlage bewährte sich beim Funkbetrieb auf allen Bändern. Bemerkenswert waren die guten Lautstärken bei DX-Betrieb mit anderen Kontinenten, besonders auf 15 und 10 m. Bei Telefonie ist die Sprache klar verständlich, bei Telegrafie war die Tonqualität optimal (T9x). Zusammenfassend kann gesagt werden, daß diese Anlage dem Käufer einen hohen Gegenwert für den aufgewandten Betrag bietet.

Werner W. Diefenbach

## KW-Kurznachrichten

### Kurzfristige Amateurfunklizenzen für Ausländer

Die Verhandlungen zwischen dem Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und dem Deutschen Amateur-Radio-Club (DARC) über Ausländer-Lizenzen sind erfolgreich abgeschlossen. Damit hat die Post nicht nur erneut ihre Aufgeschlossenheit für den Amateurfunk gezeigt, sondern auch ganz deutlich erkennen lassen, welche ein hohes Vertrauen sie dem DARC entgegenbringt. Der Club hat nämlich die Bürgschaft für die ausländischen Amateure übernommen und gleichzeitig die neue Stelle „DARC, International Affairs, Mühlenweg 27, 5601 Dönberg“ eingerichtet, bei der Anträge einzureichen sind.

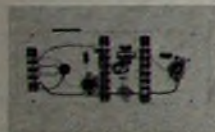
Die wichtigsten Voraussetzungen und Bedingungen lauten: Zwischen dem Heimatland des Antragstellers und unserer Fernmeldeverwaltung muß ein Gegenseitigkeitsabkommen über den Amateurfunk bestehen. Der Antragsteller muß eine Lizenz seines Heimatlandes besitzen. Die deutsche Genehmigung ist auf drei Monate befristet, Bearbeitungs- und Lizenzgebühr betragen zusammen 14,- DM. Der ausländische Amateur muß die hier gültigen Funkverkehrsregeln einhalten, und die Post behält sich auch das Recht vor, Anträge ohne Angabe von Gründen abzulehnen. Als Rufzeichen verwenden Ausländer ihr eigenes, an das sie hinter einem Schrägstrich den deutschen Landeskenner anfügen, zum Beispiel G 3 ABC/DL.

## „Der Funkbastler“

Ein Katalog mit Bauelementen...

KW-Empfänger

## Prüf- und Meßgeräte selbstgebaut



6W HiFi-Chassis, Bauz. DM 29,50  
Er enthält: Viele Bauelemente, 50 Schaltungen über 20 Bauelemente m. Folien, Platinen u. Bohrschablonen leichter Nachbau für Stereo-, HiFi- u. Mischverstärker, KW- u. UKW-Coverter, KW-Empf., Sublimier-Converter, Netzteil, Amateurfunk, Prüf- u. Meßgeräte. Das Materialangebot enthält: Röhren, Trans., Kondens., Widerst., Druck- u. Rasterplatten, Chassis, Gehäuse, Trafo, Drehkno. Poti usw. Schaltungsdiagramme: DM 5,- voraus, DM 7,10 bei 100 (menschl. Porto).



11 Bereiche für: See-, Schiff- u. Küstenfunk, Amateurländer 160-10 m, mehrere Rundfunkbereiche. Nur hervorragende Empfangsleistung auch bei SSB u. Telegrafie. Hohe Empfindlichkeit bei hoher Antenne durch regelbare HF-Vorstufe. Eingebaute Feintrieb 1:56, Betriebsspannung: 250 V ~ / 6,3. Bauz. nur DM 59,-. Bauplan im „FUNKBASTLER“



#### Signalverfolger

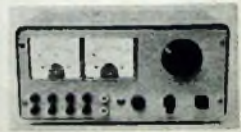
„Bauelement-normalien“ heißt das monatlich erscheinende Bauelement m. je 3 genauer Bauelementen für universell einsetzbare Meß- und Prüfgeräte. Das Jahresprogramm 1967 umfaßt u.a.:

