

# FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK



24 | 1960

mit Elektronik-Ingenieur  
FT-Sammlung

## VDE 0871/11.60 „Funkstör-Grenzwerte für Hochfrequenzgeräte und -anlagen (Vorschriften)“

Gegen den angekündigten Entwurf einer Neufassung von VDE 0871 sind einige Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von der VDE-Kommission „Funk-Entstörung von Hochfrequenzgeräten und -anlagen“ ordnungsgemäß behandelt. Der Entwurf wurde entsprechend geändert. Diese Fassung hat der Vorstand des VDE im September 1960 genehmigt und zum 1. November 1960 in Kraft gesetzt. Die bisherige aus den Teilen 1 bis 3 bestehende Fassung VDE 0871 „Funk-Entstörung“ Teil 1/1.56 „Regeln für medizinische Hochfrequenzgeräte und -anlagen“, Teil 2/12.55 „Leitsätze für Hochfrequenzgeräte und -anlagen zur Wärmeerzeugung für andere als medizinische Zwecke“, Teil 3/12.55 „Leitsätze für Hochfrequenzgeräte und -anlagen für Sonderzwecke“ wird am gleichen Tage ungültig.

## Großsender Donnersberg in der Pfalz

Nachdem jetzt der Standort Donnersberg für die Errichtung eines geplanten Fernsehsenders freigegeben wurde, soll dort vom Südwestfunk ein Großsender auf Kanal 10 erbaut werden. Dieser Großsender soll sowohl als Flächenversorgungssender dienen, darüber hinaus auch als Muttersender für verschiedene Kleinumsetzer fungieren, um die tief eingeschnittenen Täler der Pfalz, die vom Donnersberg nicht direkt erreicht werden, mit Fernsehempfang zu versorgen. Die bauliche Anlage sieht einen 172,5 m hohen Betonturm vor, der an seiner Spitze die Antenne trägt. Frühestens gegen Ende 1961 ist mit der Fertigstellung zu rechnen.

## Gemeinschaftsantenne hat Vorrang

Ein in einem Wohnblock wohnender Mieter muß seine Fernsehantenne abmontieren, wenn der Hausbesitzer eine Gemeinschaftsantenne für den Fernsehempfang anbringen läßt. Dieses Urteil fällt die- ser Tage ein Zivilrichter beim

Amtsgericht Heilbronn. Eine Heilbronner Siedlungsgesellschaft hatte vor drei Jahren dem Beklagten die Anbringung einer Fernsehantenne genehmigt, ihre Zustimmung jedoch mit einem Widerrufs- vorbehalt versehen, von dem sie jetzt Gebrauch gemacht hat.

Wörtlich heißt es in der Urteilsbegründung: „Zwar kann nach der heute allgemein anerkannten Rechtsprechung der Vermieter die Anbringung einer Fernsehantenne durch den Mieter normalerweise nicht verbieten. Falls jedoch eine Gemeinschaftsantenne vorhanden ist, braucht er die Anbringung einer eigenen Fernsehantenne des Mieters nicht zu dulden.“

## Eine halbe Million Nordmende-Transistorempfänger

In den letzten Novembertagen verließ der 500 000. Transistorempfänger die Nordmende-Werke.

## Erweiterungsbauten der Philips-Werke in Aachen Rote Erde

Im November fand in den Philips-Werken in Aachen Rote Erde das Richtfest für verschiedene Bauvorhaben statt. Es handelt sich einmal um eine Erweiterung der bereits vorhandenen Preßglasfabrik, zum anderen wird ein teils ein-, teils dreigeschossiges Lagerhaus errichtet. Verbunden mit diesen Arbeiten sind u. a. eine Vergrößerung des Kesselhauses und die Umgestaltung der Zufahrtstraße zu den Philips-Werken. Die Bauten werden voraussichtlich im Frühjahr 1961 betriebsfertig sein.

## Neue Hi-Fi-Stereo-Anlage von Philips

Die Deutsche Philips GmbH hat eine qualitativ hochwertige Hi-Fi-Stereo-Anlage in ihr Lieferprogramm aufgenommen. Der Aufbau nach dem Baukastenprinzip ermöglicht eine den Erfordernissen der Wohnung angepaßte individuelle Aufstellung. Die spielfertige Anlage besteht aus dem Stereo-Verstärker „AG 9014“ mit eisenselbster Endstufe und zwei Lautsprechereinheiten „AD 5046“. Als Abspielgerät für

Schallplatten wird der Phonokoffer „SK 45“ empfohlen, für den ein magneto-dynamischer Stereo-Tonkopf „AG 3401“ lieferbar ist. Die Ausgangsleistung des Verstärkers „AG 9014“ ist je Kanal 10 W bei einem Klirrfaktor von kleiner als 1%. Der Frequenzgang verläuft von 20 bis 20 000 Hz geradlinig und hat bei 100 000 Hz einen Abfall von -3 dB (1). Der Geräuschabstand ist -75 dB, die Übersprechdämpfung besser als -45 dB.

## Neue Braun-Geräte

Ein neuer Plattenspieler „PC 4“ von Braun arbeitet halbautomatisch. Der Tonarm braucht nur von Hand über die Einsatzstelle geschwenkt zu werden und setzt nach Einschaltung automatisch auf. Mit dem Elac-Stereo-Kristallsystem „KST 102“ werden ein Auflagegewicht von 5...7 g, eine Rückstellkraft von 2 g/100  $\mu$ , eine Ausgangsspannung von 120 mV/cm<sup>-1</sup>s und ein Frequenzbereich von 20 bis 15 000 Hz erreicht.

Als Stereo-Phonosuper „SK 6“, ausgerüstet mit dem neuen Plattenspieler „PC 4“, erscheint der Nachfolgetyp des „SK 5“. Das Gerät ist mit 6 Röhren + 2 Ge-Dioden bestückt und hat 6/10 Kreise. Die Wellenbereiche sind UML. Die Nennleistung der Endstufen ist 2 x 2 W. Bei Rundfunkbetrieb wird, um Überlastung zu verhindern, der zweite Phonokanal, bei Phonobetrieb der Rundfunkkanal abgeschaltet. Um bei Stereo-Betrieb auch dann eine vollwertige Wiedergabe zu erreichen, wenn als Zusatzlautsprecher nur ein kleiner Mittel-Hochtöner verwendet wird, sind alle Bässe des zweiten Kanals dem ersten Kanal zugeführt, an dem normalerweise der Gehäuselautsprecher angeschlossen ist.

Das weiterentwickelte Radiochassis „RC 82-Stereo“ hat eine abschaltbare automatische Scharfabstimmung für FM und eine Schaltung, die es erlaubt, die beiden NF-Verstärker auch getrennt zu verwenden. Über einen Zusatzlautsprecher kann also im Nebenzimmer ein Rundfunkprogramm von Kanal 1 gehört werden, während zu gleicher Zeit Kanal 2 für die Wiedergabe monoauraler Schallplatten benutzt wird. Die Lautstärke von Kanal 2 wird bei getrenntem Betrieb über einen zweiten Regler an der Rückwand des Chassis eingestellt.

## Schautafel

### „Spanngitterröhren“

Die Valvo GmbH hat eine Schautafel herausgebracht, auf der Eigenschaften und Aufbau von Spanngitterröhren in übersichtlicher Darstellung erläutert werden. Diese Schautafeln, die auch ein sehr anschauliches Unterrichtsmittel darstellen, sind zu beziehen bei der Valvo GmbH, Dokumentations- und Werbe-Abteilung, Hamburg 1, Burchardstr. 19.

## AUS DEM INHALT

2. DEZEMBERHEFT 1960

FT-Kurznachrichten .....	848
Bilanz der letzten 12 Monate .....	851
Einige Besonderheiten beim UHF-Empfang .....	852
Phonotruhe „Hi-Fi-Stereo“ .....	854
Persönliches .....	854
Trockenbatterien — heute aktueller denn je .....	855
Neue Radaranlagen für die Seeschifffahrt .....	857
Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche — Der Stereo-Konverter .....	858
<b>FT-SAMMLUNG</b>	
Schaltungstechnik	
Halbleiter-Dioden: Wirkungsweise und Schaltungstechnik ① .....	861
<b>ELEKTRONIK-INGENIEUR</b>	
Servotechnische Steuer- und Regelanrichtungen .....	863
Für den KW-Amateur	
Vor- und Nachteile der Filter- und Phasenschiebermethode bei Einseitenbandbetrieb von KW-Sendern .....	865
Nachhall- und Mischverstärker »Diwefon 760 H« .....	866
Prüfgeräte für die Rocktasche	
Hochohmiger Leitungsprüfer mit Gleichspannungswandler .....	872
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund .....	873
<b>FT-Werkstattwinke</b>	
Wandernde Horizontalbalken .....	874
Aus Zeitschriften und Büchern	
Elektronische Sprachsynthese mit einfachen Mitteln .....	874

Unser Titelbild: Kommandobrücke eines mit einem Radargerät ausgerüsteten Hochseeschiffes (s. a. S. 857)

Werkaufnahme: DECCA-DEBEG

Aufnahmen: Verleger, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Neubauer, Kuch, Schmal, Straube) nach Angaben der Verleger. Seiten 849, 850, 867, 869—871, 877 und 878 ohne redaktionellen Teil

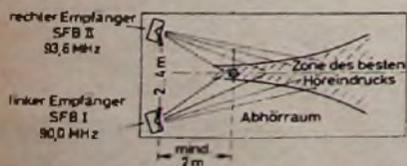
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141-147. Telefon: Sammel-Nr. 49 23 31 (Ortskennzahl im Selbstwählferdienst 03 11). Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352 fachverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Siemensstadt; Chefredakteur: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu, Postfach 229, Telefon: 6402. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK Postcheckkonto Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 10 Pf berechnet. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich; sie darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin. Druck: Elsnerdruck, Berlin SW 68



## Weihnachts-Stereo-Sendung des SFB

Am 26. 12. 1960, 20.00 Uhr, strahlt der SFB im II. Programm auf UKW seine siebente stereophonische Versuchssendung aus. Wie bei den früheren Sendungen, wird der linke Stereo-Tonkanal von SFB I (90,0 MHz; Kanal 10) und der rechte Stereo-Tonkanal auf SFB II (93,6 MHz; Kanal 22) abgestrahlt. Zur Stereo-Wiedergabe der Sendung ist je ein UKW-Empfänger für jeden Tonkanal notwendig. Die Empfänger sind entsprechend links und rechts in einem Abstand von 2...4 m aufzustellen (s. Skizze). Beide Empfänger müssen auf absolut gleiche Lautstärke und möglichst gleiche Klangfarbe eingestellt werden.

Zur Sendung kommen das Klavierkonzert Nr. 2 B-dur von Brahms und die Sinfonie aus der Neuen Welt von Dvorak, ausgeführt vom Berliner Philharmonischen Orchester unter der Leitung von H. von Karajan, ferner als Wertsendung der Streit der Königinnen aus Schillers „Maria Stuart“.

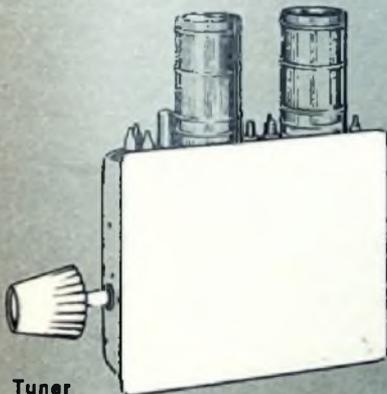


# PHILIPS

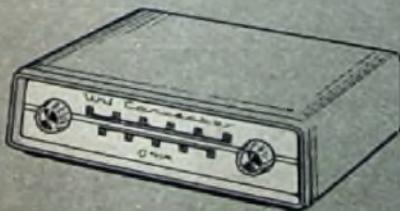
## zum "Fall" Fernsehen



Dipol-Antenne



Tuner



Converter

### Verbraucher im Wartestand

Die Diskussion um das zweite und dritte Fernsehprogramm ließ seit dem Frühsommer dieses Jahres einen steigenden Grad von Verwirrung und Unsicherheit erkennen. Der Verbraucher fragte sich, ob es nicht besser sei, mit dem Kauf eines neuen Fernsehgerätes bis zu dem Zeitpunkt abzuwarten, wo die UHF-Programme tatsächlich da sein würden.

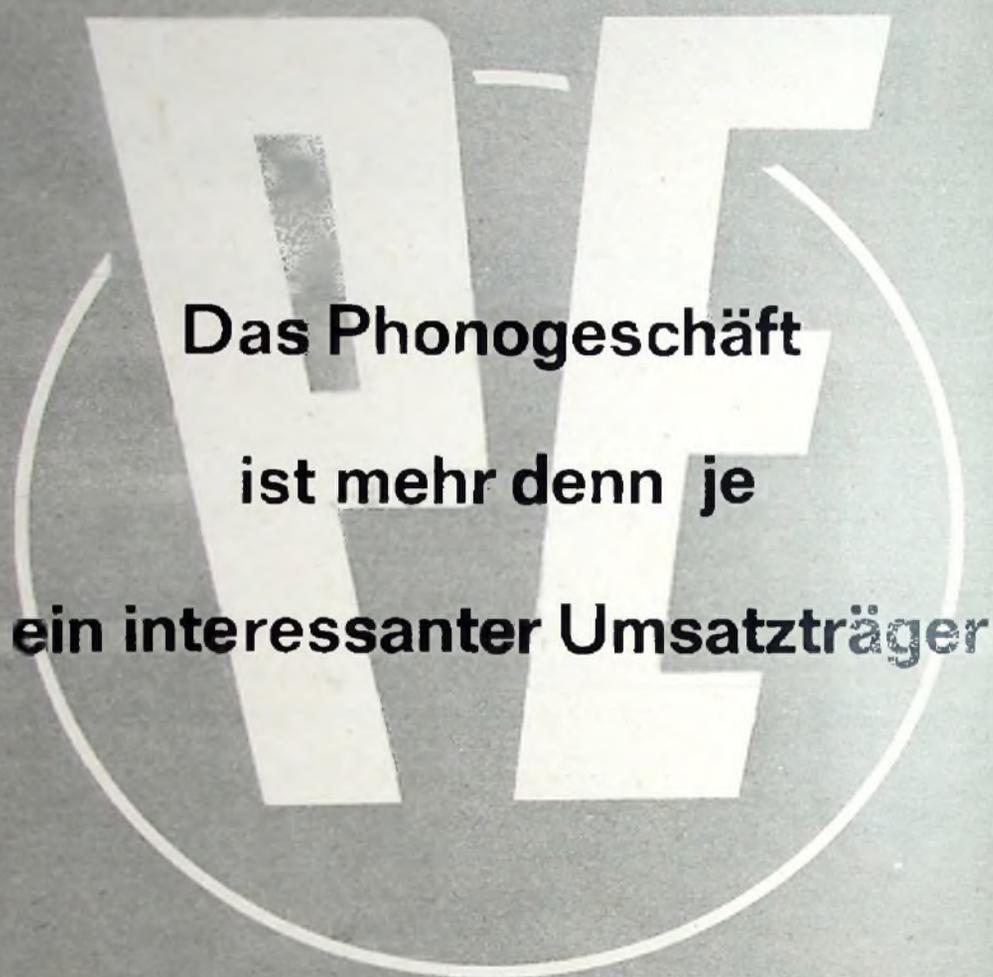
Diese Haltung mußte sich natürlich auf den Absatz auswirken. Wir haben im Oktober 1960 die Initiative ergriffen und fortan die Öffentlichkeit durch sachliche Informationen aufgeklärt. Es ist von unserer Seite alles unternommen worden, das zweifellos vorhandene Bedürfnis nach Fernsehgeräten in Kaufhandlungen umzuwandeln.

Unsere Kampagne „Philips zum Fall Fernsehen“ — mit Prospekten, Flugblättern, Schaufensterplakaten und Anzeigen in über 25 Millionen Zeitungen und Zeitschriften — hat ein lebhaftes Echo gefunden. Das Feld ist vorbereitet. Der Verbraucher will nicht mehr warten, weil er etwas versäumt!

Unterstützen Sie unsere Aktion dadurch, daß Sie Ihren Kunden immer wieder sagen: die neuen Geräte sind schon da, schaffen sie sich jetzt ein Fernsehgerät an!



...nimm doch **PHILIPS**



**Das Phonogeschäft  
ist mehr denn je  
ein interessanter Umsatzträger**

PE der zuverlässige Partner  
des echten Fachhandels  
bietet dazu  
ein bewährtes, ausgereiftes,  
technisch vollkommenes Plattenspieler-,  
Plattenwechsler-  
und Phonokoffer-Programm.



**Perpetuum-Ebner**

**Plattenspieler - Plattenwechsler**



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH



## Konsul BRUNO PIPER

1. Vorsitzender der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI  
und Generaldirektor der LOEWE OPTA AG

# Bilanz der letzten 12 Monate

In der Vorschau für das Jahr 1960 anlässlich der Deutschen Industrie-Messe Hannover hatte ich von einer gleichmäßigen Aufwärtsentwicklung des Fernsehens sowie auch von der Ausbreitung des Rundfunkgeschäftes besonders auf dem Gebiet der modernen Transistor-Koffer- und -Taschenempfänger gesprochen. Die gesteckten Ziele sind im großen und ganzen erreicht worden, wenn auch die Marktentwicklung im Fernsehen gegenüber den früheren Jahren eine unterschiedliche Tendenz zeigte. Die Olympiade, das große Sportereignis des Sommers, hatte viele Interessenten veranlaßt, den erst für Herbst oder Winter geplanten Kauf eines Fernsehempfängers bereits vorwegzunehmen. Das land seinen Niederschlag im steilen Umsatzanstieg des Monats August. Eine gewisse Verwirrung bei dem breiten Publikum brachten die vielen widersprechenden Nachrichten über den Start des 2. Programms, so daß der früher übliche gleichmäßige Umsatzzuwachs teilweise in den Herbstmonaten Schwankungen unterworfen war. Durch eine große aufklärende Gemeinschaftswerbung wurde der Kunde unterrichtet, daß die jetzt gekauften Geräte unbedingt zukunftssicher sind und ihm den Empfang des 1., 2. und aller weiteren Programme auf dem neuen Band IV garantieren. Mit dem eingebauten UHF-Teil sind die deutschen Fernsehempfänger echte Mehrbereich-Empfänger geworden und stellen absolute Spitzenerzeugnisse in der internationalen Fernsehtechnik dar.

Das Frühjahr brachte für den Markt eine beachtenswerte Neuregelung. Am 19. April 1960 wurde ein Rabattkartell der deutschen Rundfunk- und Fernsehindustrie durch das Bundeskartellamt verabschiedet. An dieser Kartellvereinbarung sind zwölf Hersteller beteiligt. Durch neue Reverse wurde die Preisbindung der zweiten Hand untermauert, so daß man nach Abschluß dieses Jahres sagen kann, daß die Marktordnung ihre Probe bestanden hat.

Es wäre im Interesse der gesamten Rundfunk- und Fernsehwirtschaft, wenn Preisbindung und Rabattkartell vielleicht mit kleinen Berichtigungen auch über die Ablauffrist hinaus verlängert würden.

Unsere Branche lebt vom technischen Fortschritt, und es vergeht kein Jahr, ohne daß uns Überraschungen aus Laboratorien und Konstruktionsbüros treffen. So war auch die Erweiterung des Fernsehbandes auf das Gebiet der Dezimeterwellen an sich eine schon seit Jahren beschlossene Sache, wobei die internationale Frequenzverteilung frühzeitig erkannte, daß die Frequenzen in Band I und Band III eines Tages nicht mehr ausreichen würden. Die Technik dieser neuen Bänder IV und V ist jedoch eine gänzlich neue. Um sie für den Unterhaltungssektor zu erschließen, mußten umfangreiche Neuentwicklungen auf der Röhren- wie auch auf der Geräteseite durchgeführt werden. Bisher arbeiten im UHF-Bereich nur öffentliche Dienste, deren technische Einrichtungen völlig andere Voraussetzungen haben. Ihre Anlagen sind weitgehend Einzelerzeugnisse, die von hochqualifizierten Fachleuten erstellt werden und einer anderen Kostenrechnung unterliegen. Der Unterhaltungssektor verlangt jedoch Lösungen, deren ausgereifte Konstruktionen in rationeller Massenfertigung hergestellt werden müssen, um in kürzester Frist dem Gerätebedarf von Millionen Rechnung zu tragen; und das zu Gestehungspreisen, die überhaupt keinen Vergleich mit der sogenannten kommerziellen Technik zulassen. Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, wenn der Start des UHF-Tells nur durch ein Übermaß an Arbeit aller Beteiligten bewältigt werden konnte; an sich ein Vorgang, wie wir ihn bereits zur Genüge in unserer Branche kennengelernt haben. Heute haben wir nun

das schwerste Stück der Strecke hinter uns, so daß im kommenden Jahr der Mehrbereich-Fernsehempfänger eine selbstverständliche Angelegenheit sein wird.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, welche Aufgabenstellung uns gerade in Deutschland immer wieder trifft. Vor etwa einem Jahrzehnt begann der UKW-Rundfunk. Wohl waren vorher in den USA Empfangsversuche mit Geräten aus Kleinserienproduktionen durchgeführt und positiv beurteilt worden. Das breite Publikum war aber für FM nicht zu begeistern, so daß das Interesse sehr schnell erlahmte. Als nun bei uns der UKW-Rundfunk aus den bekannten Gründen des Kopenhagener Planes gestartet wurde, ging es mit Riesenschritten vorwärts. Die Übergangszeit, in der man auf dem Markt noch von Empfängern mit oder ohne UKW sprach, war ganz kurz, und bald dominierte nur noch der Rundfunkempfänger mit organisch eingebautem UKW-Teil.

Das Fernsehen geht nun einen ähnlichen Weg. Auch hier muß wieder eine völlig neue Technik auf breiter Basis vom Einzelteilproduzenten über den Gerätebauer bis zum Techniker im Fachgeschäft zum Allgemeingut werden, und das wieder in kürzester Zeit.

Ein anderes Thema, das uns bereits im Jahre 1959 sehr stark beschäftigte, ließ uns auch 1960 noch nicht los. Es war das Problem der Störstrahlung von Fernsehempfängern. Für die laufende Produktion wurde es bis zum 31. Mai 1960, dem festgesetzten Termin, gelöst, aber offen blieb dann noch die Frage der Behandlung der älteren Geräte. Im Falle eines Wohnungswechsels des Fernsehteilnehmers entschied sich die Post für eine weitere Erteilung der Fernsehempfangsgenehmigung, auch wenn das Gerät keine FTZ-Nummer besaß. Im Falle des Besitzwechsels eines Fernsehempfängers wurde jedoch darauf bestanden, daß das Gerät nach neuesten Gesichtspunkten entlärtert werden muß. Die Industrie entwarf hierfür besondere Umbaurichtlinien, die den Fachwerkstätten zur Verfügung gestellt wurden. Das umgebaute Gerät wird danach mit einer der FTZ-Nummer gleichwertigen UZ-Nummer gekennzeichnet. Dieser Schlußstrich unter ein schwieriges Kapitel unserer Fernsehtechnik beendet hoffentlich eine nicht immer erfreuliche Aera.

