

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

21 | 1962 +

1. NOVEMBERHEFT

mit Elektronik-Ingenieur  
mit FT-Sammlung



1. NOVEMBERHEFT 1962

## Personliches

**6 819 670 Fernsteilnehmer**  
Die Gesamtzahl der Fernsehgenehmigungen im Bundesgebiet einschließlich Westberlin erhöhte sich zum 1. Oktober 1962 auf 6 819 670. Insgesamt war das Jahr 1962 bis einschließlich September mit 9% mehr Neuanmeldungen erfolgreicher als der entsprechende Vergleichszeitraum des Vorjahres. Von Januar bis September 1962 wurden 832 140 neue Fernsteilnehmer registriert gegenüber 854 401 in der Zeit von Januar bis September 1961.

### Fachverband Schwachstromtechnische Bauelemente im ZVEI

Der Fachverband Schwachstromtechnische Bauelemente hielt vom 3.-5. Oktober 1962 in Heidelberg seine Jahrestagung ab. Aus den Entscheidungen auf der Tagung ist unter anderem zu erwähnen, daß sich an der Bauelementeausstellung „Salon International des Composants Electroniques“, Paris, im Februar 1963 ein großer Teil der Mitgliedsfirmen beteiligen wird. Außerdem wird weiterhin in steigendem Maße die alljährliche technische Messe Hannover besichtigt.

Erneut wurde einstimmig Dr. E. Sasse (Dr. Eugen Sasse KG) zum Vorsitzenden und Dipl.-Ing. H. C. Riepkja (Steatit-Magnesia AG) zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt.

### Errichten und Betreiben von Sprechfunkanlagen kleiner Leistung (bis 0,1 W)

Vorläufige Bestimmungen über das Errichten und Betreiben von Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960 bis 27 280 kHz wurden als Anlage zu Amtsbl. Vf. Nr. 476/1962 im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen, Ausgabe A, Nr. 98 vom 11. 9. 1962 veröffentlicht.

Einige Hinweise: Der Frequenzbereich wurde nach Bedarfsträgern in vier Gruppen aufgeteilt. Die Sprechfunkanlage darf nur für die in der jeweiligen Genehmigungsurkunde genannte Frequenzgruppe ausgelegt sein, muß den technischen Vorschriften der Deutschen Bundespost entsprechen und vom Fernmeldetechnischen Zentralamt einzel- oder seriengeprüft sein. Die Gebühr für die Betriebsgenehmigung beträgt monatlich 5,- DM. (Erläuterungen für einen „Jedermann-Funk“ treten hiermit nicht ein.)

**Elektronik-Lehrgänge der Handwerkskammer Lübeck**  
Die Handwerkskammer Lübeck veranstaltet zwischen November 1962 und Ende Juni 1963 in verschiedenen Orten Lehrgänge, und zwar

Elektronik-Lehrgang A „Bausteine der Elektronik“, 15 Unterrichtsstunden (in Bad Oldesloe, Eutin, Lübeck, Kiel);  
Elektronik-Lehrgang B „Elektronische Schaltungen“, 24 Unterrichtsstunden (in Bad Oldesloe, Eutin, Lübeck, Kiel);  
Elektronik-Lehrgang C „Transistorentechnik“, 24 Unterrichtsstunden (in Lübeck);  
Elektronik-Lehrgang D „Elektronische Anlagen“, 24 Unterrichtsstunden (in Kiel, Lübeck);  
Fernsehtechnik-Lehrgang TVI, 24 Unterrichtsstunden (in Elmshorn, Itzehoe, Kiel, Lübeck, Neumünster).

Alle Lehrgänge werden im Abendunterricht, im allgemeinen von 18.00 bis 20.30 Uhr durchgeführt. Nähere Auskünfte über genaue Termine: Abteilung Technik der Handwerkskammer Lübeck, Breite Straße 10-12, Telefon 2 51 91.

### Ampex-Kundendienst in Böblingen

Im Böblingen, nahe Stuttgart, hat unter dem Namen Ampex GmbH ein neues Kundendienstzentrum und Ersatzteillager seine Tätigkeit aufgenommen. Eine Gruppe von Ingenieuren wurde hierzu von der Ampex International SA in Fribourg, Schweiz, nach Böblingen verlegt. Das neue Kundendienstzentrum in Böblingen ist mit einer großen Anzahl von Ersatzteilen für Ampex-Maschinen aller Art ausgerüstet. Geschäftsbereich der Ampex GmbH ist Europa, Nordafrika und der Mittlere Osten.

### I. C. T. eröffnete Rechenzentrum in Düsseldorf

Von der I. C. T. (International Computers and Tabulators) wurde am 28. 9. 1962 in Düsseldorf in der Immermannstr. ein Rechenzentrum eröffnet. Das Rechenzentrum enthält unter anderem auch das neue elektronische Datenverarbeitungssystem „1500“ der I. C. T.

### Definition des Begriffes „HI-FI“

In Ergänzung seiner umfangreichen Arbeitsgebiete hat sich der Fachverband Phontechnik im ZVEI unter anderem die Aufgabe gestellt, eine Klärung des Begriffes „HI-FI“ unter rein technischen Aspekten herbeizuführen. In einer kürzlich stattgefundenen Sitzung, an der sich maßgebende Vertreter der beteiligten Industriezweige einschließlich der Schallplattenindustrie beteiligten, wurde der Versuch unternommen, technische Mindestanforderungen zu erarbeiten, die künftig an hochwertige Fla-Anlagen zu stellen sind. Es besteht Anlaß zu der Hoffnung, daß auf der Grundlage der vom FNE bereits herausgegebenen DIN-Blätter in den kommenden Monaten eine alle beteiligten Kreise zufriedenstellende Lösung gefunden wird.

### M. Engels †

Am 21. 9. 1962 starb im Alter von 74 Jahren nach längerem Leiden in Wuppertal Max Engels, einer der alten Pioniere auf dem Gebiet der Antennenherstellung.

Mit Beginn des Rundfunks beschäftigte er sich sogleich mit der Fertigung von Empfangsantennen. In zielbewußter Arbeit hat er sein Werk bis auf den heutigen hochmodernen Stand gebracht. Viele Geschäftsfreunde des In- und Auslandes schätzten Max Engels als den allzeit hilfsbereiten Menschen.

### H. Heyne Vorsitzender des Vorstandes der AEG

Der Aufsichtsrat der AEG hat Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Hans Heyne zum Vorsitzenden des Vorstandes bestellt. Gleichzeitig behält Dr. Heyne den Vorsitz im Vorstand der Telefunken GmbH.

Dr.-Ing. Heyne übernimmt damit in seinem 62. Lebensjahr auch die Leitung der Gesellschaft, mit der er seit fast drei Jahrzehnten verbunden ist. 1934 trat er in die AEG ein, wurde bereits 1938 Generalbevollmächtigter und vier Jahre später Vorstandsmitglied der AEG. Sein Organisations-talent war auch Voraussetzung für die Lösung nachfolgender übergeordneter Aufgaben, die über den Rahmen des Unternehmens hinausgingen.

Die Leistungen von Dr.-Ing. Heyne wurden für die breite Öffentlichkeit in den letzten 12 Jahren durch die selbst in der elektronischen Industrie außergewöhnlich starke Expansion der Telefunken GmbH sichtbar. 1950 war Dr.-Ing. Heyne in die zum AEG-Konzern gehörende Gesellschaft als Vorstandsmitglied eingetreten. Ein Jahr später begann er ihre Geschäfte als Vorstandsvorsitzer zu leiten.

### E. Zinngrebe 60 Jahre

Am 15. Oktober wurde der Leiter der Finanzbuchhaltung der Grundig-Werke, Direktor Erich Zinngrebe, 60 Jahre. Von Kassel aus, in dessen Nähe er geboren wurde, führte ihn seine berufliche Laufbahn 1929 nach Nürnberg. Hier waren es vorwiegend Unternehmen der Metallwarenindustrie, in denen er ab seinem 31. Lebensjahr als Prokurist wirkte, bis ihn am 1. 10. 1947 das damals noch junge Grundig-Unternehmen als Mitarbeiter berief. Bereits Anfang 1949 wurde ihm Prokura für die Grundig-Radio-Werke GmbH erteilt, 1953 Einzelprokura für die neugegründete Grundig-Verkaufs-GmbH und 1958 für die Grundig-Bank. Am 1. Juli 1961 ernannte Max Grundig ihn zum Direktor.

FT-Kurznachrichten ..... 698

Zum künftigen Stereo-Rundfunk ..... 705

Laser-Geräte und ihre Anwendungen ..... 706

Fernsehantennen-Prüfgerät »SAM317dW« 708

Hi-Fi-Technik  
Eine Lautsprecherkombination mit Studioqualität ..... 709

Magnetton  
Klangregler für Tonband-Überspielungen ..... 712

FT-SAMMLUNG  
Anwendungen von Halbleiter-Bauelementen  
Kontaktloses Schalten und Steuern ..... 713

ELEKTRONIK-INGENIEUR  
Das Impuls- und Frequenzverhalten stromgegekoppelter RC-Verstärker ..... 715

Elektronik  
Eine elektronische Uhr ..... 722

UKW-Stereo-Adapter von Metz ..... 726

FT-Bastel-Ecke  
Ein kleiner Universalverstärker ..... 727

Schallplatten für den Hi-Fi-Freund ..... 729

Für den KW-Amateur  
Messung des Wellenwiderstandes von Leitungen mit Gridimpedanz und Resonanzkreis ..... 732

Aus dem Ausland ..... 734

Unser Titelbild: An der Sockelstrecke (im Vordergrund) des neuen Röhrenwerkes der SEL in Eßlingen werden die Bildröhren mit Kunststoffsockeln versehen; rechts oben im Bild ist ein Teil der über 1000 m langen Förderstrecke sichtbar. Aufnahme: G. Eigel, Eßlingen

Aufnahmen: Verleger, Fernkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Labor (Burgfeldt, Kuch, Schmalz, Straube) nach Angaben der Verleger, Seiten 699-704, 721, 723, 725, 731, 735 u. 736 ohne redaktionellen Text

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, POSTANSCHRIFT: 1 BERLIN 52, Eichborndamm 141-167. Telefon: Sammel-Nr. (0311) 49 23 31. Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 01 81 632. Stellvertreter: Albert Janicke, Techn. Redakteur; Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefredakteur: Werner W. Dielenbach, Berlin u. Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Walter Borisch, Chefredakteur; Bernhard W. Beerwirth, beide Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK P.SchA Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Der Abonnementpreis gilt für zwei Hefte. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 12 Pf. berechnet. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis ausgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet — Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Eisnerdruck, Berlin



# PHILIPS stellt Ihr Schaufenster in den Mittelpunkt!



## Machen Sie mit beim Philips Schaufenster-Preisausschreiben!

Philips hat ein spannendes Publikums-Preisausschreiben gestartet, das Ihr Schaufenster zur Hauptverkaufssaison in den Mittelpunkt stellt. In einem wirkungsvollen Aufsteller hält sich ein Fehler verborgen; das Publikum soll ihn finden. Wertvolle Preise, Gesamtwert 100 000 DM, verlocken zum Mitmachen. Die Teilnahmebedingungen gibt es in Ihrem Fachgeschäft...

✂

### COUPON

Bitte ausschneiden, auf eine Postkarte kleben und an unsere Anschrift senden:  
 Deutsche Philips GmbH., Fernsehgeräte-Abteilung,  
 2000 Hamburg 1, Postfach 1093

Ich möchte mich an diesem Schaufenster-Preisausschreiben beteiligen und erwarte einen Philips Dekorateur mit dem Dekorationsmaterial.

Name \_\_\_\_\_

Geschäftsanschrift \_\_\_\_\_

Ort und Datum \_\_\_\_\_

# PHILIPS Fernsehen

## ANTENNEN- LEITUNGEN

für UKW-Rundfunk  
und Fernsehen



## TONFREQUENZ- LEITUNGEN

für Elektroakustik,  
Meßtechnik und Elektronik



## HOCHFREQUENZ- KABEL

für Sendeanlagen,  
insbesondere FLEXWELL-Kabel



## DELAX- KABEL

zur Impulsverzögerung



Schreiben Sie uns bitte, welches Ge-  
biet Sie besonders interessiert, und  
verlangen Sie unsere Druckschrift  
V 2073.

Wir werden Sie gern informieren.



**HACKETHAL**

**HACKETHAL-DRAHT- UND KABEL-WERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT · HANNOVER**

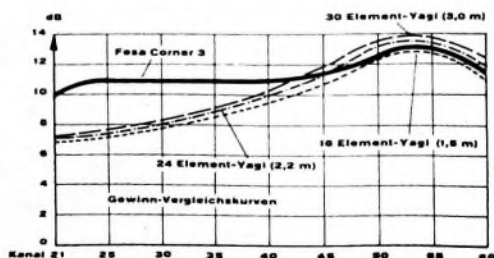
## Ein beträchtlicher Fortschritt



## Fesa Corner 3

Die neuartige Hirschmann Breitband-Hochleistungsantenne  
für den ganzen Fernsehbereich IV/V (470 - 790 MHz)

Durch besondere Dipolanordnung vor einem Winkelreflektor erreicht die Antenne über den ganzen Bereich IV/V eine gute Anpassung, einen fast gleichmäßig hohen Gewinn und ein sehr gutes Vor-Rück-Verhältnis. Besonders in den unteren Kanälen bringt die Fesa Corner 3 einen wesentlich günstigeren Gewinn als ein entsprechender Yagi. Das zeigen deutlich die abgebildeten Vergleichskurven. Anschluß: wahlweise an 240- oder 60-Ohm-Kabel in Kabelanschlußdose mit Schnellspannklemme. Schwenkbare Halterung für Mast-Ø bis 54 mm. Die Antenne ist vollständig vormontiert, daher schnelle und einfache Montage. Günstige Verpackungsmaße. DM 88,- (unverb. Empfehlung)



Ent II 62 6



**Hirschmann**

Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk Esslingen/N.

# weg mit den Zeilen



binz

SABAVISION hat dem Fernsehgeschäft kraftvolle Verkaufsimpulse gebracht. Verständlich — denn die Vorzüge sind einzigartig:

SABAVISION ist Zeilenfreies Fernsehen auf optischem Wege.

SABAVISION bringt ein klares, schönes und scharfes Bild.

SABAVISION ist augenschonend.

SABAVISION erlaubt näher am Bildschirm zu sitzen.

SABAVISION ermöglicht die Bildvergrößerung durch Telelupe — kurzum:

SABAVISION ist Fernsehen in Vollkommenheit, deshalb sind heute alle SABA-Fernsehgeräte mit SABAVISION ausgestattet.

Der neueste SABA-Fernsehprospekt 1370 hilft Ihnen verkaufen.

## SABAVISION – Zeilenfreies Fernsehen

eine SABA-Erfindung ohnegleichen!

# SABA

SABA - WERKE VILLINGEN IM SCHWARZWALD



# VITROHM

Größte Zuverlässigkeit, sichere Langzeitkonstanz!

## METALLFILM - WIDERSTÄNDE SERIE ME

30  $\Omega$  bis 10 M $\Omega$  (je nach Typ); 0,15 bis 2 Watt  
Toleranzen:  $\pm 1\%$ ,  $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 0,25\%$ ,  $\pm 0,1\%$   
Temperaturkoeffizienten; von 160 bis  $15 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$   
Spannungskoeffizient: 0,0005 %/V  
Rauschwert:  $\leq 0,1 \mu\text{V/V}$



# VITROHM

In Sachen Qualitätssteigerung, Miniaturisierung ...

... bieten wir der Apparatebau-Industrie in allen Anwendungsbereichen der industriellen Elektronik, der Mess-, Steuer- und Regel-Technik, des wissenschaftlichen Gerätebaues, des Büro-Maschinen-Sektors (z. B. Rechen-Maschinen und -Anlagen), des Nachrichten-Technik und der Rundfunk- und Fernseh-Produktion als Bauelemente

neue und interessante WIDERSTÄNDE!



# VITROHM

Hochbelastbar - sehr kleine Abmessungen!

## DRAHT-WIDERSTÄNDE SERIE K

Typ <sup>1)</sup>	Watt	Widerstand	Abmessungen	
			Länge	Höhe $\square$ bzw. $\phi$
04.016	1	1 $\Omega$ —3,9 k $\Omega$	16 mm	4 mm
04.032	3	2,7 $\Omega$ — 14 k $\Omega$	32 mm	4 mm
16.025	5	1 $\Omega$ —4,7 k $\Omega$	25 mm	6 mm
16.038	7	2,7 $\Omega$ — 14 k $\Omega$	38 mm	6 mm
19.038	9	2,7 $\Omega$ — 14 k $\Omega$	38 mm	9 mm
19.050	11	4,3 $\Omega$ — 20 k $\Omega$	50 mm	9 mm
19.075	17	7,5 $\Omega$ — 33 k $\Omega$	75 mm	9 mm

Mechanisch und elektrisch sichere Kontaktierung  
Toleranz:  $\pm 10\%$  und  $\pm 5\%$

<sup>1)</sup> Schutz- und Isolation bei den Typen 04.016 u. 04.032 durch „Thermacoat“.  
Die Typen 16.025 bis 19.075 sind in viereckige, nichthydratkapische Keramikkörper eingebettet.

In Kürze erscheint



VON HERBERT LENNARTZ UND WERNER TAEGER

In diesem Buch werden in erster Linie die schaltungstechnischen Anwendungen des Flächentransistors beschrieben. Nach der Einleitung über die Wirkungsweise des Transistors wird seine Verwendungsmöglichkeit auf allen in Betracht kommenden Gebieten der neuzeitlichen Elektronik einschließlich der Funk- und Fernsehtechnik behandelt. In vielen Fällen sind die erforderlichen Berechnungsunterlagen für Transistorschaltungen angegeben. Durch eine große Anzahl von Beispielen praktisch bewährter Schaltungen wird die Ausführung eigener Versuche wesentlich erleichtert.

Nicht nur an die Physiker und Ingenieure der Entwicklungslaboratorien und an die Techniker der Service-Werkstätten wendet sich das Buch, sondern auch an die Entwickler und Konstrukteure der modernen, heutzutage schon vorwiegend mit Transistoren und Halbleiterdioden bestückten Meß-, Steuer- und Regelungseinrichtungen. Besonders wichtige Geräte, wie Niederfrequenzverstärker und Rundfunkempfänger, sowie Oszillatoren und Kippschaltungen sind ausführlich beschrieben. Das Buch ist daher für Studierende an Hoch- und Fachschulen, für strebsame Service-Techniker und alle diejenigen von großem Nutzen, die an neuzeitlicher Transistortechnik interessiert sind.

ca. 260 Seiten • 284 Bilder • 4 Tabellen • 280 Formeln  
Ganzleinen 27,— DM

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

Spezialprospekt auf Anforderung

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

POSTanschrift: 1 BERLIN 52  
EICHBORNDAMM 141-167

**DEUTSCHE VITROHM G.M.B.H. & CO.**  
PINNEBERG/HOLSTEIN - SIEMENSSTRASSE 7-9



# TELO GEMEINSCHAFTS- ANTENNENANLAGEN

für alle Programme  
überzeugen durch:

- Klare Linienführung
- Formschönheit der Bauteile
- Hohe Leistung
- Stabilität
- Preiswürdigkeit



Wir projektieren  
für Sie  
Darum:  
Fordern Sie  
Druckschritten  
Schicken Sie Ihre  
Planungsunterlagen



ANTENNENFABRIK  
2351 - Truppenkamp

## Wertvolle Neuerscheinung

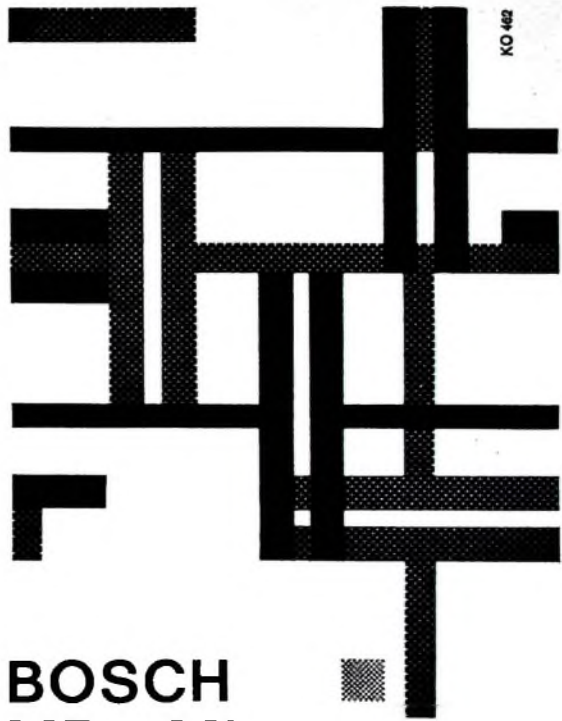
# Die Farbenmappe

nach der Farbenanordnung  
ADAM — BRÄUER — PREISLER  
in 2 Mappen zu je 60,—

Jede Mappe enthält 12 herausnehmbare Blöcke, von denen jeder 2 Stammfarben in je 9 Weißstufen umfaßt. Unter der schuppenartigen Anordnung der Formmuster befindet sich von jedem Formmuster ein weiteres Farbblatt, von dem beliebige Stücke als Belegmuster für den Farbausführenden abgeschnitten werden können. Verbrauchte Blöcke können durch neue ersetzt werden. Ein Hinweis zur Nachmischung der Formmuster wird jeder Farbenmappe beigelegt. Die Farbenmappe soll Architekten, Handwerkern, Farbberatern, Betriebsingenieuren und Konstrukteuren als handliche und umfassende Übersicht von Raumfarben zur Farbgebung dienen. Die Bearbeiter haben sich bei der Ausführung der Weißstufen nach den bewährten Abstößen der Ostwaldschen Farbordnung gerichtet, diese aber in der Nähe von Weiß feiner unterteilt, um eine für moderne Gestaltungswünsche dringend nötige Auswahl zu haben. Dabei sind vielseitige Erfahrungen aus der Praxis berücksichtigt worden. Prospekte stehen auf Anforderung unverbindlich und kostenlos zur Verfügung. Anfragen und Bestellungen an

## HELIOS

Buchhandlung und Antiquariat GmbH  
1 Berlin 52, Eichborndamm 141—167



# BOSCH MP u. ML

## Kondensatoren hoher Zuverlässigkeit

für die gesamte Elektrotechnik und Elektronik.

selbstheilend  
kurzschlußtauglich  
überspannungsfest

klein  
leicht

praktisch induktions-  
frei  
stromstoßfest

Nachrichten-Kondensatoren,  
Kondensatoren für hohe Gleichspannungen,  
Impuls-Kondensatoren,  
Motor-Kondensatoren,  
Kondensatoren für Entladungslampen,  
Leistungs-Kondensatoren zur  
Blindstrom-Kompensation.



Verlangen Sie Spezialdruckschriften  
über den  
Sie interessierenden Kondensatortyp.

ROBERT BOSCH GMBH  
Kondensatorenbau 6  
Stuttgart Postfach 50

# Zeilenfreie Fernsehgeräte 1962/63



# 7

bestechende Vorzüge:

- Zeilenfangautomatik
- VHF-Speicherautomatik
- Vollfrontbedienung
- Schwungradantrieb
- Übersichtliche UHF-Großkala
- Zeilenfreies Bild, ein- und ausschaltbar
- Anschluß für Fernbedienung

**LOEWE**  **OPTA**





Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

## Zum künftigen Stereo-Rundfunk

Für ein echtes räumliches Hören ist zumindest je eine getrennte Rechts- und Linksinformation notwendig. Bei der Stereo-Schallplatte gelang es schon vor Jahren, diese beiden Informationen in Tiel- und Seitenschrift in gemeinsamer Rille unterzubringen. Viele Rundfunkempfänger und fast alle Musikschranke der westdeutschen Produktion enthalten Chassis mit zweikanaligem Stereo-NF-Verstärker, erlauben also die Wiedergabe von Stereo-Schallplatten. Wie steht es nun aber mit stereophonen Rundfunksendungen?

Eine hochfrequenzmäßige Übertragung der Rechts- und Linksinformationen von Rundfunksendungen über zwei getrennte Sender ist stets ein Notbehelf. Beide Informationen sollten vielmehr zweckmäßigerweise über einen einzigen Träger ausgestrahlt werden. Das Gesamtsignal muß dabei für das mit üblichen Empfängern nur mögliche monophone Hören auch weiterhin im etwa bisherigen Ausbreitungsbereich des jeweiligen Senders als „kompatibles“ Signal zur Verfügung stehen. Wahlweise soll man die Richtungsinformation jedoch auch mit Hilfe eines einfachen Zusatzes im Rundfunkempfänger zurückgewinnen und für eine stereophone Wiedergabe auf die beiden Kanäle des Stereo-NF-Verstärkers weiterleiten können.

Alle dabei auf der Sender- und Empfängerseite auftretenden Forderungen zu erfüllen, ist gar nicht so leicht. Schrittmacher eines entsprechenden Stereo-Rundfunks waren bisher hauptsächlich die USA. Nachdem im April 1961 von der amerikanischen Senderüberwachungsbehörde FCC eine Norm für die technischen Bedingungen der Modulation von FM-Sendern mit stereophonen Programmen beschlossen wurde, nahmen am 1. Juni 1961 drei amerikanische Stationen Stereo-Rundfunksendungen nach dieser Norm auf. Heute sind es bereits über 150 Stationen. Nach Angaben eines Sprechers der FCC auf der kürzlichen Herbsttagung der Electronic Industries Association, an der etwa 300 Führungskräfte aus der amerikanischen Elektronik-Industrie teilnahmen, wird sich die Anzahl der dortigen UKW-Sender, die Stereo-Programme ausstrahlen, noch vor Ende dieses Jahres auf etwa 250 erhöhen. Sogar eine Steigerung um die Jahreswende auf etwa 300 Sender wird für möglich gehalten.

Nicht alles kann bei einem dermaßen schnellen Anwachsen von Stereo-Sendern immer glatt gehen. Der FCC-Sprecher berichtete beispielsweise über Besprechungen zwischen seiner Behörde und Geräteherstellern, in denen Publikumsbeschwerden über angeblich schlechte Stereo-Wiedergabe zur Debatte standen. Nach Ansicht der FCC sind aber die vorliegenden Beschwerden nicht sehr bedeutend. Die Ursachen solcher Mängel habe man bereits im großen und ganzen lokalisiert. Nicht in jedem Fall könne man die Gerätehersteller oder die Sendeanlagen für eine schlechte Stereo-Qualität verantwortlich machen, vielmehr stünden häufig Stereo-Schallplatten für die Programme zur Verfügung, die von der Aufnahme her schon zu wünschen übrig ließen. Aber auch hier gäbe es ständig Qualitätsverbesserungen.

Die große Bedeutung, die man dem Stereo-Rundfunk beimißt, trat auf der Jahrestagung der Audio Engineering Society vom 15.—19. Oktober 1962 in New York ebenfalls zutage. Im Mittelpunkt der Referate stand der Stereo-Rundfunk, insbesondere der Ausbau weiterer UKW-Sender zu Stereo-Stationen.

Auch in Europa war man auf dem Gebiet des Stereo-Rundfunks keineswegs müßig. Die British Broadcasting Corporation strahlte schon vor einigen Jahren Stereo-Versuchssendungen aus, wobei gewöhnlich zwei Sender zusammengeschaltet wurden. Auch in Paris verfuhr man in ähnlicher Weise, und in Deutschland sind die verschiedentlich mit zwei

UKW-Sendern durchgeführten Sendungen des SFB bekannt und beliebt geworden. Hemmschuh einer weitergehenden Entwicklung in Europa war die noch fehlende Festlegung auf eine einheitliche Norm. Einen Wendepunkt in dieser Hinsicht brachte die Ende Juni dieses Jahres in Kreuznach stattgefundene Tagung des Comité Consultatif Internationale des Radiocommunications (CCIR). Die Studienkommission dieses internationalen beratenden Ausschusses für den Funkdienst erklärte auf dieser Tagung für alle Länder, die beim UKW-Rundfunk mit einem Frequenzhub von 75 kHz arbeiten (also insbesondere für die westeuropäischen Länder), das von der FCC in den USA genormte Verfahren als grundsätzlich geeignet.

Seit kurzem sendet nun schon versuchsweise ein Londoner BBC-Sender auf 91,3 MHz mit einer Leistung von 120 kW regelmäßig an vier Wochentagen — jeweils am Vormittag oder nach Mitternacht — Stereo-Rundfunkprogramme nach einem der FCC-Norm entsprechenden Verfahren.

In Deutschland wurden nicht nur die bekanntgewordenen Stereo-Rundfunkverfahren sehr aufmerksam verfolgt, sondern Sender- und Empfängerhersteller, Forschungsinstitute der Rundfunkanstalten und Dienststellen der Bundespost steckten manche Arbeit in eigene Entwicklungen. Durch die Kreuznacher CCIR-Empfehlung ist der weitere Weg vorgezeichnet. Die Industrie hofft, daß vielleicht die nächstjährige Funkausstellung in Berlin den Auftakt zu regelmäßigen UKW-Stereo-Sendungen geben könnte. Die Rundfunkanstalten sind bisher noch nicht ganz so optimistisch. Nicht nur eine Anzahl von Sendern und die Übertragungsstrecken wären der neuen Technik anzupassen, sondern die zum Teil erst noch aufzubauenden Stereo-Studios müßten für einigermaßen regelmäßige Programme vorerst Erfahrungen sammeln; nur von vorhandenen Stereo-Schallplatten will man nicht zehren. Immerhin legt auch hier niemand die Hände in den Schoß, und mit dem Bewußtsein des wachsenden Könnens wird auch bei den Verantwortlichen die Neigung zu und die Freude an ausgewählten Stereo-Rundfunksendungen steigen.

Jedenfalls steht bei allen Planungen der europäischen Rundfunkanstalten der Stereo-Rundfunk mit an vorderer Stelle. Das geht unter anderem auch aus einer Reise hervor, die vor wenigen Tagen in der Zeit vom 22.—28. Oktober eine Delegation der Europäischen Rundfunk-Union (UER) in die USA unternahm. Deutsche Vertreter dieser Delegation waren W. Hess, Intendant des Hessischen Rundfunks, Dr. H. Brack, Verwaltungsdirektor und Justiziar des Westdeutschen Rundfunks, sowie Dr. H. Rindfleisch, Technischer Direktor des Norddeutschen Rundfunks. Außer Verhandlungen über die Übertragung von Fernsehsendungen durch Satelliten und den Programmaustausch zwischen Europa und den USA erfolgten ausgiebige Informationen über neue Studientechniken, über das Farbfernsehen und über Stereo-Rundfunksendungen.

Was die Empfängerhersteller in der Zwischenzeit bis zu einer späteren Aufnahme von Stereo-Sendungen tun können, wird sorgsam durchgeführt. Bei den größeren Firmen war es längst notwendig, für die Exporte nach den USA Stereo-Adapter (Stereo-Abtrenner, Stereo-Decoder) für Rundfunkgeräte zu entwickeln und mit Hilfe betriebseigener Stereo-UKW-Anlagen zu erproben. Anlässlich der Berichterstattung über das diesjährige Herstellungsprogramm von Rundfunkempfängern konnte ferner gemeldet werden, daß mancherorts auch die Empfänger mit Stereo-NF-Teil bereits so ausgelegt sind, daß ein nachträglicher Einbau von Adaptern für eine HF-Stereophonie leicht durchzuführen ist. Über die vorgesehenen Ergänzungsmaßnahmen und die Schaltungen geeigneter Adapter erfährt man jetzt nach und nach nähere Einzelheiten. ja.