- Signalverfolger
- reg. R6. Netzteil
- reg. Tr. Netzteil
- Eichmarkengenerator
- Rauschgenerator
- Röhrenvoltmeter
- Trans. Voltmeter
- Sinusgenerator



#### 3flach Trans. Netzteil

- Rechteckgenerator
- Sägezahn-generator
- UHF-Frequenzmesser
- HF-Frequenzmesser
- NF-Frequenzmesser
- Feldstärke-messer
- Breitband-Meßverst.
- HF-Leistungsmesser



#### reg. Röhren-Netzteil

- Misch-Wobbelsender 0-30 MHz mit 1 MHz breiten Bereichen
- KW-Meßsender von 1-30 MHz
- Widerstands-Dekaden 1% genau
- Kondensator-Dekaden
- Eichspannungsquelle
- UHF-Grid-Dipper
- Gitterspannungsquelle

Heft 1 erscheint am 15. Jan. u. enthält die abgebildeten Geräte. Einzelpreis: DM 4,50, bei Jahresabonnement DM 3,50/Monat + Porto.

Lothar Sabrowsky, Funktechnik-Elektronik, 8453 Vilaack, Postfach, PSchA Nürnberg, KtoNr. 6166



# Leistungsfähiger Klangregler für kleine Rundfunkempfänger

(Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 [1967] Nr. 1, S. 28)

## 2.3.2. Berechnung von $C_1$

Bei Vernachlässigung der Gegenkopplung und bei voller Baßanhebung vereinfacht sich die Schaltung nach Bild 2 zur Schaltung nach Bild 3. Die Schaltung wirkt wie alle derartigen Schaltungen als frequenzabhängiger Spannungsteiler, für den  $\left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \left| \frac{\mathfrak{R}_b}{\mathfrak{R}_1} \right|$

gilt.  $C_1$  ist so zu wählen, daß sich die gewünschte Anhebung von +3 dB bei etwa 800 Hz (gegenüber der Grunddämpfung von

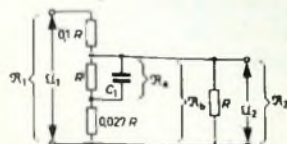


Bild 3 Vereinfachte Schaltung bei Vernachlässigung der Gegenkopplung und bei voller Baßanhebung

— 13,5 dB bei sehr hohen Frequenzen) und von +9 dB bei etwa 250 Hz ergibt. Um den Rechnungsgang übersichtlicher zu gestalten, wurden

$$\mathfrak{R}_a = R \parallel C_1 \quad \text{und} \quad \mathfrak{R}_b = 0,027 R + \mathfrak{R}_c$$

eingeführt. Damit wird

$$\mathfrak{R}_1 = 0,1 R + \mathfrak{R}_a \quad \text{und} \quad \mathfrak{R}_2 = R \parallel \mathfrak{R}_b$$

Die Parallelschaltung von  $R$  und  $C_1$  ergibt nach der Grundformel

$$\mathfrak{R}_{\text{ges}} = \frac{\mathfrak{R}' \cdot \mathfrak{R}''}{\mathfrak{R}' + \mathfrak{R}''}$$

$$\mathfrak{R}_a = \frac{R}{j\omega C_1 \left( \frac{1}{j\omega C_1} + R \right)} = \frac{R}{1 + j\omega C_1 R}$$

$\mathfrak{R}_b$  ist mit  $0,027 R$  in Reihe geschaltet:

$$\mathfrak{R}_b = 0,027 R + \frac{R}{1 + j\omega C_1 R}$$

Um die Addition durchführen zu können, muß man den Summanden  $0,027 R$  mit  $1 + j\omega C_1 R$  erweitern. Damit erhält man

$$\mathfrak{R}_b = \frac{0,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2 + R}{1 + j\omega C_1 R} = \frac{1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}{1 + j\omega C_1 R}$$