Den Jahresrückblick 1960 kann man nicht abschließen, ohne zu der Frage der neuen Bildröhren Stellung zu nehmen. Seit Jahren war die 53-cm-Bildröhre in Deutschland wie auch in Amerika das Standardformat. Mit ihr wurden die Fernsehgerädetypen bestückt, die den höchsten Marktanteil hatten. Auf der ständigen Jagd nach neuen belebenden „Vitaminen“ brachte nun die amerikanische Röhrenindustrie den etwas in den Ecken vergrößerten Bildschirm bei nahezu gleichen Kolbenabmessungen heraus. Der Gewinn war die vergrößerte Bilddiagonale, und damit war die neue 59-cm-Bildröhre geboren.

Nach den Erfahrungen des Jahres 1960 dürfte ein Ausblick in das kommende Jahr absolut positiv ausfallen. Mindestens zwei oder drei Programme werden den Fernsehteilnehmer unterhalten, und die Teilnehmerzahl dürfte am Jahresende 1960 die sechste Million überschritten haben. Wie es dann weitergeht, das werden wir in 12 Monaten besser wissen. Eines ist aber sicher: An neuen Ideen wird es uns nicht fehlen, denn wenn das Fernsehgerät einmal erst so lange im Markt ist wie das Rundfunkgerät, werden wir sicherlich ebenso viele Entwicklungsstufen durchgemacht haben und uns an der erfolgreich geleisteten Arbeit erfreuen dürfen.

## Einige Besonderheiten beim UHF-Empfang

DK 621.396.67:621.397.62

Die Ausbreitungsweise der Wellen und die Ausführung von Empfangsanlagen sind bei VHF und UHF nicht grundsätzlich verschieden; da die Frequenzen der Fernsehempfangsbereiche IV und V etwa 3...4mal so hoch wie die Frequenzen des Bereichs III sind, kommen jedoch einige Einflüsse in stärkerem Maße zur Wirkung, so daß sie nun fast immer beachtet werden müssen, während sie im Bereich III wenigstens zum Teil noch keine wesentliche Bedeutung hatten. Unterschiede ergeben sich bei der Wellenausbreitung im freien Raum und auf Leitungen. Für Antennenanlagen zum Fernsehempfang sind sie in beiden Fällen wichtig.

### Vergleich der Wellenausbreitung im freien Raum bei VHF und UHF

Die Ultrakurzwellen aller Bereiche I bis V breiten sich auch in Erdnähe fast geradlinig wie das Licht aus. Die Beugung längs der Erdoberfläche, die bei den Lang- und Mittelwellen weitreichende Bodenwellen zur Folge hat, wirkt sich um so weniger aus, je kürzer die Wellenlänge ist. Trotzdem ist die Reichweite der Ultrakurzwellen selbst in den UHF-Bereichen nicht auf den Bezirk begrenzt, in dem man die Sendeantenne sehen kann. Durch allmähliche Brechung des Strahls in den erdnahen Luftschichten, die auf den mit der Höhe abnehmenden Brechungsindex dieser Schichten zurückzuführen ist, werden die UKW-Strahlen bei normalen Verhältnissen in der Atmosphäre so weit gekrümmt, daß der Horizont in ebenem Gelände um etwa 15 % seines Abstandes vom Sender hinausrückt.

Außerhalb dieses Bereiches nimmt die Feldstärke rasch ab. Der Abfall ist um so steiler, je kürzer die Wellenlänge ist. Der Brechungsindex, der von der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft abhängt, ändert sich jedoch mit der Wetterlage und mit der Sonneneinstrahlung (Tageszeit). Eine außergewöhnlich starke Brechung tritt dort auf, wo sich eine warme Luftschicht über eine kalte geschoben hat (Inversion). Die Folge solcher Unregelmäßigkeiten, die die Lufthülle der Erde bis zu einer Höhe von etwa 10 km ständig verändern, ist die Wetterabhängigkeit des UKW-Empfanges außerhalb des um 15 % erweiterten Bezirks mit direkter Sendersicht. In einer anschließenden Zone kann sich die Feldstärke um einen Faktor 10 und mehr ändern, so daß der Empfang zeitweise gut, zeitweise schlecht ist. Die Weite dieser Zone hängt von der Sendeleistung, der Höhe der Sendeantenne über der Umgebung und von der Frequenz ab. Grob geschätzt kann sie bei VHF zwischen 100 und 200 km, bei UHF zwischen 70 und 140 km Durchmesser haben.

Diese Angaben gelten nur für ebenes Gelände mit ungehinderter Wellenausbreitung. Die Ultrakurzwellen werden nämlich noch von allen materiellen Körpern in erheblichem Maße reflektiert, wenn sie auf Flächen treffen, deren Größen in beiden Richtungen ein Mehrfaches der Wellenlänge ist. Hinter Hindernissen liegen deshalb Schattenzonen, in denen die Feldstärke erheblich geschwächt ist und sogar gleich Null werden kann. Die elektromagnetischen Wellen gelangen zwar durch Beugung auch auf die Rückseite der Hindernisse, aber der abgebeugte Energie-

anteil wird um so kleiner, je größer die Reflexionsfläche im Vergleich zur Wellenlänge ist. Die Übergangszonen zwischen Gebieten mit gutem Empfang und empfangslosen Bezirken im Schatten von Hindernissen sind in den UHF-Bereichen kleiner als in den VHF-Bereichen. Vor allem im Bergland muß man deshalb mit zahlreicheren und größeren empfangslosen Gebieten innerhalb der Versorgungsgebiete der Sender rechnen. Auch größere Gebäude können eine Empfangsantenne in den UHF-Bereichen bereits völlig gegen die Senderstrahlung abschirmen.

Bei der Abschätzung der Reichweite von UHF-Sendern ist aber auch noch die Empfindlichkeit der Empfangsanlage zu berücksichtigen. Die Dipole von Empfangsantennen für die Bereiche IV und V haben nur rund  $\frac{1}{3}$ ... $\frac{1}{4}$  der Länge von Dipolen der Bereich-III-Antennen. Sie nehmen deshalb auch nur ein Drittel bis ein Viertel der Spannung auf. Allerdings kann man eine größere Anzahl von Elementen verwenden, aber man braucht grob gerechnet die 10fache Anzahl von Elementen, um den Antennengewinn und die Empfangsspannung zu verdreifachen. Die Dämpfung der Kabel nimmt mit der Frequenz zu, und zwar im Bereich IV auf das Doppelte und im Bereich V bis zum Dreifachen der Werte für Bereich III. Die Spannungsverluste in den Verbindungsleitungen zwischen der Antenne und dem Empfänger sind deshalb erheblich größer. Beim Verstärken der höheren UHF-Frequenzen hat man ferner noch nicht ganz die gleiche Güte erreicht wie bei VHF, weil die Rauschleistung der verfügbaren Röhren größer ist. Um den Grieß im Fernsehbild vollständig zu unterdrücken, ist deshalb ungefähr die doppelte Spannung am Empfängereingang erforderlich. Aus den dargelegten Gründen wird für ein brauchbares, annähernd grießfreies Bild am Empfangsort bei UHF ein Mehrfaches der Feldstärke wie bei VHF benötigt.

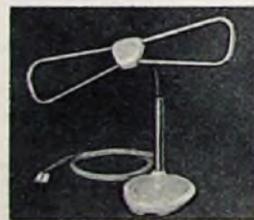


Bild 1. „Dezi-Libelle“, Zimmerantenne für Bereich IV

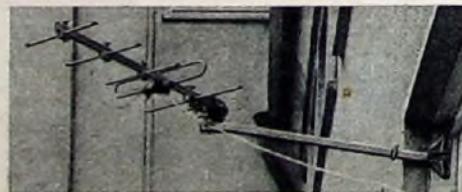


Bild 2 (unten). Fensterantenne für Bereich IV

Günstig ist beim UHF-Empfang, daß sich Störungen, zum Beispiel durch Zündfunken der Kraftfahrzeuge, nur noch in sehr krassen Fällen auf dem Bildschirm zeigen. Die größere Anzahl von Elementen der Antennen bietet außerdem mehr Möglichkeiten, deren Richtwirkung zu verbessern und Geisterbilder auszublenden. Geisterbilder kommen zudem in der Praxis beim UHF-Empfang seltener als beim VHF-Empfang vor, weil die Übergangs-

zonen zwischen Gebieten mit gutem Empfang und empfangslosen Bezirken kleiner sind und vor allem in diesen Übergangszonen Geisterbilder auftreten. Die Grenze der UHF-Empfangsmöglichkeit dürfte meistens durch zu geringe Spannung bestimmt sein.

### Aufstellungsort und Montage von UHF-Antennen

Da UHF-Wellen bereits von kleineren Flächen in stärkerem Maße reflektiert werden als VHF-Wellen, sind die reflektierten Wellenanteile am Empfangsort zahlreicher und stärker. Abgesetzte Geisterbilder sind zwar unabhängig von der empfangenen Wellenlänge nur möglich, wenn die reflektierenden Flächen mindestens etwa 30 m Abstand von der Antenne haben, aber alle Wellenanteile überlagern sich und verursachen örtliche Schwankungen der Feldstärke.

Die Abstände der Höchst- und Tiefstwerte können dabei gleich einer Viertelwellenlänge sein, die im Bereich III etwa 33...43 cm und im Bereich IV etwa 12...16 cm ist. Wegen der starken Schwankungen der Feldstärke ist es nicht nur besonders wichtig, eine möglichst günstige Montagestelle für UHF-Antennen zu suchen, sondern der Mast, der die Antenne trägt, muß auch so starr sein, daß die Antenne im Wind nicht nennenswert schwanke kann, sonst könnte sie zwischen benachbarten Stellen mit hoher und geringer Feldstärke hin- und herpendeln und dadurch so starke Spannungsschwankungen am Empfängereingang verursachen, daß abwechselnd ein gutes und ein stark vergrüßtes Bild zu sehen wäre.

Auch im Innern von Gebäuden machen sich Feldstärkeschwankungen stark bemerkbar. Im Zimmer muß man deshalb immer einen günstigen Platz für die Antenne suchen und ihre Lage dem stark verzerrten UHF-Feld anpassen. Dabei ist beispielsweise die Zimmerantenne „Dezi-Libelle“ (Bild 1) vorteilhaft, denn ihr Dipol kann auf dem biegsamen Träger leicht in jede beliebige Stellung gebracht werden. Die Bildgüte kann sich bei Verwendung einer Zimmerantenne allerdings noch erheblich ändern, wenn zum Beispiel jemand im Zimmer umhergeht oder Sessel verstellt werden. Beim Empfang mit Zimmerantennen im Erdgeschoß wurden sogar starke Schwankungen beobachtet, wenn Kraftwagen auf der Straße vorbeifahren oder Personen vorbeiziehen. Zimmerantennen dürften deshalb nur in den oberen Stockwerken von Gebäuden, die zum Sender hin frei sind, einen auf die Dauer zufriedenstellenden Empfang vermitteln.

Fenster- und Dachrinnenantennen (Bild 2) sind auch für die Bereiche IV und V brauchbar, wenn an der Montagestelle direkte Sicht zum Sender besteht. Bei einer Antenne am Erdgeschoßfenster könnten sich jedoch ebenfalls noch Bildschwankungen durch vorbeifahrende Kraftwagen zeigen. In guten Empfangslagen kann die Antenne auch unter dem Dach auf dem Boden eingebaut werden; man sollte sich aber vergewissern, daß eine hohe Spannungsreserve zur Verfügung steht, weil die Durchlaßdämpfung des Daches durch Regen oder Schneebelag beträchtlich wächst.

## Einfluß der Fehlanpassung in Antennenanlagen zum UHF-Empfang

Eine gute Antennenanlage zum Fernsehempfang muß nicht nur eine einwandfreie Empfangsspannung ausreichender Größe aufnehmen, sondern sie auch möglichst ungeschwächt und unverändert dem Empfänger zuführen. Um das zu erreichen, sollen der Fußpunktwiderstand der Antenne, der Wellenwiderstand des Kabels und der Eingangswiderstand des Empfängers innerhalb zulässiger Fehlergrenzen gleich sein. Selbst wenn die Nennwerte der angegebenen Widerstände übereinstimmen, ergibt sich in der Praxis keine ideale Anpassung, denn nur die angegebenen Wellenwiderstände der Kabel sind unabhängig von der Empfangsfrequenz ohne nennenswerte Abweichungen eingehalten. Die Kennwiderstände der Antennen und der Empfänger weichen dagegen selbst innerhalb eines Fernsehkanals meist erheblich von den Nennwerten ab. Wegen des Aufwands und der Kosten werden bei Fernsehempfangsanlagen im allgemeinen Abweichungen vom Widerstandsnennwert als zulässig angesehen, die der Welligkeit 2 entsprechen. Bei Fernsehempfängern sollen nach DIN 45 310 in dem Intervall von 0,75 ... + 1,5 MHz neben dem Bildträger Welligkeiten eingehalten werden, die kleiner als 3 sind. Für die übrigen Teile des Fernsehkanals sind keine Grenzen angegeben, weil die Anpassungsfehler in diesen Kanalabschnitten praktisch keine merkbaren Bildfehler verursachen. Der Anpassungsfaktor ist bei der Gittervorspannung zu messen, die sich im Empfänger bei 1 ... 2 mV Eingangsspannung einstellt. Diese Vorschrift ist notwendig, weil die Abweichungen des Eingangswiderstandes vom Nennwert mit steigender Eingangsspannung und damit zunehmender Regelspannung bei den gebräuchlichen Schaltungen beträchtlich zunehmen.

Wenn die Fehlanpassung der Antenne der Welligkeit 2 und die Fehlanpassung des Empfängers der Welligkeit 3 entspricht, dann entsteht unabhängig von der Empfangsfrequenz ein Spannungsverlust von 19%. Der vom Empfänger nicht aufgenommene Energieanteil wird reflektiert. Er kommt zur Antenne zurück und wird dort wegen der Fehlanpassung zum Teil nochmals reflektiert; die zweimal reflektierte Welle trifft verspätet am Empfängereingang ein, weil sie die Länge des Verbindungskabels zwischen Empfänger und Antenne zweimal zusätzlich durchlaufen hat. Sie verursacht einen Frequenzgang der Gesamtdurchlasskurve des Empfängers, der sich im Bild wie das Überspringen bei einem Amplitudensprung auswirkt und schmale Zusatzstreifen zur Folge hat. Bei starken Fehlanpassungen kann unter besonderen Umständen auch ein Geisterbild zu beobachten sein. Die reflektierte Welle wird um so schwächer, je höher die Kabeldämpfung ist. Sie wirkt sich deshalb im Bereich I stärker und in den Bereichen IV und V erheblich weniger als im Bereich III aus. Beim UHF-Empfang verursacht sie praktisch nie erkennbare Bildstörungen. Deshalb braucht die Anpassung bei UHF nicht besser als in den VHF-Bereichen zu sein. Bedeutend schwieriger ist es aber, die Fehlanpassung bei UHF in den genannten Fehlergrenzen zu halten. Wegen der frequenzproportionalen Zunahme oder Abnahme des induktiven und des kapazitiven Widerstandes wirken sich kleine Induktivitäten und Kapazitäten in UHF-Empfangsantennenanlagen erheblich stärker aus als bei VHF-Anlagen. Selbst wenn die Kenn-



Bild 3. Freiluft-Isolatoren für Antennenkabel

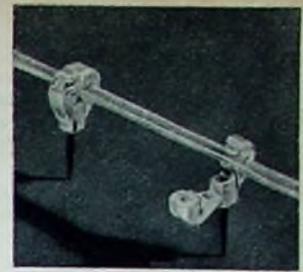


Bild 4. Zimmer-Isolatoren „Snap“ für Bandkabel

widerstände der Antennen und der Empfänger bei fehlerfreier Messung in den angegebenen Grenzen mit den Nennwiderständen und dem Wellenwiderstand des Kabels übereinstimmen, können die tatsächlichen Fehlanpassungen in einer Empfangsanlage durch Installationsfehler beträchtlich größer werden, so daß auch der angegebene Spannungsverlust erheblich überschritten werden kann. Was zu tun ist, um solche zusätzlichen Spannungsverluste zu vermeiden, wird noch in den nächsten beiden Abschnitten erläutert. Dabei kommt es auf die Auswahl des richtigen Kabels, auf dessen Befestigung und auf die richtige Ausführung der Anschlüsse an.

### Empfängerzuleitung

Als Empfängerzuleitung von UHF-Antennen können die gleichen Kabel wie für VHF-Antennen verwendet werden, mit der einen Ausnahme, daß Bandkabel im Freien nicht brauchbar ist. Durch Schmutz und Feuchtigkeit nimmt seine Dämpfung so stark zu, daß die Empfängerspannung bei Kabellängen von etwa 20 m bereits auf einen Bruchteil absinken kann. Bei dem ungeschirmten Schlauchkabel ist dieser Mangel weitgehend beseitigt, weil der Raum der größten Feldstärke zwischen den beiden Kabeladern vor den Witterungseinflüssen geschützt ist.

In den abgedeckten Kabelanschlußdosen der Antennen läßt sich das Kabel leicht so anschließen, daß kein Regenwasser in den Schlauch gelangen kann.

Da Bandkabel im Zimmer besser zu verlegen ist, wird empfohlen, in der Nähe der Einführungsstelle am Fenster einen Kabelübergang zu setzen, in dem Band- und Schlauchkabel weitgehend witterungsgeschützt verbunden werden können. Am Kabelübergang ist das Schlauchkabel in einem kleinen Bogen zu führen, an dessen tiefster Stelle eine Öffnung einzuschneiden ist, damit Kondenswasser aus dem Schlauch herausfließen kann.

Das koaxiale 60-Ohm-Kabel erfordert an der Antenne und am Empfängereingang je ein für den Empfangsbereich bemessenes Anpassungs- und Symmetrierglied, das bei der Antenne in die Kabelanschlußdose eingesetzt wird. Das abgeschirmte symmetrische 120-Ohm-Kabel darf auch bei UHF-Anlagen direkt an Antennen und Empfänger mit Kennwiderständen von 240 Ohm angeschlossen werden, denn (wie bereits erläutert wurde) braucht die Anpassung beim UHF-Empfang nicht besser zu sein als beim VHF-Empfang.

### Befestigung und Anschluß von Kabeln

Bei Empfangsantennenanlagen dürfen ungeschirmte Kabel überhaupt nicht eingeputzt, in Rohre eingezogen oder direkt auf der Wand verlegt werden. Sie sollen im Freien wenigstens einige Zentimeter Abstand von der Wand haben und von verlustarmen Isolatoren sicher in diesem Abstand gehalten werden.

Bei UHF-Empfang kann auch im Wind hin- und herschwingendes Kabel Spannungsschwankungen am Empfängerein-

gang verursachen, die sich im Bild als Helligkeits- und Griebänderungen störend bemerkbar machen. Im Freien muß das Kabel deshalb mit einer ausreichenden Anzahl von Kabelstützen befestigt werden. Empfehlenswert sind Stützen mit Befestigungsisolatoren aus verlustarmem Isolierstoff, von denen ein Beispiel im Bild 3 gezeigt ist.

Zimmerisolatoren, deren Nägel durch das Bandkabel oder dicht neben einer Kabelader eingeschlagen werden, können in den Bereichen IV und V bereits beträchtliche Spannungsverluste hervorrufen. Diesen Mangel haben die Bandkabelisolatoren nach Bild 4 nicht, denn sie halten das Kabel in einigen Millimetern Abstand vom Nagel.

Selbst beim Anschluß von Steckern besteht die Gefahr, daß durch unzuverlässige Ausführung merkbare Spannungseinbußen entstehen. Bild 5 zeigt zwei Bananenstecker, an die ein Bandkabel ungünstig angeschlossen ist. Der induktive Widerstand der Schleife zwischen den beiden Kabeladern ist in den Bereichen IV

Bild 5. Falsch angeschlossene Bananenstecker



Bild 6 (unten). Richtig angeschlossene Doppelsecker



und V so groß, daß die Empfängereingangsspannung erheblich verringert werden kann. Es wird empfohlen, nur Doppelsecker zu verwenden, weil diese im allgemeinen schon des Aussehens wegen richtig angeschlossen werden. Die im Bild 6 gezeigten Bandkabelstecker mit klappbaren Isolierhalbschalen und Rastverschluß sind besonders vorteilhaft, weil sie leicht und schnell am Kabel zu befestigen sind und keine Befestigungsteile aus Metall enthalten. Die abgesetzten Stifte mit 3 und 4 mm Durchmesser in 12 mm Abstand passen zu den Eingangsbuchsen, die bei Fernsehgeräten üblich sind.

Abgeschirmte Kabel dürfen auch bei UHF-Anlagen im Putz, in Rohren und dicht auf der Wand verlegt werden. Es ist aber darauf zu achten, daß die Kabel nicht deformiert werden; scharfe Knicke sind zu vermeiden. Zum Befestigen auf der Wand

dürfen keine Krampen, sondern nur passende Schellen verwendet werden, die das Kabel nicht zusammendrücken. Besonders empfindlich sind in dieser Hinsicht Kabel mit Schaumstoff-Isolierung. Wenn solche Kabel nicht sehr sorgfältig verlegt werden, dann ist ihre Dämpfung im verlegten Zustand größer als die von vollisolierten Kabeln mit größerer Nenn-dämpfung.

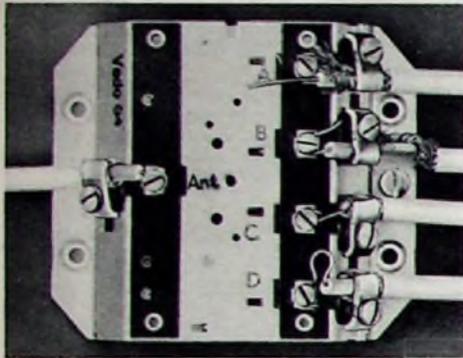


Bild 7. Fehler beim Anschluß von Koaxialkabel

Beim Anschluß abgeschirmter Kabel ist eine ganze Reihe von Fehlern möglich, die den UHF-Empfang erheblich verschlechtern können. Bild 7 zeigt fehlerhafte Anschlüsse von Koaxialkabeln. Richtig angeschlossen ist nur das Kabel an der mit Ant bezeichneten Klemme. Der Innenleiter ist um die Klemmschraube herumgelegt, ohne darüber hinauszuragen. Die Isolierung reicht bis an die Innenleiterklemme heran. Das Abschirmgeflecht ist unter der Klemmschelle nach rückwärts umgestülpt und großflächig zwischen Schelle und Chassis eingespannt. Es

schließt mit der Schellenkante ab. Der äußere Schutzschlauch ist bis zur Klemmschelle belassen.

Bei der Klemme A ist der Innenleiter nicht um die Klemmschraube herumgelegt, er steht weit über die Isolierleiste hinaus. Selbst wenn der Innenleiter das Metallchassis nicht berührt, kann in den Bereichen IV und V ein Kurzschluß entstehen; die Induktivität des Leitungsstücks und seine Kapazität gegen das Chassis bilden einen Serienkreis, der bei Resonanz einen Masseschluß für die Klemme darstellt. Der über die Klemme hängende „Pinsel“ des Abschirmgeflechts ist ebenfalls eine Kurzschlußgefahr.