# Laser-Geräte und ihre Anwendungen

DK 621 384 J

## 1. Zum Laser-Prinzip

Das Wesentliche der Laser-Funktion besteht beim Rubin-Laser!) in dem Anheben von Chromatomen mit Hilfe einer äußeren Pumpquelle (zum Beispiel Blitzlicht) auf ein erhöhtes Energieniveau und der kurzzeitigen Speicherung dieser Chromatome auf einem Zwischenniveau (Term). Der Zwischenterm bietet die Möglichkeit, mittels sogenannter stimulierter (induzierter) Emission durch Photonen die Chromatome zu veranlassen, ihrerseits Photonen einer einzigen synchronen Wellenlänge zu emittieren. Infolge der sich dadurch ergebenden (aufschaukelnden) Photonen-Kaskadenbildung erfolgt eine beträchtliche Verstärkung des Infrarotlichtes. Das Besondere an diesem aus dem Rubin austretenden Licht ist, daß es vollkommen kohärent, monochromatisch und streng parallel verlaufend ist. Es schwingt auf einer einzigen dem Speicherterm entsprechenden Wellenlänge (zum Beispiel 6934 Å, je nach der Chromdotierung)

Bild 1 zeigt ein von A. Schawlow mit dem Rubin-Laser nach Maiman aufgenommenes Spektrum, das den Beweis für den Empfang von Laser-Licht mit den obengenannten Eigenschaften lieferte. Das oberste Spektrum a wurde mit gewöhnlichem, nicht stimuliertem Rubinlicht aufgenommen, die übrigen (b, c, d) mit ge-

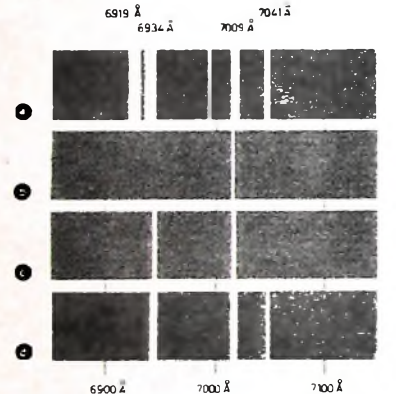


Bild 1 Rubin-Spektren in Abhängigkeit von der Wellenlänge: a) gewöhnliches Rubin-Licht (Exponierungszeit 30 s); b, c, d) durch Pumpen stimuliertes Laser-Licht (Exponierungszeit 0,0005 s, Blitzlicht)

pumptem Laser-Licht. Sobald die Pumpenergie - ausgedrückt in J (Joule) = Ws - die erste Schwelle für die Laser-Aktion erreicht hat, schwingt der Rubin-Laser auf Wellenlänge 7009 Å (Bild 1b). Wird die Pumpleistung erhöht, dann gesellt sich eine zweite Welle auf 6934 Å hinzu (Bild 1c), um schließlich bei weiterer Pumpleistungserhöhung (Bild 1d) drei Wellen zu liefern. Man hat es also in der Hand, je nach Dotierung des Rubins mit Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (zum Beispiel 0,5%) und je nach Stärke der Pumpenergie, Laser-Licht verschiedener Frequenz zu erhalten.

Wenn durch Aufschaukelung die Lichtwelle im Rubin eine bestimmte Intensität

!) Hübner, R.: Licht als Nachrichtenträger. Funk-Techn. Bd. 17 (1962) Nr. 5, S. 147 bis 148

erreicht hat, tritt sie als Impuls aus dem Kristall aus. Bei der schmalen Impulsbreite (Impulsdauer) ist die in Watt ausgedrückte Leistung des sehr scharf gebündelten Lichtimpulses groß, und zwar schon bei verhältnismäßig niedrigen Werten (in Joule) der Ausgangsenergie.

Inzwischen sind auch andere Ausführungen bekanntgeworden, die bedeutend höhere Leistungen als die Maiman-Rubine abgeben können, aber auch teurer sind. Beispielsweise verwendeten die IBM synthetische CaF<sub>2</sub>-Kristalle, mit 0,05% Uranionen dotiert ( $\lambda = 25\,000\text{ Å}$ ), oder CaF<sub>2</sub> mit 0,1% Sm ( $\lambda = 7082\text{ Å}$ ) und neuerdings Bell auch Neodymium-Kalziumbleierz-Kristalle ( $\lambda = 10\,600\text{ Å}$ ).

Eine weitere Methode zur Erzeugung von Laser-Licht bietet der Gas-Laser, der äußere Pumpquellen entbehren kann. Die äußere Pumpquelle wird hier durch die Kollision von He-Atomen mit Ne-Atomen ersetzt, wodurch die He-Atome mit Energie angereichert werden und beim Herabfallen auf eines der hier in größerer Anzahl vorhandenen Energieniveaus Infrarotlicht bestimmter Frequenz ausstrahlen. Gas-Laser werden zur Zeit zur Erzeugung von kontinuierlichem Laser-Licht mit jedoch noch verhältnismäßig kleiner Leistung eingesetzt.

## 2. Die ersten industriell gefertigten Laser-Geräte

### 2.1. Rubin-Laser

Bei der großen Bedeutung, die der Laser für viele Zwecke gewinnen kann, nimmt es nicht wunder, daß sich zahlreiche Stellen mit entsprechenden Entwicklungen beschäftigen. Über nähere Einzelheiten bereits industriell gefertigter Laser-Geräte ist bisher jedoch nur wenig bekanntgeworden.

Die Trion Instruments Inc. (Ann Arbor, Michigan, USA) stellten nun vor kurzem der Industrie und den Forschungslaboratorien ihre ersten Laser-Geräte vor, die des hohen Preises wegen jedoch vornehmlich nur leihweise abgegeben werden.

Zur Zeit stehen dort zwei Haupttypen von Laser-Köpfen zur Verfügung, und zwar „H-120“ und „H-130“. Beiden gemeinsam sind folgende Einzelheiten:

- Stromversorgungsgerät: 4500 V, 400 mA
- spiralförmige Blitzlichtlampe mit einer Energieabgabe von 4000 J
- forcierte Luftkühlung der Blitzlichtlampe
- automatische oder von Hand auslösbare Triggerung mit variabler Zeitbasis
- Dimensionen des Rubin-Stabes: 7 mm  $\varnothing$  und 7,5 ... 10 cm Länge
- Form des Stabes: drehraler Reflektor, der an einem Ende poliert ist (dadurch wird ein Doppelbrechungseffekt erreicht, der die sonst notwendige dielektrische Verspiegelung der Enden mit der dabei auftretenden Korrosion vermeidet)
- Vorrichtung für Kühlung des Rubins
- Rubinstab-Temperatur: 100 ... 400 °K
- Wellenlänge des abgegebenen Laser-Lichtes:  $\lambda = 6943\text{ Å}$
- Pulsfrequenz des Laser-Lichtes: 3 Impulse/min

- Impulsbreite 0,5 ms
- zum Schutz des Bedienenden vollständige Abschirmung des Gerätes

Während der „H-120“ einen Schwellwert von 1400 J für den Beginn der Laser-Aktion und eine Ausgangsleistung von etwa 2000 W hat, sind beim „H-130“ die entsprechenden Werte 2000 J und 10 ... 10 000 W bei Spitzenleistungen bis 50 kW.

Inzwischen sind bereits Rubine in Fertigung oder in der Entwicklung, die bis zu 300 kW bei 1 ms Impulsbreite und 2 Impulsen/min bei guter Kühlung (150 °K) abgeben sollen.

Durch Vorsetzen einer optischen Konzentrationsvorrichtung „Optul“ (Bild 2) läßt sich die Ausgangsleistung von etwa 10 kW auf etwa 1 MW erhöhen, wenn die Im-

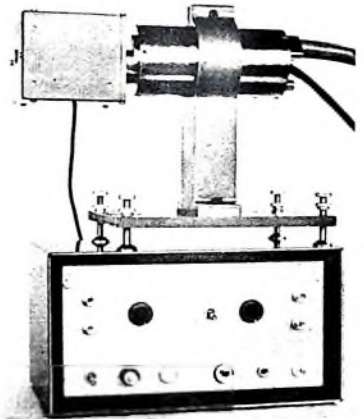


Bild 2. Optischer Laser-Kopf „H-130“ mit vorgesezter Konzentrationsvorrichtung „Optul“; unten: Regulierung für Synchron- und Triggerimpulse, Pulsfrequenz, Schwellwert usw. (Trion Instruments Inc.)

pulsbreite bis auf 0,1 ... 20  $\mu$ s verringert wird. Die Vorrichtung besteht aus einer mit 3600 U/min rotierenden Prismenanordnung.

Für die Ausgangsenergie der jetzigen Ausführungen werden Werte  $> 3\text{ J}$  genannt.

### 2.2. Gas-Laser

Bild 3 zeigt das Prinzip einer von Raytheon nach dem Gas-Laser-Prinzip realisierten laboratoriumsmäßigen Anordnung. Die mit einer He-Ne-Mischung gefüllte Laser-Gasentladungsröhre 1 wird von einem HF-Generator 2 erregt. Dieser quarzstabilisierte HF-Generator schwingt auf genau 40,68 MHz. Seine Leistung muß bei 40 ... 50 W liegen (nicht mehr und nicht weniger). Die He- und Ne-Gase werden in einem Expansionsgefäß gemischt und gelangen über Filterfallen 3 in die Röhre. Der Laser-Strahl 4 kann an beiden Seiten austreten.

Im Bild 4 ist ein industriell gefertigtes Gerät der Perkin Elmer Corp. Spectro Physics Inc. (Norwalk, Conn., USA) wiedergegeben. Dieser sogenannte Gas-Phase-Laser beruht auf Patenten von J. van Beuett jun. der Bell Laboratories. Die Apparatur ist hauptsächlich für allgemeine Experimentierarbeiten mit kohärentem kontinuierlichem Licht entwickelt worden,

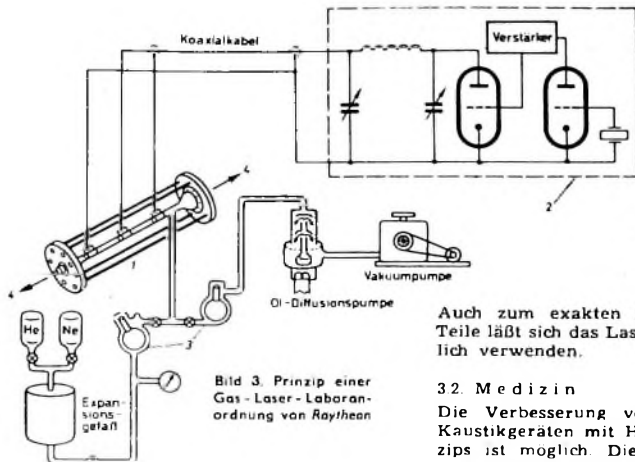


Bild 3. Prinzip einer Gas-Laser-Laboranordnung von Raytheon

wobei zwei gleiche Typen zur Verfügung stehen, die sich lediglich durch die Wellenlänge unterscheiden. Der eine Typ ist für 11 530 Å ausgelegt, der andere für 6328 Å. Beide sind für eine Ausgangsleistung von 1 mW bemessen. Im Vergleich zu den hohen Leistungen der Rubin-Laser, die nur impulsförmiges Licht zu liefern vermögen, scheint dies sehr gering. Über eine Zeit von 1 min integriert, ergibt sich jedoch nur ein unterschiedliches Leistungsverhältnis von etwa 1 : 10. Das gewonnene Laser-Licht kann an beiden Enden der etwa 60 cm langen Resonanzröhre aus abgeschmolzenem Pyrex-Quarzglas abgenommen werden. Die Röhre ist an beiden Enden dielektrisch verspiegelt. Als aktives Medium wird eine Mischung von He und Ne verwendet. Ein Hochfrequenzgenerator, der in ähnlicher Anordnung wie nach Bild 3 auf 40,68 MHz schwingt, liefert die notwendige Erregerleistung von etwa 40 W. Der Generator ist im Gehäuse des Gerätes nach Bild 4 mit allen erforderlichen Schalt- und Anpaßelementen mit eingebaut. Der austretende Strahl hat einen Durchmesser von etwa 4 mm und läßt sich durch Vorsatzlinsen bis auf unter 30 Winkelsekunden ausrichten. Das Gesamtgewicht der Apparatur ist nur etwa 6 kg. Das Stromversorgungsgerät, das getrennt aufgestellt werden kann, liefert eine regelbare Gleichspannung von maximal 525 V und eine 6-V-Wechselspannung.

**3. Zukünftige Anwendungen des Lasers**

In den nächsten Jahren sind weitere Vervollkommnungen in bezug auf Leistungserhöhung, Wirkungsgradverbesserung, Senkung der Herstellungskosten und Vereinfachung der Konstruktion zu erwarten. In der Erprobung oder in Aussicht genommen sind zahlreiche Anwendungen, wobei insbesondere hinsichtlich der Verwendung des Impuls-Lasers schon manche Erfahrungen vorliegen.

**3.1. Werkstoffbearbeitung**

Die sehr hohe Impulsleistung und die gute Bündelung des Impuls-Lasers können für den Bau von Mikro-Werkzeugmaschinen ausgenutzt werden. So ist es zum Beispiel mit Hilfe von entsprechenden Laser-Geräten möglich, mit hoher Präzision feinste Löcher bis herab zu 0,01 mm in Bleche und andere Werkstoffe zu bohren. Der General Electric Comp gelang es sogar, in 0,2 ms in einen Industriediamanten ein Loch von 0,5 mm Durchmesser zu bohren.

Auch zum exakten Schweißen kleinster Teile läßt sich das Laser-Licht voraussichtlich verwenden.

**3.2. Medizin**

Die Verbesserung von Cytoskopen und Kaustikgeräten mit Hilfe des Laser-Prinzips ist möglich. Die scharfe Bündelung und hohe Konzentration von vielen tausend Kilowatt in einem einregelbaren Brennpunkt wurde zum Beispiel schon für Augenoperationen ausgenutzt.

**3.3. Ortungstechnik**

Von der Hughes Aircraft Corp. wurde industriell ein einsatzfähiges Radar-Laser-Gerät „Colidar“ mit gegenüber konventionellen Radargeräten schärferer Auflösung und besserer Richtwirkung entwickelt.

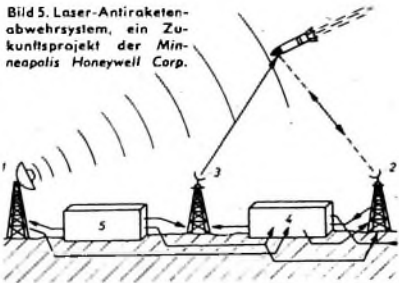
Auch für Unterwasserortungen (bisher eine Domäne des Ultraschalls) will man Laser-Geräte einsetzen.

**3.4. Navigation**

Für eine Navigationstechnik auf optischer Basis denkt man zum Beispiel für Weltraumflüge an eine Leitstrahl-Navigation mit Laser-Licht.

**3.5. Abwehrtechnik**

Geheimnisumwittert sind manche Forschungen auf dem Gebiet von Laser-„Todesstrahlen“. So stützt sich ein Zukunftsprojekt (Bild 5) der Minneapolis Honeywell Corp für eine Antiraketenwaffe ebenfalls auf den Impuls-Laser. Das Luftziel wird zunächst mit einem Grob-Mikrowellenradargerät 1 festgehalten, das seinerseits ein optisches Präzisions-Laser-Radargerät 2 steuert, und zwar mit einem äußerst scharf ausgerichteten Meßstrahl (unter 1 Winkelminute). Dieses Laser-Ra-



dargerät soll seinerseits über eine automatische Regelzentrale 4 mittels Servomotorsystems das Laser-„Todesstrahl“-System 3 steuern. Dessen gepulster Laser-Strahl zündet entweder den Sprengkopf der Rakete oder brennt Löcher in die Rakete, die diese zum Abtrudeln bringen. Das Stromversorgungsgerät soll für 100 kW ausgelegt werden.

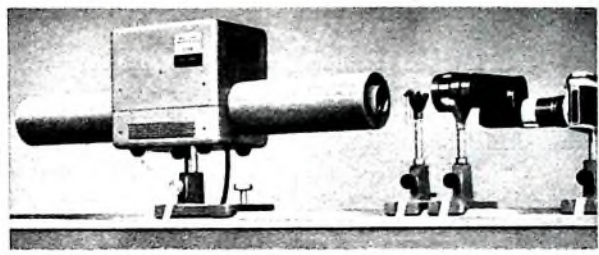


Bild 4. Gas-Laser der Perkin Elmer Corp. Spectra Physics Inc.

**3.6. Interferometrie**

Die Verwendung von Laser-Licht in der Interferometrie liefert schärfere Maxima und Minima.

**3.7. Chemie**

Zur besseren Beobachtung chemischer Reaktionen und als Katalysator wird Laser-Licht geeignet sein.

**3.8. Nachrichtentechnik**

Für die Verwendung in der allgemeinen Nachrichtentechnik liegen gute Ansätze vor. Dabei wird insbesondere wohl sehr gut gebündeltes kontinuierliches Laser-Licht Bedeutung erlangen. Abgesehen von der verfügbaren Leistung ist grundsätzliche Voraussetzung der Verwendung von Lichtwellen in der Nachrichtentechnik auch immer eine leichte und sichere Modulation des Lichtstrahles mit dem zu übertragenden Signal. Geeignete Modulationsverfahren wurden inzwischen vorgeschlagen. Auch Grundig<sup>3)</sup> demonstrierte kürzlich die Modulation eines normalen Lichtstrahles mit Ton- und Bildsignalen.

Das vorstehend kurz aufgeführte, schon recht stattliche Zukunftsprogramm ist durchaus nicht utopisch, sondern berechtigt zu großen Erwartungen und manchen Überraschungen.

**4. Laser-Rubine**

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß zum Beispiel die Schweizer Firma Industrie de Pierres Scientifiques Hrand Djevahirdjian S A, Monthey, synthetische Rubine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) für Infrarot-Laser-Licht herstellt. So wurden von dort Rubine auch nach den USA für den Einbau in Laser-Geräte geliefert. Ein im Mai dieses Jahres von den Bell Laboratories erprobter „Mondbeschuß“ wurde mit Impuls-Laser-Geräten durchgeführt, die Djeva-Kristalle enthielten. Die Djeva-Werke sind wohl bis jetzt die einzigen, die Einkristalle bis zu 350 mm Länge herstellen. Die Kristalle werden in einem eigenen Labor-Laser-Gerät getestet.

<sup>3)</sup> Lichtwellen übertragen Fernsehendung Funk-Techn. Bd. 17 (1962) Nr. 19, S. 646

**Schrifttum**

[1] Labormittellungen und Prospekte der Trion Instruments Inc.  
 [2] Vogel, S., u. Dulberger, L.: Lasers: devices and systems. Electronics Bd. 34 (1961) Nr. 43, S. 39-47, Nr. 44, S. 40-44, Nr. 45, S. 81-85  
 [3] Lyons, H.: Maser, Traser and Laser. Astronautics Bd. 5 (1960) Nr. 5, S. 38-39, 100-104  
 [4] Schawlow, A. L.: Optical Masers. Sci. Amer. Bd. 204 (1961) Nr. 6, S. 52  
 [4] Javan, A., Bennett, W. R., und Herriott, D. R.: Visible and infrared gas phase Lasers. Phys. Rev. Lett. Bd. 6 (1961) Nr. 3, S. 1



E. P. PILS, Siemens & Halske AG

## Fernsehtennen-Prüfgerät »SAM 317 dW«

Bild 1. Fernsehtennen-Prüfgerät „SAM 317 dW“

Infolge der laufenden Erweiterung der Wellenbereiche und der immer mehr verfeinerten Technik wachsen die Anforderungen an Empfangsantennenanlagen für Wohnbauten ständig. Speziell beim Bau von Gemeinschafts-Antennenanlagen sind Antennenprüfer heute unentbehrliche Helfer zum Ausrichten der Antennen, zum Einpegeln der Verstärker und zum Auffinden und Beseitigen von Stör- und Fehlerquellen. Auch schon bei der Planung und Projektierung einer neuen Antennenanlage bilden orientierende Messungen die Grundlage für die spätere einwandfreie Versorgung der angeschlossenen Teilnehmer bei wirtschaftlichstem Aufwand. Während es bei Rundfunkantennen normalerweise genügt, die jeweilige Antennenspannung zu messen, ist bei Fernsehantennen eine Bildbeurteilung unbedingt notwendig, um Rauschen, Moiré und Geisterbilder erkennen zu können.

### Prinzipieller Aufbau

Das Gerät (Bild 1) enthält einen vollständigen Fernsehempfänger nach der CCIR-Norm für die VHF-Kanäle 2...11 und die UHF-Kanäle 21...60. Die Bildbetrachtung erfolgt mit einer Röhre AW 17-69 (Bildgröße 95 x 125 mm). Mit einem zusätzlichen Umschalter kann das Bild um den Faktor 1,4 gedehnt werden; das ist besonders bei der Beobachtung von Empfangsstörungen von Vorteil. Zur Abhorchkontrolle ist ein 3-W-Lautsprecher (Bild 2, links oben) eingebaut.

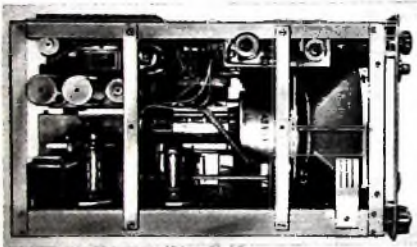


Bild 2. Das Chassis (im Bild von oben gesehen) läßt sich mit der Frontplatte nach vorn aus dem Gehäuse herausziehen; Röhren, Abgleichpunkte und Bauelemente des Prüfgerätes sind leicht zugänglich.

Die Antennenspannung kann zwischen 100  $\mu$ V und 50 mV (bei UHF zwischen 200  $\mu$ V und 50 mV) direkt gemessen werden, mit Hilfe eines eingebauten Spannungsteilers zwischen 5 mV und 2,5 V.

Das Gerät ist in einem stabilen Metallgehäuse mit Gummifüßen, Deckel und Traggriffen untergebracht; es wiegt etwa 19 kg.

### Arbeitsweise

Da es sich um ein Prüfgerät handelt, das grundsätzlich von Technikern bedient wird, wurde bewußt auf die sonst bei Fernsehgeräten üblichen Automatikschaltungen verzichtet. Die elektrische Funktion des Gerätes sei an Hand von Bild 3 kurz erläutert.

Der Antenneneingang enthält einen ohmschen Spannungsteiler im Verhältnis 1:50 für Eingangsspannungen über 60 mV. Die Kanalwähler für VHF und UHF sind handelsüblich (gerasteter VHF-Trommeltuner für Kanal 2...11 mit einem Reservekanal und durchstimmbarer UHF-Tuner für Kanal 21...60 mit einer in MHz geeichten Skala).

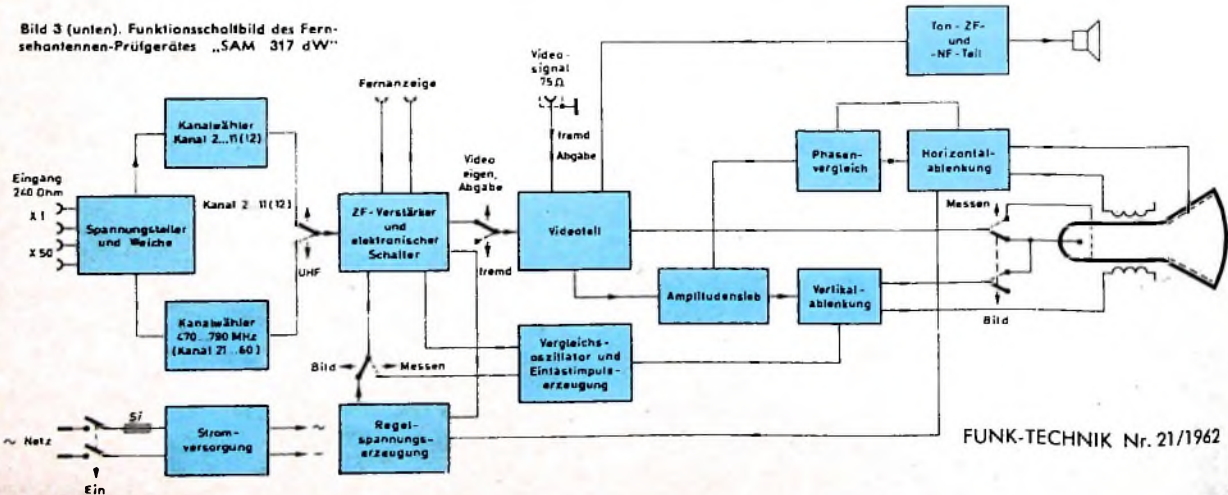
Die Anzeige der HF-Spannung erfolgt nicht wie üblich über ein Zeigerinstrument, sondern mit Hilfe eines optischen Vergleichsverfahrens auf der eingebauten Bildröhre. Zu diesem Zweck wird in einem Vergleichsoszillator eine definierte Spannung erzeugt und über einen mit der Vertikalablenkung synchronisierten Tastgenerator kurzzeitig so in das Fernsehsignal eingetastet, daß auf dem Bildschirm ein waagerechter heller Balken geschrieben wird. Zugleich wird die Steuerung der Bildröhre von der Katode zum Gitter umgeschaltet und der Zeilenkipp gegen den Horizontalimpuls um eine halbe Zeilenbreite verschoben. Dadurch erscheinen die Synchronimpulse des Fernsehbildes als ein heller senkrechter Balken im Bild. Die Grundhelligkeit wird dann mit dem Helligkeitsregler so zurückgestellt, daß die beiden Balken auf dunklem Grund erscheinen. Hierauf wird das Eingangssignal mit dem geeichten HF-Spannungsregler so eingestellt, daß der senkrechte und der waagerechte Balken gleich hell erscheinen. Die HF-Eingangsspannung kann am geeichten Regelknopf direkt abgelesen werden. Der genaue Meßwert ergibt sich nach Berücksichtigung des Fre-

quenz-Korrekturfaktors. Dieses Verfahren gewährleistet eine hohe, mühelos erreichbare Ablesegenauigkeit und hat den besonderen Vorteil, daß Fehlereinflüsse durch Röhrenalterung, Schwankungen der Betriebsspannung usw. weitgehend ausgeschaltet sind, da sie sich auf Nutz- und Vergleichssignal gleichermaßen auswirken. Die kritischen Betriebsspannungen sind stabilisiert, um den Einfluß von Netzspannungsschwankungen zu unterdrücken.

Um die Antenne bei der Montage bequem ausrichten zu können, ist das Gerät mit einer Fernanzeige ausgerüstet, bei der eine Anzeigespannung aus der ZF-Regelspannung herausgeführt ist. Mit der zu messenden HF-Eingangsspannung ändert sich auch die Regelspannung und damit die Katodenspannung der geregelten Röhren. Über einen Steckanschluß am Gerät kann ein übliches Vielfachmeßinstrument (Meßbereich 1 V oder 1 mA) angeschlossen werden, das die Bruckenspannung zwischen den beiden Kathoden der geregelten zweiten ZF-Röhre und der unregulierten dritten ZF-Röhre anzeigt (diese Anzeige gibt allerdings nur das relative Maximum der Antennenspannung an und läßt keine Schlüsse auf ihre absolute Höhe zu). Das Anzeigeelement kann über eine beliebig lange Leitung angeschlossen und bis an den Aufstellungsort der Antenne mitgenommen werden, um das Ausrichten unmittelbar an Hand der Ablesung vorzunehmen. Eine Videobuchse ermöglicht die Auskopplung der Videospannung des empfangenen Fernsehsignals und damit oszillografische Untersuchungen bei Antennenverstärkeranlagen. An dieser Stelle kann auch das BAS-Signal eines Fremdgenerators zur Bildbetrachtung in den Videoteil eingespeist werden.

Mit der eingebauten Röhrentesteinrichtung können die für die Meßgenauigkeit kritischen Röhren auf ihren Alterungszustand überprüft werden. Zu diesem Zweck werden die Röhren unterheizt, wodurch die Helligkeit der Testbalken abnimmt. Wenn nun der Helligkeitsunterschied beider Testbalken beim erneuten Abgleich einen Unterschied von mehr als 6 dB ergibt, dann ist wegen der Röhrenalterung eine genaue Messung nicht mehr gewährleistet und ein Röhrenaustausch oder ein Neuabgleich des Gerätes notwendig. Eine Spezialausführung des beschriebenen Gerätes, der Typ „SAM 317 aW“, wird zur Kontrolle der Fernsehsignale von Sendeanlagen verwendet und vorwiegend in beweglichen Fernseh-Übertragungsanlagen (Ü-Wagen) eingesetzt.

Bild 3 (unten). Funktionsschaltbild des Fernsehtennen-Prüfgerätes „SAM 317 dW“



# Eine Lautsprecherkombination mit Studioqualität

## 1. Allgemeines

Studio-Abhörschränke sind wegen ihres sehr hohen Preises für den Hi-Fi-Freund im allgemeinen unerschwinglich. Diese Geräte ergeben aber schon bei monauraler Technik eine Wiedergabe, die von dem Original kaum zu unterscheiden ist, wenn der Wiedergaberaum bestimmte Voraussetzungen erfüllt. Der hohe Preis resultiert aus der großen Präzision der Herstellung, den hohen Entwicklungskosten und nicht zuletzt aus der sehr kleinen Stückzahl der gefertigten Geräte. Von der Industrie werden aber Bauteile und Baugruppen angeboten, die es dem Musikliebhaber und Hi-Fi-Freund gestatten, zu einem noch tragbaren Preis eine Lautsprecherkombination aufzubauen, die auch sehr hohen Ansprüchen genügt. Natürlich muß dabei ein bestimmter Aufwand getrieben werden, um die gestellten Forderungen zu erfüllen. Es ist wenig sinnvoll, zwar hochwertige Abspielgeräte und Verstärker zu verwenden, aber bei den Lautsprechern zu sparen.

In diesem Beitrag wird eine Lautsprecherkombination (Bild 1) beschrieben, die

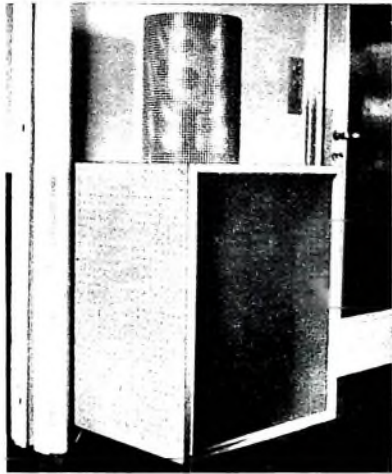


Bild 1a (links): Ausführung der Lautsprecherkombination für moderne Wohnräume. Bild 1b (rechts): Die Anlage des Verfassers

Mittel-Hochton-Kugelstrahlern erfordert nämlich ein gutes Reflexionsvermögen der Wände bei mittleren und hohen Frequenzen. Für Stereo-Wiedergabe sind zwei der beschriebenen Lautsprechereinheiten erforderlich. Dann sollte man jedoch einen Wohnraum mit rund 25 m<sup>2</sup> Fläche und etwa 2,8 m Höhe zur Verfügung haben, damit man eine Basisbreite von wenigstens 4 m einhalten kann. Außerdem ist der Wiedergaberaum bezüglich der Sitzplätze und dämpfender Vorhänge möglichst symmetrisch auszustatten, da sonst Klangverschiebungen infolge einseitiger Reflexionen auftreten können.