$\mathfrak{R}_b$  zu  $R$  parallel geschaltet, ergibt

$$\mathfrak{R}_2 = \frac{(1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2) R}{1 + j\omega C_1 R \left( R + \frac{1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}{1 + j\omega C_1 R} \right)}$$

$$= \frac{1,027 R^2 + j\omega C_1 0,027 R^3}{R + j\omega C_1 R^2 + 1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}$$

Ordnet man die Glieder und kürzt  $R$  in Zähler und Nenner, so wird

$$\mathfrak{R}_2 = \frac{1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}{2,027 + j\omega C_1 1,027 R}$$

Für den Eingangswiderstand  $\mathfrak{R}_1$  gilt

$$\mathfrak{R}_1 = 0,1 R + \mathfrak{R}_a = \frac{0,2027 R + j\omega C_1 0,1027 R^2 + 1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}{2,027 + j\omega C_1 1,027 R}$$

$$\approx \frac{1,23 R + j\omega C_1 0,13 R^2}{2,027 + j\omega C_1 1,027 R}$$

Damit wird

$$\frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} = \frac{1,027 R + j\omega C_1 0,027 R^2}{1,23 R + j\omega C_1 0,13 R^2} = \frac{1,027 + j\omega C_1 0,027 R}{1,23 + j\omega C_1 0,13 R}$$

Wie Gl. (3) zeigte, tritt bei der Berechnung des Betrages  $|z|$  einer komplexen Zahl ein Wurzelausdruck auf. Um die Rechnung zu erleichtern, ist es oft günstiger, nicht mit dem Betrag (also mit der Wurzel), sondern mit dem Quadrat des Betrages ( $|z|^2$ ), das die Wurzel nicht mehr enthält, weiterzurechnen. Hier erhält man dann

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|^2 = \frac{1,06 + 7,3 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2}{1,51 + 169 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2}$$

Da die Grunddämpfung bei hohen Frequenzen  $\frac{0,027}{0,127} = 0,213$  ist,

folgt für den Pegel +3 dB, der einer Spannungserhöhung um den Faktor  $\sqrt{2}$  entspricht,

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right| = 0,213 \sqrt{2} = 0,301$$

und

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|^2 = 0,0906$$

Die Bestimmungsgleichung ergibt sich damit zu

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|^2 = 0,0906 \left| \frac{\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{R}_1} \right|^2$$

$$1,06 + 7,3 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2 = 1,51 \cdot 0,0906 + 169 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0906 \omega^2 C_1^2 R^2$$

$$1,06 + 7,3 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2 = 0,137 + 15,3 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2$$

$$8 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2 = 0,923$$

$$\omega C_1 R = 10^3 \sqrt{\frac{0,923}{8}} = 34$$

Die Schaltung unbelastet berechnet, so erhält man  $(\omega C_1 R)_{\text{unbelastet}} = 35,9$ .

Im Mustergerät war  $R = 1 \text{ MOhm}$ . Damit folgt für die 3-dB-Anhebung bei 800 Hz

$$C_1 = \frac{34}{2 \pi 800 \cdot 10^6} = 6,76 \text{ nF}$$

Gewählt wird der Normwert 6,8 nF.

Jetzt muß noch untersucht werden, bei welcher Frequenz  $f_{+9 \text{ dB}}$  die Anhebung von +9 dB auftritt. Dafür gilt

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|_{+9 \text{ dB}} = \frac{0,027}{0,127} \sqrt{2} \cdot 2 = 0,602$$

Aus

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|_{+9 \text{ dB}}^2 = 0,362$$

folgt

$$1,06 + 7,3 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2 = 0,647 + 61,2 \cdot 10^{-4} \omega^2 C_1^2 R^2$$

$$\omega \cdot 9 \text{ dB } C_1 R = 10 \sqrt{\frac{0,51}{0,539}} = 9,72$$

Mit den angegebenen Werten für  $R$  und  $C_1$  wird

$$f_{+9 \text{ dB}} = \frac{9,72}{2 \pi \cdot 6,8 \cdot 10^{-8} \cdot 10^6} = 228 \text{ Hz}$$