Der Innenleiter an der Klemme B ist zwar um die Klemmschraube herumgelegt, aber er ist nicht an der Klemme abgeschnitten, und sein Ende kommt ebenfalls in die Nähe des Metallchassis, so daß die gleichen Möglichkeiten für einen Kurzschluß bestehen wie bei der Klemme A. Die Schleife des zu einem Seil aufgewickelten Abschirmgeflechts an der Klemme B hat eine zu große Induktivität; das gleiche gilt für die Schleife, die der Innenleiter an der Klemme D bildet. An der Klemme C ist die Isolierung des Innenleiters dicht an der Schelle zum Einspannen der Abschirmung abgeschnitten; dadurch können aus dem Abschirmgeflecht herausstehende Drähte leicht einen Masseschluß für den Innenleiter bilden.

Die gezeigten Beispiele mögen manchem Praktiker übertrieben scheinen. Weniger krasse Fehler können aber auch schon den Empfang in den Bereichen IV und V merkbar verschlechtern. Sorgfältige Arbeit bei der Installation macht sich bezahlt, denn die Fehlersuche kostet viel Zeit und Geld.

## Phono-Truhe »Hi-Fi-Stereo«



Für die Wiedergabe von Schallplatten hat Perpetuum-Ebner eine hochwertige stationäre Stereo-Wiedergabeanlage geschaffen, die bei kleinen Abmessungen (68 x 71,5 x 40,5 cm; 23 kg) hohen Ansprüchen gerecht wird. Das sich jedem Raum harmonisch einfügende Möbelstück läßt sich gleichzeitig auch als Untersatz für ein Fernseh-Tischgerät benutzen – eine Möglichkeit, die viele Benutzer als angenehm empfunden werden. Die Phono-Truhe „Hi-Fi Stereo“ ist mit dem neuen Plattenwechsler „PE 66“ für 16, 33 $\frac{1}{2}$ , 45 und 78 U/min bestückt, der ebenso wie die Bedienungsorgane für den Verstärker nach Öffnen der vorderen Klapptür bequem zugänglich ist. Oberhalb des Plattenwechslers befindet sich ein Fach für die Aufbewahrung von Schallplatten; ebenso kann die abgeklappte Tür für die Ablage von Schallplatten benutzt werden. Als Abstastsystem wird im „PE 66“ ein Duplo-Stereo-Kristallsystem mit zwei Saphiren (16 „ bzw. 65 „) für Stereo-, Mikrorillen- und Normalrillen-Schallplatten benutzt, das bei einer Auflagekraft von nur 6 p höchste Plattenschonung gewährleistet. Der Stereo-Verstärker „KV 21“ (ECC 83, 2 x ECL 82, B 250 C 100) benötigt für Vollaussteuerung 100 mV Eingangsspannung und gibt bei 1000 Hz 2 x 4 W Ausgangsleistung ab. Die gehörrichtige Lautstärkeregelung wirkt symmetrisch auf beide Kanäle, ebenso die getrennte Höhen- und Tiefenregelung. Die Balanceregulierung gestattet optimale Einstellung des Mitteneindrucks.

Die vier Lautsprecher (zwei permanent-dynamische 6-W-Systeme, 26 x 18 cm, und zwei

permanent-dynamische Hochtön-Systeme, 11,5 cm Ø) sind in zwei Gruppen seitlich angeordnet und lassen sich bei entsprechenden räumlichen Verhältnissen ausschwenken, so daß sich eine für den Wohnraum ausreichende Basisbreite ergibt. Ferner ist es möglich, die Türen mit den Lautsprechern auszuhängen und an den akustisch günstigsten Stellen des Wiedergaberaumes anzuordnen. Die Truhe ist für den Anschluß an 110, 125, 220, 240 V bestimmt. Die Betriebsspannung des Motors (110 V) wird vom Transformator des Verstärkers abgenommen und damit automatisch auf eine andere Netzspannung umgeschaltet. Nach Austausch der entsprechenden Motorrolle ist die Truhe auch für den Betrieb am 60-Hz-Netz geeignet.

## PERSÖNLICHES

### H. Heymann 60 Jahre

Das 60. Lebensjahr vollendete am 16. Dezember Dr. Herbert Heymann, Vorstandsmitglied der Telefunken GmbH, Berlin. Er trat nach einer Banklehrzeit und -tätigkeit unmittelbar nach beendetem Studium in die Verwaltung von Telefunken ein und gehört dem Unternehmen jetzt seit über 35 Jahren an. 1946 wurde Dr. Heymann in den Vorstand der Gesellschaft berufen, deren Finanzverwaltung ihm seit fast 15 Jahren untersteht. In den auch für Telefunken schweren Jahren nach dem zweiten Weltkrieg war Dr. Heymann an dem beachtlichen Wiederaufbau des Unternehmens leitend beteiligt. Neben dem fachlichen Können waren es seine vorbildlichen menschlichen Eigenschaften, die ihm im eigenen Hause und bei den Geschäftsfreunden besondere Wertschätzung eintrugen.



### H. Pitsch 25 Jahre bei Telefunken



Dipl.-Ing. Helmut Pitsch, Patentingenieur für Rundfunkempfänger der Telefunken GmbH, Hannover, beging kürzlich sein 25jähriges Dienstjubiläum. Nach dem Studium an der Technischen Hochschule Aachen war er im Jahre 1929 kurze Zeit in der Materialprüfung der Firma Röchling-Buderus in Weizlar tätig. Anfang 1930 trat er in die Patentabteilung

der Firma C. Lorenz AG in Berlin-Tempelhof ein. 1935 begann er bei Telefunken zunächst im Laboratorium, übernahm aber bald wieder die Patentbearbeitung auf dem Gebiet der Rundfunkempfänger und konnte dort die Entwicklung der Rundfunkempfängertechnik gründlich kennenlernen. Helmut Pitsch ist durch seine Bücher „Lehrbuch der Funkempfangstechnik“, „Hilfsbuch für die Funktechnik“, „Einführung in die Rundfunkempfangstechnik“ und „Der Weg zum Patent“ allgemein bekannt geworden.

### R. Bernhardt 25 Jahre bei Telefunken

Dipl.-Kaufmann Rudolf Bernhardt, Exporthelfer der Geschäftsbereiche Anlagen (Hochfrequenz und Weitverkehr) der Telefunken GmbH, Ulm, konnte am 1. November sein 25jähriges Dienstjubiläum begehen. Nach einer kaufmännischen Ausbildung mit Absolvierung der Handels-Hochschule und anschließender kurzer Tätigkeit bei einer Behörde begann R. Bernhardt seine Laufbahn bei Telefunken in Berlin, wo ihm Aufgaben innerhalb der kaufmännischen Revision des Anlagen-Bereiches übertragen wurden. Eine vorübergehende Auslandstätigkeit für das Unternehmen schloß sich an. Nach dem Krieg wirkte er intensiv am Wiederaufbau von Telefunken mit und wurde 1948 Hauptbevollmächtigter.



EIN FROHES WEIHNACHTSFEST  
UND EIN ERFOLGREICHES NEUES JAHR  
wünscht die FUNK-TECHNIK allen ihren Lesern und Freunden  
A MERRY CHRISTMAS AND A HAPPY NEW YEAR  
to all our readers and friends



# Trockenbatterien - heute aktueller denn je



Die transistorisierten Rundfunkempfänger haben der in der Radiotechnik schon oft fälschlicherweise als Trockenbatterie bezeichneten Leclanché-Zelle einen niemals zuvor erwarteten Auftrieb gegeben. Eine Besichtigung des Werkes Ellwangen der Pertrix-Union gab Gelegenheit, die moderne und teilweise vollautomatisierte Herstellung von Trockenbatterien kennenzulernen. Gleichzeitig hörte man aus beruflichem Interesse Einzelheiten über Anwendungsgebiete der Trockenbatterie (Dipl.-Ing. Ortwein) und über Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Trockenbatterie (Direktor Dr. Huber). Die nachstehende Zusammenfassung unterrichtet darüber und bringt gleichzeitig eine allgemein interessierende Übersicht über Aufbau und Eigenschaften moderner Trockenbatterien.

DK 621 353

Die galvanische Stromerzeugung benutzt chemische Reaktionen, bei denen die freiwerdende Energie in Form elektrischer Energie verfügbar ist. Seit 1800 sind elektrochemische Stromquellen bekannt. Damals stellte Volta fest, daß zwischen zwei verschiedenen Metallen in einer geeigneten Flüssigkeit (Elektrolyt) eine Spannungsdifferenz auftritt, die in einem angeschlossenen äußeren Stromkreis einen Strom fließen lassen kann. Er ordnete die Metalle in eine Spannungsreihe derart, daß jedes rechts von einem anderen Metall stehende Metall bei einer Kombination dieser beiden Metalle positiv wird, zum Beispiel Kalium - Natrium - Aluminium - Zink - Eisen - Nickel - Blei - Kupfer - Quecksilber - Silber - Platin - Gold. Der Stromfluß kommt in einer solchen Batterie aber schnell zum Stillstand, weil der sich bei dem chemischen Prozeß auf der positiven Elektrode bildende Wasserstoff eine Sperrschicht bildet (Polarisation der Elektrode). Durch Verwendung geeigneter Oxydationsmittel (Depolarisatoren) ist es möglich, den Wasserstoff in elektrisch unwirksames Wasser überzuführen, und erst mit der Einführung dieser Depolarisatoren wurde es möglich, galvanische Elemente zu bauen, die auch über längere Zeiträume einen Strom zu liefern imstande sind.

Den großen Fortschritt brachte aber vor fast 100 Jahren erst Leclanché, indem er in der nach ihm benannten galvanischen Kette Kohle - Salmiaklösung - Zink einen in dem flüssigen Elektrolyten praktisch unlöslichen Depolarisator, nämlich Braunstein, benutzte. Dieses Leclanché-Element ist noch heute die Grundlage aller Trockenbatterien, die sich von den früheren sogenannten „nassen“ Elementen im wesentlichen nur dadurch unterscheiden, daß der flüssige Elektrolyt durch Beimengen eines Quellmittels eingedickt ist.

zur Stromableitung ist in die Depolarisatorrinne eingepreßt. Ihr wichtigster Bestandteil ist Braunstein ( $MnO_2$ ), der in vier strukturell verschiedenen Arten und damit verschiedenen chemischen Aktivitäten existiert (Alpha-, Beta-, Gamma- und Delta-Braunstein). Ihm muß, um elektrochemisch wirksam werden zu können, ein bestimmter Zusatz an leitendem Material beigegeben werden. Hierzu dient Graphit. Durch teilweisen oder völligen Austausch des Graphits gegen Acetylenruß läßt sich eine wesentliche Steigerung der Batterieleistung erreichen. Daneben enthält die Depolarisatorrinne noch geringe Zusätze von festen Elektrolytsalzen, die der im Laufe des Betriebs auftretenden Verarmung der Elektrolytlösung an Elektrolytsalzen entgegenwirken und das schnelle Absinken der Spannungskurve verringern. Der Kohlestift muß mechanische Festigkeit mit hohem elektrischem Leitvermögen verbinden und soll eine gewisse Durchlässigkeit für Gase, nicht jedoch für die Elektrolytflüssigkeit haben. Er wird zu meist aus einer Paste von Anthrazitkoks und Bindemitteln auf Strangpressen zu Stäben geformt und nach einer gewissen Reifungszeit unter Luftabschluß gebrannt. Zwischen Zinkbecher und Puppe befindet sich der eingedickte Elektrolyt (Elektrolytpaste). Zum Eindicken benutzt man in Europa hauptsächlich Weizenmehl mit kleinen Beimengungen von Weizenstärke oder dextrinierter Stärke und als Elektrolyt beim klassischen Leclanché-Element eine Lösung von Salmiak mit etwas Chlorzink und einer Spur Sublimat. Für Batterien mit kleiner Strombelastung, aber sehr

hohen Anforderungen an die Lagerfähigkeit, ersetzt man nach Pörske das Salmiak durch Chlormagnesium (Pertrix-Verfahren). Die etwas oberhalb der Puppe angebrachte Abdeckscheibe dient als Träger für die Vergußmasse zum luftdichten Abschluß der Zelle.

## Elektrische Eigenschaften

Die elektromotorische Kraft (EMK) der Leclanché-Zelle ist etwa 1,58 V. Sie variiert etwas je nach Art des verwendeten Braunsteins. Als Nennspannung hat man 1,5 Volt festgelegt. Bei Belastung der Zelle sinkt die Klemmenspannung als Folge des Spannungsabfalls am Innenwiderstand der Zelle ab. Der Innenwiderstand wird zu meist durch Messung des Kurzschlußstroms in Spezial-Meßschaltungen bestimmt und ist für die Qualitätsüberwachung in der Fabrikation eine wichtige Größe. Die einer Zelle entnehmbare elektrische Energie hängt außer von Größe und Aufbau der Zelle auch sehr stark von der Art der Belastung ab. Tab. I zeigt für die Pertrix-Zelle Nr. 222 die Entladezeit für verschiedene mittlere Entladeströme bei kontinuierlicher Entladung und Tab. II die entsprechenden Zeiten bei verschiedenartiger intermittierender Belastung. Man erkennt daraus, daß die entnehmbare Energiemenge mit abnehmender Belastung und bei intermittierender Entladung zunimmt. Zeichnet man für die verschiedenen Belastungsfälle die Entladekurve (Klemmenspannung als Funktion der Entladezeit), dann kann man aus dieser Kurve rechnerisch oder graphisch die sogenannte Kapazität der Zelle in Amperestunden (Ah) bestimmen.

Die Entladekurve sollte, solange noch aktives Material vorhanden ist, theoretisch horizontal verlaufen, um dann steil abzufallen. Für den allmählichen Abfall der Kurve sind vier Faktoren verantwortlich:

1. Der sich im Verlauf der Entladung erhöhende Innenwiderstand (Widerstandspolarisation), der sich aus dem ohmschen Widerstand der Elektrolytlösung, der Katodenmischung und den Übergangswiderständen zusammensetzt.



Bild 1. Schnitt durch eine Braunsteinzelle

## Braunsteinzelle

Bei der heutigen Braunsteinzelle (Bild 1) ist die negative Elektrode ein Zinkbecher, der zugleich Zellengefäß ist. Die positive Elektrode, Puppe oder Beutel genannt, steht in der Mitte des Zinkbeckers und ist von diesem durch Bodenscheibe und Kantenschutzpapier getrennt. Der Kohlestift

Mittlerer Entladestrom [mA]	Entladezeit bis 1,0/0,75 V [Stunden]	Kapazitätsrichtwert [Ah]
500	1,5/3	1,5
200	6/9	2
100	20/30	3
30	160/200	6
10	600/700	7
2	320/4000	8

Tab. I (oben). Entladezeit der Pertrix-Zelle Nr. 222 bei einer kontinuierlichen Entladung

Entladeart	Entladezeit bis 1,0/0,75 V	Kapazitätsrichtwert [Ah]
über 8 Ohm: kontinuierlich täglich 8 Stunden	10/15 Stunden 15/30 Stunden	2 3
über 5 Ohm: kontinuierlich täglich 30 Minuten	8/8 Stunden 22/28 Stunden	2 5
über 1,25 Ohm: kontinuierlich täglich 5 Minuten	20/60 Minuten 1/3 Stunden	0,8 3,5
über 1 Ohm: kontinuierlich täglich 1 Stunde für 15 Sekunden je Minute	15-40 Minuten 2,5/4 Stunden	0,6 4

Tab. II. Entladezeit der Pertrix-Zelle Nr. 222 bei intermittierender Entladung

- Die Konzentrationspolarisation, die sich in Diffusionspolarisation und Reaktionspolarisation unterteilen läßt. Diffusionspolarisation tritt auf, wenn infolge Verarmung potentialbestimmender Ionen in unmittelbarer Nähe der Elektrode der Nachschub der Ionen durch Diffusion erfolgt. Von Reaktionspolarisation spricht man, wenn dem eigentlichen elektrochemischen Vorgang eine chemische oder physikalische Reaktion vor- oder nachgelagert ist, durch deren Ablauf die Grundreaktion wesentlich gehemmt wird.
- Änderungen des pH-Wertes der Elektrolytlösung. Es besteht eine lineare Abhängigkeit des  $MnO_2$ -Potentials vom pH-Wert der Elektrolytlösung, die im sauren Gebiet etwa 0,12 V je pH-Einheit, im alkalischen Gebiet etwa 0,06 V je pH-Einheit ist.
- Bildung niederer Oxyde durch eine Reaktion im festen Zustand zwischen Mangandioxyd und niederen Manganoxiden, die die Oberfläche des Braunsteinkorns belegen und das Potential der Elektrode herabsetzen.

werden. Die intensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeiten haben dazu geführt, daß im Laufe der letzten Jahre die Kapazität der Gerätebatterien gegenüber Beleuchtungsbatterien verdoppelt, die Belastbarkeit und die Lagerfähigkeit sogar vervierfacht werden konnten. Außer den Fortschritten auf dem Gebiet der Elektrochemie, beispielsweise Schaffung neuer Depolarisatormassen für Zellen mit hohem Kurzschlußstrom oder Zellen mit hoher spezifischer Kapazität und langgestreckter Entladungskurve, haben dazu auch neue technologische Erkenntnisse beigetragen. Bei der sogenannten „Paperlined“-Technik wird der sonst vom eingedickten Elektrolyt eingenommene Raum zum Unterbringen zusätzlicher Depolarisatormasse ausgenutzt. Die Trennung der Elektroden erfolgt bei geringstem Raumbedarf durch einen speziell entwickelten papierartigen Separator. Um bei Hochleistungsbatterien die große Kapazität oder Strombelastbarkeit über lange Zeit zu erhalten, muß die Zelle luftdicht ummantelt werden, um Austrocknung und Selbstentladung zu verringern. Die sogenannte „Leak-Proof“-Konstruktion bringt nicht nur eine we-

## 2. Verbesserung der Leistungsfähigkeit des klassischen Leclanché-Elements.

Beide Wege werden heute beschritten. Der Schwerpunkt liegt jedoch bei der Verbesserung des Leclanché-Elements, dessen Rohstoffbasis sich günstig auf den Preis auswirkt und das auch unter extremen Klimabedingungen gute Lagerfähigkeit hat.

### Andere Primärelemente

Die Verwendung von Magnesium und Aluminium an Stelle von Zink ist wegen des wirtschaftlicheren Verhaltens dieser Elemente ein alter Wunschtraum der Batterietechnik. Den Chemikern der *Dow Chemical Company* ist es nach jahrelangen Versuchen gelungen, eine Braunstein-Magnesiumbatterie herzustellen, die bei starker Belastung die doppelte Leistung einer gewöhnlichen Trockenbatterie abzugeben vermag. Sie hat jedoch noch Mängel, die behoben werden müssen, bevor sie zu einer Konkurrenz der Zinkbatterie werden kann (geringe Lagerfähigkeit, schwierigere Bearbeitung des Magnesiums, Aktionsverzögerung, das heißt, die Zelle liefert erst einige Sekunden nach Stromschluß eine minimale Spannung von 1 Volt).

Die von der amerikanischen Firma *Mallory* hergestellte alkalische Quecksilberoxydzelle, die sogenannte „RM-Zelle“, enthält eine Depolarisatormasse aus Quecksilberoxyd und Graphit, eine amalgamierte Zinkanode und einen mit Zinkat gesättigten Elektrolyten von Kaliumhydroxyd. Die Vorteile dieser Zelle sind u. a. hohe Kapazität je Volumeneinheit und fast horizontal verlaufende Entladekurve. Wegen der komplizierten Herstellung ist diese bereits vor 20 Jahren entwickelte Zelle aber auch heute noch nur mit gewissen Qualitätsschwankungen herstellbar und relativ teuer.

### Anwendungen

Außer für Beleuchtungszwecke in Kleinleuchten - das *Pertrix*-Programm enthält ein sehr reichhaltiges Leuchtenangebot - und zur Stromversorgung von Rundfunk- und anderen Nachrichtengeräten spielt die Trockenbatterie heute auf vielen anderen Gebieten eine bedeutende Rolle. So werden heute bei Wanduhren schon mehr Batterie-Uhrwerke als Feder-Uhrwerke produziert. Auch bei Armbanduhrn ist der elektrische Antrieb im Kommen. Daneben sei nur noch kurz erinnert an die Verwendung in Blitzgeräten, vollautomatisierten und batteriebetriebenen Kleinbild- und Schmalfilmkameras, an die Speisung von Motoren in Tonband- und Diktiergeräten, Rasierapparaten und Spielzeug, an die große Anzahl von batteriegespeisten Meß-, Sicherungs- und Warneinrichtungen und nicht zuletzt an Hörhilfen, die sich immer mehr vom „Hinter-Ohr-Gerät“ zum „Im-Ohr-Gerät“ entwickeln.

Zusammenfassend bleibt nur die Feststellung, daß sich auf dem Gebiet der Trockenbatterien im stillen eine Entwicklung vollzogen hat, von der nur selten Einzelheiten an die Öffentlichkeit dringen. Die enge und verständnisvolle Zusammenarbeit von Batterietechnikern und Geräteentwicklern wird aber die Entwicklung weiter vorantreiben, gleichzeitig aber auch dafür sorgen, daß dem Entstehen einer Vielzahl von Batterietypen vorgebeugt wird, um durch Normung und weise Beschränkung mit die Grundlagen für eine rationelle Fertigung und leichte Austauschbarkeit an jedem Platz der Erde zu legen. -th



Bild 2. Blick in die neue Fertigungshalle im Pertrix-Werk Ellwangen

Bei diesen vier Faktoren muß man deshalb heute in Forschung und Entwicklung den Hebel ansetzen, wenn man die hochentwickelte Trockenbatterie weiter verbessern will. Hierfür steht der *Pertrix-Union* in Frankfurt am Main ein Zentrallaboratorium zur Verfügung, das Grundlagenforschung betreibt. Parallel damit läuft die enge Zusammenarbeit mit Forschungs- und Hochschulinstituten sowie mit dem Battelle-Institut. Daneben stehen auch in Ellwangen noch Entwicklungslabors bereit, um an der Lösung solcher Fragen mitzuarbeiten.

Den Einfluß der Widerstandspolarisation kann man beispielsweise durch Verwendung hochwertiger Leitmaterials herabsetzen, den Einfluß der Konzentrationspolarisation durch Auflockerung der Masse und speziell den der Reaktionspolarisation durch Wahl geeigneter Braunsteinsorten. Schließlich kann man der Änderung des pH-Wertes begegnen durch Verwendung gut puffernder Salzlösungen oder einer konzentrierten Lauge als Elektrolytlösung.

### Entwicklungsstand

Bei einer Betrachtung des heutigen Entwicklungsstandes der Trockenbatterie muß grundsätzlich zwischen Beleuchtungsbatterien und Gerätebatterien unterschieden

sentliche Erhöhung der Lagerfähigkeit, sondern hält auch die bei Kurzschlüssen oder sehr starker Dauerentladung in der Zelle entstehenden Reaktionsprodukte zurück, so daß die Zelle nicht auslaufen kann.