## 2. Tieftonschrank

Eine sehr gute Tieftonwiedergabe erreicht man mit einem genügend großen, luftdicht abgeschlossenen Holzgehäuse. Das Gehäusevolumen hängt von den gewünschten unteren Grenzfrequenz und vor allem von der Membranfläche des verwendeten Lautsprechers ab. Außerdem bewirkt die Rückstellkraft der eingeschlossenen Luft eine Erhöhung der Resonanzfrequenz des Lautsprechersystems. Für einen Laut-

des Schalldruckes um 3 dB) von 30 Hz bei einem 30-cm-Tieftonlautsprecher dar. Dabei erhöht sich die Resonanzfrequenz infolge der Rückstellkraft der eingeschlossenen Luft bereits um 10% [2]. Das ist jedoch keinesfalls nachteilig. Der eingebaute Tieftonlautsprecher „L 280“ (Telefunken) hat eine Eigenresonanz von 35 Hz  $\pm$  10%, die sich im ungünstigsten Fall auf etwa

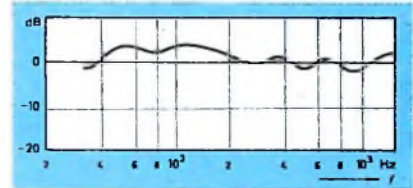


Bild 2: Schalldruckverlauf des Tieftonlautsprechers „L 280“ (in das beschriebene Gehäuse eingebaut)

42 Hz erhöht. Diese Resonanz kann sich aber nicht auswirken, da das Gehäuse an sich und besonders infolge der Auskleidung mit Mineralwolleplatten wie eine unendlich große Schallwand wirkt. Es hat daher einen sehr großen Abstrahlungsgrad und eine sehr hohe Strahlungsdämpfung, die das Lautsprechersystem stark bedämpft. Hinzu kommt noch die Dämpfung durch den sehr kleinen Innenwiderstand moderner Verstärker (etwa 0,1 Ohm). Diese großen Dämpfungen flachen die Lautsprecherresonanz so weit ab, daß sie nicht mehr nachteilig in Erscheinung tritt. Durch die hohe Strahlungsdämpfung wird auch der Klirrfaktor des Systems sehr klein gehalten, und die Ausbildung von Teilschwingungen der Membrane ist nicht mehr so stark. Außerdem kann man kurzzeitig (impulsmäßig) erheblich über die höchstzulässige Sinuston-Dauerbelastung des Tieftonlautsprechers von 12,5 W hinausgehen. Dem Lautsprechersystem wird also erheblich mehr Leistung entzogen als bei kleineren Gehäusen. Der größte Vorteil des vollkommen geschlossenen Tieftongehäuses ist die naturgetreue Wiedergabe aller Baßinstrumente und von Ein- und Ausschwingvorgängen, die sich mit Baßreflexgehäusen oft nur schwer erreichen läßt.

Studio-Abhörschränke enthalten oft mehrere Tieftonlautsprecher, um den Wirkungsgrad und den Klirrfaktor zu verbessern (beispielsweise sind im „O 84“ vier 30-cm-Systeme Isophon „P 30/37/10“ und im „O 85“ zwei „L 280“-Systeme eingebaut). Bei dem hier verwendeten Gehäusentyp müßten dann aber 500 l Volumen zur Verfügung stehen, und das ist nicht realisierbar. Studiolumlautsprecher, die mit wesentlich kleinerem Volumen auskommen, arbeiten mit einem speziellen Entzerrverstärker, der dem Endverstärker vorgeschaltet ist und der die Aufgabe hat, den Tiefenabfall wegen des zu kleinen Gehäuses zu kompensieren und die hohe Resonanzfrequenz zu dämpfen. Außerdem muß dieser Entzerrverstärker den oft schlechten Wirkungsgrad der Hochtonsysteme oberhalb 10 000 Hz ausgleichen. Derartige Geräte sind aber sehr aufwendig und teuer und erfordern zum Abgleich Meßmittel, die

allen Ansprüchen genügt. Sie wurde bereits in mehreren Exemplaren gebaut, die die Erwartungen weit übertroffen haben, und findet unter anderem auch in Tonstudios und bei der Schallplattenindustrie Verwendung. Bei der Konstruktion wurde auf größte Nachbausicherheit Wert gelegt, damit auch der weniger erfahrene Hi-Fi-Freund die Lautsprecherkombination nachbauen kann. Außerdem wurden nur in Deutschland hergestellte Einzelteile verwendet. Der Listenpreis für alle erforderlichen Bauteile einschließlich der Schreinerarbeiten ist etwa 850 DM.

Die Wiedergabequalität der Kombination entspricht etwa der des neuen Studiolumlautsprechers „O 85“. Die Voraussetzung hierfür ist allerdings ein wenig gedämpfter Wiedergaberaum. Die Verwendung eines

sprecher mit 30 cm Korbdurchmesser ist ein Gehäusevolumen von 200 ... 250 l unbedingt notwendig, um den in Bild 2 gezeigten Frequenzgang zu erhalten. Das erforderliche große Volumen ist bei einem geschlossenen Kasten zwar ein großer Nachteil, dem aber einige erhebliche Vorteile gegenüberstehen. Die sehr einfache Bauweise ermöglicht einen sehr günstigen Preis des Gehäuses (je nach Holzart 100 bis 180 DM). Die Konstruktion des Gehäuses geht auf einen Bauvorschlag von Telefunken [1] zurück. Da die darin ebenfalls angegebene Hochtonanordnung nicht den Ansprüchen des Verfassers entsprach, wurde hier auf einen Kugelstrahler zurückgegriffen.

250 l Rauminhalt stellen die untere Grenze für eine untere Grenzfrequenz (Abfall

nur einem Industrielabor zur Verfügung stehen).

Bei der hier beschriebenen Kombination wurden nur Lautsprecher verwendet, deren Schalldruckkurven im Arbeitsbereich mit etwa 3 dB Toleranz linear verlaufen. Das ermöglicht den Verzicht auf besondere Klangregelschaltungen und Geschmacksentzerrer. Der lineare Schalldruckverlauf ist auch notwendig, um Studioverstärker, die keine Korrekturglieder zur Frequenzgangbeeinflussung enthalten, an die Lautsprecherkombination ohne Schwierigkeiten anschließen zu können.

An Stelle des *Telefunken*-Tiefontonsystems „L 280“, das mit 4 und 8 Ohm Impedanz geliefert wird, kann auch der „P 30/37/10“ von *Isophon* verwendet werden. Wer auf einen Kugelstrahler verzichten möchte (was aber nicht zu empfehlen ist), kann

damit ist auch die Gesamtbelastbarkeit der Kombination gegeben. Der Kugelstrahler verträgt zwar höhere Belastungen, aber außer bei kurzzeitigen Impulsspitzen sollten 12,5 W nicht überschritten werden.

Bild 3 zeigt das Gehäuse im Schnitt und Aufbau. Bei dem hier gewählten Volumen von 250 l dürfen jedoch nur Lautsprecher bis 30 cm Korbdurchmesser eingebaut werden. Außerdem darf man die im Bild 3 angegebenen Maße nicht kleiner wählen. Größere Abmessungen des Gehäuses sind dagegen zulässig.

Das Gehäuse besteht aus allseitig verleimten Sperrholzplatten von mindestens 20 mm Dicke. Bei der Gestaltung des Äußeren sind dem Erbauer keine Grenzen gesetzt. Auch der Einbau in Bücherwände und Regale ist ohne Nachteil möglich, wenn man die Hochtongugel in der Nähe des Tiefontongehäuses aufhängt. Der Abstand der Kugel zum Tiefontonschrank sollte jedoch 1,5 m nicht überschreiten. Um Eigenresonanzen des Holzes und Droherscheinungen zu unterdrücken, muß das Gehäuse mit 30 mm dicken Mineralfaserplatten mit einer Dichte von 100 kg/m<sup>3</sup> („Sillan“-Platten von *Grünzweig & Hartmann*, Ludwigshafen) ausgekleidet werden. Eine Platte teilt das Gehäuse in zwei Fächer (die wegen der Schalldurchlässigkeit der Platte aber nicht akustisch getrennt sind), um Längsresonanzen zu vermeiden. Die Platten werden in einem Abstand von 20 mm von den Außenwänden montiert. Hierzu leimt man entsprechende Leisten an die Außenwände, an denen sich die Platten befestigen lassen. Der Rahmen, auf dem die Querplatte liegt, dient außerdem zur weiteren Versteifung der Längswände. Das sich zwischen den Platten und den Außenwänden bildende Luftpolster bewirkt eine weit höhere Dämpfung, als mit wesentlich dickeren Wänden erreicht werden könnte. Die eingebauten Platten verkleinern nicht etwa das wirksame Gehäusevolumen, sondern infolge ihrer Schalldurchlässigkeit und der kleineren Schallgeschwindigkeit in den Platten wird das wirksame Volumen sogar größer.

Die Frontplatte wird mit Nessel und darüber mit *Saran*-Kunststoffgewebe (*Saran*-Kunststoffwebereien, Köln) bespannt. Vor Anbringen der Bespannung empfiehlt es sich, auf die Frontplatte einige „*Tesamoll*“-Streifen zu kleben, um Schwirrscheinungen bei großen Amplituden sicher zu vermeiden. Die Bespannungsmasse werden auf der Rückseite der Frontwand durch Aufkleben befestigt und außerdem zusätzlich durch aufgenagelte Holzleisten gesichert. Zweckmäßigerweise macht man nicht nur die Rückwand des Gehäuses, sondern auch die Frontplatte abnehmbar, damit man sie bei Beschädigung der Bespannung leicht wieder neu bespannen kann.

Das Tiefontonsystem übernimmt die Abstrahlung der Frequenzen bis 300 Hz. Eine höhere Trennfrequenz ist nicht erforderlich, da der Kugelstrahler bereits bei 300 Hz optimal arbeitet. Außerdem hat der Tiefontonsprecher bereits bei mittleren Frequenzen eine gewisse Richtwirkung, die den erstrebten räumlichen Klangeindruck verringert. Bild 4 zeigt den Schalldruckverlauf eines Einzelsystems des Kugelstrahlers (nach Angaben von *Isophon*). Diese und auch die Kurve im Bild 2 konnten bisher noch nicht durch eine Messung nachgeprüft werden, jedoch

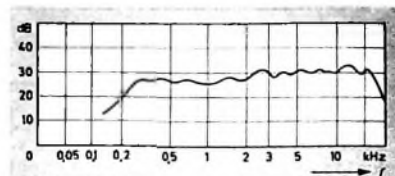


Bild 4. Schalldruckverlauf eines Einzelsystems des Kugelstrahlers „HK 6-8“

zeigte die gehörmäßige Beurteilung, daß kaum Abweichungen vorhanden sein dürften. Beim „Durchheulen“ der Kombination einschließlich der Frequenzweiche waren alle Frequenzen von 20 ... 16 000 Hz in etwa 1 ... 2 m Abstand gut und gleichmäßig hörbar. Auch im Übergangsbereich in der Nähe der Trennfrequenz traten keine Einbrüche oder Resonanzen auf. Im Bild 5 sind die Tonfrequenzspannungen am Hoch- und Tiefenteil also nach der Trennung durch die Weiche, darge-

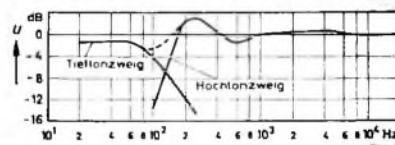


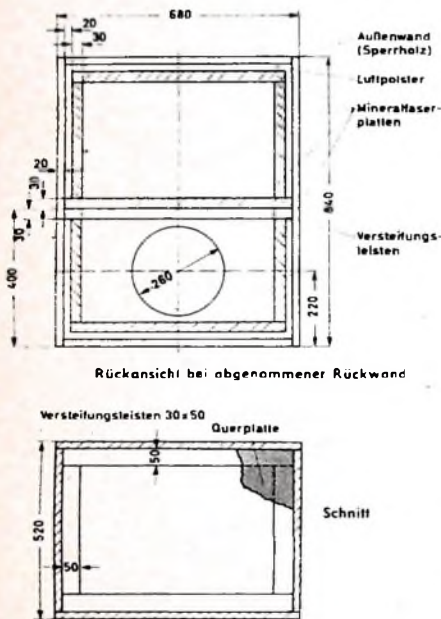
Bild 5. Frequenzgang der Tonfrequenzspannungen an den Ausgängen der Frequenzweiche

stellt man sieht, daß die Spannung (und damit nach Bild 2 und 4 auch der Schalldruck) im Bereich 20 ... 16 000 Hz nur um  $\pm 3$  dB schwankt. Daher kann man einen Endverstärker mit linearem Frequenzgang (zum Beispiel den Studioverstärker „V 69a“) ohne Korrekturglieder zur Frequenzgangentzerrung verwenden.

### 3. Hochtenteil

Als Hochtoneinheiten finden die Halbkugeln „HK 6-8“ von *Isophon* Verwendung. Die einen fast geradlinigen Schalldruckverlauf von 300 ... 16 000 Hz aufweisen. Die *Isophon*-Typen „Orchester PH 2132/25/11“ und „HM 10/13/7“ haben die gleichen guten Eigenschaften, konnten aber wegen der Richtwirkung bei hohen Frequenzen und der erforderlichen Dreifachfrequenzweiche nicht benutzt werden. Es genügt, Frequenzen bis 15 000 Hz abstrahlen, da der Frequenzgang von Studio-Tonbandgeräten aus bestimmten Gründen oberhalb 15 000 Hz abfallen muß. Auch alle Verstärker und Mikrofone für den Studiobetrieb sind so ausgelegt.

Leider haben auch die *Isophon*-Kugelstrahler einige Nachteile, die sich aber leicht beseitigen lassen. Die eingebaute Frequenzweiche und der kleine Übertrager sind zu entfernen, da hier eine andere Frequenzweiche benötigt wird. Der Hauptnachteil ist jedoch die Impedanz der Halbkugel von 2,6 Ohm; bei Serienschaltung von zwei Halbkugeln erhält man also 5,2 Ohm. Bei einem sehr guten Verstärker würde diese Fehlanpassung zwar noch zulässig sein, jedoch macht dann die Auslegung der Frequenzweiche Schwierigkeiten. Zunächst wurde die Schaltung Bild 6 benutzt, die auch zufriedenstellende Ergebnisse brachte. Hierbei liegt aber mit dem Innenwiderstand des Verstärkers ein schädlicher Widerstand in Serie, der die Lautsprecherdämpfung ungünstig beein-



Rückansicht bei abgenommener Rückwand

Bild 3. Konstruktionsskizzen des Tiefontonschranks

auch den *Isophon*-Typ „Orchester“ einbauen. Dann muß man aber den Lautsprecher wegen der gerichteten Höhenabstrahlung im oberen Fach des Gehäuses anordnen. Die angegebenen Tiefontonsysteme sind mit 12,5 W belastbar, und

1) In letzter Zeit wurden Lautsprecherkombinationen bekannt (*Braun* „L 45“, *Isophon* „HSB 45“), die verhältnismäßig kleine, vollkommen geschlossene Gehäuse haben, aber trotzdem untere Grenzfrequenzen von etwa 40 Hz erreichen (s. *FUNK-TECHNIK* Nr. 19/1962, S. 645, und Nr. 20/1962, S. 692). Sie enthalten Spezial-Tiefontonsysteme mit extrem niedrigen Resonanzfrequenzen (im nicht eingebauten Zustand).

Nach Ansicht des Verfassers lassen sich mit sehr kleinen Gehäusen jedoch manche tiefen Klänge nicht mit der originalen „Wucht“ wiedergeben, weil dann das Gehäusevolumen fehlt. Als Beispiel seien Orgelpassagen mit 16- und 32-Fuß-Registern angeführt, wobei es sich um Frequenzen zwischen 16 und 64 Hz handelt, die mit Orgelpfeifen von 12 m Länge und etwa 1 m Durchmesser erzeugt werden. Ein 50-l-Gehäuse dürfte aber wohl kaum in der Lage sein, das Klangvolumen derartiger Orgelpfeifen wiederzugeben.

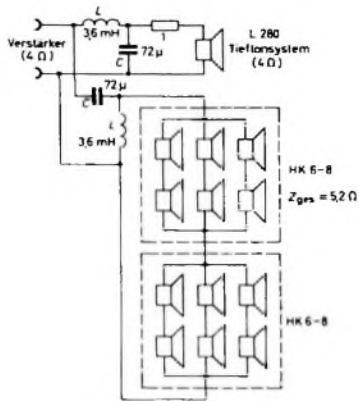


Bild 6. Schaltung der Kombination mit 12 Hochtonsystemen für 5,2 Ohm Impedanz (zwei Halbkugeln „HK 6-8“)

fließt. Außerdem entstand der Eindruck, daß die Tiefenwiedergabe nicht optimal ist. Günstiger in dieser Beziehung erwies sich die Schaltung Bild 7, bei der aber ein Höhenverlust auftritt.

Sehr gut geeignet ist die Schaltung nach Bild 8 die 16 Hochtonsysteme enthält. Da jedes System 4 Ohm hat, ergibt sich bei 16 Systemen eine Gesamtimpedanz von 4 Ohm. Isophon liefert diese Spezial-Hochtonsysteme jedoch nicht einzeln, so daß man sie einer dritten Halbkugel „HK 6-8“

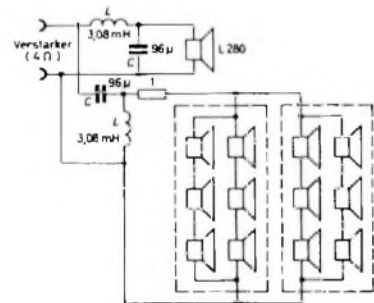


Bild 7. Schaltung der Kombination mit 12 Hochtonsystemen für 4 Ohm Impedanz (zwei Halbkugeln „HK 6-8“)

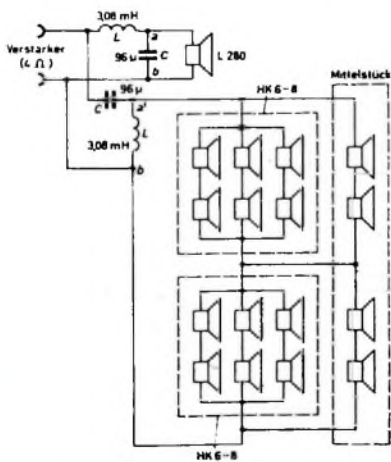


Bild 8. Endgültige Schaltung für 4 Ohm Impedanz mit 16 Hochtonsystemen

entnehmen muß. Wegen der großen Anzahl von Einzelsystemen wird die Systembelastung und damit auch der Klirrfaktor der Lautsprecher sehr klein. Untersuchungen beim WDR ergaben, daß kleine 2-W-Hochtonsysteme bei voller Belastung 2 bis 3 % Klirrfaktor haben, ein Wert, der den Klirrfaktor hochwertiger Verstärker um eine Zehnerpotenz übersteigt. Dagegen sinkt der Klirrfaktor auf weniger als 0,5 %, wenn jedes Einzelsystem nur mit 0,5 W belastet wird. (Diese Untersuchungen beziehen sich auf die im Studiolautsprecher „O 84“ verwendeten Lorenz-Systeme „LPH 65“.) Da die Entwicklung aber inzwischen fortgeschritten ist, dürften heute günstigere Resultate zu erwarten sein. Trotzdem sollte man die Systembelastung nicht höher als 0,5 W wählen, und das ist mit 16 Systemen natürlich leichter zu erreichen als mit 12. Die Hochtonkugel hat dann eine Gesamtbelastbarkeit von 8 W, so daß in Verbindung mit dem Tiefonssystem 20 W Verstärkerleistung zulässig sind. Versuchsweise wurde die Lautsprecherkombination mit 25 W betrieben, und auch dabei traten noch keine Verzerrungen auf. Ein Dämpfungsglied im Tiefon-zweig, das den größeren Wirkungsgrad des Tiefonsystems an den des Hochton-teils angleichen sollte, hat sich als nicht notwendig erwiesen, da das geschlossene Gehäuse den Wirkungsgrad des Tiefon-lautsprechers erheblich verringert.

Bild 9 zeigt den Aufbau des Kugelstrahlers. Die Hochtonkugel ist mit einem Halte-

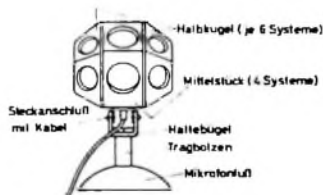


Bild 9. Aufbau des Kugelstrahlers

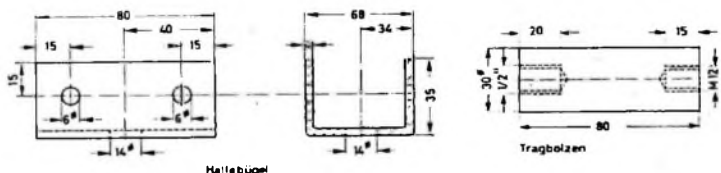


Bild 10. Haltevorrichtung für den Kugelstrahler

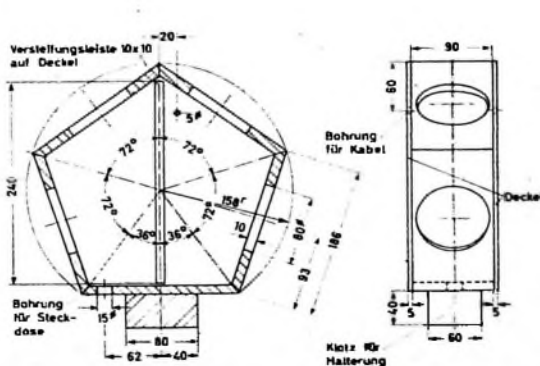


Bild 11. Konstruktionskizze des Mittelstückes des Kugelstrahlers

bügel und einem Tragbolzen (Bild 10) auf einem Mikrofonfuß „M 1940“ (Telefunken, Neumann) montiert. Das Mittelstück (Bild 11) aus 10 mm dickem Sperrholz nimmt die vier zusätzlichen Hochtonsysteme auf und dient als Träger für die beiden Halbkugeln. Ferner trägt es auch die Steckvorrichtung (Tuchel- oder Preh-Normstecker) für den Lautsprecheranschluß. Das gesamte Mittelstück wird mit Dämpfungsmaterial ausgefüllt, wozu sich Schneiderwatte gut eignet.

Alle Lautsprecher müssen gleichphasig schwingen. Das ist leicht zu erreichen, da die Schwingspulenanschlüsse der Hochtonsysteme entsprechend farbig (rot und gelb) gekennzeichnet sind. Man muß also nur noch beim Zusammenschalten mit der Frequenzweiche und dem Tiefonlautsprecher darauf achten, daß die Polung des Tiefonsystems mit der der Hochtonkugel übereinstimmt. Dazu schaltet man eine Taschenlampenbatterie so an die Schwingspulen, daß diese beim Schließen des Stromkreises in den Luftspalt des Magneten hineingezogen werden. Die Anschlüsse, an denen dabei der Plus- (oder Minus-) Pol der Batterie liegt, werden dann an die Leistungen *b* (Bild 8) der Frequenzweiche angeschlossen. Für die Wahl eines Kugelstrahlers zur Wiedergabe der mittleren und hohen Frequenzen war außer dem sehr linearen Schalldruckverlauf die Tatsache maßgebend, daß sich mit dieser Anordnung eine besonders gute ungerichtete Abstrahlung dieser Frequenzen und damit der für den räumlichen Eindruck notwendige diffuse Schallanteil erreichen läßt.

#### 4. Frequenzweiche

Die Frequenzweiche (Bild 12) ist der kritischste Teil der Lautsprecherkombination. In der FUNK-TECHNIK wurden der Bau und die Berechnung derartiger Weichen bereits genau beschrieben [3]. Es handelt sich hier um eine Parallelweiche mit einer Flankensteilheit von 12 dB/Oktave. Für die Schaltelemente der Weiche gilt

$$L = \frac{\sqrt{2} Z}{2\pi f_T}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_T Z} \sqrt{2}$$

(*L* in mH, *f<sub>T</sub>* in Hz, *C* in F, *Z* in Ohm). Die Berechnung ist nicht ganz einfach, weil man von den genormten Kapazitätswerten abhängig ist. Man muß also zunächst den Kapazitätswert für die vorgesehene Trennfrequenz *f<sub>T</sub>* berechnen und dann die sich mit dem nächsthöheren oder tieferen Normwert ergebende Trennfrequenz berechnen.

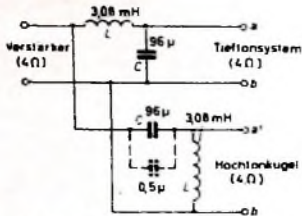


Bild 12. Schaltung der Frequenzweiche

quenz bestimmen. Diese Frequenz wird dann bei der Berechnung der Spule eingesetzt. Um die richtige Trennfrequenz zu erhalten, ist es erforderlich, die Induktivitäts- und Kapazitätswerte vor dem Zusammenbau der Weiche nachzumessen.

An Stelle der selbstgebauten läßt sich auch die Frequenzweiche „L 910“ von Telefunken verwenden, die eine Trennfrequenz von 250 Hz hat. Der eingebaute Übertrager, der zur Anpassung an einen 100-V-Verstärkerausgang bestimmt ist, kann bei einem Verstärker mit 4-Ohm-Ausgang entfallen.

Bei der Berechnung ergibt sich für  $f_T = 300$  Hz und  $Z = 4$  Ohm  $C = 94$  µF. Da sich dieser Wert nur schwer aus Normwerten zusammensetzen läßt, rundet man ihn auf 96 µF auf ( $3 \times 32$  µF). Mit  $C = 96$  µF erhält man  $f_T = 292$  Hz und damit  $L = 3,08$  mH.

Für die Kondensatoren empfiehlt es sich, MP-Typen oder bipolare Elektrolytkondensatoren zu verwenden. Bei Elektrolytkondensatoren ist der im Bild 12 gestrichelt dargestellte 0,5-µF-Papierkondensator parallel zu schalten, der den bei hohen Frequenzen zunehmenden Widerstand dieser Kondensatoren kompensiert. An Stelle von bipolaren Elektrolytkondensatoren kann man auch die üblichen gepolten Typen benutzen, wenn man nach Bild 13 jeweils zwei Kondensatoren mit der doppelten Kapazität in Serie schaltet. Aus wirtschaftlichen Gründen wird man

Bild 13 Bipolare Schaltung von Elektrolytkondensatoren

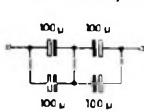
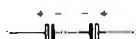


Bild 14 Schaltung der Elektrolytkondensatoren für die Frequenzweiche



jetzt aber nicht 96, sondern 100 µF wählen. Da 200-µF-Kondensatoren aber nicht serienmäßig gefertigt werden (zwei hintereinander geschaltete 250-µF-Kondensatoren ergeben eine zu niedrige Trennfrequenz von 220 Hz), sind vier 100-µF-Elektrolytkondensatoren nach Bild 14 zu verwenden. Die Trennfrequenz ist nun 280 Hz, die Induktivität 3,2 mH.

Die Spulen wurden auf Wickelkörper für Transformatoren EI 150b gewickelt (220 Wdg für 3,08 mH, 230 Wdg für 3,2 mH). Der CuL-Draht soll wenigstens 2,5 mm Durchmesser haben, damit der Verlustwiderstand möglichst klein wird. Da besonders bei tiefen Frequenzen wegen der hohen Leistungen erhebliche Ströme fließen können die Spulen- und Leitungsverluste (Tiefenabfall) nicht mehr vernachlässigt werden. Im allgemeinen sollen diese Verluste 10% der Lautsprecherimpedanz hier also 0,4 Ohm, nicht überschreiten. Dies ist aber schon der höchstzulässige Wert. Dieser Wert umfaßt alle Leitungswiderstände vom Verstärkerausgang bis zum Schwingspulenschluß der Lautsprecher. Mit 2,5-mm-CuL-Draht erreicht man rund 0,2 Ohm. Für die Zuleitung zum Verstärker sollte NMH-Kabel mit wenigstens 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt gewählt werden.

Schrifttum

- (1) Lautsprecheranordnungen. Fla-Tip (1958) Nr. 9, S. 144-145
- (2) Schallabstrahlung. Telefunken-Laborbuch, Bd. I, S. 166-173. München 1958, Franzis-Verlag
- (3) Martini, H.: Elektrische Weichen zur Leistungsaufteilung in NF-Verstärkern. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 4, S. 111 bis 114, u. Nr. 5, S. 143-145

Magnetton

K.-E. REINARZ, Telefunken GmbH, Hannover

# Klangregler für Tonband-Überspielungen

Oft ist es wünschenswert, irgendwelche Aufnahmen nicht nur auf ein zweites Band zu überspielen, sondern dabei auch gleichzeitig den Klangcharakter zu verändern. Dadurch kann man zum Beispiel Aufnahmen, die zuwenig Tiefen oder zuviel Höhen haben, bei der Überspielung in dem gewünschten Sinne korrigieren. Außerdem ergibt sich aber noch die Möglichkeit, durch Hervorheben oder Dämpfen bestimmter Instrumentengruppen besondere Klingeffekte in die Aufnahme zu bringen. Beispielsweise läßt sich durch Anheben der Höhen eine hohe Melodie Stimme gegenüber der wesentlich tieferen Begleitung hervorheben oder durch Baßanhebung eine Rhythmusgruppe verstärken.

Bei Überspielungen von einem Tonbandgerät oder Plattenspieler auf ein anderes Tonbandgerät wird im allgemeinen der Ausgang des wiedergebenden Gerätes mit dem Eingang des aufnehmenden Gerätes verbunden. Natürlich muß dabei mit

einem Spannungsteiler die Ausgangsspannung auf die erforderliche Eingangsspannung herabgesetzt werden (Überspielung). Bei einer solchen Überspielung ändert sich der Frequenzgang der Aufnahme nicht.

Will man den Frequenzgang bei der Überspielung jedoch verändern, so muß man zwischen die beiden Geräte eine Anord-

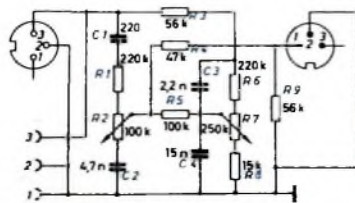


Bild 1. Schaltung des Klangreglers

Bild 2. Einige mit dem Klangreglernetzwerk einstellbare Frequenzgänge

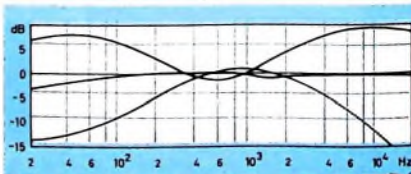
nung schalten, die eine getrennte Höhen- und Tiefenregelung der Ausgangsspannung gestattet. Die getrennte Höhen- und Tiefenregelung ergibt aber immer einen Spannungsverlust, da die Spannung der Quelle mindestens um die maximal gewünschte Anhebung über der benötigten Eingangsspannung liegen muß und außerdem die notwendige Entkopplung zwischen Höhen- und Tiefenregelung - wie jede unabhängig regelbare Mischung - einen Spannungsverlust zur Folge hat, dessen Höhe direkt mit dem erreichten Grad der Entkopplung zusammenhängt. Den gesamten Spannungsverlust kann man mit rund 30-40 dB annehmen.