## 2.3.3. Berechnung von $C_2$

Aus Bild 4, dem Schaltbild für maximale Baßabsenkung, folgt

$$\mathfrak{R}_L = \frac{R}{j\omega C_2 \left( R + \frac{1}{j\omega C_1} \right)} = \frac{R}{1 + j\omega C_2 R}$$



Wir sind eines der bedeutendsten Unternehmen der Radiozubehör-Branche und stellen Empfangsantennen für Rundfunk und Fernsehen, Autoantennen und Steckverbindungen her. Wir haben unseren Sitz in Eßlingen in der Nähe von Stuttgart.

Für die Unterrichtung und Schulung unserer Kunden suchen wir einen pädagogisch befähigten Ingenieur, Fachrichtung Hochfrequenztechnik als

## VORTRAGS- und REISEINGENIEUR

Sein Aufgabengebiet umfaßt die Vorbereitung und Durchführung von technischen Vorträgen innerhalb des Bundesgebietes über unsere Erzeugnisse und deren Anwendung. Die Stellung bedingt eine ausgedehnte Reisetätigkeit und ein sehr selbständiges Arbeiten.

Hätten Sie Freude an einer solchen technisch interessanten, selbständigen und sehr abwechslungsreichen Aufgabe? Dann bewerben Sie sich mit Lichtbild und handgeschriebenem Lebenslauf bei unserer Personalabteilung.



# Hirschmann

**RICHARD HIRSCHMANN**  
Radiotechnisches Werk,  
73 Eßlingen a. N.,  
Ottilienstr. 19, Postfach 110,  
Tel. 0711/35 83 43

Die Parallelschaltung von  $0,027 R$  und  $R$  ergibt

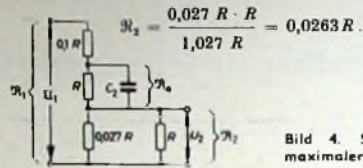


Bild 4. Schaltung bei maximaler Baßanhebung

Also ist

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{0,1263 R (1 + j \omega C_2 R) + R}{1 + j \omega C_2 R} = \frac{1,1263 R + j \omega C_2 0,1263 R^2}{1 + j \omega C_2 R}$$

$$\frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} = \frac{0,0263 R (1 + j \omega C_2 R)}{1,1263 R + j \omega C_2 0,1263 R^2}$$

und

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|^2 = \frac{6,9 \cdot 10^{-4} + \omega^2 C_2^2 R^2 6,9 \cdot 10^{-4}}{1,27 + \omega^2 C_2^2 R^2 159,5 \cdot 10^{-4}}$$

Für  $-3$  dB Absenkung muß man setzen

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right| = 0,213 \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,1505$$

Mit

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|^2 = 0,0227$$

erhält man als Bestimmungsgleichung

$$6,9 \cdot 10^{-4} + \omega^2 C_2^2 R^2 6,9 \cdot 10^{-4} = 288 \cdot 10^{-4} + \omega^2 C_2^2 R^2 3,62 \cdot 10^{-4}$$

und daraus

$$\omega C_2 R = \sqrt{\frac{281,1}{3,28}} = 9,25$$

Für  $C_2$  folgt mit  $f = 1000$  Hz

$$C_2 = \frac{9,25}{2 \pi \cdot 10^3 \cdot 10^4} = 1,47 \text{ nF}$$

Gewählt wird der Normwert  $1,5$  nF.

Die Frequenz  $f_{-9 \text{ dB}}$  für  $-9$  dB Absenkung erhält man aus

$$\left| \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1} \right|_{-9 \text{ dB}}^2 = \left( 0,213 \frac{\sqrt{2}}{4} \right)^2 = 56,8 \cdot 10^{-4}$$

$$6,9 + \omega^2 C_2^2 R^2 6,9 = 72,1 + \omega^2 C_2^2 R^2 0,906$$

$$\omega_{-9 \text{ dB}} C_2 R = \sqrt{\frac{65,2}{6}} = 3,3$$

Das ergibt

$$f_{-9 \text{ dB}} = \frac{3,3}{2 \pi \cdot 1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 10^4} = 350 \text{ Hz}$$

$C_1$  und  $C_2$  müssen eventuell abgeschirmt werden.