Transistorisierte Geräte werden heute vorwiegend mit 1,5-Volt-Rundzellen bestückt, weil dieser genormte Typ überall in der Welt erhältlich ist und zudem dem Wunsch der Geräteentwickler nach verschiedenen Betriebsspannungen für transistorisierte Geräte entgegenkommt. Mehrzellige Kompaktbatterien bieten demgegenüber den Vorteil der einfacheren Handhabung, da sie nur zwei Anschlußpole haben. Für ihre Herstellung bedient man sich derselben Plattenzellen-Technik wie bei den Mikrodyn-Anodenbatterien. Die Einführung der transistorisierten Geräte und die zunehmende Verbreitung des schnurlosen Heimempfängers (Cordless-Geräte) stellen an die Hersteller von Batterien immer wieder neue Anforderungen nach Zellen hoher spezifischer Belastbarkeit. Dem Entwickler bieten sich hier zwei Wege an:

- Übergang auf sehr leistungsfähige galvanische Systeme, beispielsweise Quecksilberoxyd - Lauge - Zink, Silberoxyd - Lauge - Zink usw.

# Neue Radaranlagen für die Seeschifffahrt

Kürzlich stellte Decca vier neue Schiffsradargeräte („D 535“, „D 833“, „TM 939“ und „TM 969“) mit 75 kW Impulsleistung vor. Mit den Geräten dieser „D 11“-Serie lassen sich praktisch alle in der Seeschifffahrt auftretenden Ortungsaufgaben lösen.

## Neuartige Schlitzantenne

Eine Verbesserung der Winkelauflösung des Radarbildes ist nur durch Erhöhung der Bündelungsschärfe der Drehantenne möglich. Die dazu erforderliche Vergrößerung des Antennenreflektors ist aber wegen des höheren Windwiderstandes und wegen der schwierigen Unterbringung auf Schiffen nicht mehr tragbar. Daher wurde das bisher übliche Prinzip der Reflektorantenne verlassen. Die neue Antenne besteht aus einem etwa 3 m langen, am Ende gespeisten Schlitzstrahler, der in einem robusten Gehäuse aus glasfaserverstärktem Kunststoff eingebaut ist. Das Antennenfenster ist durch wabenförmig verstärkte Kunststoffschichten mit sehr geringen Abstrahlungsverlusten abgeschlossen. Die windschnittige Form des Gehäuses erlaubt mit einem  $\frac{1}{2}$ -PS-Motor eine Drehzahl von 20 U/min auch bei relativen Windgeschwindigkeiten bis zu 80 Knoten (etwa 150 km/h).

Die Antenne strahlt infolge ihrer hohen horizontalen Bündelung (besser als  $0,75^\circ$  Halbwertbreite und  $1,8^\circ$  bei  $-20$  dB; vertikale Bündelung  $15^\circ$ ) einen scharfgebündelten Hauptstrahl aus, der einen Bündelungsgewinn von 33 dB (bezogen auf einen Kugelstrahler) ergibt. Nebenzipfel der Antennencharakteristik sind so stark unterdrückt (besser als 25 dB innerhalb und 32 dB außerhalb  $\pm 10^\circ$  der Hauptstrahlungsrichtung), daß sie praktisch keine Rolle mehr spielen. Das hohe Auflösungsvermögen verbessert die Peilgenauigkeit besonders bei starken Echos und hat eine Vergrößerung des Verhältnisses von Nutz- zu Störanzeige bei Niederschlägen und Seegang zur Folge, so daß sich kleine Ziele bei ungünstigen Witterungsbedingungen leichter erkennen lassen.

## Sichtgerät mit 40-cm-Bildschirm

Während die Geräte „D 535“, „D 833“ und „TM 939“ mit den Sichtgeräten der bisherigen „D 7“-Serie zusammenarbeiten (mit 23-cm- oder 30-cm-Bildschirm), wurde

für das „TM 969“ ein Sichtgerät mit 40-cm-Bildschirm neu entwickelt, das für Relativ- und Absolutanzeige (True Motion) geeignet ist. Um eine einfache und schnelle Bedienung zu erreichen, wurden alle Bedienelemente entsprechend ihrer Funktion und der Häufigkeit der Benutzung in vier Gruppen zusammengefaßt. Nach Herunterklappen der Frontseite mit der Radarröhre sind alle Baugruppen für Reparatur- und Wartungsarbeiten leicht zugänglich.

Das „TM 969“-Sichtgerät hat sieben Entfernungsmessbereiche (0,75, 1,5, 3, 6, 12, 24 und 80 sm), so daß sich der Meßbereich der jeweiligen Navigationsaufgabe anpassen läßt.

In den Bereichen zwischen 0,75 und 12 sm kann die Absolutanzeige (True Motion) angewendet werden. Bei dieser Darstellungsart<sup>1)</sup> werden alle sich bewegenden Ziele und auch das eigene Schiff mit ihren wahren Bewegungsrichtungen und Geschwindigkeiten, alle ruhenden Ziele (Küsten, Bojen, Schiffe vor Anker usw.) dagegen feststehend dargestellt. Dadurch läßt sich sofort feststellen, mit welchem auf dem Radarschirm sichtbaren Schiff bei Beibehaltung des Kurses eine Kollision möglich ist und welche Kursänderungen erforderlich sind. Die für die True-Motion-Darstellung nötige Eingabe der Eigengeschwindigkeit kann von Hand oder durch ein Log erfolgen. Auch die Differenz zwischen Eigengeschwindigkeit und wahrer Geschwindigkeit kann als Korrekturfaktor eingegeben werden. Außerdem lassen sich Abdriften bis zu  $25^\circ$  nach jeder Seite vom rechtweisenden Kurs berücksichtigen.

Schaltet man das Gerät auf einen Bereich ohne True-Motion-Anzeige um, so erscheint ein rotes Warnlicht, das anzeigt, daß man jetzt mit Relativanzeige arbeitet. Dieselbe Warnlampe leuchtet auch auf, wenn infolge Abschaltung oder Ausfall der Geschwindigkeitseingabe eine dezentralisierte Relativanzeige erfolgt. Die Position des eigenen Schiffes kann auf jeden Punkt des Bildschirms versetzt werden. Ein zweites Warnlicht zeigt an, wenn ein Zurücksetzen der Position des eigenen Schiffes bei ungenügender Vorausanzeige notwendig ist. Außerdem werden dann die Bewegungskomponenten automatisch abgeschaltet.

Zur Richtungs- und Abstandsmessung wird in diesem Sichtgerät erstmalig das „Interscan“-Verfahren angewendet. Dabei blendet man einen vom eigenen Schiffsort ausgehenden Peilstrahl unabhängig vom Antennenumlauf (mit 50 Hz) in das Radarbild ein, dessen Länge und Richtung beliebig veränderbar sind. Bringt man seinen Endpunkt mit einem Zielecho zur Deckung, so entspricht seine Länge dem Abstand und seine Richtung der Peilung des Zieles. Beide Werte können an Skalen unterhalb des Bildschirms abgelesen werden. Das

<sup>1)</sup> S. a. Schiffsradargerät zur Anzeige der wahren Bewegungsrichtung „Decca True Motion Radar TM 46“. Funk-Techn. Bd. 12 (1957) Nr. 1. S. 4-6



Schlitzantenne für die 3-cm-Radargeräte; auf dem Arm vor der Antenne ist das Zusatzgerät zur Messung der Sendeleistung sichtbar

Interscan-Verfahren ermöglicht mehrere Ortungen während eines Antennenumlaufs. Neben der Interscan-Entfernungsmessung, die sich auf die Bereiche 1,5, 3, 6, 12 und 24 sm beschränkt, ist auch noch das übliche Verfahren mit variablem Meßkreis in allen Bereichen möglich (dem 0,75-sm-Bereich ist diese Meßmethode automatisch zugeordnet). Dabei wird der Interscan-Peilstrahl bis zum Bildschirmrand verlängert und zur Entfernungsmessung der variable Meßkreis auf das Zielecho geschoben. Interscan und variabler Meßkreis sind unabhängig vom eingeschalteten Sichtbereich.

## Geräte zur Betriebsüberwachung

Für alle neuen Anlagen der „D 11“-Serie stehen zwei Zusatzgeräte zur Verfügung, mit denen sich die Sendeleistung und der Betriebszustand der Sender-Empfänger-Einheit überwachen lassen. Das Gerät zur Messung der tatsächlich abgestrahlten Leistung wird vor der Antenne auf einem Arm montiert und durch die Antennenstrahlung erregt. Die von diesem Gerät aufgenommene HF-Leistung ist der von der Antenne abgestrahlten Leistung proportional, und auf dem Bildschirm erscheint eine Keule, deren Länge ein Maß für die abgestrahlte Energie ist.

Das zweite Zusatzgerät ist ein Reflexionsmeßgerät (Echobox), das sich zwischen dem Sender-Empfänger und dem Hohlleiter zur Antenne anbringen läßt. Schaltet man es ein, so erscheint auf dem Bildschirm ein runder Leuchtfleck, dessen Durchmesser von der Abstimmung des Empfängers abhängt. Auf diese Weise ist eine genaue Abstimmung möglich, auch wenn keine Ziele von dem Radargerät aufgefaßt werden.

## 10-cm-Radaranlage „TM-S-2400“

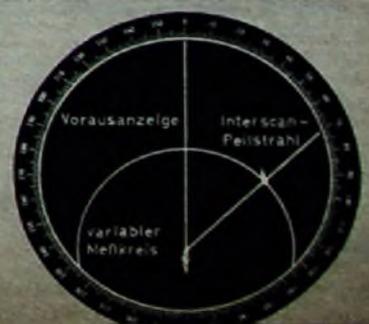
Die Vorteile der neuen Schlitzantenne ermöglichten auch die Entwicklung eines 10-cm-(S-Band-)Radargerätes mit wesentlich verbesserter Bildqualität und Absolutanzeige. Bisher verhinderte der benötigte große Antennenreflektor, mit dem sich die für die Absolutanzeige erforderliche Drehzahl von 20 U/min bei Montage auf Schiffen nicht erreichen ließ, eine Anwendung dieses Frequenzbereiches in der Seeschifffahrt. Die 10-cm-Wellenlänge hat gegenüber der 3-cm-Wellenlänge verschiedene Vorteile, von denen besonders die geringere Empfindlichkeit gegen Niederschläge, Wellengang und das eigene Schraubenwasser ins Gewicht fallen. Die Ausführung der etwa 4 m langen Antenne entspricht der der Schlitzantenne für die 3-cm-Geräte. Zur Anzeige dient das beschriebene 40-cm-Sichtgerät. U. Radke



Sichtgerät für die Radaranlagen „TM 969“ und „TM-S-2400“



Praktische Anwendung von „Interscan“ zur Ermittlung von Entfernung und Peilung eines Zieles; rechts in Verbindung mit dem üblichen variablen Entfernungsmesskreis



# Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche – Der Stereo-Konverter

## 1. Gesamtkonzept der Stereo-Anlage

Wie das Blockbild Bild 1 zeigt, besteht die Stereo-Anlage aus einzelnen Einheiten mit verschiedenen Aufgaben [1]. Die einzelnen Vorverstärker und Entzerrer dienen zur Erzeugung einheitlicher Pegel- und Frequenzgangverhältnisse bei der Verstärkung von Stereo-Signalen verschiedener Quellen; auch für monophone Abtaster sind Entzerrer vorhanden. Der Empfang von AM- und FM-Rundfunksendungen erfolgt mit besonderen Tunern. Mit dem Stereo-Konverter lassen sich die Signale hinsichtlich Frequenzgang, Pegel und Lage der Stereo-Signale zueinander beeinflussen. Darauf folgen Pegelregler, Endverstärker und Lautsprecher. Die gesamte Anlage ist mit Transistoren bestückt, ohne aber auf die üblichen hohen Anforderungen zu verzichten. Im folgenden wird die Entwicklung des Stereo-Konverters behandelt.

## 2. Aufgabe des Stereo-Konverters

Im Stereo-Konverter, der letzten Einheit vor den Endverstärkern, wurden alle die Möglichkeiten der Signalbeeinflussung vereinigt, die für die richtige Verarbeitung aller Stereo-Signale notwendig sind, gleichgültig, von welcher Quelle sie geliefert werden.

### 2.1 Programmwähler

Am Eingang des Stereo-Konverters ist ein Programmwähler angeordnet, mit dem jeweils eine der verschiedenen Stereo-NF-Quellen zur Wiedergabe ausgewählt wird.

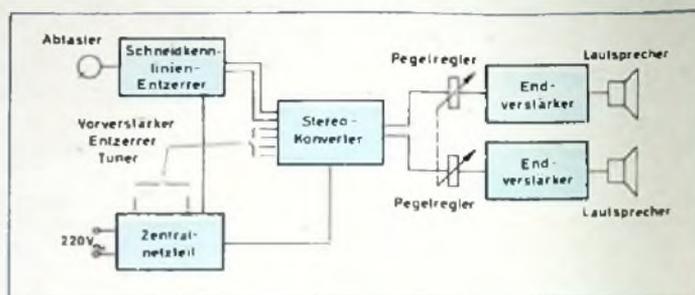
### 2.2 Lautstärkeregelung

Wenn die Wiedergabe eines akustischen Ereignisses dem Original nahekommen soll, so muß unter anderem gefordert werden, daß die Lautstärke der Wiedergabe etwa gleich der Originallautstärke ist. Ein Pegelunterschied zwischen Aufnahme und Wiedergabe hat wegen des unterschiedlichen Frequenzganges des menschlichen Ohrs für verschiedene Lautstärken und wegen seiner verschiedenen hohen Empfindlichkeiten für frequenz- und amplitudenmodulierte Schwingungen eine starke, unerwünschte Änderung des Eindrucks zur Folge. Wenn daher aus irgendeinem Grund die Wiedergabe mit einer geringeren als der Originallautstärke erfolgen soll, muß der Frequenzgang des Wiedergabesystems entsprechend geändert werden.

Die Pegelverhältnisse der gesamten Anlage wurden so gewählt, daß sich mit dem vor den Endverstärkern liegenden frequenzunabhängigen Pegelregler mit Sicherheit immer eine Lautstärke einstellen läßt, die der betreffenden Originallautstärke entspricht. Eine geringere Wiedergabelautstärke kann man mit dem im Stereo-Konverter vorhandenen Lautstärkereglern einstellen, der entsprechend der jeweiligen Dämpfung den (linearen) Frequenzgang des Wiedergabesystems gemäß den von H. Fletcher und W. A. Munson angegebenen Kurven gleicher Lautstärke korrigiert.

Die richtige Einstellung der Wiedergabelautstärke muß also folgendermaßen erfolgen: Während der Lautstärkereglern in Stellung „0 dB“ bleibt (linearer Frequenzgang), wird mit dem Pegelregler eine Wiedergabelautstärke eingestellt, die gleich der Originallautstärke ist. Dann kann man

Bild 1 Blockbild der gesamten Stereo-Anlage



- wenn nötig - die Lautstärke mit dem Lautstärkereglern im Stereo-Konverter auf den für die tatsächliche Wiedergabe gewünschten Wert verringern. Die Stellung des Pegelreglers darf dann nicht mehr verändert werden.

### 2.3 Klangregelung

Zur Anpassung an die akustischen Gegebenheiten des Wiedergaberaumes und zum Ausgleich von geringen Abweichungen des Aufzeichnungs- oder Übertragungsfrequenzganges verschiedenen Programmmaterials von den genormten Werten ist ein Klangregler mit verhältnismäßig kleinem Regelbereich vorhanden.

### 2.4 Änderung des Abbildungsmaßstabes

Bei der stereophonen Aufnahme von Schallereignissen sind verschiedene Verfahren üblich, die außerdem von den einzelnen Schallplatten- und Tonband-Herstellern sehr unterschiedlich gehandhabt werden. Daraus ergibt sich, daß die verfügbaren Stereo-Aufzeichnungen stark voneinander abweichende „Abbildungsmaßstäbe“ haben, nach denen die Akustik des Aufnahme- und Wiedergaberaumes übertragen wird. Die Extremfälle sind die „fehlende Mitte“ und Aufzeichnungen, die sich von monophonen nur geringfügig unterscheiden. Durch geeignete Aufstellung der Stereo-Lautsprecher läßt sich aber in fast allen Fällen ein dem Charakter der Aufnahme entsprechender Stereo-Eindruck erreichen; sie wird jedoch zum Beispiel von Platte zu Platte verschieden sein müssen, um die beste Wirkung zu erhalten.

Eine in einem gegebenen Fall wünschenswerte Vergrößerung des Lautsprecherabstandes wird aber meistens aus räumliche Schwierigkeiten stoßen, da die Lautsprecher im allgemeinen an akustisch günstigen Punkten des Wiedergaberaumes fest angeordnet sind. Daher enthält der Stereo-Konverter eine Regelmöglichkeit für den Abbildungsmaßstab, mit der sich die Wiedergabebasis schelnbar vergrößern oder verkleinern läßt. Man kann mit rein elektronischen Mitteln die Form des Stereo-Schallfeldes im Wiedergaberaum im gewünschten Sinn verändern und dadurch auch in gewissen Grenzen die Hörfläche beeinflussen.

### 2.5 Verarbeitung verschiedener Stereo-Eingangssignale

Um größtmögliche Freizügigkeit bezüglich der angeschalteten Stereo-Quellen zu erhalten, wurde der Stereo-Konverter mit einer Umschalteneinrichtung versehen, die es gestattet, Eingangssignale beliebiger Phasen- und Seitenlagen bei definierter,

festbleibender Phasen- und Seitenlage der Ausgangssignale zu verarbeiten.

## 3. Forderungen

An den Stereo-Konverter sind folgende Forderungen zu stellen:

### 3.1 Impedanzverhältnisse, Pegel, Verstärkung

Sowohl der Eingangs- als auch der Ausgangswiderstand des Stereo-Konverters wurden mit 600 Ohm festgelegt und als Normalpegel für das Eingangs- und das Ausgangssignal  $-10$  dBm an 600 Ohm (0,245 V) gewählt [1]. Die höchsten zu erwartenden Signalspitzen liegen 10 dB höher, also bei 0 dBm an 600 Ohm (1 mV, 0,775 V). Die erforderliche Spannungsverstärkung der gesamten Einheit ist dann  $v_{11} = 0$  dB.

### 3.2 Verzerrungen

Die Verzerrungen dürfen bei Aussteuerung bis 10 dB über dem Normalpegel (0,775 V an 600 Ohm) die Grenzen  $IM \leq 0,5\%$  und  $k \leq 0,1\%$  nicht überschreiten.

### 3.3 Frequenzgang

In Stellung „linear“ aller frequenzbeeinflussenden Regelglieder darf der Frequenzgang des Konverters im Bereich 10 Hz ... 70 kHz um höchstens  $\pm 1$  dB (0 dB bei 1000 Hz) von der geraden Bezugslinie abweichen. Der Frequenzgang der Lautstärkeregelung soll in jeder Stellung auf  $\pm 3$  dB mit den sich aus den Kurven gleicher Lautstärke ergebenden Werten übereinstimmen. Besonderer Wert muß auf die exakte Reproduzierbarkeit des linearen Frequenzganges gelegt werden.

### 3.4 Fremdspannung, Signalpegel

Der Fremdspannungsabstand des Stereo-Konverters soll um mindestens 6 dB größer sein als der größte von einer Quelle gelieferte Fremdspannungsabstand. Der Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer hat 73,6 dB Fremdspannungsabstand vom Normalpegel; der für den Konverter geforderte Mindestwert ist daher 79,6 dB.

Die zu erwartende Fremdspannung besteht - bei entsprechender Siebung der Betriebsspannung - nur aus dem Transistorrauschen, das sich bei günstiger Wahl der Betriebsbedingungen auf etwa  $-123,6$  dBm halten läßt [1]. Bei einem geforderten Signal-Rauschabstand von 79,6 dB darf daher der Normalpegel des Signals in keiner Stufe des Konverters unter  $-44$  dBm sinken. Da jedoch mit den für geringstes Transistorrauschen günstigsten Bedingungen nicht ohne weiteres gerechnet werden kann, wurde dieser Wert mit  $-40$  dBm festgelegt.

### 3.5 Gleichheit der Kanäle, Übersprechdämpfung

Da die Gleichheit der beiden Kanäle die Qualität der Stereo-Wiedergabe maßgebend beeinflusst, muß eine Übereinstimmung bezüglich Frequenzgang, Verstärkung und Fremdspannungsabstand bis auf  $\pm 1$  dB gefordert werden. Die Übersprechdämpfung zwischen den Kanälen soll größer als 40 dB sein.

## 4. Lösung der gestellten Aufgaben

### 4.1 Lautstärkeregelung

Der Lautstärkereglер besteht aus zwei gemeinsam regelbaren frequenzabhängigen Gliedern, die für die jeweilige Dämpfung den richtigen Frequenzgang liefern (Bild 2).

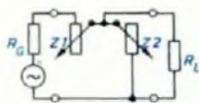


Bild 2. Prinzip des Lautstärkereglers

Wegen der starken Abhängigkeit des Schall-Ortungsvermögens von der Lautstärke verschlechtert sich der Stereo-Eindruck bei zunehmender Abweichung der Wiedergabe- von der Aufnahmeleistung, bis er überhaupt verschwindet. Daher ist es nicht sinnvoll, die Wiedergabelautstärke um mehr als etwa 25 dB gegenüber der Originallautstärke abzusenken.

Der Regelbereich des Lautstärkereglers wurde mit 0—24 dB festgelegt. Da Vierfachpotentiometer mit den erforderlichen Widerstandsverläufen und Gleichlaufesigenschaften nicht erhältlich sind, wurde der Regelbereich in fünf Stufen mit je 6 dB Dämpfungsunterschied (bei 1000 Hz) aufgeteilt, die mit Drucktasten gewählt werden können.

### 4.2 Klangregelung

Ein Klangregler soll die Möglichkeit bieten, den Frequenzgang am unteren und oberen Bereichende anzuheben oder abzusenken. Die Frequenzgangkurve muß aber in jedem Fall stetig und ohne Resonanzstellen verlaufen. Ihre maximale Steigung soll etwa 6 dB/Oktave nicht überschreiten.

Zur Realisierung einer derartigen Klangregelung gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten: Im ersten Fall bleibt die Übergangsfrequenz  $f_0$  im Regelbereich konstant (Bild 3), im zweiten ist sie variabel und hängt von der Stellung des Reglers und damit vom Wert der Anhebung oder Absenkung ab (Bild 4). Im zweiten Fall ergeben sich jeweils zwei voneinander weitgehend unabhängige Übergangsfrequenzen für den Tiefen- und den Höhenregler. Da sich mit einer derartigen Anordnung eine Beeinflussung der Bereichenden ohne Veränderung des Frequenzganges im

musikalisch wichtigen mittleren Frequenzbereich erreichen läßt, wurde einer Klangregelung mit variabler Übergangsfrequenz der Vorzug gegeben. Diese hat außerdem den Vorteil, daß sich dabei ein exakt linearer Frequenzgang einwandfrei reproduzieren läßt, indem man die Übergangsfrequenzen über die Grenzen des zu übertragenden Frequenzbereichs hinauschiebt.