In den üblichen Klangregelschaltungen wird dieser Verlust durch eine zusätzliche Verstärkerstufe ausgeglichen (aktive Klangregelschaltung). Im Fall der Überspielung zwischen zwei Tonbandgeräten steht jedoch am Ausgang des wiedergebenden Gerätes eine Spannung von etwa 1 V zur Verfügung, während der Iadire-Eingang des aufnehmenden Gerätes bereits mit 10 mV gut ausgesteuert werden kann. Dieser Pegelsprung von 40 dB ermöglicht es, ein passives Klangreglernetzwerk zwischen die Geräte zu schalten. Die Schaltung eines derartigen Klangreglernetzwerkes ist im Bild 1 wiedergegeben. Im linken Zweig C1, R1, R2, C2 werden an R2 die Höhen und im rechten Zweig R3, R6, C3, C4, R7, R8 an R7 die Tiefen abgegriffen. Der Regelbereich wird durch R1 für die Höhen und durch R6, R8 für die Tiefen begrenzt. Die Widerstände R4, R5 und R9 dienen zur Entkopplung. Von den Potentiometern ist R1 negativ logarithmisch und R7 positiv logarithmisch.

Beim Nachbau der Schaltung ist natürlich zu beachten, daß die Anordnung zur Vermeidung von Brummstörungen in einem Abschirmkästchen untergebracht sein muß.

Bild 2 zeigt einige der mit diesem Netzwerk erreichten Frequenzgänge. Der Regelbereich erstreckt sich von -12 +8 dB bei den Tiefen (50 Hz) und von -12 +9 dB bei den Höhen (10 kHz). Die Grunddämpfung bei linearem Frequenzgang ist etwa 40 dB.

Zur praktischen Anwendung muß noch folgendes gesagt werden: Der Frequenzgang-Veränderung mittels des Klangreglers sind durch eine Verschlechterung der Dynamik Grenzen gesetzt. Eine Anhebung der Höhen verstärkt in gleichem Maße das hörbare Rauschen, und durch eine Tiefenanhebung wird ebenso zwangsläufig der Brummabstand der Aufnahme verschlechtert. Außerdem besteht bei aufgeregeltem Höhenregler unter Umständen eine gewisse Gefahr der Übersteuerung, da der Aufnahmeverstärker eines Tonbandgerätes ohnehin eine starke Höhenanhebung hat, die das Magische Band im allgemeinen nicht voll anzeigt. Es empfiehlt sich daher, die Aufnahme entweder hinter Band abzu hören oder - falls man diese Möglichkeit nicht hat - eine kurze Probeaufnahme auf eventuelle Übersteuerung hin zu kontrollieren.





30 mA. Zur Kühlung stehen zwei Kühlkörper mit Eigenbelüftung und Wärmewiderständen von 3,85 und 1,6 °C/W sowie ein großer Kühlkörper mit Fremdbelüftung und einem Wärmewiderstand von 0,46 °C/W zur Verfügung. Bei rechteckförmigem Strom lassen sich mit diesen drei Kühlungsarten Nennströme von 22, 40 beziehungsweise 70 A erreichen.

Mit dem Halbleiterschalter BST G 01 sind verschiedene Stromrichter-Bausteine von Siemens bedeckt, die sich besonders für Anwendungen in der Antriebsteknik bei kleineren Leistungen eignen. Der geringe Platzbedarf gestattet den Aufbau von Geräten in Einschubbauweise. In den meisten Fällen werden in die Einschubeinheiten auch noch die Transistorregler mit eingebaut, so daß sich Regler und Stellglied übersichtlich anordnen und verdrahten lassen.

Der Leistungsbereich der Silizium-Stromrichter-einschübe liegt zwischen 2 und 18 kW, also in einem Bereich, der bisher von gas- und dampfgefüllten Stromrohren sowie von Magnetverstärkern beherrscht wurde. Das Hauptanwendungsgebiet ist die Speisung von Gleichstrommaschinen (sowohl Anker- als auch Feldspeisung). Wird der Siliziumstromrichter in Umkehrschaltung betrieben, dann kann er auch den Leonardumformer ersetzen.

Die Prinzipschaltung eines von der AEG entwickelten Semiduktor-Antriebes mit steuerbaren Siliziumzellen zeigt Bild 12. Auch hier

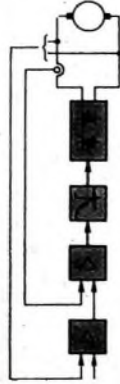


Bild 12. Prinzipschema eines Semiduktor-Antriebes (AEG)

sind Steuergerät und Regelungseinrichtungen vollintegriert. Die lieferbaren Semiduktor-Antriebe umfassen den Leistungsbereich von 2...50 kW. Sie werden hauptsächlich in zwei Ausführungsarten hergestellt, und zwar für den Betrieb in einer Richtung (hierbei haben Gleichstrom und Gleichspannung ein festes Vorzeichen) und für Zweirichtungsbetrieb, bei dem Gleichstrom und Gleichspannung beide Vorzeichen zur Drehrichtungsumkehr des Motors oder zum Bremsen durch Rückspeisung ins Netz annehmen können.

Steuerbare Siliziumzellen finden auch bei der Impulssteuerung zur verlustlosen Regelung

von Gleichstrommotoren Anwendung. Zur Erzeugung von Spannungsstößen veränderbarer Zeitdauer werden Schaltungen aus steuerbaren Siliziumzellen und einem Kondensatorlöschkreis aufgebaut, die nach folgendem Prinzip arbeiten: Der Motor wird aus einer Spannungsquelle über den elektronischen Schalter mit Stromimpulsen gespeist. Eine parallel zum Motor liegende Freilaufdiode läßt im Motor einen abklingenden Strom in dem Zeitraum zwischen den einzelnen Impulsen weiterfließen. Je nach der Dauer der Impulse ändert sich der Mittelwert der am Motor liegenden Spannung und damit seine Drehzahl. Mit den gleichen Schaltelementen läßt sich auch das elektrische Bremsen des Motors und die Rücklieferung von Bremsenergie an die Spannungsquelle durchführen. In diesem Fall schaltet man den elektronischen Schalter parallel zum Motor und legt die Diode als Sperrdiode zwischen Spannungsquelle und Motor. Sobald der Schalter geschlossen ist, fließt ein stet ansteigender Bremsstrom in dem Kurzschlußkreis. Wird nun das Stromtor des Schalters durch den Kondensatorlöschkreis gelockert, so fließt ein Strom gegen die Spannung der speisenden Stromquelle. Die Impulssteuerung gestattet außerdem eine Regelung des Motorstroms auf einen vorgegebenen Strom-Sollwert.

Bei einer praktischen Anwendung wird ein 10-kW-Gleichstrom-Reihenschlußmotor (Fahrmotor einer Grubenbahnlokomotive) über eine Impulssteuerung aus einer 110-V-Akkumulatorenbatterie gespeist. Der Motor mit Schwungscheibe ist mit einem Gleichstromgenerator als Belastungsmaschine gekuppelt. Die Umschaltung von Fahr- auf Bremsbetrieb sowie von Vorwärts- auf Rückwärtslauf erfolgt mit elektromagnetischen Schützen. Der Strom-Sollwert kann stufenweise vorgegeben werden. Die Anlage ist für einen Maximalstrom von 200 A ausgelegt.

Zündung einer Schalldiode über einen Impulstransformator

Bei der Verwendung der Schalldiode als Gleichspannungsschalter ist die galvanische Verbindung zwischen Haupt- und Zündkreis meistens möglich. Dabei braucht man nur darauf zu achten, daß die Kathode der Schalldiode im gesperrten Zustand auf dem Nullpotential der Steuerquelle festgehalten wird. Es gibt aber auch Schaltungen, zum Beispiel eine Graetzschaltung mit vier Schaltdioden, bei denen die Kathode betriebmäßig nicht an Masse gelegt werden kann. In solchen Fällen muß man einen Impulstransformator verwenden. Die Anforderungen an den Impuls-

## Anwendungen von Halbleiter-Bauelementen



### Steuerbare Siliziumzellen

Neben Siliziumgleichrichtern sind steuerbare Siliziumzellen (Halbleiterthyratrons) wohl die zur Zeit modernsten Bauelemente der Starkstromtechnik. Sie sind in ihrer Wirkungsweise der eines gasgefüllten Thyratrons sehr ähnlich und benötigen ebenfalls Hilfskreise, damit man sie als Schalter oder Steuerelemente verwenden kann.

Den Aufbau der steuerbaren Siliziumzelle zeigt Bild 1. Sie hat drei Anschlüsse: Anode, Kathode und Steuerelektrode (Tor). Im Prinzip



Bild 1. Schema einer steuerbaren Siliziumzelle (Schalldiode)

ist sie ein *pnpn*-Vierschichtelement, das in beiden Richtungen den Strom sperrt und durch einen kleinen Steuerstrom, der der Steuerelektrode zugeführt wird, leitend gemacht werden kann. Die Kennlinien bei verschiedenen Steuerströmen zeigt Bild 2.

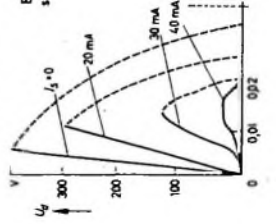


Bild 2. Kennlinien einer steuerbaren Siliziumzelle

## Kontaktloses Schalten und Steuern

dadurch die Erwärmung noch weiter ansteigt. Außerdem nimmt die Sperrspannung in Durchlaßrichtung bei Temperaturerhöhung stark ab. Daher kann das Halbleiterthyatron bei hohen Temperaturen seine Steuerungsfähigkeit verlieren. Man muß also darauf achten, daß stets eine gute Wärmeableitung vorhanden ist. Bei modernen Siliziumzellen werden deshalb die erforderlichen Kühlkörper von der Herstellerfirma mitgeliefert. Ein weiterer Nachteil der steuerbaren Siliziumzellen ist ihre geringe Überlastbarkeit. Man mußte daher Schutzrichtungen mit besonders kurzer Ansprechzeit und hoher Empfindlichkeit entwickeln. Jede Anwendung dieser Halbleiterthyatrons verlangt eine genaue Dimensionierung der Schutzrichtungen, wobei auch die Einschalt- und Ausschaltüberspannungen beachtet werden müssen.

### Gleichstromschalter

Für einen Gleichstromkreis, der kontaktlos geschaltet werden soll, läßt sich die Schaltung nach Bild 3 anwenden, in der zwischen der Speisquelle und dem Verbraucher ein Halbleiterthyatron als kontaktloser Schalter liegt. Durch ein Steuer-signal ausgelöst, erzeugt die Steuerquelle einen Impuls, der die Schalldiode zündet. Dabei kann das Steuer-signal in beliebiger Form vorliegen.

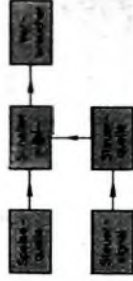


Bild 3. Gleichspannungsschalter mit Schalldiode

Die Temperaturempfindlichkeit der steuerbaren Zellen macht sich vor allem durch ein starkes Ansteigen des Leckstromes bei gesperrtem Gleichrichter bemerkbar. Das führt dazu, daß die aufgenommene Steuerleistung in unerwünschter Weise gesteigert wird und

Eine Lichtschranke liefert zum Beispiel im allgemeinen ein impulsförmiges Steuer-signal, dessen Amplitude und Dauer sehr unterschiedlich sein kann. In derartigen Fällen schaltet man dem Impulsgeber noch einen Verstärker nach, der die Amplitude und die

Impulsdauer begrenzt. Zum Zünden der Schottdiode reicht unter Umständen bereits ein Impuls von einigen Mikrosekunden Dauer und 3 V Amplitude aus. Es muß nur dafür gesorgt werden, daß sich der Halbleiterstrom durch die Diode auch aufbauen kann. Das kann zum Beispiel dann nicht der Fall sein, wenn Induktivitäten im Hauptstromkreis liegen. In solchen Fällen genügt es ober meistens, einen kleinen Widerstand parallel zur Last oder eine RC-Reihenschaltung parallel zur Schottdiode zu schalten.

Bei dieser Art der Zündung sind Hauptstromkreis und Steuerstromkreis galvanisch verbunden. Dann liegen die Verhältnisse noch Bild 4 vor.  $U_{in}$  ist die Steuerspannung und  $U_a$  die Spannung der Speisequelle im Hauptkreis. Die Schottdiode sperrt zunächst. Wird der Schalter S geschlossen, so tritt an der

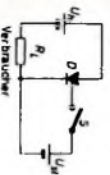


Bild 4. Halbleiterthyristron als Gleichspannungsschalter.

Steuerelektrode die Spannung  $U_{in}$  auf. Dadurch zündet die Schottdiode, und der Hauptkreis wird geschlossen. Dabei ist zu beachten, daß die Schottdiode so lange als geschlossen der Schalter wirkt, wie Strom in Flußrichtung durch sie fließt.

Es kann aber auch die Aufgabe vorliegen, daß der Schalter erst dann schließen soll, wenn der steuernde Impuls eine bestimmte Größe erreicht hat. In diesem Fall ist das Signal zwar dauernd vorhanden, aber seine Größe ändert sich. Sobald aber das Signal den Zündwert erreicht, schaltet die Diode, und der Verbraucher erhält Spannung aus der Speisequelle. Wie im vorhergehenden Fall fließt der Hauptstrom so lange, bis er infolge äußerer Einflüsse (zum Beispiel Unterbrechung des Hauptkreises!) unter den Wert des Halbleiterstroms absinkt. Dann erst sperrt die Schottdiode und kann bei erneutem Erreichen der Zündbedingungen wieder zünden.

#### Wechselstromschalter

Wenn das Halbleiterthyristron in Wechselstromkreisen verwendet werden soll, ist zu fordern, daß die Steuerimpulse auf die Wechselspannung abgestimmt sein müssen. Das heißt, die Steuerspannung darf immer nur dann positiv sein, wenn auch die Schaltspannung positiv ist. Hierbei ist auch die Verlustleistung im Steuerkreis zu beachten; sie darf in keinem Fall den zulässigen Maximalwert übersteigen.

Bild 5 zeigt eine einfache Schaltung, die dafür sorgt, daß die Spannung an der Steuerelektrode bei negativer Anodenspannung nicht zu stark positiv wird. Bei negativer Spannung an der Schottdiode D 3 fließt durch R 1 und die beiden Dioden D 1 und D 2 ein Strom, so daß die Spannung an der Steuerelektrode dann negativ ist. Liefert die Steuer-

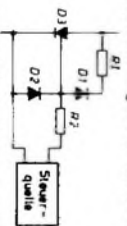


Bild 5. Schutzschaltung bei wechselspannungsgesteuerter Schottdiode

quelle ein positives Signal, so wird die Steuer-  
elektrodenspannung durch die Spannungsteilung an den Widerständen R 1 und R 2 bestimmt. Durch geeignete Wahl dieser Widerstände ist es möglich, diese Spannung auf so kleinen positiven Werten zu halten, daß die Leckströme hinreichend klein bleiben. Bei positiver Spannung an der Schottdiode werden beide Dioden D 1 und D 2 dagegen in Sperrrichtung betrieben, so daß der Steuerimpuls dann unverändert zur Steuerelektrode gelangt.

Bei einem Einsatz der Schottdiode als Schalter für Wechselspannungen bestehen die gleichen Steuerungsmöglichkeiten wie beim Betrieb als Gleichspannungsschalter. Dabei ist es notwendig, daß die Steuerspannung wieder auf Null zurückgehen muß, wenn die Spannung an der Diode negative Werte annimmt. Bleibt nämlich die Steuerspannung positiv, dann zündet die Diode sofort wieder, sobald die Anodenspannung positiv wird. In diesem Fall arbeitet die Schottdiode wie eine ungesteuerte Stillzumdioden.

Beim Betrieb der Schottdiode an einer Wechselspannungsquelle muß deshalb die Zündung stets mit Impulsen erfolgen. Die Impulsdauer hat dabei auf den Zündvorgang praktisch keinen Einfluß, da eine Schottdiode innerhalb einiger Mikrosekunden zündet. Wenn außerdem von der Verbraucherseite her sichergestellt ist, daß auch während der kürzesten vorkommenden Impulsdauer schon der Halbleiterstrom fließt, hat die Steuerelektrode keinen Einfluß mehr auf den Hauptkreis. Die Zündung tritt ein, wenn die für die betreffende Schottdiode erforderliche Zündspannung an der Steuerelektrode erreicht ist. Durch Verzögern des Zündimpulses kann man die Schottdiode in jedem beliebigen Augenblick zünden, in dem ihre Anodenspannung positiv ist.



Bild 6 zeigt einen Einweggleichrichter mit verschdärberer Ausgangsspannung. Hat die Schaldiode  $D$  noch nicht gezündet, so liegt die volle Speisespannung an  $D$ . Sobald sie jedoch zündet, tritt die Transformatorspannung am Verbraucher auf. Die Spannung an der Schaldiode ist im Bild 7, die am Verbraucher (ohnsche Last vorausgesetzt) im Bild 8 dargestellt. Aendert man den Zündzeitpunkt der Schaldiode, so aendert sich auch die Größe der schraffierten Fläche im Bild 8 (sie wird größer, wenn man den Zündzeitpunkt nach links verschiebt).



Bild 7, Spannungsverlauf an der Schaldiode im Bild 6

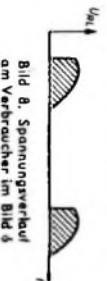


Bild 8, Spannungsverlauf am Verbraucher im Bild 6

Das Verschieben des Zündzeitpunktes kann mit einem monostabilen Multivibrator erfolgen. Kippt ein Impuls den Multivibrator in seine instabile Lage, denn kippt er nach einer durch die Zeitkonstante eines RC-Gliedes bestimmten Zeit wieder in seine Ausgangsstellung (stabile Lage) zurück. Den beim Zurückkippen entstehenden Impuls kann man als Steuersignal für den Zündimpuls verwenden.



Bild 9, Steuerunghaltung mit Spannungsteiler

Eine andere Möglichkeit, um die Schaldiode zum Zünden zu bringen, ist im Bild 9 dargestellt. Hier liegt ein Spannungsteiler parallel zur Schaldiode  $D$ . Die Spannung an der Zündelektrode beträgt immer einen gewissen Bruchteil der an  $D$  liegenden Span-

nung. Obersteigt dieser Wert die Zündspannung, so wird die Schaldiode leitend. Den Spannungsverlauf an der Zündelektrode gibt Bild 10 wieder. In dem Augenblick, in dem  $D$  zündet, fällt auch die Spannung  $U_D$  an der Zündelektrode nahezu auf Null ab. Vergrößerung von  $R$  führt zur Verschiebung des Zündzeitpunktes nach links und damit zu einer höheren Gleichspannung. Mit dieser

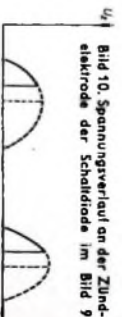


Bild 10, Spannungsverlauf an der Zündelektrode der Schaldiode im Bild 9

Schaltung läßt sich aber nur eine maximale Zündverzögerung von 90° (1/2 Periode der Wechselspannung) erreichen. Die Diode  $D$  2 in Serie mit  $R$  verhindert, daß an der Steuerelektrode negative Spannungen auftreten. Bild 11 zeigt eine Ansicht des Siliziumthyristors BSI G 01 von Siemens. Die Kapself der Zelle hat einen massiven Kupferboden mit



Bild 11, Ansicht eines Siliziumthyristors für 350 V Sperrspannung mit Kühlkörper (Siemens)

einem Gewindefzapfen, der in den verhältnismäßig großen Kühlkörper eingeschraubt wird. Auf den Kupferboden ist die Metallkeramikkappe mit den Elektroden durchführungen vakuumdicht aufgeschweißt. Das verschlossene und mit einem Gas gefüllte Gehäuse stellt die erforderliche Stabilität der elektrischen Eigenschaften sicher.

Dieses Halbleitertthyristron wird für Schaltleistungsspannungen von 125, 200 und 350 V geliefert (Sperrströme  $< 10$  mA). Der Zündstrom ist etwa 60 mA und die dabei erforderliche Zündspannung rund 2 V. Zum sicheren Zünden muß der Zündstrom wenigstens 13  $\mu$ s lang fließen. Der Halbleitstrom beträgt etwa

# Das Impuls- und Frequenzverhalten stromgegekoppelter RC-Verstärker

Schluß aus FUNK-TECHNIK Bd. 17 (1962) Nr. 20, S. 682

OK 621.375.232: 621.375.223

## 2.7. Spezialfälle der Parameter $\lambda_1^*$ und $\lambda_2^*$

Die reziproken Werte der Parameter  $\lambda_n^*$  sind Zeitkonstanten mit der Größe

$$\tau_n^* = \frac{1}{\lambda_n^*} \quad (n = 1, 2) \quad (49)$$

Nach Gl. (20) hängen die Parameter  $\lambda_n^*$  von den in Gl. (9) definierten Schaltungsparametern  $\alpha_1, \alpha_2, \lambda_1$  und  $\lambda_2$  ab. Für spezielle Werte dieser Schaltungsparameter vereinfacht sich Gl. (20) wesentlich. Mit der Vereinfachung der Parameter  $\lambda_n^*$  ist dann gleichzeitig eine Vereinfachung von Gl. (43) und Gl. (48) verbunden. Nachstehend werden einige Spezialfälle der Parameter  $\lambda_n^*$  behandelt.

### 2.7.1. $\alpha_1 \ll 1$

Ist  $\alpha_1 = \frac{R_1}{R_1' + (\mu + 1) R_k} \ll 1$ , so kann in Gl. (20)  $\alpha_1$  gegenüber 1 vernachlässigt werden, und man erhält

$$\lambda_n^* = \frac{\lambda_1 + (1 + \alpha_2)\lambda_2 + (-1)^{n+1} \sqrt{[\lambda_1 + (1 + \alpha_2)\lambda_2]^2 - 4(1 + \alpha_2)\lambda_1\lambda_2}}{2} \quad (n = 1, 2) \quad (50)$$

Aus Gl. (50) folgt nach einer Umformung

$$\lambda_n^* = \frac{\lambda_1 + (1 + \alpha_2)\lambda_2 + (-1)^{n+1} [\lambda_1 - (1 + \alpha_2)\lambda_2]}{2} \quad (n = 1, 2) \quad (51)$$

Für  $\alpha_1 \ll 1$  gilt also

$$\lambda_1^* = \lambda_1, \quad \lambda_2^* = (1 + \alpha_2)\lambda_2 \quad (52)$$

Der Fall  $\alpha_1 \ll 1$  ist zum Beispiel für Breitbandverstärker wichtig, weil bei diesen Verstärkern der Arbeitswiderstand  $R_a = R_1$  verhältnismäßig klein ist im Vergleich zum dynamischen Innenwiderstand  $R_1' = R_1 + (\mu + 1) R_k$ . Wegen des großen Innenwiderstandes  $R_k$  von Pentoden ist in mit Pentoden bestückten Breitband-RC-Verstärkern Gl. (52) fast immer gültig.

### 2.7.2. $\lambda_1 = 0, \lambda_2 > 0$

Hier handelt es sich um einen Spezialfall von Gl. (51).  $\lambda_1 = 1/R_1 C_1$  wird Null, wenn  $C_1$  unendlich groß wird. Dann schließt  $C_1$  den Arbeitswiderstand  $R_1$  kurz, da ein unendlich großer geladener Kondensator wie eine Batterie mit dem Innenwiderstand Null wirkt. Der Fall  $\lambda_1 = 0$  ist für die verschiedenen Katodenverstärkerschaltungen von Bedeutung.

Aus Gl. (20) folgt für  $\lambda_1 = 0$

$$\lambda_1^* = 0, \quad \lambda_2^* = (1 + \alpha_2)\lambda_2 \quad (53)$$

### 2.7.3. $\lambda_1 > 0, \lambda_2 \rightarrow \infty$

$\lambda_2 = \frac{1}{R_2 C_2} = \frac{1}{R_k C_k}$  wird unendlich groß, wenn für  $R_k > 0$  die Kapazität  $C_k$  (das heißt  $C_2$ ) Null wird. Der Spezialfall  $\lambda_2 \rightarrow \infty$  ( $C_k \rightarrow 0$ ) ist für stromgegekoppelte RC-Verstärker wichtig, bei denen die Stromgegenkopplung durch einen ohmschen Widerstand  $R_k$  im Katodenkreis erfolgt.

Aus Gl. (20) entnimmt man für den Grenzfall  $\lambda_2 \rightarrow \infty$  die Beziehung

$$\lim_{\lambda_2 \rightarrow \infty} \frac{\lambda_1^*}{\lambda_2} = 1 + \alpha_2 \quad (54)$$

Führt man in Gl. (20) formal den Grenzübergang  $\lambda_2 \rightarrow \infty$  aus, so erhält man für  $\lambda_2^*$  die mathematisch unbestimmte Form  $\lambda_2^* = \infty - \infty$ . Der Grenzübergang  $\lambda_2 \rightarrow \infty$  mit Hilfe der Bernoulli-L'Hospital'schen Regel ergibt

$$\lim_{\lambda_2 \rightarrow \infty} \lambda_2^* = \frac{1 + \alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \lambda_1 \quad (55)$$

### 2.7.4. $\lambda_1 > 0, \lambda_2 = 0$

$\lambda_2 = \frac{1}{R_2 C_2} = \frac{1}{R_k C_k}$  wird für  $R_k > 0$  zu Null, wenn die Kapazität  $C_2 = C_k/(\mu + 1)$  unendlich groß wird. Mit  $\lambda_2 = 0$  folgt aus Gl. (20)

$$\lambda_n^* = \frac{[1 + (-1)^{n+1}](1 + \alpha_1)}{2} \lambda_1 \quad (n = 1, 2) \quad (56)$$

Für  $\lambda_2 = 0$  gilt also

$$\lambda_1^* = (1 + \alpha_1)\lambda_1, \quad \lambda_2^* = 0 \quad (57)$$

Die in den Abschnitten 2.7.3. und 2.7.4. abgeleiteten Formeln sind für stromgegekoppelte RC-Verstärker wichtig, bei denen zur Stromgegenkopplung im Katodenkreis lediglich ein ohmscher Widerstand verwendet wird.

### 2.7.5. $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$

Der Fall  $\lambda_1 = \lambda_2$  bedeutet Gleichheit der Zeitkonstanten  $\tau_1$  und  $\tau_2$ .  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  strebt man in katodenkompensierten stromgegekoppelten RC-Verstärkerstufen und in katodenkompensierten Phasenumkehrstufen an.

Unter Beachtung der Bedingung  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  geht Gl. (20) in

$$\lambda_n^* = \frac{2 + [1 + (-1)^{n+1}](\alpha_1 + \alpha_2)}{2} \lambda \quad (n = 1, 2) \quad (58)$$

über, woraus

$$\lambda_1^* = (1 + \alpha_1 + \alpha_2)\lambda, \quad \lambda_2^* = \lambda \quad (59)$$

folgt. Gl. (59) vereinfacht sich für den wichtigen Spezialfall  $\alpha_1 \ll 1$  zu

$$\lambda_1^* = (1 + \alpha_2)\lambda, \quad \lambda_2^* = \lambda \quad (60)$$

## 3. Praktische Schaltungen stromgegekoppelter RC-Verstärker

In diesem Abschnitt wird das Impuls- und Frequenzverhalten der technisch wichtigsten stromgegekoppelten RC-Verstärker untersucht. Dazu finden die im Abschnitt 2. abgeleiteten Beziehungen Verwendung. Im Vergleich zu der etwas umfangreichen und abstrakten Theorie des Abschnittes 2. ist ihre Anwendung auf spezielle stromgegekoppelte RC-Verstärker sehr einfach und anschaulich.

### 3.1. Über $R_k'$ stromgegekoppelter RC-Verstärker

Vergößert man im dem Zweipol 2' im Bild 5 den Kondensator  $O_k$ , so wird im Grenzfall  $C_k \rightarrow \infty$

$$\lambda_2 = \frac{1}{R_2 C_2} = \frac{1}{R_k C_k} = 0 \quad (61)$$

Wegen  $\lambda_2 = 0$  liegt dann der im Abschnitt 2.7.4. besprochene Betriebsfall mit  $\lambda_1^* = (1 + \alpha_1)\lambda_1, \lambda_2^* = 0$  nach Gl. (57) vor.

Die im Bild 11 dargestellte Stromgegenkopplung über  $R_k'$  wirkt so, als ob sich der dynamische Innenwiderstand  $R_i$  der Röhre auf  $R_i' = R_i + (\mu + 1) R_k'$  erhöht und dafür die Stromgegenkopplung über  $R_k'$  entfällt.

#### 3.1.1. Impulsverhalten

Führt man in Gl. (28) den Grenzübergang  $\lambda_2 \rightarrow 0$  unter Beachtung von Gl. (57) durch, so folgt nach einigen Umformungen

$$u_n(t) = -u_1(t) = -R_1 i_1(t) = -\frac{\mu}{R_i' C_1} \int_0^t e^{-(1+\alpha_1)\lambda_1(\xi-t)} u_n(\xi) d\xi \quad (62)$$

Gl. (62) kann noch etwas umgeformt werden. Beachtet man Gl. (9), so geht Gl. (62) in

$$u_a(t) = -\frac{\mu}{R_k' C} \int_0^t e^{\frac{\xi-t}{R_k' \parallel R} C} u_e(\xi) d\xi \quad \left( R_k' \parallel R = \frac{R_k' R}{R_k' + R} \right) \quad (63)$$

über. Diese Gleichung beschreibt die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  des über  $R_k'$  stromgegekoppelten RC-Verstärkers nach Bild 11 bei

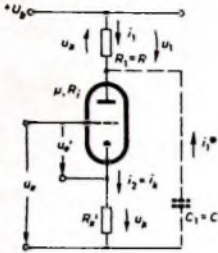


Bild 11. Über  $R_k'$  stromgegekoppelter RC-Verstärker mit Anodenkapazität  $C_2 = C$  und Anodenwiderstand  $R_k = R$

beliebiger Eingangsspannung  $u_e(t)$ . Das Minuszeichen vor dem Integral bedeutet eine Phasendrehung der Ausgangsspannung  $u_a(t)$  um  $180^\circ$ .

Führt man in Gl. (63) unter Beachtung von  $\mu = SR$ , die dynamische Steilheit

$$S' = \frac{R_k}{R_k'} S = \frac{R_k}{R_k + (\mu + 1) R_k'} S \quad (64)$$

ein, so ergibt sich die Beziehung

$$u_a(t) = -\frac{S'}{C} \int_0^t e^{\frac{\xi-t}{R_k' \parallel R} C} u_e(\xi) d\xi \quad (65)$$

Ist keine Stromgekopplung vorhanden, also  $R_k' = 0$ , so vereinfachen sich Gl. (63) und Gl. (64). Die Größen  $S'$ ,  $R_k'$  sind dann durch  $S$  und  $R_k$  zu ersetzen

Die in Gl. (63) und Gl. (64) auftretende effektive Zeitkonstante

$$\tau_1^* = \frac{\tau_1}{1 + \alpha_1} = \tau' = (R_k' \parallel R) C = \frac{R_k' R}{R_k' + R} C \quad (66)$$

bestimmt das Impulsverhalten des über  $R_k'$  stromgegekoppelten RC-Verstärkers nach Bild 11. Ohne Stromgekopplung vereinfacht sie sich wegen  $R_k' = 0$  zu

$$\tau = (R_k \parallel R) C = \frac{R_k R}{R_k + R} C \quad (67)$$

Wird die Eingangsspannung  $u_e(t)$  durch einen Heavisideschen Stufenimpuls mit der Höhe  $E$  dargestellt, so folgt aus Gl. (63)

$$u_a(t) = -V_m^{(a)} E \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau'}} \right), \quad (68)$$

wobei

$$V_m^{(a)} = \frac{R}{R_k' + R} \mu = S' (R_k' \parallel R) \quad (69)$$

die Bandmittenerverstärkung des über  $R_k'$  stromgegekoppelten RC-Verstärkers von Bild 11 ist

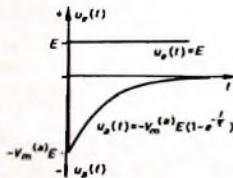


Bild 12 Ausgangsspannung  $u_a(t)$  des RC-Verstärkers nach Bild 11 für die Eingangsspannung  $u_e(t) = E$

Im Bild 12 sind  $u_e(t)$  und  $u_a(t)$  nach Gl. (68) dargestellt. Nach Gl. (35) hat dieser RC-Verstärker die Anstiegszeit

$$T_{a'} = 2,2 \tau' \quad (70)$$

Gl. (68) hat nämlich die gleiche Form wie Gl. (31).