Wer Wert auf einen definierten Einstellpunkt legt, bei dem die Schaltung frequenzunabhängig dämpft, muß das Verhältnis der Kondensatoren umgekehrt zu dem der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  (s.

$$\text{Bild 2) wählen, also } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\mathfrak{R}_{C_1}}{\mathfrak{R}_{C_2}} = \frac{\frac{1}{j \omega C_1}}{\frac{1}{j \omega C_2}} = \frac{C_2}{C_1}$$

Da der Einfluß der übrigen Schaltung im allgemeinen jedoch unbekannt sein dürfte, hat diese Bedingung ebenso geringe Bedeutung wie die Frequenzgänge bei den übrigen Zwischenstellungen des Potentiometers.

### 2.3.4. Anwendung der Berechnung auf einen beliebigen Empfänger

Bei einem beliebigen kleinen Gerät kann man zunächst wie angegeben rechnen und dann die Wirkung des Klangreglers gehörmäßig beurteilen und gegebenenfalls korrigieren. Sollten die Bässe nicht sauber übertragen werden, läßt sich durch Verkleinerung der Kopplungskondensatoren die untere Grenzfrequenz des Verstärkers erhöhen.

Die Schaltung ist für jeden beliebigen Verstärker geeignet. Bei Transistorgeräten wählt man  $R \leq 100 \text{ k}\Omega$ , wobei aber zu beachten ist, daß die Kondensatoren nicht zu groß werden. Der Anschluß des Potentiometers sollte so erfolgen, daß bei Rechtsdrehung des Reglers die Bässe angehoben werden.

Berichtigung: In der letzten Zeile des Abschnitts 2.1. (Heft 1/1967, S. 28) muß es Schalldruckverlauf an Stelle Schallschluckverlauf heißen.



Ein Sekt  
der  
begeistert



# SCHLOSS WACHENHEIM Sekt

## Betriebsstunden- zähler „Horacont“

Fläche: 25 x 50 mm  
Type 550 = DM 34,-



Unentbehrlich für einen wirtschaftlichen Austausch von Abtastsystemen u. Tonköpfen bei Hi-Fi- und Bandgeräten. Höchste Aufnahme- u. Wiedergabe-Qualität sind somit jederzeit gewährleistet.

Kontrolluhrenfabrik Julius Bauser  
7241 Emplingen, Horberg 34

Bekannter Fachverlag sucht unter den Fachleuten der gesamten Elektrotechnik

## Übersetzer

für die Gebiete elektronische Rechenautomaten, Programmierung und Datenverarbeitung sowie benachbarte Gebiete.

Zuschriften, die streng vertraulich behandelt werden, erbelen unter F. B. 8493

## Triol

## Antennen

Besonders preisgünstig  
Stabile Ausführung

VHF K 5-12  
8 Elemente DM 12,-  
8 Elemente DM 18,-  
13 Elemente DM 25,-

UHF K 21-65  
12 Elemente DM 15,-  
SUPER-CORNER DM 26,-

Einbauweichen  
240 od. 60 Ohm DM 4,-  
Geräteweiche 240 Ohm DM 3,95  
Geräteweiche 60 Ohm DM 4,50

Kleinverstärker für 1., 2.  
und 3. Programm je 15 db  
Breitband, eingeb. Weiche,  
mit Netzteil u. Gehäuse DM 130,-  
dts. ohne VHF-Verstärker  
mit Weiche DM 100,-

**Dr. Th. Dumke KG.**  
Antennenfabrik  
Rheydt, Postfach 75

## Die neue STAR-line



SR 700 A Star-Nachrichten-  
Empfänger

ST 700 Star-Nachrichten-  
Sender

Mit Quarzen für alle Amateurbänder einschließlich des gesamten 10m-Bandes. 1/2 Jahr Garantie

1298,-

1598,-

Technische Daten siehe Beschreibung in diesem Heft!