Die Klangregelschaltung wurde im vorliegenden Fall nicht wie üblich als passives Netzwerk zwischen zwei Stufen, sondern als frequenzabhängige Gegenkopplung ausgeführt, da infolge der Grunddämpfung der Signalpegel zu stark absinken würde. Für die Anordnung im Bild 5 (in dem auf die Gleichstromverhältnisse keine Rücksicht genommen wurde) ergibt sich unter Vernachlässigung des Eingangswiderstandes der ersten Stufe bei entsprechend starker Parallelgegenkopplung durch  $Z_G$  die Stromverstärkung der ersten Stufe annähernd zu

$$v_1 \approx \frac{Z_G}{Z_L}$$

Dabei besteht  $Z_L$  aus der Serienschaltung von  $Z_L'$  und dem dagegen vernachlässigbar kleinen Eingangswiderstand der zweiten Stufe. Werden nun  $Z_G$  und  $Z_L'$  zum Beispiel als RC-Glieder ausgebildet, so läßt sich das Verhältnis  $Z_G/Z_L'$  und damit die Stromverstärkung der Anordnung frequenzabhängig machen (Bild 6). Im gesamten Frequenzbereich, in dem  $v_1 \approx \frac{Z_G}{Z_L}$

gelten soll, muß  $Z_L > R_{i11}$  und  $Z_G < R_p$  sein, wobei  $R_p$  der gesamte zu  $Z_G$  parallel liegende Widerstand ist.

Eine Änderung der Stromverstärkung für niedrige Frequenzen kann man erreichen, indem man wahlweise  $Z_G$  oder  $Z_L'$  durch Veränderung der Widerstände  $R_G$  und  $R_L$  mehr oder weniger kapazitiv macht. Eine derartige Regelmöglichkeit ließe sich zum Beispiel durch ein Potentiometer an Stelle von  $R_G$  und  $R_L$  realisieren. Da sich bei der Regelung die Zeitkonstanten von  $Z_L'$  und  $Z_G$  ändern, ergibt sich die gewünschte Abhängigkeit der Übergangsfrequenz von der Reglerstellung.

Durch wahlweise Serienschaltung eines variablen ohmschen Widerstandes mit  $C_G$  oder  $C_L$  läßt sich die Stromverstärkung bei hohen Frequenzen verändern. Der jeweilige Wert der Anhebung oder Absenkung hängt dabei von der Größe des Serienwiderstandes ab. Die Übergangsfrequenzen ergeben sich aus den (veränderbaren) Zeitkonstanten der Serienschaltungen. Auch hier kann zur Regelung ein Potentiometer eingesetzt werden. Da aber der Serienwiderstand jeweils nur in einem

der beiden Zweige liegen darf, kann man eine kontinuierliche Regelung nur mit einem angezapften Potentiometer erreichen.

Um eine dem Drehwinkel linear proportionale Änderung der Anhebung beziehungsweise Absenkung bei einer bestimmten Frequenz zu erhalten, müßten die dafür verwendeten Potentiometer einen Widerstandsverlauf aufweisen, der nicht serienmäßig hergestellt wird. Theoretisch ließen sich zwar auch Potentiometer mit linearem Widerstandsverlauf verwenden, dann drängt sich aber der größte Teil des Regelbereiches an den beiden Enden des Drehbereiches zusammen, was bei den Gleichlaufesigenschaften handelsüblicher Doppelpotentiometer zu starker Ungleichheit der Kanäle führt. Da auch eine Ausführung mit passender Anzapfung für den Höhenregler nicht erhältlich ist, wurde auf eine stufenlose Klangregelung verzichtet und der gewünschte Regelbereich sowohl für die Höhen als auch für die Tiefen in je fünf Stufen geteilt.

Da auf der Wiedergabeseite erfahrungsgemäß nur sehr selten eine leichte Anhebung der hohen Frequenzen erforder-

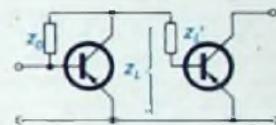


Bild 5. Wechselstromersatzschaltung

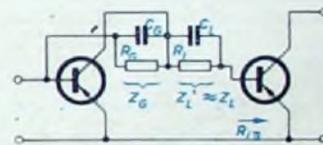


Bild 6. Frequenzabhängige Gegenkopplung

lich ist, sondern viel häufiger eine Absenkung, wurden die fünf Stufen des Höhenreglers folgendermaßen festgelegt: -12 dB, -6 dB, 0 dB, +3 dB, +6 dB bei 10 kHz.

Anders verhält es sich bei den tiefen Frequenzen, wo normalerweise eine mehr oder weniger starke Anhebung wünschenswert scheint. Die Aufteilung des Regelbereiches ist daher: -6 dB, -3 dB, 0 dB, +6 dB, +12 dB bei 50 Hz. Bei Verwendung von Schaltelementen mit  $\pm 5\%$  Toleranz läßt sich eine einwandfreie Übereinstimmung der Kanäle und eine genau reproduzierbare „Linear“-Stellung erreichen. Die Unterteilung der Regelbereiche kann nach Wunsch auch in kleineren Stufen erfolgen, in der Praxis hat sich aber die angegebene Teilung sehr gut bewährt.

### 4.3 Abbildungsmaßstab

Zum Verständnis des Weges, der bei der Entwicklung der Anordnung zur Änderung des Stereo-Abbildungsmaßstabes beschritten wurde, ist es notwendig, sich die grundlegenden Eigenschaften der Stereo-Aufzeichnungsverfahren zu vergegenwärtigen. Für die Aufzeichnung auf Schallplatten gibt es im wesentlichen drei verschiedene Aufnahmeverfahren. In jedem Fall werden aus den Mikrofonspannungen zwei verschiedene Informationen abgeleitet, die bei der Wiedergabe durch zwei räumlich getrennte Lautsprecher das Aufnahme-Schallfeld reproduzieren. Bei der genormten Zweikomponentenschicht stehen die zwei den Signalen der beiden Kanäle entsprechenden Auslenkungskomponenten senkrecht aufeinander, und ihre Resultierende wird in einer einzigen Rille aufge-

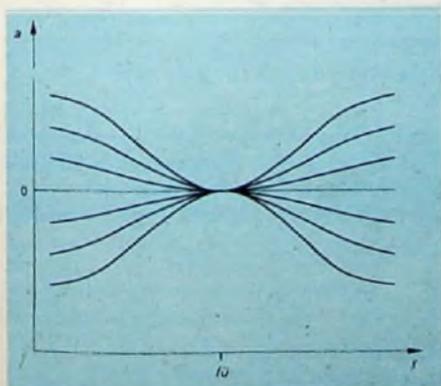


Bild 3. Klangregelung mit fester Übergangsfrequenz

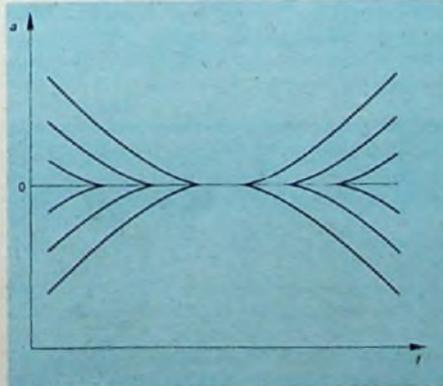


Bild 4. Klangregelung mit variabler Übergangsfrequenz

zeichnet. Die beiden Bewegungsrichtungen bilden mit der Plattenoberfläche einen Winkel von  $45^\circ$  (Bild 7). Die Auslenkung der inneren Flanke der Rille entspricht dabei einem dem linken Lautsprecher zu-

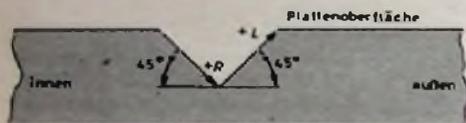


Bild 7. Zweikomponentenschrift; Lage der Auslenkungskomponenten

geordneten Signal, die Auslenkung der äußeren Flanke einem Signal für den rechten Lautsprecher. Die Phasenlage der Auslenkungskomponenten wurde so festgelegt, daß bei gleich großen, gleichphasigen Signalen in beiden Kanälen die resultierende Auslenkung parallel zur Plattenebene erfolgt.

Aus den geometrischen Verhältnissen einer derartigen Schallrille kann man ersehen, daß die vertikale Komponente der Auslenkung die Differenz, die horizontale Komponente die Summe der beiden Stereo-Signale darstellt. Wenn keine Vertikalkomponente vorhanden ist, erhalten beide Kanäle gleiche und gleichphasige Signale; der Schall kommt bei der Wiedergabe aus der Mitte. Die gleichen Verhältnisse treten auch beim Abtasten einer Mono-Platte auf; sie wurden wegen der geforderten Kompatibilität des Stereo-Systems so festgelegt. Die Form des Wiedergabe-Schallfeldes hängt also von der Vertikalkomponente der Stereo-Aufzeichnung ab. Um das Schallfeld im gewünschten Sinn verändern zu können, ist daher eine Möglichkeit zur Beeinflussung des Differenzsignals zu schaffen.

Das einfachste Verfahren, ein der Vertikalkomponente entsprechendes Signal zu erhalten, wäre die Abtastung der Rille mit einem  $90^\circ/0^\circ$ -Abtaster. Derartige Abtaster sind jedoch kaum zu beschaffen, da nur sehr wenige gebaut wurden, bevor die Normung der  $45^\circ/45^\circ$ -Schrift erfolgte. Mit den handelsüblichen Abtastern für  $45^\circ$ -Zweikomponentenschrift erhält man zwei den beiden Kanälen zugeordnete Signale, aus denen sich aber durch einfache elektrische Subtraktion und Addition das gewünschte Differenzsignal (Vertikalkomponente) und das Summensignal, das der vollen monophonen Information

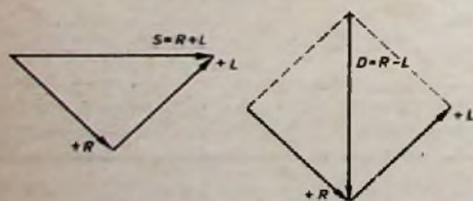


Bild 8. Summen- und Differenzbildung

entspricht, herstellen lassen (Bild 8). Diese elektrische Operation stellt eine geometrische Koordinatentransformation um  $45^\circ$  dar.

Durch Verstärkungsregelung im Differenzkanal bei konstanter Verstärkung im Summenkanal läßt sich nun der Abbildungsmaßstab des Stereo-Schallfeldes sowohl vergrößern als auch verkleinern. Da eine übertrieben starke Vergrößerung des Maßstabes und damit des scheinbaren Lautsprecherabstandes praktisch nie notwendig ist, wurde der maximale Verstärkungsunterschied zwischen Summen- und Differenzkanal nach oben mit  $+6\text{ dB}$  festgelegt, nach unten kann man die Verstär-

kung des Differenzkanals kontinuierlich bis auf Null regeln (das entspricht dann der monophonen Wiedergabe durch den Summenkanal allein). Da das Differenzsignal, das der Vertikalkomponente der Rille entspricht, in dieser Stellung vollkommen unterdrückt wird, fallen beim Abtasten einer Mono-Platte alle Störungen fort, die auf eine vertikale Auslenkung zurückgehen, vor allem die Verzerrungen durch den Klemmeffekt und das Rumpeln (von Platte oder Laufwerk). Bei Einstellung gleicher Verstärkungen im Summen- und Differenzkanal bleibt der Abbildungsmaßstab unverändert.

Der Signalpegel des Differenzkanals liegt im allgemeinen erheblich unter dem des Summenkanals. Da jedoch auch Betriebsfälle denkbar sind, bei denen nur der rechte oder der linke Kanal eine Informa-

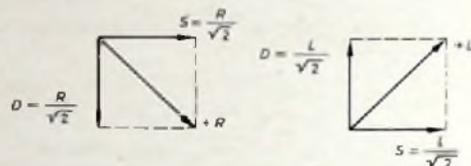


Bild 9. Information in einem Kanal allein

tion enthält und daher dann die Auslenkungen im Summen- und Differenzkanal gleich groß sind (Bild 9), wurden die beiden Kanäle gleich ausgebildet. Durch eine weitere elektrische Addition und Subtraktion (jetzt von Summen- und Differenzkanal) erhält man wieder die den beiden Kanälen entsprechenden Signale.

#### 4.4 Koordinatentransformation

Zur Koordinatentransformation eignet sich jede Schaltung, die aus zwei Eingangssignalen gleichzeitig Summe und Differenz bildet. Am einfachsten ließe sich diese Aufgabe mit Übertragern lösen. Wegen der sehr hohen Kosten von hochwertigen Übertragern für den gewünschten Frequenzbereich wurde dieser Weg aber nicht beschritten. Überhaupt sollten wegen ihrer Wicklungskapazität und Empfindlichkeit gegen magnetische Fremdfelder (Brumm) sowie wegen der hohen Forderungen in bezug auf Verzerrungen, Frequenz- und Phasengang (Wiedergabe von Impulsen und Einschwingvorgängen) in NF-Kreisen möglichst keine eisenbehafteten Induktivitäten verwendet werden.

Aus den verbleibenden Möglichkeiten wurde eine Schaltung gewählt, die bei geringem Aufwand alle Anforderungen erfüllt. Mit einer Phasenumkehrstufe werden aus dem einen Eingangssignal zwei um  $180^\circ$  phasenverschobene Spannungen gewonnen, die man in einem passiven Additionsnetzwerk einzeln mit dem unveränderten zweiten Eingangssignal zusammensetzt. Die beiden Ausgangsspannungen entsprechen dann der Summe beziehungsweise der Differenz der Eingangssignale. Diese Operation ist zweimal erforderlich, um nach der gewünschten Beeinflussung des Differenzsignals wieder die ursprünglichen Stereo-Signale zu erhalten.

Bei Anwendung dieser Methode ergibt sich aus der Lage der Stereo-Signale zueinander gleichzeitig eine elegante Möglichkeit, die Phasen- und Seitenlage der Stereo-Informationen zu verändern. Wie Bild 10 zeigt, läßt sich das durch Vertauschen der zu addierenden Spannungen erreichen. Unter der Voraussetzung, daß die Ausgangssignale der Transformations-einrichtung bis zu den Lautsprechern seiten- und phasenstarr weiterverarbeitet

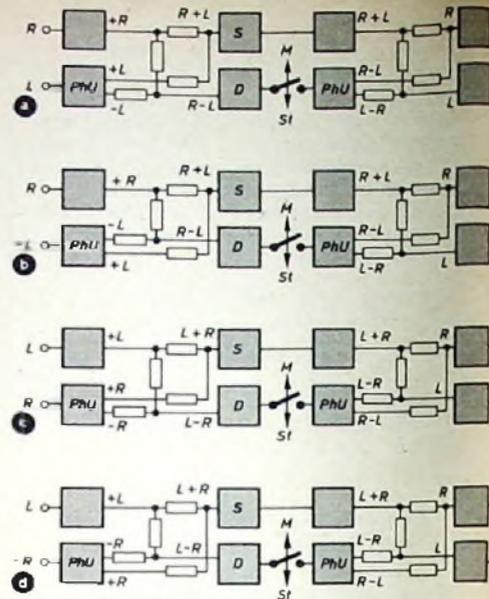


Bild 10. Koordinatentransformation

werden, gestattet diese Anordnung, eine Stereo-Aufzeichnung mit beliebiger Seiten- und Phasenlage mit einem Abtaster ebenfalls beliebiger Seiten- und Phasenlage seiner Ausgangsspannungen abzutasten. In jedem Fall läßt sich dabei eine phasen- und seitenrichtige Wiedergabe der Stereo-Information einstellen. (Die oben erwähnte einschränkende Voraussetzung ist nur notwendig, um sicherzustellen, daß im Differenzkanal tatsächlich die Differenz der beiden Stereo-Signale auftritt.) Im Bild 10 sind nur Phase und Seitenzugehörigkeit, nicht aber die Größen der Signale berücksichtigt. Soll eine  $90^\circ/0^\circ$ -Zweikomponentenschrift mit einem  $45^\circ/45^\circ$ -Abtaster oder eine  $45^\circ/45^\circ$ -Schrift mit einem  $90^\circ/0^\circ$ -Abtaster wiedergegeben werden, so ist die Koordinatentransformation nur einmal auszuführen.

Bei der Wiedergabe von Mono-Schallplatten wird durch Öffnen des Schalters im Bild 10 das Differenzsignal und damit die (Störungen und Verzerrungen enthaltende) Vertikalkomponente der Aufzeichnung vollkommen unterdrückt. Durch Einstellung einer „falschen“ Phasenlage läßt sich aber auch das Summensignal in den Differenzkanal legen und unterdrücken, während man das Differenzsignal wiedergibt. Dieses Verfahren erlaubt eine einfache Überprüfung und Messung der von Platte oder Laufwerk erzeugten störenden Vertikalkomponente. (Wird fortgesetzt)

#### Schrifttum

- [1] Aschinger, E.: Ein Stereo-Schnellkennlinien-Entzerrer für hohe Ansprüche. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 17, S. 626 bis 628, Nr. 18, S. 665-666, und Nr. 19, S. 705-707

### Unveränderte 3. Auflage!

## FUNDAMENTE DER ELEKTRONIK

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen  
von Bauart Dipl.-Ing. GEORG RÖSE  
223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen · Ganzl. 18,50 DM

jetzt wieder lieferbar!

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

VERLAG FÜR  
RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
Berlin-Borsigwalde

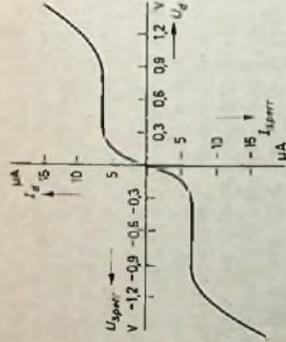


Bild 95. Kennlinie eines Solions mit gleicher Anoden- und Kathodenoberfläche

Da der Diodenstrom vom Widerstand des Elektrolyten, von der Anzahl der zur Anode fließenden Jod-Ionen und von der Menge des an die Kathode gelangenden Jods abhängt, kann man eine den üblichen Halbleiter-Dioden entsprechende Kennlinie erhalten, wenn man der Lösung einen hohen Anteil Jodkali beigibt und die Oberfläche der Anode gegenüber der der Kathode sehr groß macht. Dann ergibt sich die Kennlinie nach Bild 96.

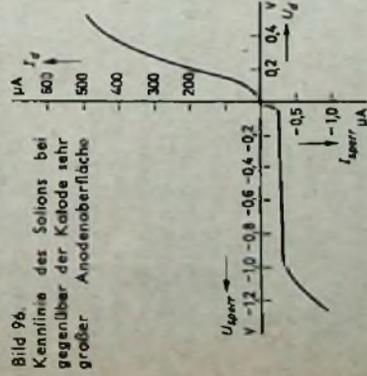


Bild 96. Kennlinie des Solions bei gegenüber der Kathode sehr großer Anodenoberfläche

bereits die Arbeitsweise: Elektrische Ladungen bewegen sich durch das Halbleitermaterial hindurch. Ein Ladungsträger wandert von einer Seite einer Potentialschwelle ab und erscheint augenblicklich auf der anderen Seite, obgleich nicht die Energie aufgewendet wurde, die zur Überwindung der Schwelle notwendig wäre. Die Schwelle ist bei der Tunneldiode der Bereich der pn-Verbindung, der eine Dicke von etwa  $8 \cdot 10^{-6}$  mm und einen Durchmesser von  $25 \cdot 10^{-6}$  mm hat. Die Geschwindigkeit der Bewegung der Elektronen im Halbleiter entspricht angenähert der Lichtgeschwindigkeit, ist also wesentlich größer als im Transistor. Man erreicht mit Tunneldioden ohne weiteres die 1-GHz-Grenze bei Leistungen zwischen 0,75 und 3 mW, und man hofft, die Grenzfrequenz in absehbarer Zeit auf 10 GHz erhöhen zu können. Die auf Silizium-Grundlage hergestellten Tunneldioden arbeiten noch bei Temperaturen von etwa  $350^\circ\text{C}$  zuverlässig.

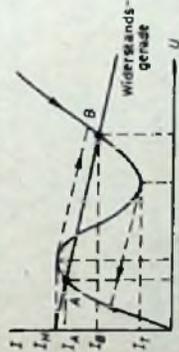


Bild 97. Kennlinie einer Tunneldiode für Schaltbetrieb

Bild 97 zeigt die Kennlinie einer Tunneldiode. Der Strom im Maximum der Kennlinie wird als „Höckerstrom“  $I_H$  bezeichnet, der Strom im Minimum als „Talsstrom“  $I_T$ . Die entsprechenden Spannungen sind die „Höckererspannung“  $U_H$  und „Talspannung“  $U_T$ . (Wird fortgesetzt)

## Wichtig für unsere Postabonnenten!

Falls Sie ein Heft unserer Zeitschrift einmal nicht erhalten sollten, wenden Sie sich bitte sofort an die Zeitungsstelle Ihres Zustellpostamtes. Sie wird nicht nur für Nachlieferung des ausgebliebenen Exemplares, sondern auch dafür sorgen, daß Ihnen jede Ausgabe käuflich und in einwandfreiem Zustand zugestellt wird. Unterrichten Sie bitte auch uns über eventuelle Mängel in der Zustellung, damit wir von hier aus ebenfalls das Nötige veranlassen können.

FUNK - TECHNIK Vertriebsabteilung

Die bisher gefertigten Exemplare haben eine maximale Sperrspannung von etwa 0,9 V. Bei Betriebsspannungen in der Größenordnung von 0,1 V übertrifft das Solion bei sehr niedrigen Frequenzen die besten bisher bekannten Halbleiter-Dioden. Der Sperrstrom ist temperaturabhängig und ändert sich um etwa  $1,3\%/^\circ\text{C}$ .

### 6.2.4 Die Tunneldiode

Eine interessante Halbleiterentwicklung der letzten Jahre ist die Tunneldiode, deren Wirkungsweise auf dem von Esaki gefundenen quantenmechanischen Tunneleffekt beruht. Es handelt sich hierbei um eine Flachdiode mit sehr hoch dotiertem Material, die im Gegensatz zu den üblichen Diodentypen keine Sperrreflexe aufweist. Der Name „Tunnel-diode“ beschreibt



# Falbleiter - Dioden

## Wirkungsweise und Schaltungstechnik

⑦

Zunächst sei angenommen, daß der Kombination an den Punkten A und B eine solche Spannung zugeführt wird, daß die beiden Kollektor-Grenzschichten und die Diode ausreichend gesättigt sind. Außerdem soll der Basis von T1 ein zusätzlicher niedriger Strom zugeführt werden, der mit dem Faktor  $\alpha_1$  multipliziert am Kollektor von T1 erscheint und von dort zur Basis von T2 gelangt. Hier erfolgt eine Stromverstärkung um den Faktor  $\frac{\alpha_2}{1 - \alpha_1}$ .

Der verstärkte Strom wird auf die Basis von T1 rückgekoppelt. Wenn der in diesem geschlossenen Kreis fließende Strom höher als der zuerst an der Basis von T1 eingespeiste Strom ist, dann wird die Schaltung instabil, und der Strom steigt unbegrenzt an. Liegt im äußeren Stromkreis zwischen A und B ein Arbeitswiderstand, dann fällt die Spannung an der Kombination auf einen so geringen Wert, daß die Kollektor-Grenzschichten nicht mehr gesättigt sind.

Die kritische Bedingung ergibt sich aus dem Produkt der beiden Einzelverstärkungen

$$\frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1} \cdot \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2} \quad \text{Die Schleifenverstärkung}$$

in der vom Ausgang von T2 auf den Eingang von T1 rückgekoppelten Kombination ist dann größer als 1, wenn dieses Produkt gleich 1 ist. Das heißt, es gilt

$$\begin{aligned} \alpha_1 \cdot \alpha_2 &= (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) \\ &= 1 - \alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_1 \cdot \alpha_2 \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= 1 \end{aligned} \quad (52)$$

Der Übergang vom offenen zum geschlossenen Zustand der Komplementärkombination hängt also grundsätzlich von der Zunahme der Stromverstärkung  $\alpha$  mit wachsendem Strom in den Transistoren ab.