### 3.1.2. Frequenzverhalten

Unter Beachtung von Gl. (57) erhält man aus Gl. (40) die komplexe Anodenverstärkung des über  $R_k'$  stromgegekoppelten RC-Verstärkers

$$\mathfrak{B}^{(a)}(j\omega) = V_m^{(a)} \frac{1}{1 + j\omega (R_k' \parallel R) C} \quad (71)$$

$V_m^{(a)}$  ist die schon in Gl. (69) definierte Bandmittenerverstärkung.  $\mathfrak{B}^{(a)}(j\omega)$  beschreibt den Frequenzgang, das heißt die Frequenzabhängigkeit der Spannungsverstärkung

Aus Gl. (71) ergibt sich die obere Grenzfrequenz  $f_0^{(a)} = \frac{\omega_0^{(a)}}{2\pi}$  zu

$$f_0^{(a)} = \frac{\omega_0^{(a)}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi (R_k' \parallel R) C} \quad (72)$$

Zur Herleitung von Gl. (72) benutzt man den in Gl. (41) definierten Grenzübergang

Das Produkt aus oberer Grenzfrequenz  $f_0^{(a)}$  und Bandmittenerverstärkung  $V_m^{(a)}$  ist das sogenannte Bandbreitenmaß

$$f_0^{(a)} V_m^{(a)} = \frac{S'}{2\pi C} = \frac{S}{2\pi C} \frac{R_k}{R_k + (\mu + 1) R_k'} \quad (73)$$

Für  $R_k' = 0$  vereinfacht sich Gl. (73) zu

$$f_0^{(a)} V_m^{(a)} = \frac{S}{2\pi C} \quad (74)$$

Das Bandbreitenmaß ist der Röhrensteilheit  $S$  direkt und der schädlichen Kapazität  $C$  umgekehrt proportional. Für Breitbandverstärker mit hoher oberer Grenzfrequenz und großer Verstärkung sind Röhren mit möglichst großem  $S/C$ -Verhältnis besonders günstig.

### 3.2. Katodenkompensierter RC-Verstärker und kompenzierte Phasenumkehrstufe

Für  $R_k' = 0$  und  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  geht die Schaltung Bild 5 in die nach Bild 13 über.  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  bedeutet  $R_k C_k = R_1 C_1 = RC$ . Das Spannungersatzschaltbild des katodenkompensierten RC-Verstärkers (Bild 8) entspricht einem frequenzkompensierten Spannungsteiler mit Vorwiderstand  $R_k'$ .

Nach Gl. (12) ist für  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$  der Strom  $i_1(t) = i_2(t)$ . Zwischen  $u_k(t)$  und  $u_a(t)$  besteht wegen  $R_k' = 0$ ,  $u_k = R_k i_k$  und  $u_a = -R_k i_k$  die Beziehung

$$u_k(t) = -\frac{R_k}{R} u_a(t) \quad (75)$$

Für  $R = R_k$  gilt  $u_k(t) = -u_a(t)$ . Die Dimensionierungsbedingung der katodenkompensierten Phasenumkehrstufe lautet also

$$R = R_k \quad (76)$$

#### 3.2.1. Impulsverhalten

Nach Gl. (9) und Gl. (59) ist

$$\lambda_1^* = (1 + \alpha_1 + \alpha_2) \lambda, \quad \lambda_2^* = \lambda, \quad \alpha_1 = \frac{R}{R_k}, \quad \alpha_2 = \frac{(\mu + 1) R_k}{R_k} \quad (77)$$

Unter Beachtung von Gl. (77) erhält man aus Gl. (26)

$$u_a(t) = -\frac{S}{C} \int_0^t e^{\frac{\xi-t}{\tau'}} u_e(\xi) d\xi \quad (78)$$

Darin ist die Zeitkonstante  $\tau' = \tau_1^*$ . Wegen  $\tau_1^* = \frac{1}{\lambda_1^*}$  folgt aus Gl. (77)

$$\tau' = \frac{RC}{1 + \frac{R + (\mu + 1) R_k}{R_k}} = \frac{\tau}{1 + \frac{R + (\mu + 1) R_k}{R_k}} \quad (79)$$

Für  $u_k(t)$  erhält man aus Gl. (77)

$$u_k(t) = -\frac{R_k}{R} u_a(t) = -\frac{R_k}{R} \frac{S}{C} \int_0^t e^{\frac{\xi-t}{\tau'}} u_e(\xi) d\xi \quad (80)$$

Durch die Katodenkompensation scheint die Zeitkonstante  $\tau = RC$  um den Faktor

$$\frac{1}{1 + \frac{R + (\mu + 1) R_k}{R_l}}$$

verkleinert. Ist  $\mu \gg 1$  und  $(\mu + 1) R_k \gg R$ , so wird

$$\tau' = \frac{RC}{1 + SR_k} = \frac{\tau}{1 + SR_k} \quad (81)$$

Ein nichtkompensierter  $RC$ -Verstärker ohne Stromgegenkopplung hätte die effektive Zeitkonstante  $\tau' = RC$ .

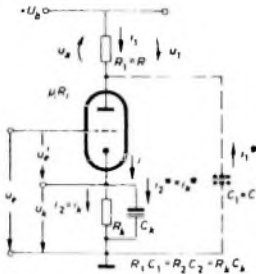


Bild 13. Katodenkompensierter  $RC$ -Verstärker mit  $R_k C_k = RC$

Nach Gl. (78) berechnet sich die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  des katodenkompensierten  $RC$ -Verstärkers von Bild 13 bei einer Eingangsspannung  $u_e(t) = E$  (Heavisidesche Sprungfunktion) zu

$$u_a(t) = - \frac{SR_l R}{R + R_l + (\mu + 1) R_k} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau'}}\right) \quad (82)$$

Die Anoden-Bandmittenerstärkung des katodenkompensierten  $RC$ -Verstärkers ist

$$V_m^{(a)} = \frac{SR_l R}{R + R_l + (\mu + 1) R_k} \quad (83)$$

Nach Gl. (80) gilt für die Spannung  $u_k(t) = -\frac{R_k}{R} u_a(t)$

$$u_k(t) = \frac{SR_l R_k}{R + R_l + (\mu + 1) R_k} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau'}}\right) \quad (84)$$

Die Zeitkonstante  $\tau'$  ist durch Gl. (79) gegeben. Die Katoden-Bandmittenerstärkung  $V_m^{(k)}$  berechnet man aus Gl. (84)

$$V_m^{(k)} = \frac{SR_l R_k}{R + R_l + (\mu + 1) R_k} \quad (85)$$

$$u_a(t) = -R_l i_1(t) = -\frac{\mu \alpha_1 \lambda_1}{\lambda_1 - (1 + \alpha_2) \lambda_2} \int_0^t [(\lambda_1 - \lambda_2) e^{\lambda_1(\xi - t)} - \alpha_2 \lambda_2 e^{(1 + \alpha_2) \lambda_2(\xi - t)}] u_e(\xi) d\xi \quad (94)$$

Für die katodenkompensierte Phasenumkehrstufe tritt wegen  $R_k = R$  eine gewisse Vereinfachung ein. Dann gilt

$$u_a(t) = -u_k(t) = -\frac{\mu R}{R_l + (\mu + 2) R} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau'}}\right) \quad (86)$$

Ferner ist dann

$$V_m^{(k)} = V_m^{(a)} = \frac{\mu R}{R_l + (\mu + 2) R} \quad (87)$$

Für die Zeitkonstante  $\tau'$  ergibt sich

$$\tau' = \frac{RC}{1 + \frac{(\mu + 2) R}{R_l}} \quad (88)$$

Bild 14 zeigt die Spannung  $u_k(t) = -u_a(t)$  nach Gl. (86) für  $u_e(t) = E$  (Heavisidesche Sprungfunktion).

Die Spannungen  $u_a(t)$  nach Gl. (82) und  $u_k(t)$  nach Gl. (84) haben die gleiche Zeitfunktion wie Gl. (31). Daher gilt für die Anstiegszeit  $T_a'$  des katodenkompensierten  $RC$ -Verstärkers

$$u_a(t) = -\mu \alpha_1 E \left[ \frac{1}{1 + \alpha_2} + \frac{1}{\lambda_1 - (1 + \alpha_2) \lambda_2} [(\lambda_2 - \lambda_1) e^{-\lambda_1 t} + \alpha_2 \lambda_1 e^{-(1 + \alpha_2) \lambda_2 t}] \right] \quad (98)$$

$$T_a' = 2,2 \tau' = 2,2 \frac{RC}{1 + \frac{R + (\mu + 1) R_k}{R_l}} \quad (89)$$

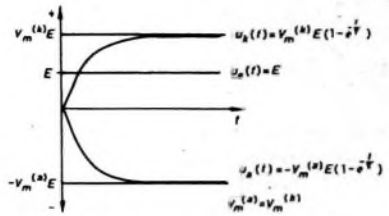


Bild 14. Darstellung der Spannungen  $u_k(t) = -u_a(t)$  (für  $R_k = R$ ,  $u_e(t) = E$  und  $V_m^{(k)} = V_m^{(a)}$ )

### 3.2.2. Frequenzverhalten

Unter Beachtung von Gl. (79) folgt aus Gl. (40) die komplexe Anodenverstärkung

$$\mathfrak{B}^a(j\omega) = \frac{\mu R}{R_l + R + (\mu + 1) R_k} \frac{1}{1 + j\omega \tau'} = V_m^{(a)} \frac{1}{1 + j\omega \tau'} \quad (90)$$

$V_m^{(a)}$  ist die Anoden-Bandmittenerstärkung des katodenkompensierten  $RC$ -Verstärkers. Für die obere Grenzfrequenz  $f_o^{(a)} = f_o^{(k)}$  erhält man aus Gl. (80) unter Beachtung der Bedingung  $\omega_o^{(a)} \tau' = 1$

$$f_o^{(a)} = f_o^{(k)} = \frac{\omega_o^{(a)}}{2\pi} = \frac{1 + \alpha_1 + \alpha_2}{2\pi} \lambda = \frac{R + R_l + (\mu + 1) R_k}{2\pi R_l} \frac{1}{RC} \quad (91)$$

Das Bandbreitenmaß ist durch

$$V_m^{(a)} f_o^{(a)} = \frac{S}{2\pi C} \quad (92)$$

gegeben

### 3.3. Stromgegengekoppelter $RC$ -Verstärker mit

$$R_l = R \ll R_l + (\mu + 1) R_k'$$

Verstärker mit  $R_l' = R_l + (\mu + 1) R_k \gg R$  lassen sich leicht mit Pentoden realisieren, weil diese Röhren einen sehr hohen dynamischen Innenwiderstand haben. Wegen  $R_l = R \ll R_l'$  ist

$$\alpha_1 = \frac{R_l}{R_l + (\mu + 1) R_k'} \ll 1 \quad (93)$$

Hier liegt der im Abschnitt 2.7.1. besprochene Betriebsfall vor, und es gilt Gl. (52).

### 3.3.1. Impulsverhalten

Wegen Gl. (52) erhält man aus Gl. (26) die Ausgangsspannung

Für den Strom  $i_2(t)$  folgt aus derselben Formel

$$i_2(t) = \frac{\mu \lambda_2}{R_l'} \int_0^t e^{(1 + \alpha_2) \lambda_2(\xi - t)} u_e(\xi) d\xi \quad (95)$$

Nach Gl. (28) berechnet sich die Spannung  $u_k(t)$  zu

$$u_k(t) = (R_k + R_k') i_2 + \frac{R_k'}{\lambda_2} \frac{d}{dt} i_2 \quad (96)$$

Das Impulsverhalten des  $RC$ -Verstärkers mit  $1 \gg \alpha_1$  bestimmen die Zeitkonstanten

$$\tau_1^* = \frac{1}{\lambda_1^*} = RC, \quad \tau_2^* = \frac{1}{\lambda_2^*} = \frac{1}{(1 + \alpha_2) \lambda_2} = \frac{R_k C_k}{1 + \frac{(\mu + 1) R_k'}{R_l}} \quad (97)$$

Die Parameter  $\lambda_1^*$  und  $\lambda_2^*$  sind dabei aus Gl. (52) zu entnehmen. Ist  $u_e(t)$  ein Stufenimpuls mit der Höhe  $E$ , so erhält man aus Gl. (94) die Ausgangsspannung  $u_1(t) = u_a(t) = -R_l i_1(t)$  zu

Aus Gl. (95) folgt für die Spannung  $R_k i_k(t)$  die Beziehung

$$R_k i_k(t) = \frac{\mu R_k}{R_i'(1 + \alpha_2)} E [1 - e^{-(1 + \alpha_2) \lambda_1 t}]$$

$$= \frac{\mu R_k}{R_i + (\mu + 1)(R_k' + R_k)} E [1 - e^{-(1 + \alpha_2) \lambda_1 t}] \quad (99)$$

Für  $R_k' = 0$  treten gewisse Vereinfachungen in den Formeln dieses Abschnittes ein.

### 3.2.2. Frequenzverhalten

Gl. (37) liefert unter Beachtung von Gl. (52) die komplexe Anodenverstärkung

$$\mathfrak{B}^{(a)}(j\omega) = - \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = \mu \alpha_1 \lambda_1 \frac{j\omega + \lambda_2}{(j\omega + \lambda_1)[j\omega + (1 + \alpha_2)\lambda_2]} \quad (100)$$

Daraus ergibt sich die Bandmittenerstärkung nach der Beziehung

$$V_m^{(a)} = \lim_{\omega \rightarrow 0} \mathfrak{B}^{(a)}(j\omega)$$

zu

$$V_m^{(a)} = \frac{\mu \alpha_1}{1 + \alpha_2} = \mu \frac{\bar{R}}{R_i + (\mu + 1)(R_k' + R_k)} \quad (101)$$

Die obere Grenzfrequenz  $f_0^{(a)}$  des Anodenkreises kann man unter Beachtung von Gl. (52) und Gl. (97) aus Gl. (43) berechnen. Dabei erhält man allerdings eine etwas umständliche Formel.

Aus Gl. (46) errechnet sich die komplexe Katodenverstärkung zu

$$\mathfrak{B}^{(k)}(j\omega) = \frac{\hat{u}_k}{\hat{u}_e} = \frac{\mu}{R_i'} \frac{R_k' p + (R_k' + R_k) \lambda_2}{p + (1 + \alpha_2) \lambda_2} \quad (102)$$

Für die Katoden-Bandmittenerstärkung ergibt sich aus Gl. (102) die Beziehung

$$V_m^{(k)} = \frac{\mu (R_k' + R_k)}{R_i' (1 + \alpha_2)} = \frac{\mu (R_k' + R_k)}{R_i + (\mu + 1)(R_k' + R_k)} \quad (103)$$

Ist  $R_k' = 0$ , so vereinfacht sich Gl. (103) zu

$$V_m^{(k)} = \frac{\mu R_k}{R_i + (\mu + 1) R_k} \quad (104)$$

Mit Hilfe von Gl. (47) errechnet sich die obere Grenzfrequenz  $f_0^{(k)}$  des Katodenkreises zu

$$f_0^{(k)} = \frac{\omega_0^{(k)}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi R_k C_k} \frac{(1 + \alpha_2)(R_k' + R_k)}{\sqrt{(R_k' + R_k)^2 - 2(1 + \alpha_2)^2 R_k' R_k}} \quad (105)$$

Für  $R_k' = 0$  vereinfacht sich Gl. (105) wesentlich. Man erhält dann

$$f_0^{(k)} = \frac{\omega_0^{(k)}}{2\pi} = \frac{1 + \alpha_2}{2\pi R_k C_k} = \frac{1 + \frac{(\mu + 1) R_k}{R_i}}{2\pi R_k C_k} \quad (106)$$

### 3.4. Katodenverstärker mit $R_k' \geq 0$

Führt man in den Gleichungen des Abschnittes 3.3. den Grenzübergang  $C_1 \rightarrow \infty$  bei endlichem  $R_1$  durch, so geht  $\lambda_1$  gegen Null. Als Spezialfall des im Abschnitt 3.3. behandelten Verstärkers mit  $1 \gg \alpha_1$ ,  $(R_i + (\mu + 1) R_k' \gg R_1 = R)$  ergibt sich der im Bild 15 dargestellte Katodenverstärker.

#### 3.4.1. Impulsverhalten

Der Strom  $i_k = i_2$  errechnet sich aus Gl. (95). Die Spannung  $u_k(t)$  erhält man durch Einsetzen dieser Beziehung in Gl. (96). Ist die Eingangsspannung  $u_e(t)$  ein Stufenimpuls mit der Höhe  $E$ , so folgt aus Gl. (99)

$$i_k(t) = i_2(t) = \frac{\mu}{R_i + (\mu + 1)(R_k' + R_k)} E [1 - e^{-(1 + \alpha_2) \lambda_1 t}] \quad (107)$$

Die für das Impulsverhalten des Katodenverstärkers nach Bild 15 maßgebende Zeitkonstante ist durch  $\tau_2^*$  nach Gl. (97) gegeben. Für  $R_k' = 0$  vereinfacht sich Gl. (97) für  $\mu = SR_k \gg 1$  zu

$$\tau_2^* = \frac{R_k C_k}{1 + SR_k} \quad (108)$$

Ist in Gl. (108) auch noch  $SR_k \gg 1$ , so erhält man

$$\tau_2^* = \frac{C_k}{S} \quad (109)$$

Im Spezialfall  $R_k \gg 1/S$  hängt die Zeitkonstante  $\tau_2^*$  nur noch von  $C_k$  und der Röhrensteilheit  $S$  ab.

Für  $R_k' = 0$  erhält man aus Gl. (107) die Ausgangsspannung

$$u_k(t) = R_k i_k(t) = \frac{\mu R_k}{R_i + (\mu + 1) R_k} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = V_m^{(k)} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (110)$$

Der in Gl. (110) auftretende Faktor  $V_m^{(k)}$  ist die Bandmittenerstärkung eines Katodenverstärkers mit  $R_k' = 0$ .

$$V_m^{(k)} = \frac{\mu R_k}{R_i + (\mu + 1) R_k} \quad (111)$$

Ist auch noch  $(\mu + 1) R_k \gg R_i$ , so vereinfacht sich Gl. (111) zu

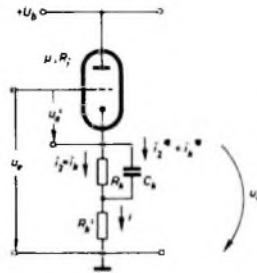
$$V_m^{(k)} = \frac{\mu}{\mu + 1} \quad (112)$$

(Die Spannungsverstärkung eines Katodenverstärkers ist immer  $< 1$ ). Bild 16 zeigt einen Katodenverstärker mit  $R_k' = 0$ .

#### 3.4.2. Frequenzverhalten

Das Frequenzverhalten des Katodenverstärkers nach Bild 15 wurde bereits im Abschnitt 3.3.2. beschrieben. Der Abschnitt 3.3. (stromgeggekoppelter Verstärker mit  $\alpha_1 \ll 1$ ) enthält die gesamte Theorie der Katodenverstärkerschaltungen nach Bild 15 und 16.

Die im Bild 17 dargestellte Schaltung wendet man an, wenn die vorhandene Betriebsspannung  $U_b$  zu hoch ist. Zur günstigeren Arbeits-



◀ Bild 15. Allgemeiner Katodenverstärker

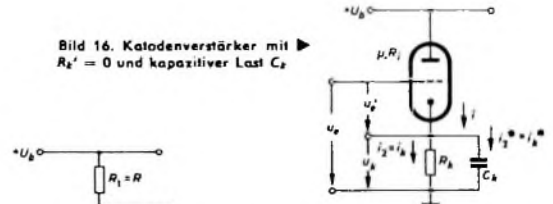
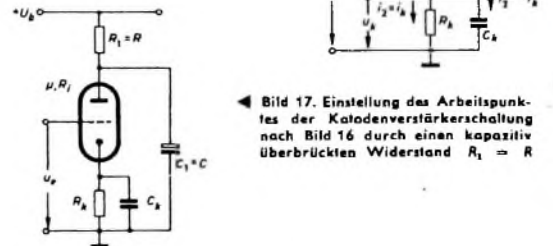


Bild 16. Katodenverstärker mit  $R_k' = 0$  und kapazitiver Last  $C_k$



◀ Bild 17. Einstellung des Arbeitspunktes der Katodenverstärkerschaltung nach Bild 16 durch einen kapazitiv überbrückten Widerstand  $R_1 = R$

punkteinstellung wird der Widerstand  $R_1 = R$  eingeschaltet, aber mit dem Elektrolytkondensator  $C_1 = C$  nach Masse abgeblockt. *Christ.*

#### Schriftenum

- [1] Einführung in die Laplacetransformation. Beitragsreihe in Funk-Techn. Bd. 16 (1961)
- [2] Millman, J., u. Taub, H.: Pulse and digital circuits. London, New York, Toronto 1958, McGraw-Hill
- [3] Seely, S.: Electron-tube circuits. London, New York, Toronto 1958, McGraw-Hill



Bild 16. Digital- Wegregelung mit Sollwertvorgabe (Siemens)

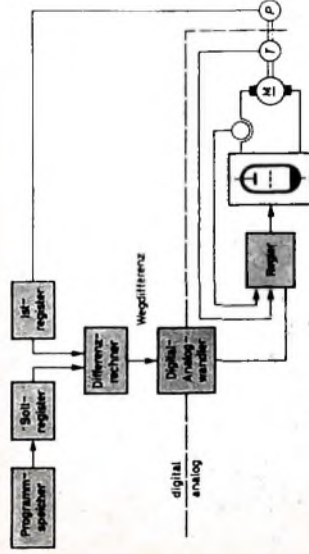
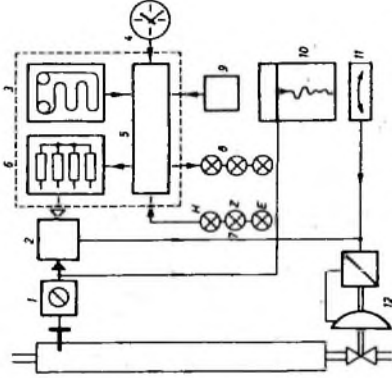


Bild 17 (unten). Druckregelanlage mit „Teleperm-Telepneu“-Geräten (Siemens): 1 Meßblumner, 2 Regler, 3 Lochstreifenabblaser, 4 Vorschubantrieb, 5 Steuererleichterung, 6 Stromerzeuger, 7 Hand-Sollwertingabe, 8 digitale Wagenzeige, 9 Befehlsausgabe, 10 Istwertschreiber, 11 Leittastwerk, 12 Stellwerk

vorgabe aus dem Programmspeicher bei der Wärsanstellung einer Umkehrblockstrafe. Im gleichen Maße wie die Fertigungsprozesse in den verschiedenen Industriezweigen der Wärme- und Verfahrenstechnik verbessert und verfeinert werden, steigen die Anforderungen an die Überwachungseinrichtungen. Die Zusammenfassung vieler Regelkreise in den Meßwarten zwingt dazu, die Abmessungen der Meßinstrumente, Schreiber, Fernsteuergeräte usw. möglichst kleinzuhalten. Bei vielen Prozessen sind Regelungen erforderlich, bei denen sich die Regelgröße nach einem vorgegebenen Programm zeitlich ändern muß und zusätzliche Schalt- oder Steuerbefehle zu verschiedenen Zeiten gegeben werden müssen. Derartige Aufgaben löst man vielfach mit dem „Zeitplangeber“, bei dem eine durch einen Synchronmotor (oder im einfachsten Fall durch ein Uhrwerk) angetriebene Kurvenscheibe (die sogenannte Zeitplanscheibe) einen Widerstand verstellbar. Da die damit erreichbare Genauigkeit des Zeitplanaufsatzes aber nicht immer ausreicht und sich springhafte Übergänge nicht verwirklichen lassen, wird jetzt meistens die neuere Art der Steuerung durch Lochstreifen angewendet.

Bild 17 zeigt eine Druckregelanlage mit den von Siemens entwickelten „Teleperm-Telepneu“-Geräten und einem Digital-Zeitplangeber. Der eigentliche Regelkreis besteht aus einem Teleperm-Meßumformer 1 für Druck (Bourdon-Federmeßwerk), einem Teleperm-Regler 2 und einem pneumatischen Regelventil mit Teleperm-Telepneu-Stellwerk 12. Zur Instrumentenführung gehören ein elektrischer Schreiber 10 für den Istwert und ein Leittastwerk 11 für die Fernsteuerung des Stellantriebs. An die Stelle des sonst notwendigen Sollwertstellers tritt der Zeitplangeber, der in einem besonderen Gestell untergebracht ist.



Beim Digital-Zeitplangeber wird der Zeitplan durch einen zu einem endlosen Band zusammengeklebten Lochstreifen dargestellt. Alle Sollwerte sind nach einem besonderen Code mit maximal fünf Löchern je Zeichen in den Streifen gestanzt, und zwar entsprechen jeweils drei Zeichen drei Dekaden. Vor jedem Zeichen eingestanzt, das die Ausgabe eines Steuerbefehls einleitet. Bei Anschluß eines Reglers liefert der Zeitplangeber als Ausgangswerte Spannungen, die an einem Spannungsteiler abgegriffen werden.

Bei einer Störung im zeitlichen Ablauf des Programms kluht eine Lampe auf, und es werden — entsprechend dem Prozeß — bestimmte Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet. Der Sollwert läßt sich auch von Hand eingeben, zum Beispiel um einen geeigneten Zeitplan zu armitteln. Der jeweils gespeicherte Befehl und Sollwert wird durch Signallampen angezeigt. (Wird fortgesetzt)

transformator sind je nach Verwendungszweck sehr verschieden. Wird bei jedem Impuls jeweils nur eine Schaltdiode gezündet, so braucht man der auf der Sekundärseite vorliegenden Kurvenform keine besondere Beachtung zu schenken. Der abgegebene Impuls muß nur ausreichen, um eine einwandfreie Zündung der Schaltdiode sicherzustellen. Sollen aber mehrere Schaltdioden (zum Beispiel auch in der erwähnten Brückenschaltung) gleichzeitig gezündet werden, dann muß der Impulstransformator Impulse mit ausreichender Flankensteilheit liefern. Um die manchmal erforderliche Impulsbreite von einigen Millisekunden umgehen zu können, schaltet man in schwierigen Fällen parallel zur Last einen ohmschen Widerstand oder einen Kondensator. Negative Spannungen an der Steuerelektrode der Schaltdiode lassen sich durch eine parallel zur Primär- oder Sekundärseite des Impulstransformators geschaltete Diode unterdrücken.

Bild 13 zeigt das Blockbild des Zündkreises einer Schaltdiode. Die Steuerquelle liefert eine variable Gleichspannung, deren Höhe



Bild 13. Blockbild des Zündkreises einer Schaltdiode

vom Steuersignal abhängt und die den im Breitenmodulator erzeugten Zündimpuls ver-schiebt. Der sich anschließende Impulsformer bestimmt nicht nur die Form des Zündimpulses, sondern bewirkt auch gleichzeitig die Anpassung an die Impedanz der Steuerstrecke der Schaltdiode.

Andere Möglichkeiten zur Zündung von Schaltdioden

Bei den bisher beschriebenen Verfahren erfolgt die Zündung der Schaltdioden durch Steuerung an der Steuerelektrode. Man kann die Schaltdiode aber auch direkt im Hauptkreis steuern, indem man die Diodenspannung so lange erhöht, bis die Schaltdiode zündet. Dabei ist jedoch erheblich mehr Steuerleistung erforderlich, und die Verstärkungswirkung wird dann sehr gering. Diese Zündungsart ist zum Beispiel dann empfehlenswerter, wenn beim Überschreiten einer definierten Spannung ein Schaltvorgang ausgelöst werden soll. Hierbei kann auch in den meisten Fällen der Temperatureinfluß vernachlässigt werden. Man muß aber beachten, daß der Spannungssprung beim Zündvorgang einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf, wenn die Schaltdiode

nicht zerstört werden soll. Man kann die zur Zündung nötige Überspannung auch als Impuls, den ein Impulstransformator oder ein Kondensator liefert, an die Anode legen. Im allgemeinen wird dazu aber ein großer Spannungssprung benötigt, der eine entsprechend große Leistung voraussetzt. Daher wendet man die Zündung durch Beeinflussung der Diodenspannung nur für kleinere Leistungen an.

#### Überstromschutz

Wie bereits erwähnt, verlangt die Schaltdiode einen ausreichenden Überlastungsschutz, wenn sie nicht durch zufällige Überströme zerstört werden soll. Um die Schaltdiode mit Sicherheit zu schützen, muß man Überströme bereits vor Erreichen der maximal zulässigen Werte unterbrechen oder begrenzen. Die Unterbrechung erfolgt durch schnell schaltende Überstromauslöser, sehr links Spezial-sicherungen oder eine Kombination dieser beiden Elemente. Begrenzt wird der Überstrom durch die Impedanz des Transformators und durch zusätzliche ohmsche oder induktive Widerstände im Gleichstromkreis. Dabei ist aber zu beachten, daß Induktivitäten bei Schaltvorgängen zu unzulässigen Überspannungsspitzen führen können.

#### Transistorrelais

Transistorrelais haben eine hohe Empfindlichkeit, sind aber trotzdem unempfindlich gegen mechanische Stöße und Erschütterungen. Sie eignen sich besonders für die Automatisierung in Industrieanlagen, wo häufig über nur gering belastbare Schallglieder Relais gesteuert oder Meßaufgaben bei hoher Schaltfrequenz und Unempfindlichkeit gegen Überlastungen erfüllt werden sollen. Die Relais bestehen im allgemeinen aus einem Hilfsrelais und einer Transistorvorstufe.

Das Spannungsüberwachungsrelais „RUy“ (Transistormeißrelais) der AEG dient zum Überwachen sich langsam ändernder Gleichspannungen (zum Beispiel Batteriespannungen), wobei der Ansprechwert des Relais eingestellt werden kann und eine besondere Versorgungsspannung für das Meißrelais nicht erforderlich ist. Die Leistung zur Betätigung des der Transistorstufe nachgeschalteten Hilfsrelais wird der Meßspannung entnommen; der Meßbeleg ist also niederohmig. Ein anderer Typ, das Spannungsmeißrelais „RHUy 10“, hat einen hochohmigen Meßbeleg zur Überwachung hochohmiger Spannungsquellen und strom- oder widerstandsproportionaler Spannungen. An einer geeichten Skala läßt sich der Ansprechwert stufenlos von 1 ... 6 V einstellen. Das Gerät

kann bis zum achtfachen Einstellwert überlastet werden.