Versand p. Nachnahme ab Lager Teilzahlung: Anzahlung 20 Prozent, Rest 12 Monate, hierzu Teilzahlungsformular anfordern.

**Claus Conrad** 8452 Hirschau/Bay. Abt. FT 35 Ruf 096221224



## Rundfunk- Transformatoren

für Empfänger, Verstärker  
Meßgeräte und Kleinsender

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

## GÖRLER

## Bausteine für Labors Werkstätten Amateure

u.a. Transistor-UKW-Tuner, Stereo-  
ZF-Verstärker, Stereo-Decoder, Aus-  
führliche Beschreibungen mit Bild  
und Schaltplan in der RIM-Baustein-  
filial DM 3,50. Bei Nachnahme  
DM 5,-

**RADIO-RIM**

Abt. F. 2

8 München 15 • Postfach 275

Alle  
Einzelteile

und Bauteile für  
elektronische Orgeln

Bina Liste  
anfordern!



DR. BOHM  
495 Minden, Postf. 209/30

## Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt  
für Schreibmaschinen aus  
Vorführung und Retouren,  
insbes. Garantie u. Umlausch-  
recht! Kleinstes Relais, Feiderer  
Sie Großkatalog G 907

**NOTHEL** Deutschlands größtes  
Bücher- und Schreibwaren-  
Geschäft  
34 GÖTTINGEN, Postfach 60

## Kaufgesuche

**HANS HERMANN FROMM** bittet um  
Angebote kleiner und großer Sonder-  
posten in Empfangs-, Sende- und  
Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fahr-  
bahnhöfener Platz 3. Telefon: 87 33 95 / 98.  
Telefax: 1-84 509

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

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch  
die bewährten Christiani-Fernlehrgänge  
Radio- und Fernsichttechnik, Automation,  
Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie  
erhalten kostenlos und unverbindlich  
einen Studienführer mit ausführlichen  
Lehrplänen. Schreiben Sie eine Post-  
karte: Schickt Studienführer. Karte heute  
noch absenden an Technisches Lehr-  
institut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz,  
Postfach 1257



## Elektronische Bauteile

Besonders preisgünstige Miniatur-Bauteile für transistorisierte Schaltungen. In unserem kostenlosen Preisliste finden Sie:

SI- und Ge-Transistoren und Dioden, Widerstände, Eluostellventile,  
Mylar-, Keramik- u. Elektrolytkondensatoren, Schaltungserne, Leiter-  
bahnenplatten usw.

Exemplar NM - Versand ab Lager! Preisliste anfordern!

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



171  
10020  
E.-Thalacker-Str. 56

4

# NEUHEITEN

mit dem Abspielgerät der Sonderklasse PE 72\*



**Die große Marke  
aus dem Schwarzwald**

- 1 PE 72 Z - Heimgerät, Holzarge in Nußbaum-natur, Abdeckhaube
- 2 PE 72 VH - Heimgerät, Transistorverstärker, getrennte Lautsprecherbox
- 3 PE 724 VH - Heimgerät, Stereo-Transistorverstärker, 2 getrennte Lautsprecherboxen
- 4 PE Musical 72 - Verstärker-Phonokoffer, Lautsprecher im Kofferdeckel

**\*PE 72 — ein vollautomatisches, neues Abspielgerät der Sonderklasse · neuartiger Bedienungs-komfort · Regie-Center — nur ein Steuerhebel für alle Bedienungs-funktionen · vollautomatisches Abspielen einer Schallplatte · vollautomatisches Abspielen eines Plattenstapels · Tonarmlift für Einzelspiel sowie Wechslerbetrieb · automatische Plattengrößen-Einstellung.**