Der Strom, der den Übergang von einem Zustand in den anderen bewirkt, ist der Zündstrom (avalanche current) in der nach Bild 89 geschalteten Diode D. Wenn die Spannung sich der Schaltspannung (Durchbruchspannung, ähnlich wie bei der Zenerdiode) dieser Diode nähert, liefert die Diode einen rasch mit der

Spannung ansteigenden Strom. Spannt dieser Strom die beiden Emitter-Grenzschichten genügend in Durchlaßrichtung vor, so daß die Summe der beiden Stromverstärkungsfaktoren  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich 1 wird, dann steigt der Strom spontan ohne Begrenzung an (wenn nicht große Arbeitswiderstände im Außenkreis das verhindern). Ist der Strom genügend hoch, um die beiden Grenzschichten der Transistoren T1 und T2 in einem Zustand zu halten, in dem  $\alpha_1 + \alpha_2 \geq 1$  ist, so bewirkt eine Spannungszunahme an der Kombination nur, daß der Strom ebenso zunimmt wie bei einer normalen Diode in Durchlaßrichtung.

Die Vier-schicht-Siliziumdiode vereingt gleichzeitig alle wesentlichen im Zusammenhang mit Bild 89 besprochenen Eigenschaften. Der mildere pn-Übergang (Bild 90) ist so steil gehalten, daß eine Multiplikation des Vorstroms bei der

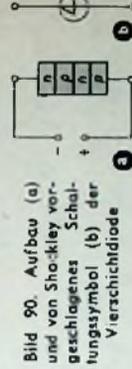


Bild 90. Aufbau (a) und von Shockley vorgeschlagenes Schaltungssymbol (b) der Vier-schichtdiode

gewünschten Schaltspannung eintritt. Man kann sich den Emitter-Basisstrecken (pn-Übergänge im Bild 90) der Wirkung nach Widerstände parallelgeschaltet denken. Diese Parallelschaltpungswirkung wird durch die Rekombination und Entstehung von Loch-Elektronenpaaren im Silizium erklärt. Damit vereingt die Shockley-Diode in einer einzigen Einheit alle wichtigen Eigenschaften der aus zwei komplementären Transistoren und einer normalen Diode (Schaltterdiode) zusammengesetzten Kombination. Ein Vorteil der Shockley-Diode gegenüber der Kombination ist aber, daß kein besonderer Basisanschluß benötigt wird. Dadurch werden Begrenzungen infolge des endlichen Basiswiderstandes ausgeschaltet. Es besteht daher die Möglichkeit, sehr große Schaltleistungen und -geschwindigkeiten zu erreichen.

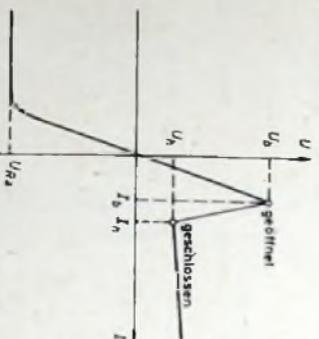
Die Umschaltung von dem einen Zustand in den anderen erfolgt lediglich durch die an der Vier-schichtdiode liegende Spannung beziehungsweise durch den die Diode durchfließenden

Strom: eine zusätzliche Steuerelektrode ist (im Gegensatz zum solid-state thyristron) nicht erforderlich. Das heißt also, daß die Vierschichtdiode grundsätzlich als Zweipol aufzufassen ist. Legt man in der Schaltung Bild 91 eine Wechselspannung niedriger Frequenz (beispielsweise 50 Hz) an die Diode, so verhält man auf dem angeschlossenen Oszilloskop die im Bild 92 dargestellte Charakteristik. Bei der Schaltungspannung  $U_b$  erfolgt der Übergang vom hoch-

Bild 91. Maßschaltung zur Aufnahme der Charakteristik der Vierschichtdiode

Bild 92 (unten). Charakteristik der Vierschichtdiode

zum  
(U)  
zum  
V-Verschieber  
50 Hz  
R<sub>1</sub>  
R<sub>2</sub>  
zum  
V-Verschieber  
(I)



ohmigen (geöffneten) in den niederohmigen (geschlossenen) Zustand. Dabei sei vorausgesetzt, daß die Spannungsquelle so niederohmig ist, daß auch ein entsprechender Strom, der Haltestrom  $I_0$ , fließen kann. Die Koordinaten  $I_0$  und  $I_1$  definieren also den Zustand „geschlossener Schalter“. Bei Änderungen im äußeren Schaltkreis, zum Beispiel bei Vergrößerung des Widerstandes  $R_1$ , im Bild 91, sinkt der Diodenstrom entsprechend ab. Wird dabei der Strom niedriger als  $I_0$ , so schaltet die Diode in

Tab. XI. Intermetall-Shockley-Dioden

Typ	$U_b$ (V)	$I_b$ (mA)	$I_0$ ( $\mu$ A)	C (pF)	$R_b$ $I_b$ (bei $I_b$ + 25 mA) ( $\Omega$ )
4AD20-5	20 $\pm$ 4	1...10	< 200	< 150	< 7
4AD20-20	20 $\pm$ 4	10...30	< 200	< 150	< 7
4AD30-5	30 $\pm$ 4	1...10	< 200	< 150	< 7
4AD30-20	30 $\pm$ 4	10...30	< 200	< 150	< 7
4AD40-5	40 $\pm$ 4	1...10	< 200	< 150	< 7
4AD50-5	50 $\pm$ 4	1...10	< 200	< 150	< 7
4AD50-20	50 $\pm$ 4	10...30	< 200	< 150	< 7
4I200-5	200 $\pm$ 20	1...10	< 200	< 150	< 7

den Zustand „offener Schalter“ zurück, der durch die Koordinaten  $I_0$  und  $U_b$  definiert ist. Abweichend davon verhält sich die Vierschichtdiode in der nächsten Halbperiode, wenn also eine negativ gerichtete Spannung an der Diode liegt (unterer Teil des Diagramms im Bild 92). Jetzt wird die Vierschichtdiode in Sperrrichtung betrieben, und es tritt wie bei der Zenerdiode der Effekt auf, daß nach Erreichen der Durchbruchspannung  $U_{Rk}$  ( $R_k$  = reverse voltage) ein verhältnismäßig hoher Durchbruchstrom fließt.

Der Widerstand der Vierschichtdiode im Durchlaßbereich ist  $R_b$  (Steigung der U-I-Kennlinie für Stromwerte, die größer als  $I_0$  sind). Der Wert von  $R_b$  liegt bei den von Shockley hergestellten Dioden zwischen 1 und 20 Ohm. Die Haltestspannung  $U_b$  ist etwa 1...2 V. Die Schaltungsspannung  $U_b$  hat wesentlich höhere Werte (zwischen 20 und 50 V), während der Schaltstrom  $I_0$  nur 0,2...0,5 mA ist. Dieser Strom spielt bei manchen Anwendungen eine gewisse Rolle, wenn nämlich mit ihm unter bestimmten Bedingungen die Umschaltung der Diode gesteuert werden soll.

Die ersten Vierschichtdioden waren nur für geringe Belastungen ausgelegt und daher in ihrer Anwendungsmöglichkeit beschränkt. In letzter Zeit hat die Shockley Transistor Corporation die Entwicklung von Vierschichtdioden größerer Leistung aufgenommen, die mit 300 mA Dauerstrom oder Impulsen von 20 A bei 50  $\mu$ s Dauer belastet werden können. Die Umschaltzeiten dieser Dioden mit der Serienbezeichnung „AD“ liegen in der Größenordnung von 0,1  $\mu$ s, die Schaltspannungen für die verschiedenen Typen der Serie zwischen 30 und 200 V. In Tab. XI sind die Daten einiger jetzt auch von Intermetall gefertigter Shockley-Dioden der AD-Reihe zusammengestellt.

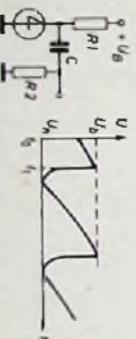


Bild 93. Sägezahnengenerator mit Vierschichtdiode

Bild 93 zeigt als Anwendungsbeispiel für die Vierschichtdiode die Schaltung eines selbst-erregten Sägezahnengenerators. Die Batteriespannung  $U_B$  muß erheblich höher als die Schaltungsspannung  $U_b$  der Diode sein. Der Vorwiderstand  $R_1$  soll den im niederohmigen Zustand der Diode fließenden Strom auf einen Wert begrenzen, der kleiner als der Haltestrom  $I_0$  ist. Wenn sich die Diode im Zeitpunkt  $t_0$  im hochohmigen Zustand befindet, wird der Kon-

denator C von der Batterie über die Widerstände R1 und R2 aufgeladen. Die Aufladung erfolgt so lange, bis die an der Diode liegende Spannung den Wert der Schrittspannung  $U_b$  erreicht hat. In diesem Augenblick (1.) schaltet die Diode um, also vom hochohmigen (offener Schalter) zum niederohmigen (geschlossener Schalter) Zustand.

Im Zeitpunkt 1. liegt am Widerstand R2 annähernd die Differenz zwischen Batteriespannung  $U_B$  und Haltespannung  $U_H$ , also  $U_B - U_H$ . Der Kondensator C entladt sich dann auf zwei Wegen, über den Widerstand R2 und über die jetzt niederohmige Diode mit dem Widerstand  $R_{Di}$ . Der Entladevorgang dauert so lange an, bis der Entladestrom niedriger als der Haltestrom  $I_h$  geworden ist. In diesem Augenblick schaltet die Diode in den hochohmigen Zustand zurück, und der Kondensator wird wieder aufgeladen. Diese Vorgänge wiederholen sich periodisch, so daß sich eine Kipperschwingung ergibt. Die Ladezeitkonstante ist dabei

$$\tau_A = C(R_1 + R_2) \quad (53)$$

und die Entladezeitkonstante

$$\tau_E = C(R_{Di} + R_2) \quad (54)$$

Die Rückflanke des erzeugten Sägezahns ist sehr steil. Durch geeignete Wahl der Zeitkonstanten kann man Anstiegszeiten der an Zeitkonstanten gemessenen Spannung von 10...100 ns erreichen. Mit dieser Schaltung lassen sich Sägezahnfrequenzen bis zu mehreren Megahertz erzeugen.

Die Schaltung eines mit fünf Vierstichdioden aufgebauten Ringzählers ist im Bild 94 dargestellt. Der Eingangskippstapel wird über den Kondensator C1 eines negativer Impuls zugeführt, der die Diode D1 in den niederohmigen Zustand kippt. Dadurch fällt die Spannung an den vier übrigen Vierstichdioden so weit ab, daß der durch jede Diode fließende Strom niedriger als der erforderliche Haltestrom  $I_h$  ist. Wenn gerade eine der vier Dioden leitend, so tritt der größte Teil des Spannungsabfalls am zugehörigen Lastwiderstand  $R_L$  auf; bei den übrigen vier

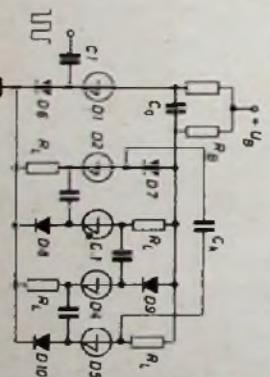


Bild 94. Ringzähler mit fünf Vierstichdioden

Vierstichdioden verursacht der auch im gesperrten Zustand fließende geringe Strom entsprechend niedrigeren Spannungsabfälle am den zugehörigen Lastwiderständen und Dioden. Sooft ein negativer Impuls auf die Eingangskippstufe trifft, wandert der geschlossene Zustand in der Schaltung um eine Stufe nach rechts weiter. War also zuerst D2 geschlossen, dann wird diese Diode beim nächsten Impuls geöffnet und dafür D3 geschlossen usw. Nachdem die Diode D5 geschlossen ist, beginnt der Vorgang wieder bei D2, wenn diese wie im Bild 94 über den Kondensator C<sub>1</sub> angekoppelt ist.

In der letzten Zeit wurden auch von de AEG einige Vierstichdioden entwickelt, die unter den Bezeichnungen BTZ 10 bis BTZ 17 geliefert werden. Innerhalb dieser Reihe sind die Dioden entsprechend den Durchbruch- beziehungsweise Sperrspannungen jeweils in 50-V-Stufen (bis 400 V) gestaffelt. Die Vierstichdioden haben einen Durchlaßstrom von 10 A bei normaler und von 15 A bei verstärkter Kühlung. Der erforderliche Steuerstrom ist rund 0,3% des Durchlaßstromes, also etwa 50 mA. Bei 10 A Last-Gleichstrom liegt der Spannungsabfall an der Diode unter 1,8 V. Die Kühlung ist so einzurichten, daß die Sperrschichttemperatur 100°C nicht überschreitet.

### 6.2.3 Das Solion

Einen völlig neuen Weg hat die Dioden-Entwicklung mit dem „Solion“ beschritten. Im Gegensatz zu den üblichen Halbleiter-Dioden sind beim Solion nicht Elektronen die Ladungsträger, sondern Ionen. Das Wort „Solion“ ist aus der Zusammenziehung der Worte „solution“ = Lösung und „ion“ entstanden. Das Prinzip des Solion beruht darauf, daß ein Stromfluß durch einen Elektrolyten infolge Wanderung positiv und negativ geladener Ionen in der Lösung möglich ist und daß an dem Übergang zwischen Elektrolyt und Oberfläche der Elektroden aus der Ionenleitung ohne Elektronenleitung wird. Dieser Vorgang stellt einen elektrochemischen Prozeß dar, bei dem sich die Wertigkeit der Ionen ändert. Man bezeichnet daher das Solion auch als „elektrochemische Diode“.

Bei der bisher angewandten praktischen Ausföhrung des Solion werden Platinelektroden in einer wässrigen Jod-Jodkaliumlösung benutzt. Bei der Auffösbung von Jod in einer wässrigen Jodkaliumlösung ist es vorwiegend in Form von einwertigen Trijodid-Ionen vorhanden, fließt durch eine derartige „Diode“ ein Strom, so wird Jod an der Kathode reduziert, an der Anode oxidierten dagegen Jodid-Ionen. Interessanterweise sind beim Solion Durchlaßkurve und Sperrkurve identisch (Bild 95); eine derartige Diode zeigt also zunächst keine Richtwirkung.

# Servotechnische Steuer- und Regleinrichtungen

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 15 (1960) Nr. 23, S. 832

DK 621.316.7.078

## 5.3 Praktische Beispiele

Es folgen nun als Beispiele ein Geschwindigkeits- und ein Lage-Servo. Als Geber wird in beiden Fällen ein Potentiometer verwendet.

### 5.3.1 Geschwindigkeits-Servo

Die Schaltung des Geschwindigkeits-Servos (Bild 75) ist für Betrieb am 220-V-Netz mit 50 oder 60 Hz ausgelegt. Als Motorgenerator wird der Typ „52 MG 08“ eingesetzt. Das Netzgerät „IP 9057“ liefert die zum Betrieb des Verstärkers „SA 12“ notwendigen Spannungen. Das RC-Glied  $R6, C1$  siebt die Anodenspannung für die Vorstufe im Verstärker und entkoppelt gleichzeitig die Anodenspannungen von Vor- und Endstufe. Zwischen den Anschlüssen 7 am Speisegerät sowie 7 und 8 des Verstärkers sind zwei getrennte Verbindungen erforderlich, damit die Vorstufe des Verstärkers wegen des verhältnismäßig hohen Stromes der Endstufe nicht zum Schwingen angeregt wird.

Die Erregerspannungen für den Motor und den Generator werden dem Transformator  $Tr1$  entnommen. Die an der Steuerwicklung des Motors liegende Spannung muß gegenüber der an der Erregerwicklung um den Phasenwinkel  $90^\circ \pm 5^\circ$  verschoben sein. Das erreicht man, indem man das Geberpotentiometer  $R3$  über ein phasendrehendes RC-Glied speist. Mit dem Potentiometer  $R1$  läßt sich die Phasenlage und mit  $R2$  die Amplitude der Geberpotentiometer-Speisespannung einstellen. Auch die Erregerspannung des Generators wird durch ein RC-Glied in die richtige Phasenlage gebracht, wobei der Widerstand  $R5$  bei 50 Hz 4,7 kOhm und bei 60 Hz 3,3 kOhm sein muß. Die Phasenlage der Generator-Ausgangsspannung ist dann genau um  $180^\circ$  gegenüber der Geberpotentiometer-Spannung verschoben und dadurch die Bedingung für den Spannungsvergleich zwischen Soll- und Istwert am Verstärkereingang erfüllt. In dieser

und  $-10\%$  vom Nennwert ändert. Die Messungen erfolgten am unbelasteten Motor. Im Bild 77 ist die Abhängigkeit der Drehzahl von der Wicklungstemperatur  $I_w$  des Motorgenerators und der Spannung  $U_B$  am Punkt  $B$  (Bild 75) dargestellt. Bei konstanter Motortemperatur ändert sich die Drehzahl proportional mit der Spannung des Gebers am Punkt  $B$ . Unter normalen Einbauverhältnissen ist etwa 20 min nach der Inbetriebnahme eine konstante Temperatur erreicht. Soll die Motordrehzahl über längere Zeit konstant bleiben, so muß man das Temperaturgleichgewicht abwarten. Der Drehzahlabfall  $\Delta n$  bei verschiedenen Lastdrehmomenten  $M$  ist aus Bild 78 ersichtlich.

Über die Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten des Geschwindigkeits-Servos gibt Bild 79 Auskunft. Die Kurve  $a$  stellt die Ankerbeschleunigung dar, wenn an den Eingang des Systems eine Spannung angelegt wird. Beim Abschalten der Eingangsspannung verzögert sich die Ankerdrehzahl nach der Kurve  $b$  bis zum Stillstand. Beide Kurven wurden bei unbelastetem Motor aufgenommen. Aus Bild 79 läßt sich eine Beschleunigung von  $440 \text{ U/s}^2$  und eine Verzögerung von  $410 \text{ U/s}^2$  berechnen.

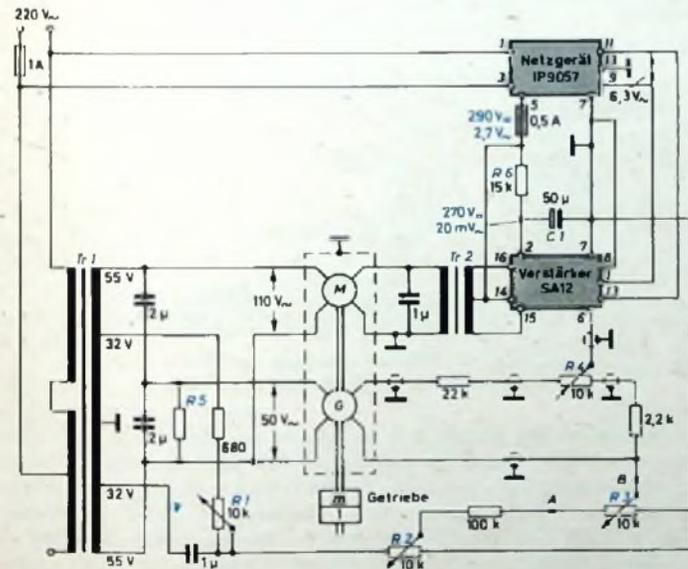


Bild 75. Schaltung eines Geschwindigkeits-Servos

Schaltung (Bild 75) arbeitet der Motor nur in einer Drehrichtung. Wird auch Gegenlauf gewünscht, so muß die Geberspannung umgepolt werden können, oder man verwendet einen zusätzlichen Transformator, mit dem es möglich ist, von einer Drehrichtung über Null in die andere Drehrichtung zu regeln.

Im folgenden sind die wichtigsten Meßresultate und Kennlinien des Geschwindigkeits-Servos wiedergegeben. Bei der Beurteilung muß berücksichtigt werden, daß die Schaltung ohne Temperaturkompensation arbeitet. Diese wird erforderlich, wenn man höhere Genauigkeiten wünscht.

Bild 76 zeigt die Abhängigkeit der Motordrehzahl von Netzspannungsschwankungen, wenn sich die Netzspannung um  $+20, +10$

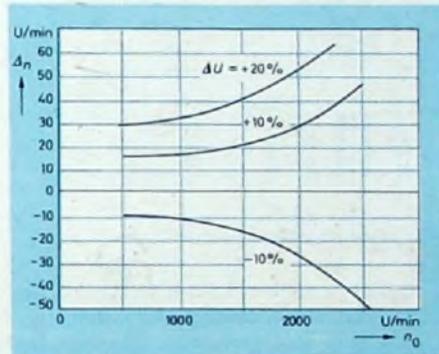


Bild 76. Abhängigkeit der Motordrehzahl von Netzspannungsschwankungen

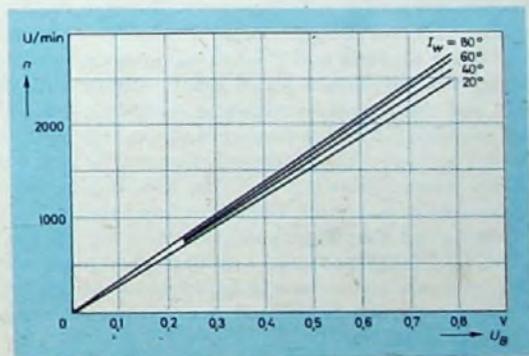


Bild 77 (unten). Abhängigkeit der Drehzahl von der Wicklungstemperatur des Motorgenerators und der Geberspannung am Punkt B (s. Bild 75)

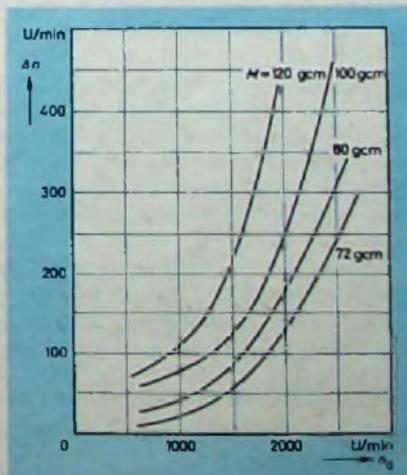
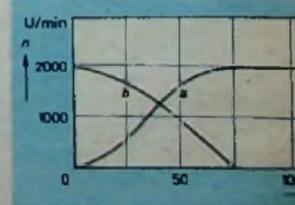


Bild 78. Drehzahlabfall bei verschiedenen Lastmomenten

Bild 79 (unten). Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten des Geschwindigkeits-Servos: a Ankerbeschleunigung, b Ankerverzögerung



### 5.3.2 Lage-Servo

Der Lage-Servo im Bild 80, der ebenfalls für den Betrieb an einem 220-V-Netz mit 50 oder 60 Hz ausgelegt ist, enthält den gleichen Motorgenerator, das gleiche Netzgerät und den gleichen Verstärker wie der im Abschnitt 5.3.1 beschriebene Geschwindigkeits-Servo. Auch die Erregerspannungen, Phasenlagen und die zur Erzeugung der Phasenlagen notwendigen Phasendrehglieder sind gleich ausgeführt. Das gilt auch in Bezug auf das Zusammenschalten des Verstärkers mit dem Netzgerät.