Berührungs- und tragheitslos arbeitende Abtastorgane, zum Beispiel in der Form von Lichtschranken, nehmen in der Steuerungstechnik einen zunehmend breiteren Raum ein. Die von einer Lichtschranke geleiteter Signale steuern über Transistorverstärker die verschiedensten Vorgänge. Die von der AEG entwickelten Transistorstrahlverstärker der Reihe „LR 80“ enthalten einen durch den Photostrom stetig gesteuerten Verstärker dem eine Kippstufe nachgeschaltet ist, deren Arbeitsweise den Charakter des Gerätes bestimmt. Auf die Kippstufe folgt eine im Schaltbetrieb arbeitende Transistorstufe, die die Leistung für den Verbraucher steuert. Der eingebaute Netzteil speist auch die Glühlampe für den Strohrler (Beleuchtung der Photozelle).

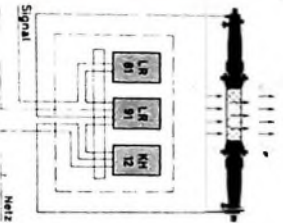


Bild 14. Prinzip einer Rauchdichte-Kontrollrichtung (AEG)

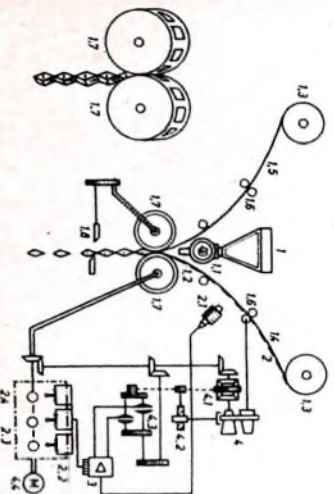


Bild 15. Photoelektrische Steuerung einer Verpackungsmaschine (AEG): 1 Füllgüßbehälter, 1,1 Ventil oder Zuleiter, 1,2 Einleitflurzen, 1,3 Vorratsrollen, 1,4 Vordrubaahn, 1,5 Hinterrahmen, 1,6 Vorratswalzen, 1,7 Heißniedrigzylinder, 1,8 Messer, 2 gedruckte Registriermarken, 2,1 photoelektronischer Taster, 2,2 Kontaktwelle, 2,3 Auslösch-Schaltglied, 2,4 Öhner, 3 Verdrücker, 4 stufenloses Getriebe, 4,1 Differenzglied, 4,2 Schneckenantrieb für Getriebeverstellung, 4,3 Umkehrkupplung, 4,4 Antriebsmotor

Für kurze Eingangsimpulse eignet sich der Impulsverstärker „LR 94“. Bei diesem Transistorverstärker darf die Dauer der Eingangsimpulse kürzer als die Ansprechzeit der Relais sein. Auch dieses Gerät kann man in Helligkeits- und Dunkelstellung betreiben.

Mit dem stetig arbeitenden Transistorverstärker „LR 91“ in Brückenstellung lassen sich noch sehr kleine Lichtänderungen registrieren. In einem Zweig der Brücke liegt das lichtempfindliche Element der Lichtschranke. Kleinste Lichtänderungen verschieben die Brücke, und es entsteht ein Differenzsignal am Brücken Ausgang. Dieses Signal gelangt an den Eingang des Gegenaktverstärkers und wird dort so verstärkt, daß ein üblicher Verstärker der Reihe „LR 80“ angesteuert werden kann.

Eine Anwendung finden die photoelektrischen Kontrollanlagen zum Beispiel bei der Kontrolle der Rauchdichte an Fabriksschornsteinen usw. Das Rauchdichte-Kontrollgerät gibt nicht nur Aufschluß über den Staubauswurf, sondern ermöglicht auch eine Überprüfung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses.

Die zur Kontrolle der Rauchdichte erforderliche Anlage (Bild 14) besteht aus einem Lichtstrahler, dem Lichtempfänger, dem beschriebenen Brückenverstärker „LR 91“, einem Signalverstärker und einem Anzeige- oder Registrierinstrument. Die Lichtschranke enthält den Lichtstrahlerteil mit einer starken Glühlampe und dem Lichtempfinderteil mit einem großflächigen Photowiderstand. Lichtstrahler und Lichtempfänger werden einander gegenüberliegend in der W/d des Saugzuges im Kamin montiert, so daß der Lichtstrahl das Rauchgas durchstrahlt und dann auf den Empfänger fällt. Ein hochwertiges Linsensystem ermöglicht Schrankenweiten bis 10 m.

Zum Betrieb der Kontrolleinrichtung wird eine stabilisierte Gleichspannung benötigt. Eine Kühlung der Lichtschrankelemente (Luftdüsen am Sender und Empfänger) sorgt für eine gute Nullpunktstabilität. Die von Photowiderstand aufgenommenen Änderungen der Lichtintensität gelangen zu dem Verstärker. Die Betriebsspannung für die Brücke im „LR 91“ und die Lampenspannung werden einem mit Transistoren stabilisierten Netzgerät entnommen. Das Brückenausgangssignal wird im Gegenkopplungsverstärker verstärkt und einem Meßinstrument zugeführt. Benötigt man ein Schallsignal, so ist ein besonderer Verstärker an den Ausgang des Brückenverstärkers anzuschließen.

Auch photoelektrische Registersteuerungen lassen sich mit Glühlampen und Photozellen durchführen, wie Bild 15 (Steuerungseinrichtung für eine Verpackungsmaschine) zeigt. Die Anlage besteht aus einem Reflexionstaster, der Kontaktweiche und einem Zweikanalverstärker mit zwei Relaisausgängen. Moderne Beuelfüllmaschinen arbeiten mit getrennten Fallen-, Papier- oder Kunststoffbahnen für die Vorder- und Rückseite des Beuels. Beuel aus bedrucktem Kunststoff (zum Beispiel Polyäthylen) werden vielfach im sogenannten Heißsigelverfahren hergestellt und verschlossen.

Die Vorder- und Rückseitenbahnen laufen, von Walzen gezogen, von der Rolle ab. Beim Einlauf der beiden Bahnen zwischen die Heißsigelzylinder 1,7 erfolgt zunächst die Bodensiegelung des Beuels; beim Weiterlauf der Siegelzylinder entsteht die Randsiegelung. Während das Hochlaufen der Randsiegelung zum Beuelkopf wird der Beuel gefüllt.

Beide Bahnen laufen unter dem Reflexionstaster hindurch. Dieser Taster enthält eine Glühlampe und eine Photozelle, die auf den Reflexionsunterschied zwischen der Bahn und einer aufgedruckten Registermarke anspricht und dann einen elektrischen Impuls an den Zweikanalverstärker abgibt. Je nach der Farbe der Marke und der Bahn wird eine blaurelempfindliche Photozelle verwendet. Die Kontaktweiche 2,2 ist mit der Antriebswelle des Heißsigelzylinders mechanisch verbunden und hat für jeden der beiden Verstärkanäle 3 einen Öffner 2,4, der bei jeder Umdrehung durch eine Nocke einmal betätigt wird. Treten die Siegelung und die Registermarke zusammen, so sind beide Verstärkanäle durch die Kontaktweiche gesperrt. Eilt aber der Photozellenimpuls vor oder nach, dann gibt die Kontaktweiche den Weg zum entsprechenden Kanal des Verstärkers frei. Der Impuls wird verstärkt, zeit-

lich gedehnt und als Stellimpuls dem Stellmotor 4,4 am mechanischen Bahnausgleicher zugeführt. Der Motor stellt über ein Spindel- oder Differentialgetriebe 4,1 die Phasenlage der Siegelung, bis der Gleichlauf wiederhergestellt ist.

Mit dem von Siemens entwickelten „Transydin“-System lassen sich viele Fertigungsprobleme lösen (digitale Weg- und Drehzahlregelung, Regelung von Gleichstromantrieben usw.). Auch die erhöhten Ansprüche bei der Herstellung von farbigen Werbetraktaten, Zeitschriften usw. kann man wirtschaftlich nur durch die Anwendung elektronischer Steuerungs- und Regelungsverfahren erfüllen.

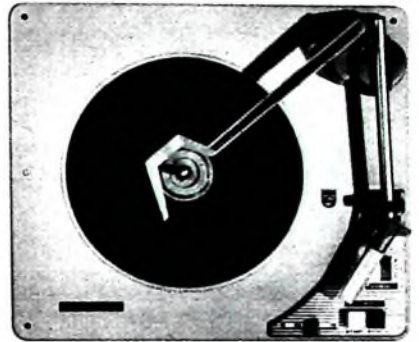
Bei größeren Auflagen farbiger Druckergebnisse kommt nur die Herstellung auf Rotationsmaschinen in Betracht. Dabei laufen die Papierbahnen steil von Rollen ab und werden in Druckwerken (für jede Farbe ist ein besonderes Druckwerk erforderlich) bedruckt. Da die einzelnen Farben nacheinander gedruckt werden, ist dafür zu sorgen, daß in allen Druckwerken die relative Lage von Papierbahn und Druckzylinder gleichbleibt. Bei Druckprogrammen mit mehr als zwei Farben verwendet man dazu Transistorregler, die die von Palmarol auf der Papierbahn durch optische Abtastrichtungen erzeugten Impulse in entsprechende Stellbefehle für die Motoren umformen.

Bei der Regelung von Fördermaschinen und Aufzügen, bei der Steuerung von Werkzeugmaschinen usw. tritt das Problem der Wegregelung auf. Zur Wegfassung dienen unterschiedliche mechanische oder kontaktfreie Endschalter sowie steil wirkende photoelektrische, induktive oder kapazitive Weggeber, Drehwelder und Potentiometer. Da man mit analogen Wegregelungsmethoden aber kaum höhere Genauigkeiten als 1% (bei Anwendung besonderer Sorgfalt 1%) erreichen kann, kommen heute fast nur noch digitale Methoden in Betracht. Dabei wird der gesamte Stellweg durch geeignete Gebor in Toleranzeinheiten unterteilt und danach ein vorgegebener Weg ausgeschrieben. Dann entspricht ein bestimmter Wert der Regelgröße nicht mehr einem bestimmten Wert eines Stromes oder einer Spannung, sondern einer Zahl. Digitale Regelverfahren ermöglichen außerdem eine zahlenmäßige Sollwertspackierung, eine Programmregelung und den Anschluß an digitale Datenverarbeitungssysteme. Die Wirkungsweise digitaler Wegregler hängt wesentlich von der Aufgabenstellung ab. Bild 16 zeigt die Wirkungsweise der digitalen Wegregelung mit Sollwert-

# PHILIPS stellt vor:

## Ein neuer Plattenwechsler als Chassis

Eine interessante Neukonstruktion ist der Philips Plattenwechsler WC 80. Das sind seine Merkmale: zuverlässiger, betriebssicherer Wechslermechanismus, unkomplizierte Bedienung ohne Fehlermöglichkeiten, halbautomatischer Einzelspielmechanismus, zeitsparender Schnelleinbau, gelungene elegante Form- und Farbgebung.



**WC 80**  
Type AG 1025

## als Tischgerät



Ein elegantes Tischgerät mit dem neuen Philips Plattenwechsler. Ausgestattet mit einem Stereo-Diamanttonkopf, spielt und wechselt es alle Schallplatten. Es eignet sich besonders zum Aufstellen auf und in Vitrinen, Truhen und Regalen. Modernes Farbschema mit hellgrauen und dunkelgrauen Tönen.



**WT 80**  
Type AG 1125

## als electrophon (mit eingebautem Verstärker und Lautsprecher)



Ein neues Electrophon mit dem modernen Philips Plattenwechsler. Der große Lautsprecher im Deckel und der leistungsfähige Verstärker ergeben eine ausgezeichnete Wiedergabequalität. Die neue Universalbuchse ermöglicht viele Kombinationen mit Rundfunkgerät, Tonbandgerät und Zusatzlautsprecher. Gehäuse aus Holz und Polystyrol mit moderner Linienführung. Diamanttonkopf für alle Schallplatten. Farbe: hell/dunkelgrau



**WK 80**  
Type AG 4025



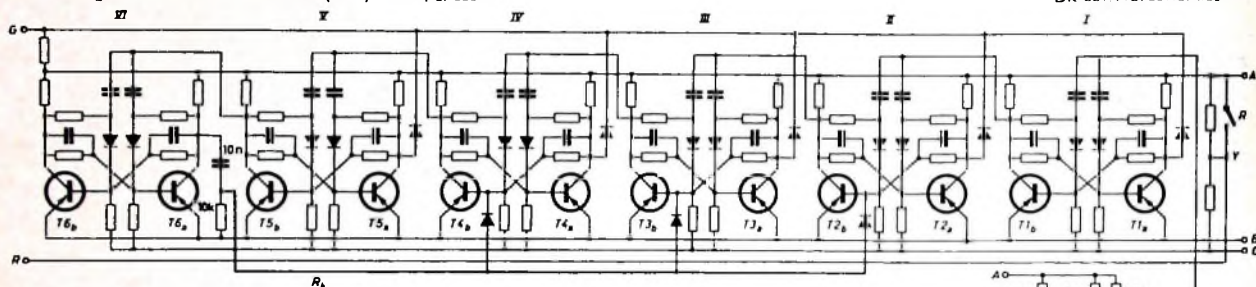
Fortschritt für alle

....nimm doch **PHILIPS**

# Eine elektronische Uhr

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd 17 (1962) Nr. 20, S. 686

DK 681 116: 621 374 32



## 2. Die Baugruppen der elektronischen Uhr

### 2.1. Zeitbasis

Die Zeitbasis (Bild 11) besteht aus einem Schmitt-Trigger, den eine Netzwechselspannung von 6,3 V steuert. Die 50-Hz-Folge wird durch die angeschlossenen sechs Bivibratorstufen auf 1 Hz untersetzt. Ohne die (verstärkt gezeichnete) Rückführungsleitung  $R_2$  ergäbe sich eine Unterbrechung von  $2^6 = 64$ . Es müssen also 14 Zählerstellungen übersprungen werden. Der Zähler zählt bis L00000 (Stellung nach Verarbeitung des 32. Eingangsimpulses) normal. Der Sprung vom Bivibrator V auf VI wird auf die Stellen IV, III und II zurückgeführt, wodurch diese in die Stellung L gelangen und sich der Zählerstand L00000 ergibt. Die restlichen 18 Impulse werden wieder im normalen Zählablauf verarbeitet. Am Ausgang G im Bild 11 tritt dann eine 1-Hz-Impulsfolge auf. Bild 12 zeigt die Dimensionierung der verwendeten Bivibratorstufe (die übrigen Stufen sind gleich dimensioniert).

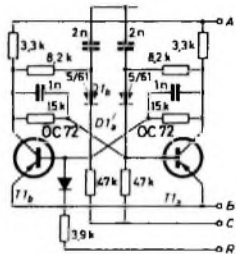


Bild 11 (oben). Schaltung der Zeitbasis

Bild 12. Dimensionierung einer Bivibratorstufe

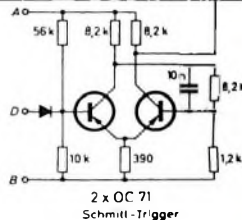
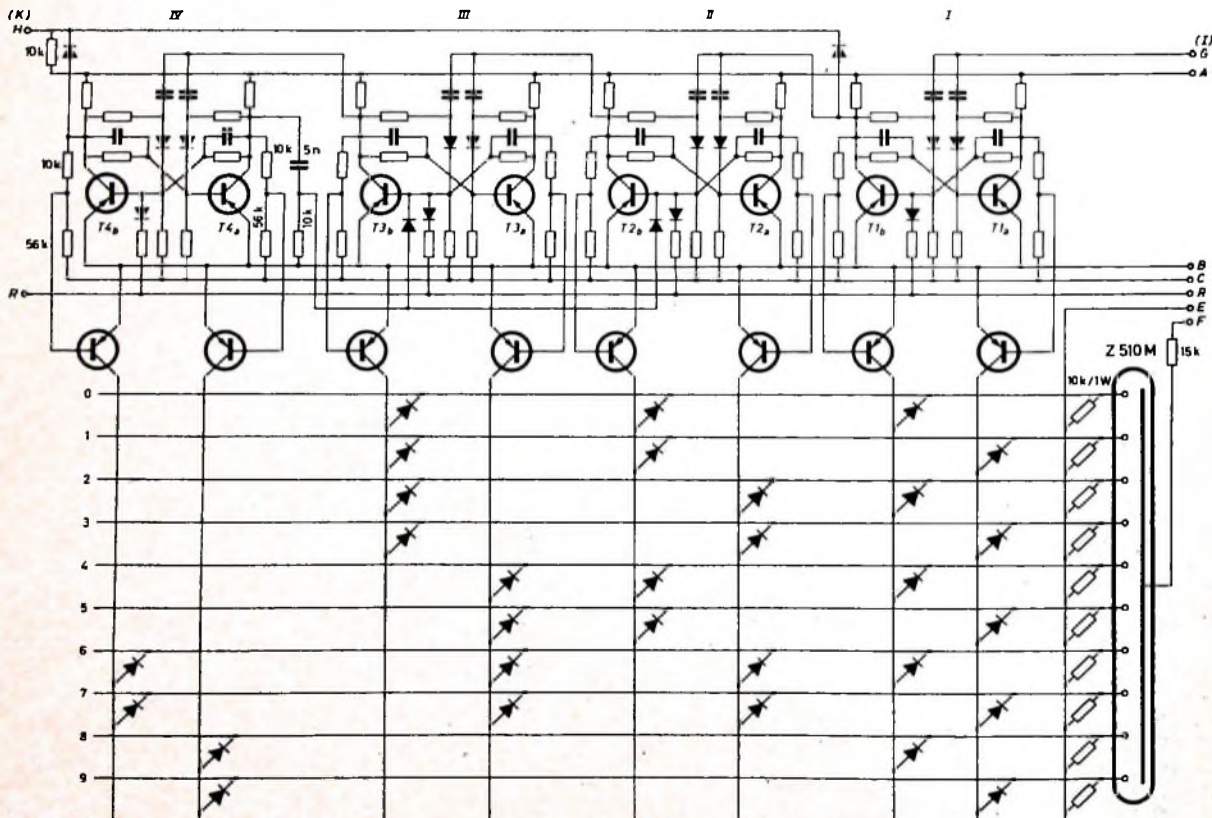


Bild 13 (unten) Schaltung des Zählers für die Sekunden-Einer und Minuten-Einer (unterschiedliche Anschlüsse des Minuten-Einers eingeklammert)

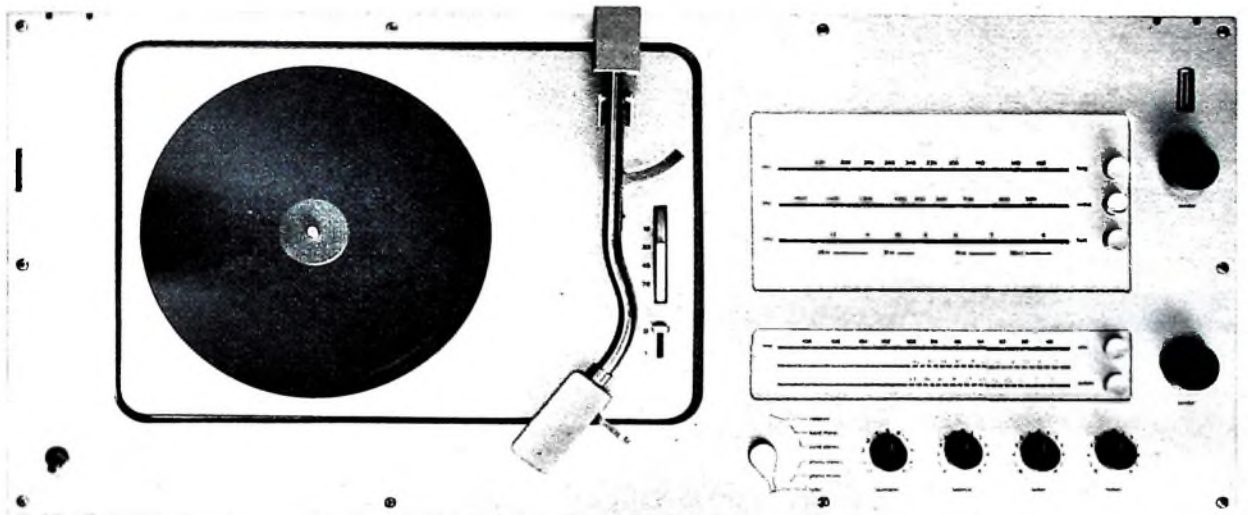


# Neu

# Braun audio 1

## Stereo-Steuereinheit in Alltransistor-Technik

Braun audio 1 — erstes Gerät einer neuentwickelten Geräteklasse: der »Leistungsklasse«. 2 x 14 Watt music-power, ausgezeichnete Frequenzgang, hohe Empfangs-Empfindlichkeit: Leistungswerte für kritische Hörer, die überdurchschnittlich gute Wiedergabe verlangen. Braun audio 1 - der Zeit voraus: netzbetriebener Alltransistor. In jahrelanger Entwicklung konstruktiv ausgereift. In allen Teilen Meßgeräte-Qualität.



### Wiedergabequalität

2x14 Watt music-power bei ausgezeichnetem Frequenzgang von 20 bis 30 000 Hertz mit weniger als 1 Prozent Verzerrungen im mittleren Bereich. Zwei Gegentakt-Endstufen. Neuer Plattenspieler Braun PC 45 mit guten Laufelgenschaften. Ausbalancierbarer Stahlrohr-Tonarm. Wahlweise magnetisches Tonabnehmer-System und eingebauter Vorverstärker.

### Empfangsleistung

Empfangsstarke Rundfunkteil für UKW, Kurz-, Mittel-, Langwelle. Flankensteile Begrenzung und große Bandbreite. Zusätzliche Vorstufen. Verstärkung: mehr Sender - weniger Störungen. Bequemes Einstellen, sicheres Halten auch schwacher Sender durch Abstimm-Automatik. Getrennte Skalen und Schwungrad-Antriebe für AM- und FM-Bereiche.

### Flachbauweise

Transistor-Bausteine, gedruckte Schaltung: dadurch extreme Flachbauweise. Leicht in Regalen aufzustellen. Keine Wärmeprobleme: überall einzubauen. Skalen und Bedienungselemente liegen oben in einer Ebene mit dem Plattenspieler. Sie sind mit einem Blick überschaubar. Gleiches Grundmaß wie Lautsprecher-einheiten Braun L 45 und L 50.

### Zukunftssicher

audio 1 ist als UKW-Stereo-Empfänger konstruiert. Adapter-Baustein mit Steckverbindung kann nachträglich ohne Mühe eingesetzt werden. Leichter Service: übersichtlich und zweckmäßig im Rahmengerät angeordnete Einzelbausteine. Baustein-Gruppen sind auf Platten zusammengefaßt, zum Teil mit Steckverbindungen.

## BRAUN

**DM 1090.-**  
mit Kristall-Tonabnehmer

**DM 1250.-**  
mit magnetischem Tonabnehmer  
und Vorverstärker

Braun audio 1 in zwei Farbausführungen: weiß und graphit. Abnehmbarer Plexiglasdeckel.

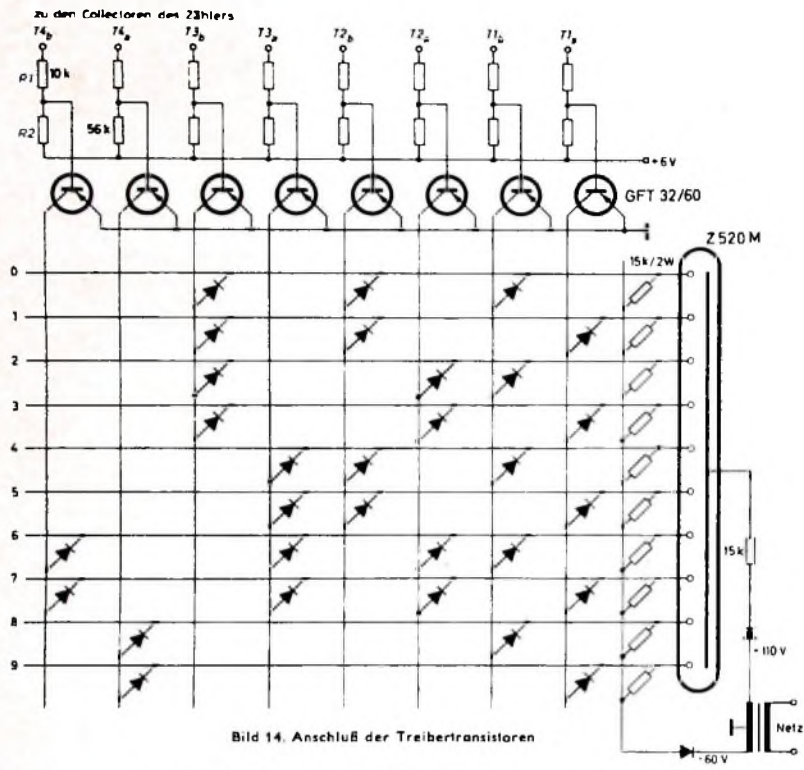


Bild 14. Anschluß der Treibertransistoren

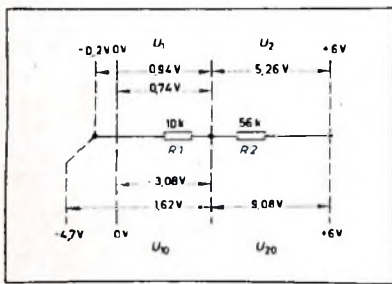


Bild 15. Spannungsverhältnisse am Spannungsteiler R1, R2 im Bild 14

$$U_1 = \frac{U_B R_1}{R_1 + R_2} = \frac{6,2 \cdot 10}{66} = 0,94 \text{ V}$$

$$U_2 = \frac{U_B R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6,2 \cdot 56}{66} = 5,26 \text{ V}$$

$$I_{B1} = \frac{10,7 \cdot 10}{66} = 1,62 \text{ V}$$

$$I_{B2} = \frac{10,7 \cdot 56}{66} = 9,08 \text{ V}$$

22. Zähler mit Ziffernanzeige  
 Zur Zählung der Sekunden-Einer, Minuten-Einer und Stunden-Einer werden Dezimalzähler benötigt. Die Zähler für die Sekunden-Einer und Minuten-Einer (Bild 13) sind identisch (die unterschiedlichen Anschlußbezeichnungen für die Minuten-Einer sind im Bild 13 eingeklammert angegeben). Der Zähler für die Stunden-Einer enthält noch die Elemente zur Durchführung des Tagessprunges. Da die Dezimalzähler nach Abschnitt 1.5 auf-

Tab. III. Spannungen an den Collectoren des Zählers und des Treibers bei Anzeige der Ziffer 4

	T4b	T4a	T3b	T3a	T2b	T2a	T1b	T1a
Zähler	-0,2	-4,7	-4,7	-0,2	-0,2	-4,7	-0,2	-4,7
Treiber	-50	0	0	-50	-50	0	-50	0

gebaut sind, braucht nur noch auf die direkte Anzeige der im Zähler stehenden Ziffern durch Ziffernanzeigeröhren eingegangen zu werden.

Das Prinzip der hier verwendeten Ziffernanzeige besteht darin, der Anzeigeröhre im Ruhezustand eine Vorspannung zuzuführen, die zum Zünden noch nicht ausreicht (die einzelnen Zählerstellungen bewirken dann (über eine Spannungsverstärkung durch Treibertransistoren), daß zu der Vorspannung eine weitere Spannung addiert wird, so daß die Summe beider Spannungen die Betriebsspannung der Anzeigeröhre erreicht

Im Bild 14 erkennt man, daß die Treibertransistoren, deren Basen über den Spannungsteiler R1, R2 zwischen den Collectoren des Dezimalzählers und Plus-Potential (+6 V) liegen, mit +0,74 V gesperrt werden, wenn an den Collectoren des Zählers -0,2 V stehen, und daß sie mit -3,08 V durchgesteuert werden, wenn an den Collectoren -4,7 V auftreten.

Die Spannungsverhältnisse am Spannungsteiler R1, R2 sind im Bild 15 dargestellt

Da die Treibertransistoren an -50 V arbeiten, stehen an ihren Collectoren im gesperrten Zustand (Basisspannung +0,74 V) praktisch -50 V, während sie im angesteuerten Zustand (Basisspannung -3,08 V) praktisch Massepotential haben. Die Anzeigeröhre wird mit 140 V vorgespannt.

Diese Spannung reicht aber noch nicht aus, um die Ziffern zum Leuchten zu bringen

Den Collectoren der Treibertransistoren ist eine Decodiermatrix zugeordnet (Bild 14), deren Anordnung gegenüber dem Bild 10 infolge der Arbeitsweise der Treibertransistoren vertauscht werden muß und deren Ausgang zu den zehn Katoden (Ziffern 0... 9) der Anzeigeröhre führen.

Beispiel: Im Zähler steht eine 4, die zur Anzeige gebracht werden soll. Die Collectoren des Zählers und der Treibertransistoren führen dabei, entsprechend der zur Ziffer 4 gehörenden Verschlüsselung OLOO, die Spannungen nach Tab III. An der Zeile 4 der Decodiermatrix im Bild 14 und damit an der Katode der Anzeigeröhre liegen daher -50 V. Da die Anode der Z520M +140 V erhält, ergibt sich eine resultierende Spannung zwischen Katode und Anode von 190 V, die zum Betrieb der Anzeigeröhre ausreicht. Alle übrigen Zeilen der Matrix sind gesperrt und haben mit den übrigen Katoden der Anzeigeröhre das Potential Null. Zwischen diesen Katoden und der Anode der Anzeigeröhre stehen also nur 140 V.

Für die Treibertransistoren wurde im Mustergerät der Typ GFT 32/60 (TeKaDe) verwendet (Die TeKaDe hat aber in zwischen ihre Halbleiterfertigung eingestellt. Als Ersatz kam etwa der OC 309 von Intermetall in Betracht, dessen Collector-Basis-Spannung ebenfalls bis 60 V betragen darf.) Der Ausgang H im Bild 13 ist der Ausgang eines Und-Gatters mit zwei Eingängen (T1b, und T4b), das bei der Zählerstellung 9 eine Spannung von -4,7 V führt. Beim Eintreffen des zehnten Sekundenimpulses springt der Ausgang dieses Und-Gatters auf -0,2 V und liefert damit einen positiven Übertrag an die Einheit Sekunden-Zehner. (Wird fortgesetzt)

## ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Oktoberheft unter anderem folgende Beiträge

- Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandes von Metallschichtwiderständen
- Hochfrequenzherd nach dem Durchlaufprinzip
- Ein transistorisiertes fünfstelliges Digital-Vollmeter für absolute Präzisionsmessungen
- Zur Frage des günstigsten Betrachtungsabstandes beim Fernsehen
- Vierter Internationaler Kongreß über Mikrowellenröhren in Scheveningen
- Stromreglerschaltungen mit kombinierter Anwendung von Transistoren und Vakuumröhren
- IFIP und Interdata München 1962
- Die Hamburger Hafenradarkette
- Angewandte Elektronik • Aus Industrie und Wirtschaft • Persönliches • Neue Bücher • Neue Erzeugnisse • Industrie-Druckschriften

Format DIN A 4 • monatlich ein Heft  
 Preis im Abonnement 3 DM, Einzelheft 3,50 DM

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

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



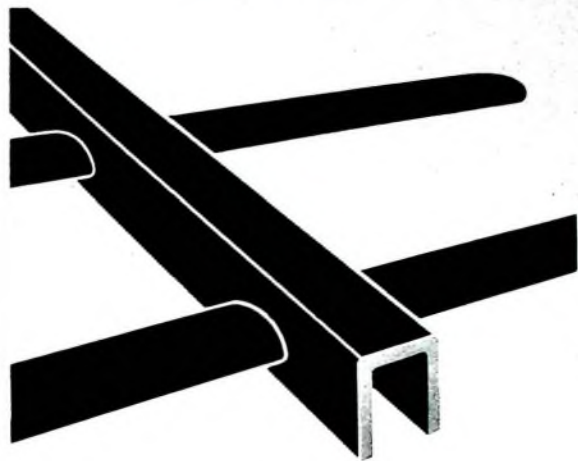
# LORENZ RÖHREN



immer  
zuverlässig!



STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG STUTT GART



## ELTRONIK UHF-Antennen in Profilausführung

Neue Typen, die das bewährte  
ELTRONIK-Profilantennen-Pro-  
gramm ergänzen:

### NEU

F 108 R / 21-60

Superbreitbandantenne  
mit 8 Elementen, in  
Fenster- und Mastaus-  
führung.

Mittlerer Gewinn:

Band IV 6,5 dB

Band V 8,5 dB



### NEU

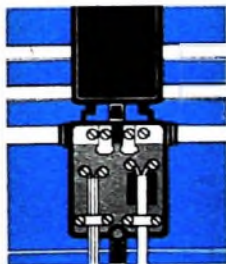
F 127 R / 21-60

Superbreitbandantenne  
mit 27 Elementen

Mittlerer Gewinn:

Band IV 10 dB

Band V 13 dB



ELTRONIK-Antennen in Profilaus-  
führung sind vormontiert: aus der  
Verpackung gleich an den Mast. In  
der Dipol-Anschlußdose sind Zu-  
sammenschaltung und Niederfüh-  
rung symmetrisch und koaxial mög-  
lich (siehe Abbildung).

Wenn es um Antennen geht: fragen  
Sie die



ROBERT BOSCH ELEKTRONIK GMBH  
BERLIN-WILMERSDORF

oder wenden Sie sich gleich an un-  
sere Verkaufsbüros in Berlin, Frank-  
furt, Hamburg, Hannover, Köln, Mün-  
chen und Stuttgart.

SO  
SIEHT  
ES  
AUS  
DAS  
DYNAMIC  
RICHT  
MIKROFON



**TM 70**

10000fach erprobt und bewährt, stabil und zuverlässig, ausgereifte Technik, hohe Leistung, universelle Anwendung, Frequenzumfang: ca. 70-13000 Hz  $\pm$  3 dB, Empfindlichkeit: 0,22 mV/mikrobar an 200 Ohm, Richtcharakteristik: nierenförmig, mit leichtem Klapp-Stativ (20 g), ein Mikrofon für alle, die viel erwarten.

**PEIKER**  
acoustic

FABRIK ELEKTRO-AKUSTISCHER GERÄTE  
BAD HOMBURG v. d. H. - OBERESCHBACH

## UKW-Stereo-Adapter von Metz

Alle Stereo-Chassis der Metz Apparatewerke sind für Stereo-Rundfunkempfang vorbereitet. Die Geräte haben schon eine etwas verbreiterte FM-ZF-Durchlaßkurve. Regelung und Begrenzung sind noch weiter verbessert, um einem nachträglich einzusetzenden Stereo-Adapter (Stereo-Ahtrennstufe) eine möglichst konstante Eingangsspannung liefern zu können. Vor allem wurde die bis jetzt nur bei Verwendung von Plattenspieler und Tonbandgerät benötigte Mono-Stereo-Umschaltung wesentlich erweitert. Bei Stellung „Stereo“ wird das Deemphasisglied abgetrennt, und die von der Stereo-Ahtrennstufe kommenden NF-Signale L (links) und R (rechts) werden dem linken und rechten NF-Verstärkerkanal zugeführt. Die Anodenspannung für den Adapter wird eingeschaltet, wenn man gleichzeitig die Taste UKW drückt. Bei Schalterstellung „Mono“ sind die NF-Verstärkerkanäle parallel geschaltet.

In der Mitte der Leiterplatte der Empfänger wurde eine Aussparung freigelassen (Bild 1), in die der Stereo-Adapter in einfacher Weise eingesetzt werden kann. Auf der Leiterplatte des Adapters befinden sich acht Rohrrieten, in die acht auf der Empfängerleiterplatte sitzende Kontaktstifte gesteckt werden. Diese Steckverbindung, die hinterher, da sie nicht mehr gelöst werden muß, verlötet wird, gewährleistet eine sichere Kontaktgabe. Im Stereo-Adapter (Bild 2) werden das direkt von der Demodulation – also ohne Deemphasis – kommende Summensignal  $L + R$  (19-kHz-Pilotton) und die beiden Seitenbänder des 38-kHz-Trägers, die das  $(L - R)$ -Signal enthalten, zunächst in  $R_0 1$  verstärkt.  $L 1$  und  $C 1$  bilden einen Resonanzkreis für den Pilotton, der also sehr stark verstärkt wird.

Mit diesem verstärkten 19-kHz-Signal wird ein über Gitter und Katode von  $R_0 2$  schwingender Oszillator synchronisiert. Aus der Anode von  $R_0 2$  filtert ein Resonanzkreis als 1. Oberwelle 38 kHz heraus, die den beiden Seitenbändern des sendeseitig unterdrückten 38-kHz-Trägers phasenrichtig zugesetzt wird.

Beide Seitenbänder werden nach der Verstärkung in  $R_0 1$  über einen Bandpaß geleitet, der alle störenden Frequenzen (auch  $L + R$ ) zurückhält. Das mit  $L - R$  modulierte Signal wird mit Hilfe der beiden entgegengesetzt geschalteten Dioden  $D 1$ ,  $D 2$  gleichgerichtet, so daß hinter  $D 1$  das Signal  $L - R$  und hinter  $D 2$  das Signal  $-(L - R) = -L + R$  auftritt.

Zum Punkt A gelangt nun außer dem Signal  $L - R$  über den Widerstand  $R 3$  das Signal  $L + R$ . Beide Signale summieren sich zu  $(L - R) + (L + R) = 2L$ . Hier kann also das NF-Signal für den linken Kanal abgenommen werden. Entsprechend erhält man am Punkt B das Summensignal  $-(L - R) + (L + R) = 2R$ .

$R 2$ ,  $R 4$  und  $C 4$  bilden die Deemphasis für das rechte Signal,  $R 3$  und  $C 3$  für das linke. Die folgenden RC-Glieder  $R 5$ ,  $C 5$  (linker Kanal) und  $R 6$ ,  $C 6$  (rechter Kanal) sollen das noch vorhandene 38-kHz-Signal weiter absenken. Die entstandenen Signale  $R$  und  $L$  werden wie üblich den beiden Kanälen des NF-Stereo-Verstärkers zugeführt.

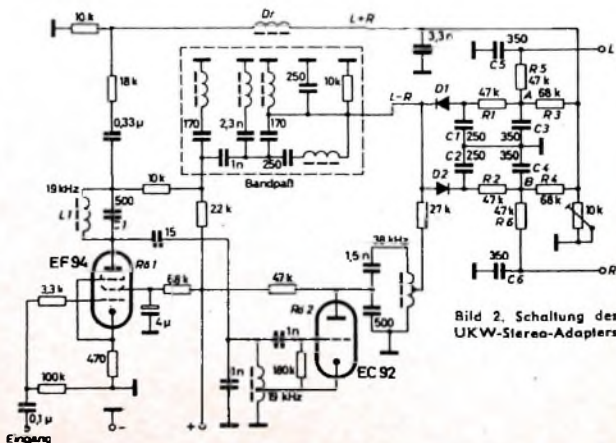


Bild 2. Schaltung des UKW-Stereo-Adapters

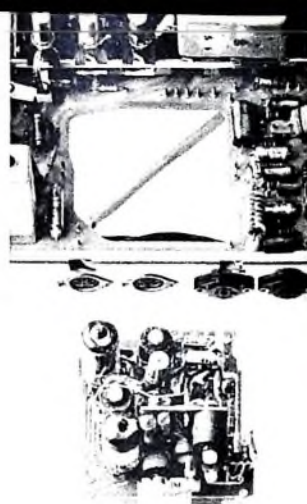


Bild 1. Aussparung in der Leiterplatte des Rundfunkchassis (oben) zum nachträglichen Einsetzen eines Stereo-Adapters (unten) von Metz



## Ein kleiner Transistor-Universalverstärker

Mit Transistoren und Miniatur-Bauelementen lassen sich leicht kleine Verstärker, die sehr vielseitig zu verwenden sind, auf engem Raum unterbringen. Benutzt man als Chassis eine Schaltplatte mit gedruckter Leitungsführung, so ist der Aufbau eines derartigen Verstärkers nicht schwierig<sup>1)</sup>.

Bei der im Bild 1 wiedergegebenen Schaltung handelt es sich um einen dreistufigen RC-gekoppelten Niederfrequenzverstärker, dessen Transistoren in Emitterschaltung

an dessen Sekundärseite der Lautsprecher angeschlossen ist. Die Betriebsspannung liefert eine 9-V-Transistorbatterie.

Der Verdrahtungsplan Bild 2 läßt den übersichtlichen Aufbau erkennen. Zum Bau des Verstärkers benötigt man lediglich einen kleinen Lötkolben (30...50 W) mit feiner Spitze, Lötendraht mit Kolophoniumeinlage, Schraubenzieher, Pinzette und einen kleinen Seitenschneider. In der gedruckten Schaltplatte sind alle Bohrungen bereits vorhanden, und auch die Win-

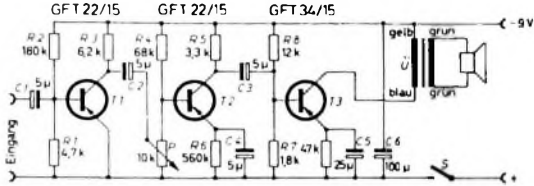
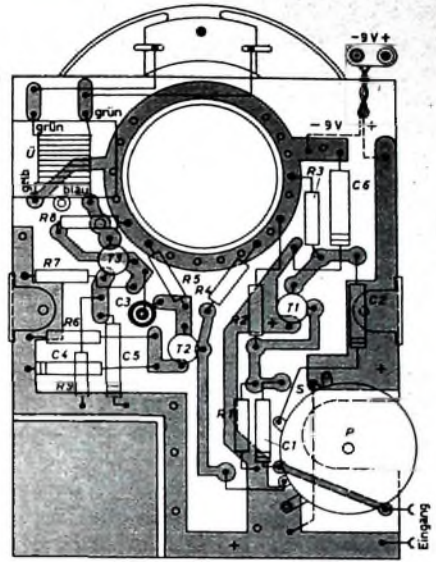


Bild 1. Schaltung des Verstärkers

Bild 2. Verdrahtungsplan (die grau unterlegte gedruckte Schaltung befindet sich auf der Unterseite der Platte)



lötet, deren Drahtenden möglichst kurz sein sollen. Dann montiert man das Potentiometer P und den Ausgangsübertrager U und verlötet ihre Anschlußdrähte. Bei P sind kurze Isolierschläuche über die Anschlußdrähte zu ziehen, bei U achte man auf die Farben der Anschlußdrähte. Auch bei den anschließend einzulötenden Widerständen und Elektrolytkondensatoren sind die Drahtenden kurz zu halten. Günstig ist nachstehende Reihenfolge: R7, R8, R5, R4, R2, R3, R6, C4. Vor dem

arbeiten. Die Lautstärkeregelung erfolgt mit dem Kleinpotentiometer P. Die Basisspannungen der Transistoren sind durch Spannungsteiler (R1, R2; P, R4; R7, R8) hinreichend stabilisiert. Im Collectorkreis von T3 liegt der Ausgangsübertrager U,

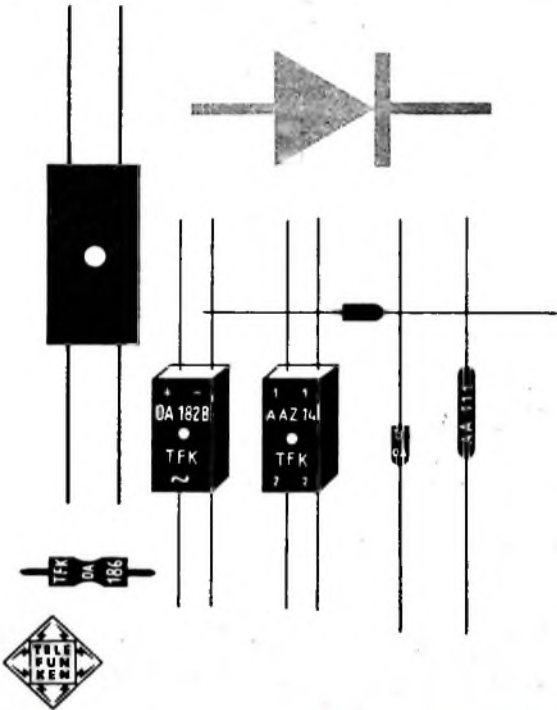
kel zur Befestigung der Platte im Gehäuse sind bereits angebracht. Die Bauelemente werden von der unbedruckten Seite der Schaltplatte einzeln in die Bohrungen eingesteckt und auf der Rückseite verlötet. Überstehende Drahtenden sind abzuschneiden.

Zunächst werden der Elektrolytkondensator C1 und der Widerstand R1 einge-

<sup>1)</sup> Der Verstärker wird als Selbstbausatz „TU 3“ von Radio-Fern geliefert

## Germanium-Dioden

- OA 150 Universaldiode für mittlere Sperrspannung und mittleren Flußstrom
- OA 154 Q Diodenquartett für Ringmodulatoren und Gleichrichter in Graetz-Schaltung
- OA 159 Bei 39 MHz dynamisch geprüllte Diode. Regelspannungserzeuger in Fernsehgeräten
- OA 160 Bei 39 MHz dynamisch geprüllte Diode. Demodulator in Fernsehgeräten
- OA 161 Spezialdiode für hohe Sperrspannung mit großem Sperrwiderstand
- OA 172 Diodenpaar mit kleiner dynamischer Kapazität für Diskriminator- und Radiodetektorschaltungen
- OA 174 Universaldiode für mittlere Sperrspannung und mittleren Flußstrom
- OA 180 Golddrahtdiode mit besonders kleinem Durchlaßwiderstand. Schalldiode
- OA 182 Golddrahtdiode mit kleinem Durchlaß- und großem Sperrwiderstand
- OA 182 B Dioden-Quartett in Brückenschaltung für Meßgleichrichter
- OA 186 Diode für Einsatz in elektronischen Rechenmaschinen
- AAZ 10 Germanium-Spitzendiode in Kleinstausführung für die Verwendung in Rechenmaschinen
- AAZ 14 Dioden-Quartett im Gießharzgehäuse für die Verwendung als Ringmodulator mit guter Trägerunterdrückung (> 6N)
- AA 111 Germanium-Spitzendiode für Demodulatoren mit kleiner dynamischer Kapazität
- 2 x AA 111 Germanium-Spitzendiodenpaar für Radiodetektor- oder Diskriminator-Schaltungen bei 5,5 MHz mit kleiner dynamischer Kapazität
- AA 112 Germanium-Spitzendiode für niederohmige Demodulatoren
- 2 x AA 112 Germanium-Spitzendiodenpaar für niederohmige Radiodetektor- oder Diskriminator-Schaltungen
- AA 113 Germanium-Spitzendiode für hochohmige Demodulatoren
- 2 x AA 113 Germanium-Spitzendiodenpaar für hochohmige Radiodetektor- oder Diskriminator-Schaltungen



# TELEFUNKEN

Wir senden Ihnen gern Druckschriften mit genauen technischen Daten.

TELEFUNKEN  
ROHREN-VERTRIEB  
ULM-DONAU

Einlöten der restlichen Kondensatoren und Widerstände überzieht man ihre Anschlußdrähte mit kurzen Isolierschläuchen, um bei dem gedrängten Aufbau Kurzschlüsse zu vermeiden. Bei den Elektrolytkondensatoren ist auf richtige Polung zu achten, weil sie bei falschem Anschluß Gleichstrom durchlassen. Die richtige

kann man das Chassis mit den Halteklaschen im Gehäuse befestigen.

Zur Überprüfung des Verstärkers wird ein Telefonadapter an die Eingangsbuchse angeschlossen und in die Nähe eines niederfrequenten Streufeldes (zum Beispiel Klingeltransformator oder Netztransformator im Rundfunkgerät) gebracht. Dann muß bei aufgeregeltem Lautstärkereglern im Lautsprecher der Netzbrumm (50-Hz-Ton) einwandfrei zu hören sein.

Bild 3 zeigt den Verstärker in seinem Plastikgehäuse mit Bügel zum Aufstellen. Die Innenansicht des Verstärkers bei abgenommener Rückwand gibt Bild 4 wieder. Unten ist die Transistorbatterie zu erkennen. Sie wird zweckmäßigerweise mit Cellophan umwickelt, um Kurzschlüsse sicher zu vermeiden.

Der Verstärker läßt sich durch Adapter und Ergänzungsbauätze leicht für zahlreiche Aufgaben einsetzen:

1. mit Telefonadapter (Bild 5) zum Verstärken ankommender Ferngespräche und Abhören über den eingebauten Lautsprecher (Anmeldung bei der Post erforderlich) sowie zum Suchen magnetischer Streufelder (Netz- und Tonfrequenz),
2. mit Induktionsspule und Induktionsschleife zum drahtlosen Empfang niederfrequenter Signale (Rufanlagen usw.),
3. mit Signalverfolger zur Fehlerermittlung in Hoch- und Niederfrequenzgeräten,
4. mit Körperschallmikrofon für medizinische Zwecke und
5. mit Lauschmikrofon als Überwachungsanlage

H. Sutaner

## Fernsehgerät für Do-it-yourselfer

Nach vorliegenden Meldungen hat eine amerikanische Firma (Conar Instruments, Div. of National Radio Institute, Washington, D. C.) einen Fernsehempfänger-Bausatz herausgebracht, der angeblich auch von Laien in ein funktionsfähiges Gerät verwandelt werden kann.

Der Bausatz soll auf dem noch immer wachsenden „Do it yourself“-Markt verkauft werden. Mit einer sehr ausführlichen und allgemeinverständlich gehaltenen Bauanleitung will man ein möglichst breites Publikum ansprechen.

Das Gerät „Custom 70“ arbeitet mit einer 19-Zoll-(48-cm-)Bildrohre und soll in etwa 25 Stunden zusammengebaut werden können.

## Ich baue mir ein Radio

So heißt ein als Band 51 der Fackelbücherei erschienenes Taschenbuch von M. Schrimpf (Stuttgart 1962, Fackelverlag 152 S. m. 60 B., 12 x 18 cm, Preis brosch 3,85 DM). In einfachster Weise wird der Leser mit der Elektrizität, mit dem Magnetismus sowie mit den Grundbegriffen des Rundfunks vertraut gemacht. Beginnend mit der Aufzählung der erforderlichen Ausrüstung, der grundsätzlichen Erläuterung von Schaltungen und übergehend zu Vorschlägen für den Bau von einfachen mit Röhren oder Transistoren bestückten Verstärkern und Empfängern, gibt der Verfasser manchen Rat. Es folgt eine kurze Einführung in die Technik der großen Empfänger und in die Welt des Kurzwellenamateurs.

-e



Bild 3 Außenansicht des kleinen Universalverstärkers



Bild 5 Telefonadapter



Bild 4 (unten): Innenansicht des betriebsfertigen Verstärkers (Gehäuserückseite abgenommen)

Polung ist auch bei den Batterieanschlüssen zu beachten, damit die Transistoren nicht zerstört werden. Zuletzt lötet man die Transistoren T 1, T 2 und T 3 ein, deren Anschlußdrähte nicht gekürzt werden dürfen. Nachdem auch der Lautsprecher und die Eingangsbuchse angeschlossen wurden,

VERTRETUNGEN · ROM · BRÜSSEL  
 INNSBRUCK · LONDON · MAILAND  
 OSLO · PARIS · ROM · STOCKHOLM  
 ZÜRICH · BOSOTA · BOMBAY · SUE  
 NOVA AIRE · HONG KONG · JOHAN  
 NESSBURG · KHARTOUM · LOS ANGE  
 LES · MELBOURNE · MONTEVIDEO  
 NEW YORK · SANTIAGO DE CHILE  
 SINGAPORE · TEHERAN · TOKYO  
 WELLINGTON · LOS ANGELES  
 VERTRETUNGEN · ROM · BRÜSSEL  
 INNSBRUCK · LONDON · MAILAND  
 OSLO · PARIS · ROM · STOCKHOLM  
 ZÜRICH · BOSOTA · BOMBAY · SUE  
 NOVA AIRE · HONG KONG · JOHAN  
 NESSBURG · KHARTOUM · LOS ANGE  
 LES · MELBOURNE · MONTEVIDEO  
 NEW YORK · SANTIAGO DE CHILE  
 SINGAPORE · TEHERAN · TOKYO  
 WELLINGTON · LOS ANGELES



Für hohe Ansprüche

## KONDENSATOR-MIKROPHONE

Prospekte über unser Fertigungsprogramm  
 senden wir Ihnen gern zu.

GEORG NEUMANN · LABORATORIUM FÜR ELEKTROAKUSTIK GMBH  
 BERLIN SW 61 · CHARLOTTENSTRASSE 3 · TELEX 0184 595 · RUF 614892

# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

## Strauss, Salome

*Herodes: Gerhard Stolze, Herodias: Grace Hoffmann, Salome: Birgit Nilsson, Jachanaan: Eberhard Wachter, Narraboth: Waldemar Kmentz, Wiener Philharmoniker, Dirigent: Georg Solti*

Der Besuch einer Aufführung des gleichnamigen Dramas von Oscar Wilde in der Berliner Inszenierung Max Reinhardts war für Strauss der äußere Anlaß, diesen geradezu nach Musik schreienden Stoff aufzugreifen. Im Sommer 1903 begann er mit der Komposition. Die Uraufführung am 9. Dezember 1905 in Dresden war für die musikalische Welt ein Schock. Nicht allein des Stoffes wegen, dessen Text sich in der Übersetzung von Hedwig Lachmann fast genau an den Willeschen Originaltext hält, sondern auch wegen der neuartigen Stilelemente und des Klangreichtums des überreich besetzten Orchesters.

Wird schon die Bühnenaufführung dieser Oper zahlreiche Probleme auf, wieviel größer und komplizierter müssen dann die Schwierigkeiten sein, wenn es gilt, dieses Musikdrama für die Schallplatte aufzunehmen. Daß eine solche Aufgabe überhaupt nur in Stereo sinnvoll zu lösen ist, versteht sich am Rande. Aber das allein genügt noch nicht. Es bedarf zusätzlich des ordnenden und lenkenden Geistes eines Mannes, der Musiker und Techniker zugleich ist, eines Mannes, dem jedes Detail der Partitur ebenso wichtig ist wie Frequenzgänge, Dynamik oder Richtcharakteristik der technischen Geräte. John Culshaw ist der Mann, der diese große Aufgabe wahrhaft meisterlich gelöst hat. Als Fachmann für hervorragende Opernaufnahmen hat er sich schon seit Jahren einen Namen gemacht. Vom „Rheingold“ führte sein Weg über „Aida“, „Tristan“ und „Othello“ jetzt zur „Salome“. Vergleicht man die Entwicklung der bei diesen Opern benutzten Aufnahme-technik, so kann man nur bewundernd feststellen, wie es ihm gelungen ist, seine heute „sonicstage“ genannte Methode weiterzuentwickeln und der jeweiligen Oper sinnvoll anzupassen. Das Prinzip der Aufnahme in mehreren, den jeweils geforderten akustischen Verhältnissen optimal angepaßten Studios ist in der „Salome“-Aufnahme zu hoher Perfektion geführt worden. Man hört das Schillernde, Rauschende des üppigen Orchesterklangs in einer faszinierenden akustischen Perspektive und Transparenz, die bei aller Klangfülle niemals die Gesangsstimmen erdrückt. Mag der akustische Eindruck vielleicht manchmal anders sein als im Opernhaus, aber man hört hier viele musika-

lische Feinheiten der Partitur, die sonst nur so oft in der Fülle des Klangs untergehen. Die Dynamik erreicht wohl die Grenze dessen, was nach dem heutigen Stand der Technik von der Schallplatte zu erwarten ist. Stets aber bleibt die Durchsichtigkeit gewahrt, und jeder Ton und jeder Schlag stehen exakt an ihrem Platz.

Aus der Vielzahl erwähnenswerter musikalischer Höhepunkte seien nur einige wenige angedeutet. So zum Beispiel die scheinbar aus einer anderen, unwirklichen Welt kommende Stimme des Jachanaan beim ersten Auftritt Salomes und dann die ganz anders klingende Stimme des Fanatikers Jachanaan, wenn er Salome sein „Zurück, Tochter Babels!“ entgegen-schleudert — eine Szene voll unerhörter akustischer Realistik. Ein anderer Höhepunkt ist Solomes Tanz. Hervorragend kommt hier der satte Klang der Streicher zur Geltung, vereint mit den rauschenden Harfenpassagen und den rhythmischen Akzenten, die die dunklen Schläge der großen Trommel und der Pauken, der scharfe Klang des Beckens sowie Triangel und Tambourin setzen. Die große Schlußszene ist der sinfaische Höhepunkt der Oper, zugleich auch Höhepunkt für das überragende Können Birgit Nilssons. Noch einmal vereinen sich hier alle Themen zu strahlendem Klang und lassen damit das häßliche und dekadente Geschehen auf der Bühne vergessen. Wohl nach niemals zuvor hat man akustisch das Unheimliche so eingelangt wie hier, wenn die große schwarze Waixe über den Mond wandert und die Bühne in völliges Dunkel hüllt.

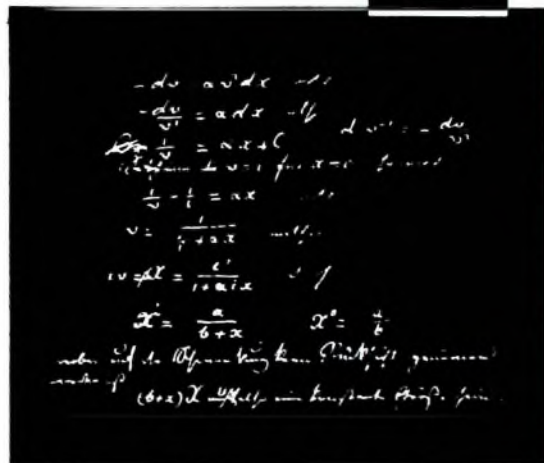
Decca SXL 20 037/38 (Stereo)

**Mendelssohn-Bartholdy, Sinfonien Nr. 4 A-dur op. 90 und Nr. 5 D-dur op. 107**

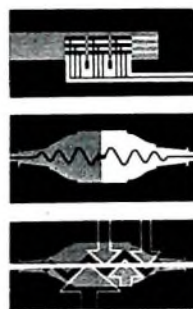
*Berliner Philharmoniker unter Lorin Maazel*

Die A-dur-Sinfonie, von Mendelssohn selbst die „italienische“ genannt, gehört mit zu seinen lieblichsten und gefälligsten Sinfonien. Sie ist erfüllt von fröhlicher, unbeschwerter Heiterkeit und spiegelt etwas von jenen Eindrücken wieder, die der Romantiker Mendelssohn auf einer Reise in den Süden in sich aufnahm und zu Musik werden ließ. Das leicht dahinstürmende Thema der Geigen zu Beginn des ersten Satzes ist kennzeichnend für das ganze Werk, das seine Krönung in dem Presto des Saltarello im Schlußsatz findet, wo südändisches Temperament und mitreißende Tanzrhythmen das Klange Geschehen beherrschen.

## TUCHEL-KONTAKT



Für die Entwicklung von Kontakteinrichtungen zum Betrieb elektronischer Anlagen gelten die gleichen Gesetze wie bei anderen hochwertigen Bauelementen. Naturgesetzliche Erkenntnisse bilden das Fundament — und ihre weitestgehende Auswertung ist nur durch konsequent aufgebaute Funktionsprinzipien erreichbar.



Die moderne Forderung der Praxis nach

- Verlustarmut
- konstant geringem Übergangswiderstand
- bei langer Lebensdauer
- Erschütterungssicherheit
- Umwelt-Festigkeit etc.



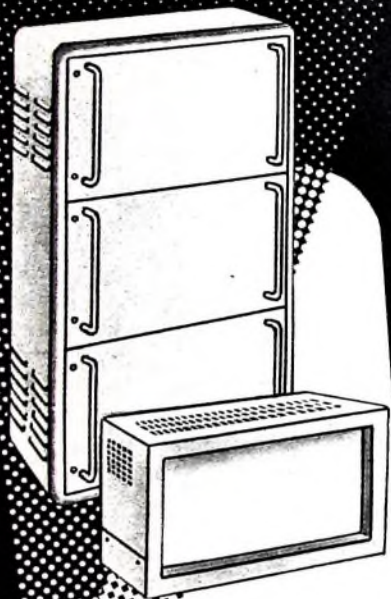
5 polige Modulations-Klinke T 4006 mit Klinkenstecker T 4022/5

erfüllt das selbstreinigende Prinzip mit vielfach parallel geschalteten Kontaktpunkten unter Ausnutzung der gesamten Einstecktiefe.

**TUCHEL-KONTAKT GMBH**  
Heilbronn/Neckar · Postfach 920 · Tel. 82001

SICHERHEIT DURCH DAS **TK**-PRINZIP

# ORIGINAL LEISTNER METALLGEHÄUSE



OTTENSENER GELDSCHRANKFABRIK

PAUL **LEISTNER** HAMBURG

HAMBURG-ALTONA · KLAUSSTR. 4-6

Vorrätig bei:

Groß-Hamburg: Walter Kluxen, Hamburg, Burchardplatz 1

Geb. Bodario, Hamburg 1, Spitalstr. 7

Bremen/Oldenburg: Dietrich Schürdt, Bremen, Contesstraße 64

Baum Berlin und Düsseldorf: ARLT-RADIO ELEKTRONIK

Berlin-Maukölle: (Westsektor), Karl-Marx-Str. 27

Düsseldorf, Friedrichstraße 61a

Dortmund: Haas Hager Ing. KG, Gutenbergstraße 77

Ruhrgebiet: Radio-Fora Elektronik, Essen, Kettwiger Straße 56

Hessen - Kassel: R E F A G GmbH, Göttingen, Poppendiek 26

Baum München: Radio RIM GmbH, München, Bayerstraße 25

Rhein-Main-Gebiet: WILLI JUNG KG, Mainz, Adam-Karrollan-Str. 25/27

Vertraten in:

Schweden - Marwagan  
Ella Radio & Televison AB,  
Stichelm 3, Nolländagatan 9 A

Dänemark:  
Electronica, Copenhagen-V  
3, Vester Farimagsgade

Danemark:  
Aron, Aboerpen,  
Lange Kivistiaat 83

Schweiz:  
Sudall Bäder  
Zürich-Dübendorf, Kesselerstr. 6

Die „Reformations-Sinfonie“ in D-dur war eine Auftragskomposition für die Feiern anlässlich der 300. Wiederkehr der Confessio Augustana (25. Juni 1830). wurde aber wegen der politischen Wirren erst am 15. November 1832 in Berlin unter Leitung des Komponisten zum ersten Male aufgeführt. Der erste Satz beginnt mit dem sogenannten „Dresdener Amen“, einer musikalischen Formel, die durch die Responsorien des lutherischen Gottesdienstes bekannt geworden ist und später auch von Wagner im „Parsifal“ benutzt wurde. Der Schlußsatz verarbeitet Luthers Choral „Ein feste Burg“.