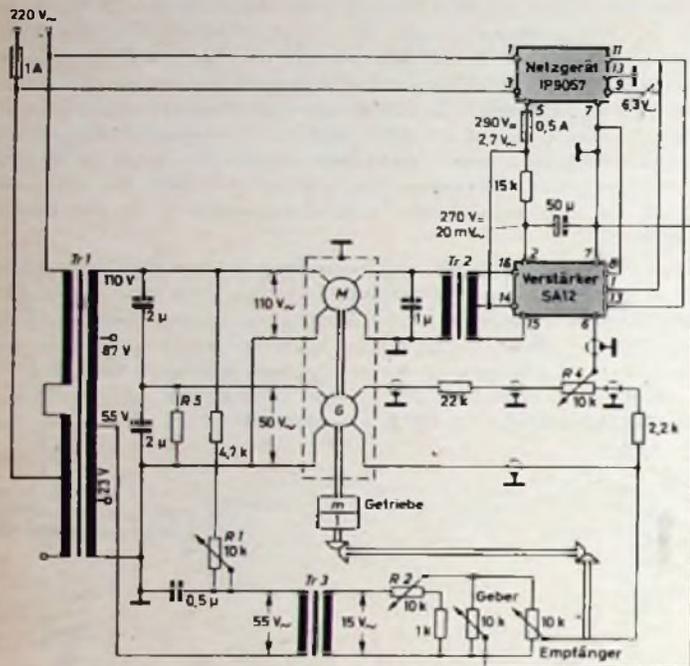


Bild 80. Schaltung des Lage-Servos

Der grundsätzliche Unterschied zwischen beiden Systemen besteht darin, daß hier ein Geber- und ein Empfängerpotentiometer vorhanden sind. Letzteres wird vom Motorgenerator über ein Reduktionsgetriebe betätigt. Bei diesem System muß das Empfängerpotentiometer dem Geberpotentiometer nachlaufen. Beide Potentiometer werden über den Transformator *Tr 3* gespeist, damit die Erdungsverhältnisse im Meß- und Stromversorgungskreis eindeutig sind und nicht zu Komplikationen Anlaß geben. Stimmen die Stellungen des Geber- und des Empfängerpotentiometers überein, ist die dem Verstärker zugeführte Fehlerspannung Null, und der Motor steht still. Unterscheiden sich die Potentiometerstellungen, so tritt eine Fehlerspannung mit einer Phasenlage auf, die den Motor mit der Drehrichtung laufen läßt, in der die Fehlerspannung abnimmt, in der sich also die Stellung des Empfängerpotentiometers der Stellung des Gebers nähert. Die Fehlerspannung resultiert aber nicht nur aus der Verstellung zwischen Geber- und Empfängerpotentiometer, sondern sie ist die Differenz aus dieser und der Tacho-Spannung, die der Drehzahl proportional ist.

Die Messung des Phasen- und Frequenzganges (Bild 81) erfolgte bei sinusförmiger Geberbewegung. Auf die Motorwelle bezogen, beträgt die Geberamplitude etwa  $100^\circ$ . Die Grenzfrequenz (3 dB Abfall der Amplitude) liegt bei 26 Hz.

Die Bilder 82 und 83 zeigen den Einschwingvorgang des Systems, wenn man das Geberpotentiometer gegenüber dem Empfängerpotentiometer um  $10^\circ$  und um  $90^\circ$  auslenkt. Dabei muß der Schleifer des Empfängerpotentiometers an Masse gelegt werden, damit das Verstärker-Eingangssignal beim Auslenken des Potentiometers Null bleibt. Dann wird die Masseverbindung unterbrochen und der Einschwingvorgang gemessen.

Die Messungen im Bild 82 wurden mit einer Übersetzung zwischen Motor und Empfängerpotentiometer von 20,7:1 und im Bild 83 von 7,4:1 durchgeführt. Außerdem wurde die Gegenkopplung beziehungsweise die Generatorspannungsamplitude für die beiden Meßkurven in jedem Bild verschieden eingestellt. Aus den Kurven läßt sich erkennen, daß die Beschleunigungen angenähert gleich groß sind, während die Verzögerung bei stärker gegengekoppeltem System langsamer erfolgt.

Allgemein ist zu diesen beiden Arten von Servosystemen noch zu sagen, daß nur das zweite System ein richtig ausgebildetes Meßelement hat, nämlich im vorliegenden Fall Geber- und Empfängerpotentiometer. Beim Geschwindigkeits-Servo wird zwar der Tachogenerator zur Messung der Drehzahl herangezogen; er ist aber nicht als Meßelement ausgebildet, sondern dient im allgemeinen nur zur Gegenkopplung für den Einschwingvorgang. Sein Ausgangssignal ist wohl genau proportional der Drehzahl, aber hängt auch von der Wicklungstemperatur ab, die den inneren Spannungsabfall beeinflusst. Wird bei diesem System eine große Genauigkeit gewünscht, so ist es unerlässlich, die Temperatureinflüsse zu kompensieren. Beim Lage-Servo dagegen entspricht die statische Genauigkeit im wesentlichen der Meßelemente, die sehr hoch ist. Die dynamische Genauigkeit kann nur im Zusammenhang mit dem jeweiligen Anwendungsfall analysiert werden. Sie läßt sich daher hier nicht genauer präzisieren.

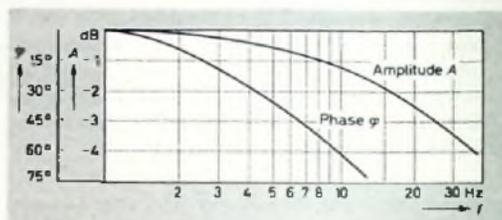


Bild 81. Phasen- und Frequenzgang des Lage-Servos

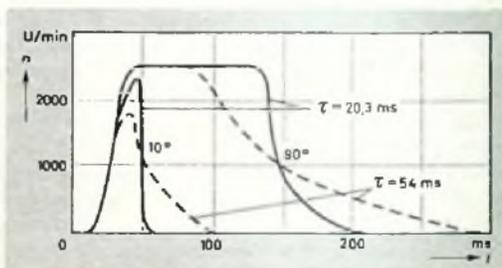


Bild 82. Einschwingvorgang bei einer Übersetzung des Getriebes von 20,7:1

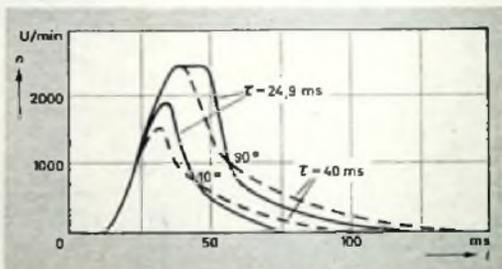


Bild 83. Einschwingvorgang bei einer Übersetzung des Getriebes von 7,4:1

Mit diesen beiden praktischen Beispielen ist das Gebiet aber noch nicht erschöpft, wenn man bedenkt, daß mit den beschriebenen Servoelementen mehr als zehn Kombinationen möglich sind. Hinzu kommen noch viele Abarten und Ausführungen mit Sonderbedingungen. Diese Beitragsreihe sollte vor allem das nötige Verständnis für dieses verhältnismäßig neue Gebiet erwecken, damit einerseits alle Möglichkeiten ausgeschöpft, aber andererseits auch keine übertriebenen Forderungen gestellt werden.

## Buchbesprechungen

**Flychentransistoren in der Impulstechnik.** Von P. A. Neeteson. Eindhoven 1960. Philips' Technische Bibliothek. 15 1/2 x 23 3/4 cm. 186 S. m. 105 B. Preis in Ganzl. geb. 15 DM

Der Verfasser untersucht im ersten Kapitel die Vor- und Nachteile aller bekannten elektronischen Schalter und weist nach, daß, über alles gesehen, der Transistor diesen Schalteranforderungen am besten gerecht wird. Daran anschließend wird das Verhalten des Transistors in den bereits von der Röhrentechnik her bekannten Grundschaltungen der Impulstechnik (Impulsgeneratoren, Impulsdormer usw.) beschrieben. Nach einer kurzen Darstellung von Hilfsanordnungen, wie Impulstore usw., werden im abschließenden Kapitel einige Beispiele für die Verknüpfung der Grundschaltungen zu den sogenannten logischen Schaltungen aufgezeigt.

# Vor- und Nachteile der Filter- und Phasenschiebermethode bei Einseitenbandbetrieb von KW-Sendern

## Phasenschiebersender

Ein Einseitenbandsignal läßt sich auch mit der Phasenschiebermethode erzeugen. Hierbei wird das unerwünschte Seitenband durch phasenverschobene Spannungen eliminiert. Der Phasenschiebergenerator (Bild 15) benötigt zwei Balance-Modulatoren (Bild 16) mit gemeinsamem Ausgang. Jeder Modulator erzeugt die beiden Seitenbänder und unterdrückt den Träger. Im gemeinsamen Ausgang liegen je zwei Seitenbänder (entweder die oberen oder die unteren) in Phase und in Gegenphase. Die in Phase liegenden Spannungen addieren sich, während sich die in Gegenphase liegenden aufheben. Am Ausgang des Doppel-Balance-Modulators erscheint dann nur ein Seitenband.

Die verschiedenen Arten von Phasenschiebergeneratoren enthalten alle zwei Phasenschiebernetzwerke, und zwar ein Niederfrequenz- und ein Trägerfrequenznetzwerk. Gute Seitenbandunterdrückung im Doppel-Balance-Modulator läßt sich nur erreichen, wenn in den Netzwerken die Phase exakt um 90° gedreht wird und die Amplituden der jeweiligen Spannungen gleich sind. Weicht die Phasendifferenz bei beiden NF-Spannungen um den Winkel  $\alpha$  von 90° ab, dann ist die Unterdrückung  $A$  des unerwünschten Seitenbandes gegenüber dem gewünschten

$$A = 20 \lg \cot \frac{\alpha}{2} \quad [dB] \quad (2)$$

Weicht die Phasendrehung um 1° ab, so erreicht die Unterdrückung 40 dB, bei 3,5° Abweichung aber nur noch 30 dB, vorausgesetzt, daß das Trägerfrequenz-Phasenschiebernetzwerk in Ordnung ist. Weichen die Amplituden voneinander ab, so gilt

$$A = 20 \lg \frac{200 + \Delta U}{\Delta U} \quad [dB] \quad (3)$$

Darin ist  $\Delta U$  die Differenz der beiden Amplituden in Prozent. Bei  $\Delta U = 1\%$  erhält man eine Seitenbandunterdrückung von 45 dB, bei 4% Differenz jedoch nur noch 34 dB. Das gleiche gilt auch für das Trägerfrequenz-Phasenschiebernetzwerk.

Die exakte Phasendrehung für das NF-Spektrum erfordert ein kompliziertes Netzwerk (Bild 17), da man die Phasendifferenz von 90° für alle Frequenzen (im allgemeinen wählt man den Bereich von 0,3 ... 3 kHz) auf  $\pm 1\%$  erzeugen muß [4]. Im NF-Verstärker sind die Frequenzen unterhalb 300 Hz und oberhalb 3 kHz stark zu dämpfen, weil diese Frequenzen nicht mehr exakt um 90° gedreht werden. Man fügt daher vor dem Phasenschiebernetzwerk einen Tiefpaß zur Dämpfung der Frequenzen oberhalb 3 kHz ein (Bild 18). Die Frequenzen unterhalb 300 Hz lassen sich durch kleine Koppelkondensatoren (etwa 2 nF) und kleine Katodenkondensatoren im NF-Verstärker unterdrücken.

Der Phasenschieber nach Bild 17 hat eine Eingangsimpedanz von 2,5 kOhm. Das 100-Ohm-Potentiometer dient zur Symmetrierung. Der Ausgang arbeitet auf eine Stufe mit hoher Eingangsimpedanz. Wird diese Bedingung nicht eingehalten, so ist es nicht möglich, eine konstante Phasendrehung von 90° zu erreichen. Das Potentiometer ist genau eingestellt, wenn die Ausgangsspannungen gegen Masse

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 16 (1960) Nr. 22, S. 826

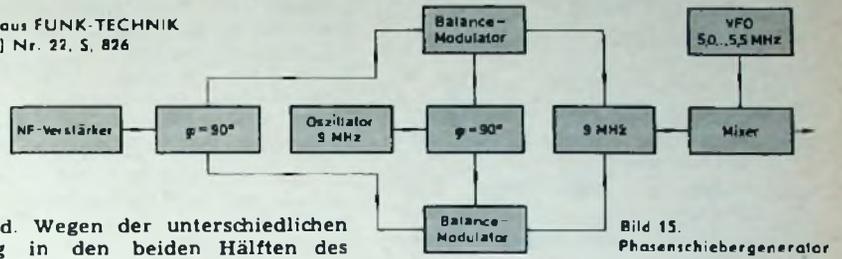


Bild 15. Phasenschiebergenerator

gleich sind. Wegen der unterschiedlichen Dämpfung in den beiden Hälften des Netzwerkes ist der Eingangsteiler unsymmetrisch ausgeführt.

Der Abgleich im Sender kann mit einem Röhrenvoltmeter mit hoher Eingangsimpedanz erfolgen. Besser ist es jedoch, einen Oszillografen, der einen X- und Y-Verstärker hat, und einen NF-Generator zu verwenden. Man wählt eine Frequenz von etwa 1500 Hz, gibt sie gleichzeitig auf den X- und Y-Verstärker und regelt die Verstärkung so ein, daß ein Strich mit 45° Neigung auf dem Schirm erscheint. Die Einstellung am Oszillografen darf jetzt nicht mehr verändert werden. Dann verbindet man den Generator mit dem Eingang des NF-Verstärkers und den Oszillografen mit dem Ausgang des Netzwerkes. Jetzt wird das Potentiometer so lange verstellt, bis ein sauberer Kreis entsteht. Vorausgesetzt ist, daß für das Netzwerk Einzelteile mit 1% Toleranz verwendet wurden.

Einfacher läßt sich eine Phasendrehung von 90° für die Trägerfrequenz erreichen, da hier nur eine Frequenz auftritt. Die einfachste Methode ist die Verwendung zweier lose gekoppelter Kreise ( $L_1, C_1$  und  $L_2, C_2$  im Bild 16), von denen man den einen auf die Frequenz oberhalb ( $f_0$ ) und den anderen auf die Frequenz unterhalb ( $f_u$ ) der Trägerfrequenz  $f_T$  abstimmt, bei denen die Spannung des auf  $f_T$  abgestimmten Kreises um 3 dB abgesunken ist (Bild 19). Unter dieser Bedingung sind die Spannungen an den Auskoppelwicklungen  $L_{1a}$  und  $L_{2a}$  um 90° phasenverschoben.

Sehr einfach läßt sich die Phase auch mit Hilfe von RL- oder RC-Netzwerken (Bilder 20 und 21) um 90° drehen [4]. Die 90°-Phasendrehung gilt nur für die Frequenz, die den Bedingungen

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R} \quad L = \frac{R}{2\pi \cdot f} \quad (4, 5)$$

genügt. Weicht die Frequenz ab, so sind auch die Ausgangsamplituden nicht mehr gleich, und das hat eine geringere Seitenbandunterdrückung zur Folge. Daher ist es ungünstig, das Trägerfrequenz-Phasenschiebernetzwerk hinter einem variablen Steuersender anzuordnen, weil man dann nach jeder Frequenzveränderung den Phasenschieber nachstimmen muß. Besser ist es, einen Trägeroszillator mit einer festen Frequenz (zum Beispiel 9 MHz) zu verwenden (Bild 15). Durch Mischung mit der von einem VFO (Frequenzbereich 5,0 ... 5,5 MHz) gelieferten Frequenz erhält man dann das 80-m- und 20-m-Band. Die Seitenbandumschaltung kann sehr einfach mit einem Polwender im NF-Ausgang erfolgen (Bild 22).

### Weiteres Schrifttum

- [4] Kirchner, F. W.: Eine Betrachtung über SSB (Single-Sideband). Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 23, S. 829-830

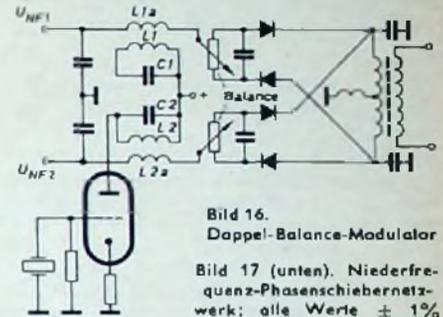


Bild 16. Doppel-Balance-Modulator

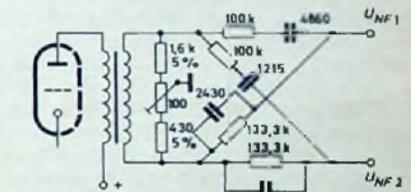


Bild 17 (unten). Niederfrequenz-Phasenschiebernetzwerk: alle Werte  $\pm 1\%$

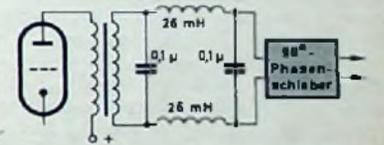


Bild 18. Tiefpaß

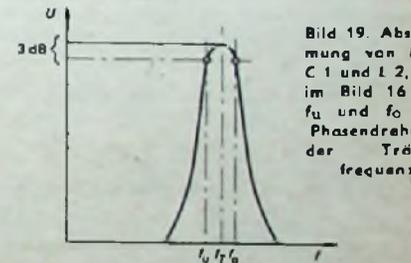


Bild 19. Abstimmung von  $L_1, C_1$  und  $L_2, C_2$  im Bild 16 auf  $f_u$  und  $f_0$  zur Phasendrehung der Trägerfrequenz

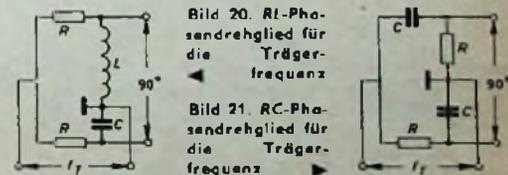
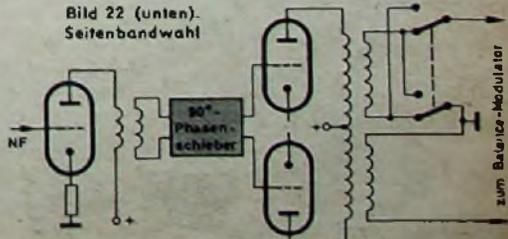


Bild 20. RL-Phasendrehglied für die Trägerfrequenz

Bild 21. RC-Phasendrehglied für die Trägerfrequenz

Bild 22 (unten). Seitenbandwahl



zum Balance-Modulator

# Nachhall- und Mischverstärker »Diwefon 760 H«

## Technische Daten

- Ausgangsleistung: etwa 8 W
- Klirrfaktor: etwa 3%
- Klangregelung:
  - Höhen (bei 10 kHz): +10 ... -20 dB
  - Tiefen (bei 60 Hz): +15 ... -15 dB
- Eingänge: Rundfunk, Tonband, Tonabnehmer und Mikrofon
- Summenregler mit gehörlicher Lautstärkeregelung
- Sekundärimpedanz des Ausgangsübertragers: 6 Ohm
- NF-Trennröhre

Niederfrequenzspannung gelangt bei geschlossenem Schalter über den Trennkondensator C 2 zum Eingangsregler. Am Schleifer des Eingangspotentiometers liegt das Entkopplungsglied R 6, C 8. Kondensator C 11 ist mit 100 pF bemessen, um Höhenverluste zu vermeiden.

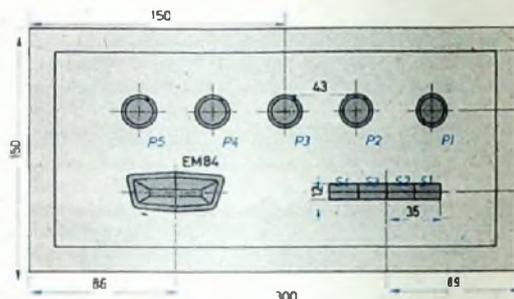
Über den Kopplungskondensator C 9 gelangt die Wechselfspannung an das Gitter der ersten Verstärkerröhre.

Benutzt man den vierten Eingang mit der Buchse Bu 4, dann wird das Eingangssignal vorverstärkt. Dieser Eingang ist speziell für Mikrofone gedacht. Bei Verwendung eines Kristallmikrofons gelangt die Niederfrequenz über C 1 direkt zum Gitter der Vorverstärkerröhre. Um ein dynamisches Mikrofon richtig anzupassen, ist ein Eingangsübertrager mit einer Primärimpedanz von 200 Ohm und einem Übersetzungsverhältnis von 1:30 zwischenzuschalten. Das eine Ende der Primär- und der Sekundärwicklung liegt an Masse.

Die Mikrofon-Vorverstärkerstufe ist mit der NF-Pentode EF 86 bestückt. Um hohe Verstärkung und einen großen Aussteuerbereich zu erhalten, wird die EF 86 mit einem Katodenaggregat betrieben. Infolge der guten Siebung der Betriebsspannung für diese Röhre ergibt sich eine brumfreie Vorverstärkung. Die Anodenwechselspannung ist über C 6 zum Potentiometer P 1 geführt. Nach einem Entkopplungsglied gelangt die NF an das Gitter von Rö 2a. Diese und die nächste Verstärkerstufe sind mit der Doppeltriode ECC 83 bestückt. Das erste System arbeitet mit einem Katodenaggregat und einem Gitterableitwiderstand von 1 MOhm. Die Katode des zweiten Systems liegt an Masse. Der Gitterableitwiderstand ist deshalb 10 MOhm groß. Der Arbeitswiderstand beider Systeme wurde mit je 300 kOhm bemessen. Zwischen den beiden Trioden liegen das Klangregel-Netzwerk und der Summenregler. Für die gehörliche Lautstärkeregelung wird ein angezapftes Potentiometer (1,3 MOhm) verwendet. Um die Höhenverluste bei zurückgedrehtem Lautstärkeregelregler auszugleichen, liegt zwischen dem heißen Ende und der Anzapfung des Potentiometers der 50-pF-Kondensator C 12. Durch frequenzabhängige Spannungsteilung lassen sich die Höhen mit P 4 bei 10 kHz um +10 dB bis -20 dB regeln. Mit P 5 gelingt es, die Tiefen um ±15 dB zu heben oder zu senken. Für die Entkopplung sind R 11 und R 12 bestimmt.



Ansicht des Nachhallverstärkers mit Mischpult und Mikrofon



Anordnung der Einzelteile auf der Frontplatte

Mancher Tonbandfreund möchte gelegentlich seinen Aufnahmen Nachhall künstlich beimischen. Hierfür gibt es zwei Methoden. Man verwendet beispielsweise eine magnetontechnische Verzögerungsapparatur oder einen Nachhallverstärker mit Hallraum. Das zweite Verfahren ist für den Tonbandamateurler besonders einfach. Ein geeigneter Hallraum ist fast in jedem Haus zu finden (Waschküche, Keller Räume usw.). Auch der Nachhallverstärker ist leicht selbst zu bauen. Im Prinzip handelt es sich um einen normalen NF-Verstärker mit Mikrofon-Vorstufe und einer Endstufe mittlerer Leistung. Das Besondere eines solchen Gerätes ist das elektrische „Rückschlagventil“. Verzichtet man auf dieses Ventil, dann tritt akustische Rückkopplung auf; der ganze Nachhallkreis, Verstärker - Lautsprecher - Hallraum - Mikrofon - Verstärker, bietet geradezu ideale Rückkopplungsmöglichkeiten.