Larin Maazel, der heute 32-jährige Dirigent, läßt mit den Berliner Philharmonikern diese Werke in mustergültiger Interpretation entstehen. Sein musikalisches Wollen kommt dank der guten Stereotechnik dieser Aufnahme überzeugend zum Ausdruck. Die Aufnahme ist rumpelfrei und hat weiten Frequenzumfang; ein leichtes Plattenrauschen kann durch Absenken der Höhen um wenige dB zum Verschwinden gebracht werden. Ein kritischer Vergleich mit der Partitur läßt erkennen, welche gute Arbeit der Tonmeister geleistet hat. Der Ton ist durchsichtig und hat viel räumliche Tiefe.  
Deutsche Grammophon 138 684  
SLPM (Stereo)

Liszt, Ungarische Rhapsodien Nr. 1 F-dur und Nr. 2 c-moll; Grieg, Peer-Gynt-Suiten Nr. 1 op. 46 und Nr. 2 op. 55

Bamberger Symphoniker unter Richard Kraus

Diese vier Werke gehören bis auf den heutigen Tag zu den gleichbleibend beliebten Standardwerken der populären sinfonischen Musik. Sie haben dem Ohr gut eingehende Melodien und Rhythmen, und nicht zuletzt ist es auch ihren teilweise fremdartigen Klängen zuzuschreiben, daß sie immer wieder gerne gehört werden.

In der vorliegenden Stereo-Aufnahme ist der Klangreichtum der Kompositionen ausgezeichnet festgehalten worden. Die räumliche Auflösung des Klangbildes hat gerade das rechte Maß, denn trotz großer Ausdehnung treten noch keine Lächer auf. Auch bei relativ kleiner Basisbreite der Wiedergabeanlage erhält man deshalb schon einen guten Stereo-Eindruck. Der Klang der Streicher ist voll und wahlklingend, und selbst bei vollem Orchesterklang gehen keine Feinheiten verloren. Dazu trägt auch die gute Raumakustik mit bei, die insbesondere beim Blech große dynamische Steigerungen oft geradezu effektiv erklingen läßt.

Aus den beiden Peer-Gynt-Suiten seien als Beispiele einige Einzelheiten erwähnt: die in Stereo reizvoll klingende „Morgenstimmung“, die exotische Folklore in „Anitras Tanz“, das durch ein viertaktiges

Thema symbolisierte geschäftige Treiben der Tralle „In der Halle des Bergkönigs“, die akustische Tiefe in „Ingrids Klinge“ und nicht zuletzt das zarte, verhaltene Lied Solveigs.

Es ist Richard Kraus hoch anzurechnen, daß er sich von allen billigen Übertreibungen freigehalten hat und dadurch ein Absinken dieser Musik auf Kaffeehausniveau verhindert hat. Im Gegenteil: Er bietet populäre Kunstmusik im besten Sinne des Wortes, technisch sauber in den unscheinbaren Mikrorillen der Stereo-Schallplatte festgehalten.

Deutsche Grammophon 136 020  
SLPEM (Stereo)

Shearing on Stage

Live-Jazzkonzert  
des George-Shearing-Quintett

Die Jazzfreunde unter den Hi-Fi-Fans stellen an ihre Schallplatten hohe Anforderungen. So sehr sie auf der einen Seite bereit sind, bei historisch wertvollen Aufnahmen aus der Frühzeit des Jazz über technische Mängel der Aufnahme hinwegzusehen, so hoch sind ihre Ansprüche, wenn es sich um neuere Aufnahmen handelt. Große Dynamik und weiter Frequenzumfang sind für sie erstklassige Bedingungen. Der weite Frequenzumfang, der auch die höchsten Frequenzen noch verzerrungsfrei wiedergeben soll, ist wichtig, um insbesondere das komplizierte Klangbild der mannigfaltigen Schlaginstrumente und den für viele Bläser typischen Tonansatz einwandfrei wiedergeben zu können. Daneben muß das Rumpeln der Platte vernachlässigbar klein sein, um auch lang anhaltende Töne oder Klänge nicht zu verfälschen.

Alle diese Voraussetzungen sind bei der vorliegenden Aufnahme in hohem Maße erfüllt. Als Live-Aufnahme vermittelt sie darüber hinaus viel Fluidum und hat damit für den Zuhörer etwas Unmittelbares in ihrer Aussage. Es spielt das George-Shearing-Quintett, eines der besten Jazz-Ensembles der Welt. Der von Geburt an blinde George wurde durch Leonard Feather bei einer Jam Session im Londoner Rhythm Club entdeckt und zählte bald zu den besten englischen Jazz-Pianisten. Sein erstes Quintett stellte er 1949 zusammen; es hatte mit dem ihm eigenen sound starken Einfluß auf die Cool-Jazz-Bewegung. Auf dieser Platte hört man nun unter anderem zwei seiner „klassischen“ Titel: „September in the Rain“ und „East of the Sun“. Ein Walzer mit starkem Swing ist „Little Niles“, und in „Caravan“ lernt man ebenso wie in „Nothing but de Best!“ das geradezu akrobatische Können Armando Perazas am südamerikanischen Schlagzeug kennen. Mit ihren neun Titeln ist diese Platte bester technischer Qualität gleichermaßen interessant für den Jazzfreund wie für den Hi-Fi-Fan.  
Capitol K 83 112 (Mono)



## TELETEST RV-12

das präzise  
Röhrenvoltmeter

hohe zeitliche  
Konstanz  
kein Nachregeln  
beim Bereichswechsel  
Spezial-Meßwerk  
mit gedehnter Skala  
Ausführliche Druck-  
schrift anfordern!  
Komplett mit allen  
Prüfkabeln DM 269,-  
HF-Tastkopf DM 18,-  
30 kV Tastkopf DM 39,-

Gleichspannung  
Wechselspannung  
NF und HF  
UKW bis 300 MHz  
Ohm, Megohm und dB  
7 Bereiche 1,5 - 1500 V  
Effektiv- und Scheitelwerte

**KLEIN + HUMMEL**

STUTTGART 1 · POSTFACH 402



**tropyfol-KONDENSATOREN**

Unter Vakuum imprägnierte  
luftdicht abgeschlossene  
**Polyester-  
Kondensatoren**



**Durolit-KONDENSATOREN**

Klimafeste Papier-  
Kondensatoren mit  
höherer Ionisations-  
sicherheit



**NV-ELEKTROLYT-KONDENSATOREN**

*Printlyt*: Kontaktsicher  
durch Innenschweißung

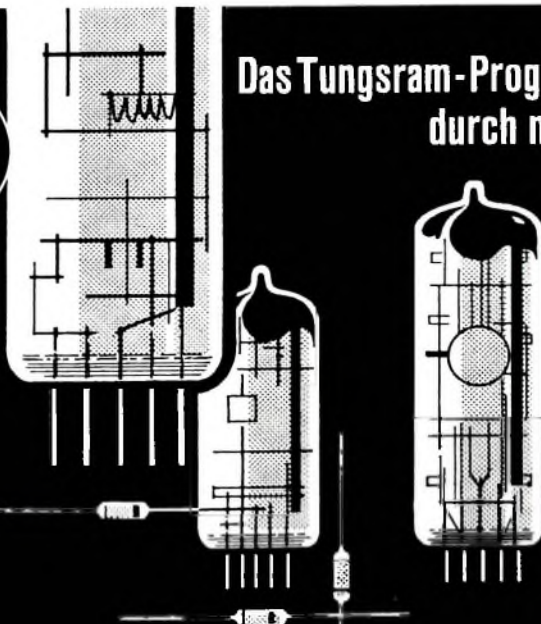
WIMA  
WILHELM WESTERMANN · Mannheim · Augusta Anlage 56



### Radioröhren

- PCF 80 Triode-Pentode mit  
getrennten Katho-  
den.  
Mehrzweckröhre zur  
Verwendung in Fern-  
sehempfängern.
- \*EF 183 Steile HF-Regelpen-  
tode
- \*EF 184 Steile HF-Pentode
- EM 87 Anzeige-Röhre mit  
Abstimm- und Aus-  
steuerungskontrolle
- EY 87 Hochspannungs-  
Einweggleichrichter  
für Fernsehbildröh-  
ren.

Verwendung als ZF-Verstärker  
in Fernsehgeräten.



Das Tungsramp-Programm wird ständig  
durch neue Typen ergänzt

### Germanium-Dioden

- OA 1150 Universaldiode
- OA 1154 Q Diodenquartett  
f. Ringmodulation
- OA 1160 Hochfrequenz  
Diode
- OA 1161 Diode für hohe  
Sperrspannungen
- OA 1172 Demodulatordiode
- 2/OA 1172 Diodenpaar für Ra-  
tio-Detektorschalt-  
ungen

# TUNGSRAMP - RADIORÖHREN

# musik genießen

ohne gestört zu werden  
oder selbst zu stören

## K50 Dyn. Kopfhörer

Unverbindlicher Richtpreis DM 65.-

Der Kopfhörer K50 wird zweckmäßig an den niederohmigen zweiten Lautsprecher Ausgang von Rundfunk- und Fernsehgeräten oder Phonoverstärkern angeschlossen



Für den KW-Amateur

G. REIMOLD

### Messung des Wellenwiderstandes von Leitungen mit Griddipmeter und Resonanzkreis

Um zu verhindern, daß sich auf einer Leitung stehende Wellen ausbilden, muß die Leitung angepaßt betrieben werden, das heißt, sie ist mit ihrem Wellenwiderstand  $Z$  abzuschließen. Das im folgenden beschriebene Meßverfahren ermöglicht es nun, den Wellenwiderstand von Leitungen auf einfache Weise mit einem Griddipmeter, das wohl jedem KW-Amateur zur Verfügung steht, und einem Serienresonanzkreis zu bestimmen.

Aus der Leitungstheorie [1] ergibt sich für den Eingangswiderstand einer am Ende offenen Leitung

$$R_{ei} = -j Z \cot 2\pi \frac{l}{\lambda'} \quad (1)$$

und für den Eingangswiderstand bei Kurzschluß am Leitungsende

$$R_{ek} = j Z \tan 2\pi \frac{l}{\lambda'} \quad (2)$$

$\lambda' = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon}}$  ist die sich infolge der verringerten Ausbreitungsgeschwindigkeit ergebende Wellenlänge auf der Leitung. Dabei bedeutet  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s die Lichtgeschwindigkeit und  $\epsilon$  die relative Dielektrizitätskonstante der Isolation zwischen Innen- und Außenleiter.

Die Gleichungen (1) und (2) lassen erkennen, daß der Eingangswiderstand bei gleicher Wellenlänge einmal induktiv, im anderen Fall dagegen kapazitiv ist. Multipliziert man Gl. (1) mit Gl. (2), so ergibt sich

$$R_{ei} R_{ek} = Z^2 = \omega L' \frac{1}{\omega C'} = \frac{L'}{C'} \quad (3)$$

$L'$  und  $C'$  ist die scheinbare Induktivität und Kapazität, die bei den beiden Abschlußfällen auftritt. Durch Messung dieser Werte kann man  $Z$  aus Gl. (3) ermitteln. Gl. (3) gilt aber nur, wenn sowohl bei Leerlauf als auch bei Kurzschluß mit derselben Frequenz gearbeitet wird.

#### Durchführung der Messung

Um  $L'$  und  $C'$  zu bestimmen, schaltet man dem Leitungseingang einen Serienresonanzkreis parallel, der aus einem Dreh-



kondensator C und einer Spule mit bekannter Induktivität L besteht. Das Griddipmeter wird nun auf eine beliebige Frequenz  $f_0$  eingestellt und der Kreis bei angeschalteter Leitung mit dem Drehkondensator auf diese Frequenz abgestimmt. Dann entfernt man die Leitung und mißt die Eigenfrequenz  $f_E$  des Kreises bei unveränderter Drehkondensatorstellung. Diese Messungen sind sowohl bei kurzgeschlossener als auch bei offener Leitung durchzuführen. Da der Eingangswiderstand der Leitung entweder induktiv oder kapazitiv ist, liegt die Eigenfrequenz des Serienkreises dabei über oder unter der Meßfrequenz  $f_0$ .

Ist  $f_E < f_0$ , dann gilt die Ersatzschaltung nach Bild 1. Demgemäß ist

$$\omega_0^2 = (2\pi f_0)^2 = \frac{1}{LC_x}; \quad C_x = \frac{1}{\omega_0^2 L}$$

Darin bedeutet  $C_x$  die Serienschaltung von  $C_1$  und  $C'$

$$C_x = \frac{C_1 C'}{C_1 + C'}$$

$$C' = \frac{C_1 C_x}{C_1 - C_x}$$



Bild 1. Ersatzschaltung der Leitung mit angeschaltetem Serienresonanzkreis für  $f_E < f_0$

Für die Eigenfrequenz  $\omega_{E1} = 2\pi f_{E1}$  gilt dabei

$$\omega_{E1}^2 = \frac{1}{LC_1}; \quad C_1 = \frac{1}{\omega_{E1}^2 L}$$

Damit wird

$$C' = \frac{1}{L(\omega_0^2 - \omega_{E1}^2)} \quad (4)$$

Für den Abschlußfall, in dem  $f_E > f_0$  ist, gilt die Ersatzschaltung Bild 2. Jetzt ist



Bild 2. Ersatzschaltung für  $f_E > f_0$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{C_2(L + L')}; \quad \omega_{E2}^2 = \frac{1}{C_2 L}$$

$$\frac{\omega_{E2}^2}{\omega_0^2} = \frac{L + L'}{L}$$

$$L' = L \frac{\omega_{E2}^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2} \quad (5)$$

Setzt man Gl. (4) und Gl. (5) in Gl. (3) ein, so ergibt sich

$$Z^2 = \frac{L'}{C'} = \frac{L^2}{\omega_0^2} (\omega_{E2}^2 - \omega_0^2) (\omega_0^2 - \omega_{E1}^2)$$

$$Z = \frac{2\pi L}{l_0} \sqrt{(f_{E2} - f_0)(f_{E2} + f_0)(f_0 - f_{E1})(f_0 + f_{E1})} \quad (6)$$

[μH, MHz, Ohm]

Diese Formel sieht zwar unhandlich aus, die vier Klammerausdrücke sind aber schnell ausgerechnet, und die weitere Rechnung läßt sich mit dem Rechenschieber leicht durchführen.

Der Verfasser benutzte im KW-Bereich (3 ... 10 MHz) eine Spule von 10 μH und einen Drehkondensator von 300 pF. Bei einer Genauigkeit des Griddipmeters von 1/4% und der Spule von 3% bleibt der maximale Fehler unter 10%.

#### Schrifttum

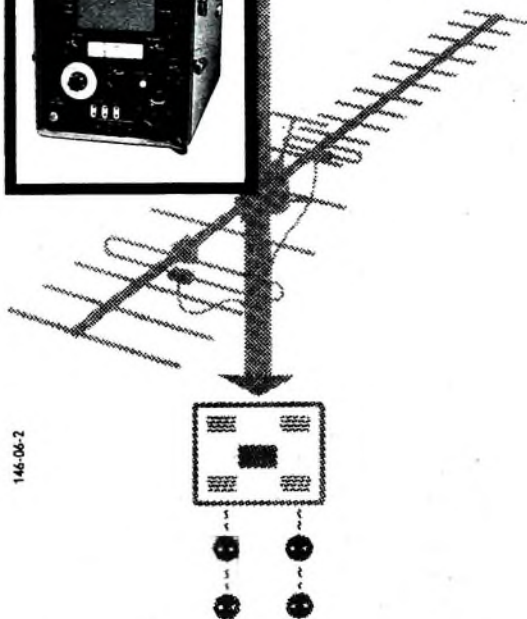
- [1] Meinke, H.-H., u. Gundlach, F.W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. 2. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962, Springer, S. 268-269

#### KW-Geräte und Zubehör

Als Sonderliste „VI 62/63“ gab Radio Fern, Essen, im Format DIN A 5 eine 36seitige Zusammenstellung der dort erhältlichen KW-Geräte und des Zubehörs heraus. Mit kurzen technischen Daten und Preisen sind komplette KW-Empfänger und KW-Bausätze, KW-Konverter, Steuersender, UKW-Einbauper, KW-Sender, Stromversorgungsgeräte für Mobilstationen usw. aufgeführt. Das Angebot an Zubehör erstreckt sich beispielsweise von der Morsetaste bis zum Übungsgerät ohne Taste sowie vom Einbaumeßgerät bis zum Griddipmeter und Signalgenerator. Einstelltrieb, Skalen, KW- und UKW-Drehkondensatoren sowie Bauelemente von der Spule bis zum Quarz vervollständigen die gedrängte Übersicht.

Eine zu gleicher Zeit erschienene Sonderliste „Meßgeräte“ (DIN A 5, 40 S.) enthält Angaben über viele Normal- und Spezial-Meßgeräte.

  
**SIEMENS**



## Antennenbau ohne Zufallsergebnisse mit Siemens-Antennenprüfgeräten

Typ SAM 316c

für die Bereiche LMKU

Selektiv- und Breitbandmessungen in allen Bereichen  
Voll transistorisiert

Typ SAM 317 dW

für die Bereiche F1, FIII, FIV und FV

Antennenspannungs-Änderungen von 1 dB zuverlässig  
erkennbar

Hohe zeitliche Konstanz der Meßgenauigkeit  
durch Vergleichs-Meßverfahren

Unempfindlichkeit gegen Netzspannungsschwankungen  
durch weitgehende Stabilisierung

Spezialausführung Typ SAM 317 daW zum  
Einsatz als Prüfempfänger

in Fernseh-Übertragungswagen geeignet

Auskünfte erteilen gern unsere Geschäftsstellen

**SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT**  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK

# UHER 712 U-matic bringt die neue Lösung



Neben allen Vorzügen eines netz-betriebenen Voll-Transistor-Gerätes verfügt UHER 712 U-matic über vollautomatische Aussteuerungsregelung. Nun kann wirklich jedermann auf Anhieb ausgezeichnete Tonaufnahmen machen. Das aber ist die neue Lösung: mit einer Schalterdrehung wird von Automatik auf manuelle Aussteuerung umgeschaltet. UHER 712 U-matic verbindet unbestechliche Automatik mit individueller Anpassung an alle Aufnahmebedingungen. UHER 712 U-matic - ein weiterer Typ der neuen UHER-Linie - ausgereift in Form und Technik.

## UHER

**UHER WERKE MÜNCHEN**  
Spezialfabrik für Tonband- und Diktiergeräte  
München 47, Postfach 37

Die Aufnahme von urheberrechtlich geschützten Werken der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessenvertretungen und der sonstigen Berechtigten, z. B. GEMA, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw., gestattet.

## Aus dem Ausland

### High-Fidelity

Auf der kürzlichen Herbsttagung der amerikanischen Elektronischen Industrie (EIA) wurde über Minimal-Anforderungen an Geräte, die die Bezeichnung „High Fidelity“ tragen, diskutiert. Die EIA-Mitgliedsfirmen haben sich inzwischen auf eine technische Definition des Begriffes „Hi-Fi“ geeinigt und auf die Methoden zur Durchmessung von Hi-Fi-Geräten. Die Einzelheiten dieser Minimalforderungen werden jedoch zunächst nicht bekanntgegeben. Sie werden vielmehr zunächst der „Federal Trade Commission“ vorgelegt, einer Behörde, die sich u. a. damit befaßt, unlauteren Wettbewerb zu verhindern.

### Miniatürkühlgebläse

Für Kühlzwecke in Fällen, bei denen nur sehr beschränkter Raum zur Verfügung steht, hat die Sanders Associates Inc. (Nashua, N. H., USA) unter der Bezeichnung „Minicube“ ein Miniatürkühlgebläse entwickelt. Die Kantenlänge des würfelförmigen Gehäuses ist 1 Zoll (etwa 2,5 cm); es wiegt 35 g. Das Gebläse bewegt eine Luftmenge entsprechend dem 7500fachen des Gebläseerauminhaltes in weniger als zwei Minuten. Das Gebläse ist insbesondere zur Verminderung der Umgebungstemperatur kritischer Bauteile, wie zum Beispiel Röhren und Klystrons, vorgesehen.

### Japanische Solarzellen

Die Hayakawa Electric (Osaka, Japan) stellt Solarzellen her, die bereits in einer größeren Anzahl von japanischen Geräten Verwendung finden. Eine Ausführung der Zellen mit der Typenbezeichnung „S-224“ hat die Form einer halbierten kreisrunden Scheibe (23 mm Ø). Mit 20 gekoppelten Zellen dieser Art erreicht man eine Leistung von 330 mW und maximal eine Spannung von 4 V. Eine Anordnung mit viereckigen Solarzellen ergibt ähnliche Werte.

Die Solarzellen können in einem Temperaturbereich von -50 +150 °C benutzt werden. Die abgegebene Spannung ist temperaturabhängig, wobei sie je °C Temperaturanstieg um 2 mV sinkt.

Solche japanischen Solarzellen werden zum Beispiel in kleinen Fernsehumsetzern geringer Leistung benutzt. Die Zellen laden eine kleine Nickel-Cadmium-Batterie, die ausreicht, den ungestörten Betrieb des Umsetzers auch bei 30 Tagen ohne Sonnenbestrahlung zu ermöglichen.

### Automation in der Entwicklungsarbeit

Ein Gerät, mit dessen Hilfe einige Vorgänge in der praktischen Entwicklung von elektrischen Schaltungen automatisiert werden können, hat die Airborne Instruments Laboratory (Division of Cutler-Hammer Inc., Deer Park, Long Island, N. Y., USA) herausgebracht.

Zunächst wird eine zu prüfende neue Schaltung (zum Beispiel mit 16 Bauteilen und 2 Transistoren) auf einem Klemmanschlußfeld zusammengesetzt. Sollen nun die Toleranzgrenzen dieser Schaltung ermittelt werden, dann brauchen nur noch vorbereitete Einschübe in das Gerät eingesetzt zu werden.

In 65 000 Schritten (Dauer etwa 15 min) wird die Versuchsschaltung dann durch das Gerät automatisch auf die sich ergebenden Grenzwerte hin abgetastet. Die Schrittschaltungen erfolgen mit Hilfe von Quecksilber-Relais hoher Lebensdauer.

Das Gerät (Typenbezeichnung „90“; Listenpreis in den USA: 3600 \$) schaltet automatisch beim Auftreten von Störungen ab.

### Parametrischer Verstärker

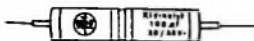
Die Bell Laboratories entwickelten einen äußerst empfindlichen parametrischen Verstärker, der hinsichtlich seiner Empfindlichkeit an Maser-Anordnungen heranreicht. Der Verstärker ergibt bei 4170 MHz (Bandmitte) eine Verstärkung von 38 dB mit einer sehr flachen Kennlinie über ein Band von 50 MHz Breite. Sein Rauschwert ist etwa 0,6 dB.

Kern des Verstärkers ist eine neue hermetisch gekapselte Gallium-Arsenid-Diode sehr kleiner Abmessungen. Infolge ihres sehr geringen Eigenrauschens konnten die genannten Werte erreicht werden. Die gesamte Verstärkerschaltung wird mittels eines neuartigen Kühlsystems mit flüssigem Stickstoff auf eine niedrige Temperatur gebracht. Das Kühlaggregat hält die eingestellte Temperatur über mehrere Tage ohne Wartung.

### Hi-Fi-Technik in Deutschland (II). Funk-Techn. Bd. 17 (1962) Nr. 19, S. 643-646

Der Frequenzgang des Stereo-Verstärkers „VS-70“ von Klein + Hummel (Seite 643) ab Eingang Radio ist 25 ... 20 000 Hz  $\pm$  0,2 dB und nicht wie irrümlischerweise angegeben  $\pm$  2 dB.

Bei dem im Spitzenlautsprecher „HI-FI 607“ von B & O (Seite 645) eingebauten Lautsprecherchassis Peerless „825 FM“ handelt es sich nicht um ein amerikanisches Erzeugnis, sondern um ein System der dänischen Firma Peerless Fabrikkerne A/S, Kopenhagen-Søborg. Bei den auf Seite 646 genannten Lautsprechern der Firmen Duode, Romagna und Kelly handelt es sich um britische Erzeugnisse.



## WZ-KLEINELYT

Nieder- und Hochvolt  
Elektrolyt-  
Kondensatoren

- kleine Abmessungen
- Höchstmass an Qualität
- gleichbleibende Güte

**WILHELM ZEH KG**

FREIBURG I. BR.



## Neu... CRAMOLIN- SPRAY

**CRAMOLIN-R**  
zur Reinigung u. Pflege

**CRAMOLIN-B**  
zum vorbeugenden  
Schutz

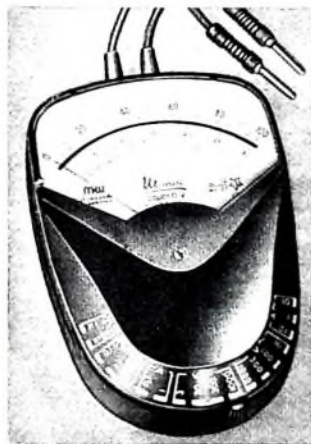
Kontaktschutzpräparate

**R. SCHÄFER & CO. MÜHLACKER**

## MW Monoc

Das Universal-  
Messgerät für

Elektroniker und  
Elektrotechniker



Für Strom- Spannungs-  
und Widerstands-  
Messungen  
18 Messbereiche  
20.000 Ohm/V

Verlangen Sie unseren Sonderprospekt

**MULLER & WEIGERT OHG**  
NÜRNBERG



Ringbewickelmaschinen  
Spulenwickelmaschinen  
Ankerwickelmaschinen  
Bandagiermaschinen u.a.



## FROITZHEIM & RUDERT

BERLIN-REINICKENDORF WEST SAALMANNSTRASSE 7-11

### Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik durch Christiani-Pemkurse Radiotechnik und Automation Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschlusszeugnis 800 Seiten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen, Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr. Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957

### Verkäufe

#### Silizium-Gleichrichter

- 2 Amp./70 Veff./200 Vsp DM 3,75
- 2 Amp./140 Veff./400 Vsp DM 5,50
- 2 Amp./210 Veff./600 Vsp DM 8,50
- 12 Amp./35 Veff./100 Vsp DM 10,50
- 12 Amp./70 Veff./200 Vsp DM 12,50
- 12 Amp./140 Veff./400 Vsp DM 18,80
- 12 Amp./210 Veff./600 Vsp DM 25,—
- 35 Amp./35 Veff./100 Vsp DM 24,—
- 35 Amp./70 Veff./200 Vsp DM 30,—
- 35 Amp./140 Veff./400 Vsp DM 42,—

#### Fernseh-Gleichrichter

- 0,6 Amp./240 Veff./700 Vsp DM 5,—
- Ing. E. Pietze Elektronik, 68 Mannheim, Stresemannstraße 4

## RX 60



ein Amateur-KW-Empfänger höchster Leistung Doppelsuper mit Dreifach-quarzfilter und quartzgesteuertem Oszillator. Für alle Amateurbänder. Viele Regelmöglichkeiten. DM 990,—  
Amateurgeräte-Prospekt anfordern!

**Max FUNKE KG 5488 Adenau**  
Fabrik für Röhrenmeßgeräte

### Kaufgesuche

Leber-Meßinstrumente aller Art, Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

Röhrenröhren, Spezialröhren, Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden u. Halbleiter, kleine und große Posten gegen Kassa zu kaufen gesucht. Neumann & Co. GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/7

30 Stück Tomister-Empfänger, modern, 148-156 MHz neuwertig und leistungsstark, mit Ersatzteilen zu kaufen gesucht. Zuschriften erbeten unter P. D. 8396

**HANS HERMANN FROMM** bittet um Angebot kleiner u. großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin-Wilmersdorf, Fehrbelliner Platz 3, Tel. 87 33 95/96

Nordmende Webblar UW 958. Zuschriften unter P. G. 8399

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

## Funkstation und Amateurlizenz

Lizenzreife Ausbildung und Bau einer kompl. Funkstation im Rahmen eines anerkt Fernlehrgangs. Keine Vorkenntnisse erforderlich. Freiprosp. 035 durch Institut für Fernunterricht - Bremen 17



ADT 186 MOGIER KASSENFABRIK HEILBRUNN

Für „Anspruchsvolle“

die Autoantenne natürlich von



FUBA-ANTENNENWERKE HANS KOLBE & CO. - BAD SALZDETURTH





# VALVO

## PL 500

**Leistungspentode  
für Horizontal-Ablenkstufen  
im Fernsehempfänger**

Die neue Endpentode VALVO PL 500 ist durch ihren hohen zulässigen Spitzenstrom besonders zur Verwendung in Ablenkstufen von Viernormengeräten geeignet. Ihre große Leistungsreserve wirkt sich in jedem Fall günstig auf ihre Lebensdauer aus.

Die hohen zulässigen Spitzenströme der VALVO PL 500 werden durch das große Verhältnis von Anodenstrom zu Schirmgitterstrom und durch die Verminderung der Sekundäremission ermöglicht, die sich aus der Anwendung der Kammeranode ergibt. Das große  $I_a/I_{g2}$ -Verhältnis erreicht man dadurch, daß die Schirmgitterwindungen im Schatten der Steuergitterwindungen liegen.

Die Sekundäremission wird besonders durch die Ausbildung der Anode als Kammeranode vermindert. Das Anodenblech ist in vertikale Kammern aufgeteilt, in denen sich die Sekundärelektronen zum größten Teil wieder fangen. Die Funktion des Bremsgitters wird von Leitblechen übernommen, die durch Strahlbündelung eine Vergrößerung der Raumladung zwischen Schirmgitter und Anode bewirken. Die so entstehende Potentialsenke behindert den Übergang der restlichen noch aus der Kammeranode austretenden Sekundärelektronen auf das Schirmgitter.

Die bei Miniatur- und Novalröhren verwendete Allglastechnik wird mit dieser Röhre auch für größere Typen eingeführt. Der Magnovalsockel der PL 500 ergibt bessere Isolation, größere Wärmeableitung und hohe Betriebssicherheit.

### Technische Daten

Heizung:

Indirekt, Wechsel- oder Gleichstrom

Serienspeisung

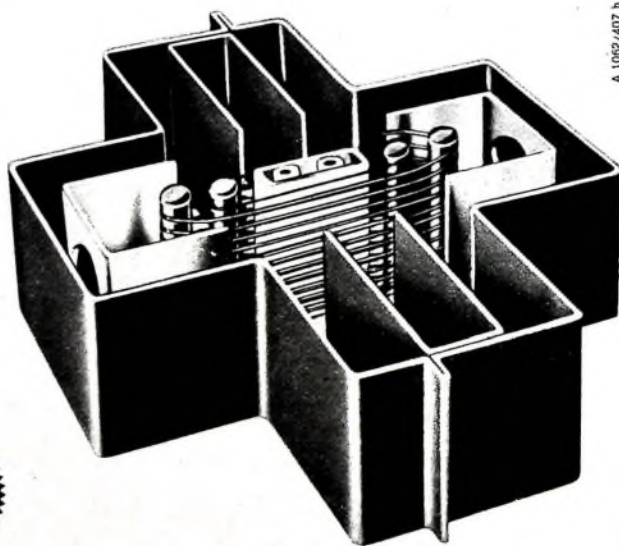
$I_f = 300 \text{ mA}$        $U_f = 27 \text{ V}$

Dynamische Kenndaten:

$U_a = 75 \text{ V}$        $I_{a s} = 440 \text{ mA}$

$U_{g2} = 200 \text{ V}$        $I_{g2 s} = 30 \text{ mA}$

$U_{g1} = -10 \text{ V}$



A 1062/407 b

VALVO GMBH HAMBURG 1