Sehr vorteilhaft ist es, wenn sich der Verstärker auch für übliche Übertragungen verwenden läßt. Das beschriebene Gerät wurde daher mit mehreren mischbaren Eingängen und einer getrennt regelbaren Höhen- und Tiefenkorrektur versehen.

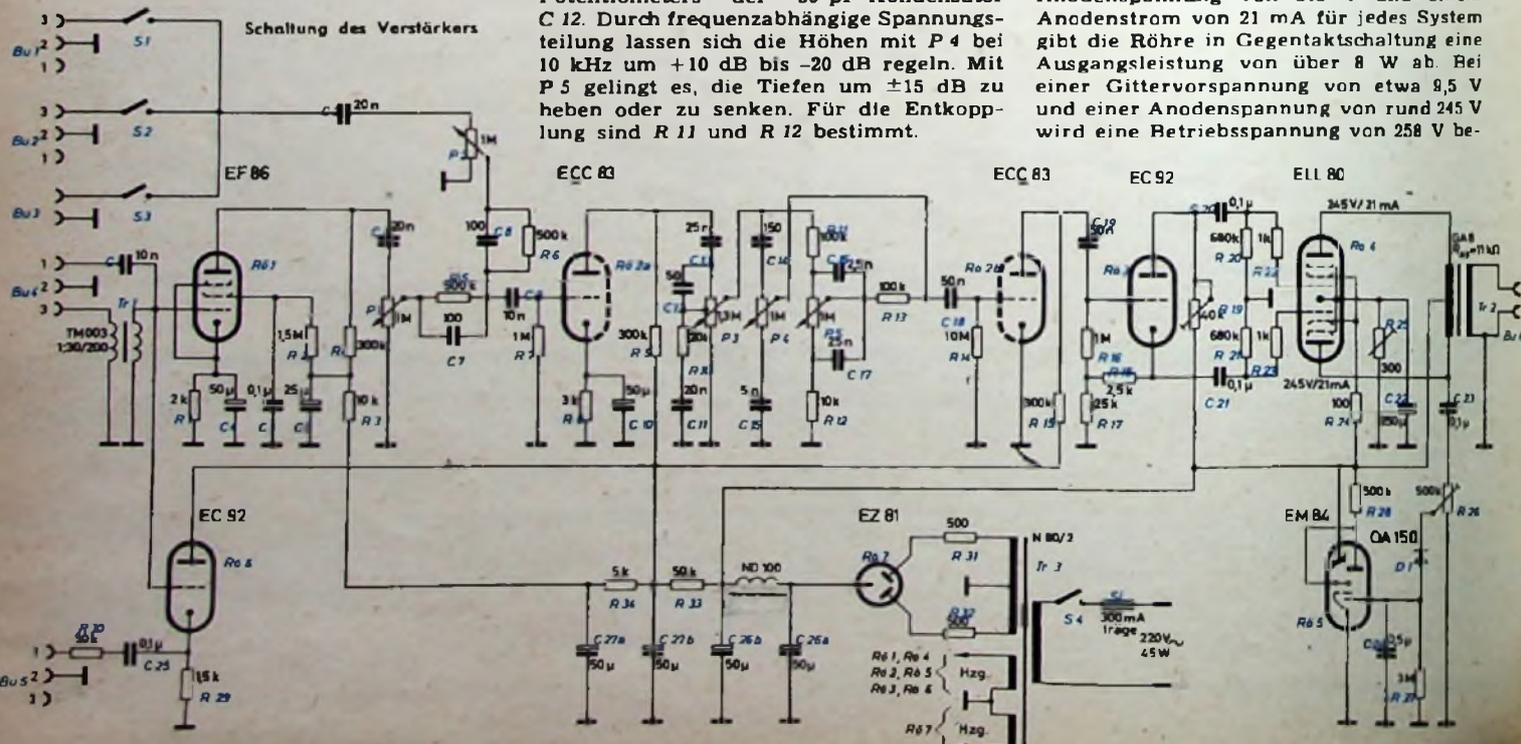
## Schaltung der Vorstufen

Der Verstärker hat insgesamt vier Eingänge. Davon sind drei (Bu 1, Bu 2 und Bu 3) getrennt abschaltbar. Die angelegte

## Endstufe mit Doppelendpentode ELL 80

Die Triode EC 92 arbeitet als Phasenumkehrer in Katodenschaltung. Beide Systeme der Doppelendpentode ELL 80 sollen gleiche Gitterwechselspannung erhalten. Deshalb wurde als Anodenwiderstand für die Phasenumkehrer eine regelbarer Widerstand von 40 kOhm verwendet. Die Koppelkondensatoren zu den Gittern der ELL-80-Systeme sind mit Rücksicht auf gute Baßwiedergabe ziemlich hoch bemessen (je 0,1 µF). Die beiden 1-kOhm-Widerstände in den Gitterkreisen der Endpentoden verhindern das Auftreten von UKW-Schwingungen an der ELL 80.

Die hier verwendete AB-Schaltung der ELL 80 ist sehr wirtschaftlich. Bei einer Anodenspannung von 245 V und einem Anodenstrom von 21 mA für jedes System gibt die Röhre in Gegentaktschaltung eine Ausgangsleistung von über 8 W ab. Bei einer Gittervorspannung von etwa 9,5 V und einer Anodenspannung von rund 245 V wird eine Betriebsspannung von 258 V be-



## Dual - auch in der Form vollendet



Qualität wird glaubhaft erst durch die gute Form - eine Erkenntnis, die das Gesicht aller Dual-Erzeugnisse bestimmt. Man spürt schon auf den ersten Blick die sichere Handschrift anerkannter Formgestalter.

Dual-Phonogeräte sind eben wie geschaffen für Freunde des guten Tons und der gepflegten Häuslichkeit: technisch ausgereift, brillant im Klang, nobel im Profil.

Hand in Hand mit einem derart hohen Standard geht eine vernünftige Kalkulation. Wer ernsthaft prüft, was Dual-Phonogeräte leisten, wird feststellen: sie sind ihren Preis wirklich wert.

Dual-Plattenspieler, Plattenwechsler, Phonokoffer und Stereoanlagen, das ist ein Geräteprogramm, mit dem Sie auch Ihre anspruchsvollsten Kunden zufriedenstellen können. -

Bitte, fordern Sie Informationen von Dual Gebrüder Steldinger, St. Georgen/Schwarzwald.

**Zum guten Ton gehört Dual**



nötigt. Der regelbare Widerstand in der gemeinsamen Katode der beiden Systeme gestattet, den Anodenruhestrom genau einzustellen. Der 300-Ohm-Katodenregler R 25 ist durch einen 250- $\mu$ F-Elektrolytkondensator für 15 V überbrückt.

An der Anode eines Pentodensystems liegt C 23. Die über diesen Kondensator fließende Wechselspannung wird mit der Germaniumdiode OA 150 gleichgerichtet und dem Steuergitter der Anzeigeröhre EM 84 zugeführt. Der 0,5- $\mu$ F-Kondensator C 24 glättet die gleichgerichtete Niederfrequenz und verhindert so ein übermäßiges Flackern des Magischen Auges. Die Aussteuerungsanzeigeröhre soll so eingestellt werden, daß sich das Magische Auge erst bei Übersteuerung einer Stufe - das heißt beim Auftreten von Verzerrungen - schließt.

#### Rückschlagventil mit EC 92

Diese Stufe arbeitet mit der EC 92. Das Gitter ist mit dem Steuergitter der Mikrofonvorstufe direkt verbunden. Die Niederfrequenz wird an der Katode ausgekoppelt und über einen Kopplungskondensator und den Widerstand R 30 der Ausgangsbuchse Bu 5 zugeführt.

Die Anode der EC 92 erhält volle positive Spannung; sie ist über den Elektrolytkondensator C 27b niederfrequenzmäßig mit Masse verbunden. Mit Hilfe dieser Röhre wird das Auftreten von akustischer Rückkopplung verhindert, so daß der Nachhall ordnungsgemäß verstärkt werden kann. Vergleicht man die Gitter-Katodenstrecke mit einem Ventil, dann ist das Ventil in der Richtung Gitter-Katode geöffnet und in der Richtung Katode-Gitter gesperrt.

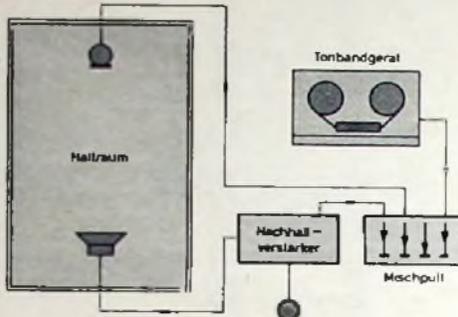
#### Mechanischer Aufbau des Verstärkers

An der Frontplatte des Verstärkers sind oben die Potentiometer angeordnet. Rechts außen liegt der Regler für die Mikrofonvorstufe, daneben der Eingangsregler für die anderen drei Eingänge, der Summenregler, ferner das Potentiometer für die Höhenregelung und ganz links der Tiefenregler. Rechts unten wurde das Drucktastenaggregat mit den vier Schaltern S 1, S 2, S 3 und dem Netzschalter S 4 eingesetzt. Die Tasten haben Einzelrastung. Die Aussteuerungsanzeigeröhre und die dazugehörige Blende fanden unter den beiden Klangreglern Platz.

Beim Aufbau des Gerätes wurde auf strenge Trennung zwischen dem immer mit einem Brummfeld umgebenen Netzteil und den Verstärkerstufen geachtet. Auf der linken Seite des Chassis (von vorn gesehen) sind der Netztransformator Tr 3, die Netzdrossel „ND 100“ (100 mA), die Gleichrichterröhre EZ 81 und die Sieb-Elektrolytkondensatoren montiert. 130 mm vom rechten Chassisrand sitzt der Gegentakt-Ausgangsübertrager und daneben der Entbrummer R 25. Rechts befinden sich die Röhren und der Eingangsübertrager Tr 1. Sämtliche sechs Buchsen sind nebeneinander an der Rückseite des Gehäuses montiert, desgleichen das Sicherungselement und die Netzkabeldurchführung. Das ganze Gerät wurde in ein Metallgehäuse mit den Abmessungen 300x150x200 mm eingebaut.

#### Erzeugung des Nachhalls mit Nachhallverstärker und Hallraum

Soll beispielsweise für eine Tonbandaufnahme künstlicher Nachhall erzeugt werden, dann sind der Nachhallverstärker, der Lautsprecher, die Mikrofone und das Mischpult gemäß Blockschaltbild zusammen-



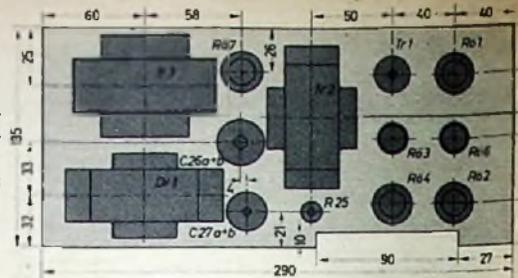
Zusammenschaltung der Geräte für Hallaufnahmen

zuschalten. Im Aufnahmezimmer werden Verstärker, Aufnahmefunktionen, Mischpult und das Tonbandgerät aufgestellt, im Hallraum der mit dem Nachhallverstärker verbundene Lautsprecher und ein zweites Aufnahmefunktion, dessen NF-Spannungen zu einem Eingang des Mischpultes gelangen. Zu einem weiteren Eingang wird der niederohmige Ausgang der Ventilaröhre EC 92 geführt (Bu 5 des Nachhallverstärkers). Je nach Betätigen der beiden Mischregler wird das Intensitätsverhältnis des Nachhalls zur Originaldarbietung geändert. Der Zeitunterschied zwischen Nachhall und Original ist dagegen allein von den akustischen Verhältnissen im Hallraum abhängig (Reflexionsfähigkeit und Abstand der Wände). Stehen mehrere Räume zur Verfügung, dann ist der für den jeweiligen Zweck besonders geeignete durch Versuch zu ermitteln.

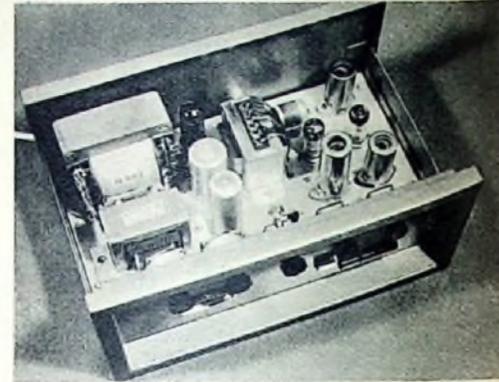
Da alle Leitungen niederohmig sind - eine Ausnahme bildet lediglich die Verbindung des Mischpultes mit dem Tonbandgerät -

#### Einzelteilliste

Metallgehäuse „17b“	(Leistner)
Netztransformator „N 80/2“	(Engel)
Netzdrossel „ND 100“	(Engel)
Gegentakt-Ausgangsübertrager „GA 8“ (R <sub>ab</sub> = 11 kOhm)	(Engel)
Eingangübertrager „TM 002“, 1 : 30/200	(Sennheiser)
5 Novalröhrenfassungen mit Abschirmhauben	(Preh)
2 Pico-7-Röhrenfassungen	(Preh)
Entbrummer 300 Ohm/1 W	(Preh)
4 Normbuchsen, 3polig	(Preh)
Rollkondensatoren	(Wima)
Elektrolytkondensatoren 2 x 50 $\mu$ F und 25 $\mu$ F	(NSF)
Drucktastenaggregat „3 x L 17,5 N 4u schw. EF + 1 x L 17,5 N 1 AUS elf. EE“	(Schadow)
Drehknöpfe „K 5214“	(Dr. Mozar)
2 Anschlußleisten	(Dr. Mozar)
Sicherungselement mit Sicherung	(Wickmann)
1 Potentiometer 1,3 MOhm, pos. lag. mit Anzapfung	(Dralowid)
2 Potentiometer 1 MOhm, pos. lag.	(Dralowid)
2 Potentiometer 1 MOhm, ln.	(Dralowid)
Einstellpotentiometer 40 kOhm	(Dralowid)
Widerstände	(Dralowid)
Röhren ECC 83, EF 86, ELL 80, EZ 81, EM 84, EC 92	(Valvo, Lorenz)



Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis



Blick von vorn auf das Chassis

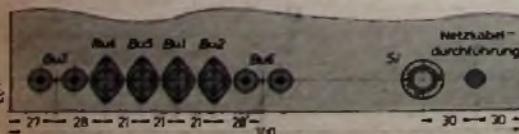
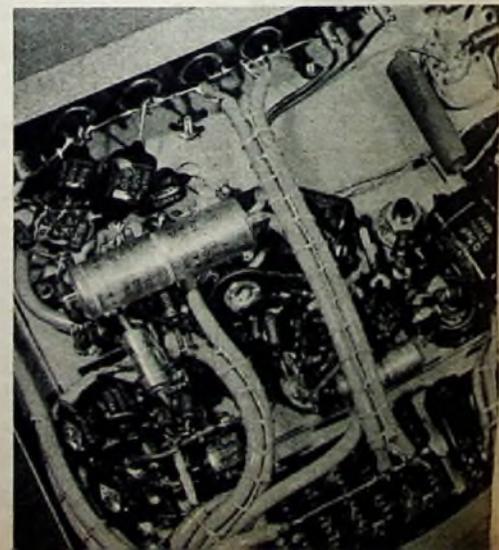


Blick von rückwärts auf das Chassis

kommt man fast immer mit unabgeschirmten Leitungen aus. Die Länge der Mikrofon- und Lautsprecherleitungen zum Hallraum ist wenig kritisch; maximale Längen bis 200 m sind noch tragbar.

Als Lautsprecher im Hallraum eignet sich jedes System, das die Höhen einwandfrei wiedergibt. Auf gute Baßwiedergabe kann verzichtet werden, da sonst das Klangbild dumpf und undeutlich wird. In manchen Räumen ist es sogar vorteilhaft, die Bässe im Verstärker abzusenken. Für das Hall-Mikrofon eignet sich besonders ein Typ mit Sprachanhebung.

Unten: Verdrahtungs-Teilansicht



Anordnung der Buchsen an der Chassis-Rückseite



## Nefru der Ägypter

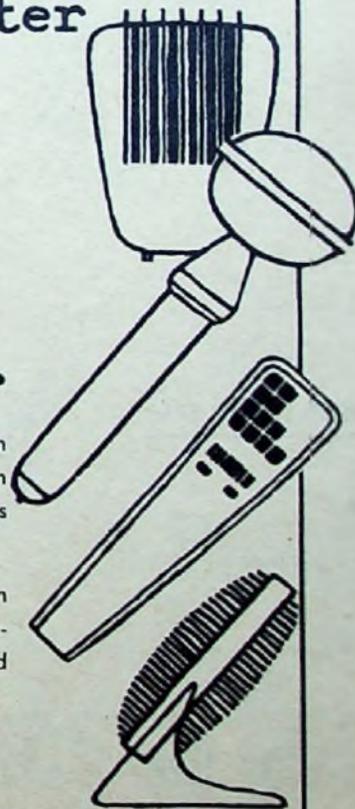
Nefru wurde später dann  
ein gar kluger Schreibersmann.  
Doch es packte ihn der Jammer,  
als er „schreiben“ sollt' mit Hammer.  
Nefru war entschieden weiser  
„Wozu kenn ich denn Sennheiser?“  
Mit Mikrofon im Handumdreh'n  
geht das „Schreiben“ wirklich schön!

### Mikrofon - Sorgen ?

Sie finden in unserem weitgespannten Programm  
– vom klangobjektiven Studio-Mikrofon bis zum  
zierlichen Knopfloch-Mikrofon – bestimmt das  
Mikrofon, das Sie suchen.

Für die Industrie entwickeln, entwerfen und bauen  
wir z. B. zu den Diktier- und Tonband-Geräte-  
Serien die genau passenden dynamischen und  
magnetischen Mikrophone.

Nehmen Sie doch bitte Kontakt mit uns auf.



**SENNHEISER**  
*electronic*

BISSENDORF / HANNOVER

Ein Geschenk von bleibendem Wert



# HANDBUCH FÜR HOCHFREQUENZ- UND ELEKTRO-TECHNIKER



Der VI. Band ist da!

**Band I—VI**

mit über 4600 Seiten

und über 3800 Bildern

Gesamtpreis nur 108,80 DM

**Alle 6 Bände**

auch einzeln lieferbar

Einer Autorengemeinschaft von 76 Kapazitäten und Spezialisten verdankt die HANDBUCH-Reihe ihren hohen Wert für Studium und Praxis

**Gesamtauflage über 250 000 Exemplare!**

Das HANDBUCH erhalten Sie in allen guten Buchhandlungen im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

SPEZIALPROSPEKTE AUF ANFORDERUNG

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK G.M.B.H.

# Das blaue Wunder

... eine Fachbibliothek von hoher Qualität

Aus dem Inhalt

## I. BAND

Herausgeber: Curt Rint

Grundlagen der Elektrotechnik · Bauelemente der Nachrichtentechnik · Elektronenröhren · Rundfunkempfänger · Elektroakustik · Tonfilmtechnik · Übertragungstechnik · Stromversorgung · Starkstromtechnik u. a. m.  
728 Seiten · 646 Bilder · Ganzleinen 15,— DM

## II. BAND

Herausgeber: Curt Rint

Neuentwickelte Bauelemente · Der Quarz in der Hochfrequenztechnik · Wellenausbreitung · UKW-FM-Technik · Funkmeßtechnik · Funkortung · Schallaufzeichnung · Elektronische Musik · Industrielle Elektronik · Fernsehen u. a. m.  
760 Seiten · 638 Bilder · Ganzleinen 15,— DM

## III. BAND

Herausgeber: Curt Rint

Stromverdrängung · Berechnung elektromagnetischer Felder · Frequenzfunktion und Zeitfunktion · Oxydische Dauermagnetwerkstoffe · Bariumtitanate · Stabantennen · Wabenkaminfenster · Hohlleiter · Dämpfungs- und Phasenentzerrung · Die Ionosphäre · Hochfrequenzmeßverfahren · Fernsehliteraturverzeichnis u. a. m.  
744 Seiten · 669 Bilder · Ganzleinen 15,— DM

## IV. BAND

Herausgeber: Kurt Kretzer

Informationstheorie · Bauelemente der Nachrichtentechnik · Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronenröhre · Verstärkertechnik · Moderne AM-FM-Empfangstechnik · Elektroakustik und Tonfilmtechnik · Planungsgrundlagen für kommerzielle Funk- und Richtfunkverbindungen · Meteorologische Anwendungen der Nachrichtentechnik · Die Elektronik in der Steuerungs- und Regelungstechnik · Theorie und Technik elektronischer digitaler Rechenautomaten · Vakuumtechnik  
826 Seiten · 769 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

## V. BAND

### Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen

Herausgeber: Werner W. Diefenbach und Kurt Kretzer

Hauptfachgebiete:

Antennentechnik · Bauelemente · Dezimelertechnik · Elektroakustik · Elektromedizin · Elektronische Musik · Entstörungstechnik · Fernmeldetechnik · Fernsehertechnik · Funkortung · Halbleitertechnik · Hochfrequenztechnik · Impulstechnik · Industrie-Elektronik · Kommerzielle Nachrichtentechnik · KW- und Amateur-KW-Technik · Lichttechnik · Mathematik · Meßtechnik · Nachrichtensysteme · Richtfunktechnik · Röhrentechnik · Rundfunktechnik · Ultrakurzwellentechnik · Werkstofftechnik  
810 Seiten · 514 Bilder · Ganzleinen 26,80 DM

## VI. BAND

Herausgeber: Kurt Kretzer

Schaltalgebra · Fortschritte in der Trägerfrequenztechnik · Die Pulsmodulation und ihre Anwendung in der Nachrichtentechnik · Gedruckte Schaltungen und Subminiaturtechnik · Meßverfahren und Meßgeräte der NF-Technik und Elektroakustik · Messungen zur Bestimmung der Kennwerte von Dioden und Transistoren · Stand der Frequenzmeßtechnik nach dem Überlagerungsverfahren · Radioastronomie · Dielektrische Erwärmung durch Mikrowellen · Magnetverstärkertechnik · Analogrechner als Simulatoren · Technik der Selbst- und Fernlenkung · Fernwirktechnik · Farbfernsehen  
765 Seiten · 600 Bilder · 48 Tabellen · Ganzleinen 19,50 DM

Das Werk wird in weiteren Bänden fortgesetzt! Es ist damit

*stets auf dem  
neuesten Stand der Technik*

BERLIN-BORSIGWALDE

## Weitere wertvolle Fachbücher

### Handbuch der Automatisierungs-Technik

Herausgeber: Dr. REINHARD KRETZMANN

484 Seiten · 390 Bilder · 13 Tabellen · Ganzleinen 34,— DM

### Handbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETZMANN

336 Seiten · 322 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

### Schaltungsbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETZMANN

224 Seiten · 206 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

### Spezialröhren Eigenschaften und Anwendungen

von Dipl.-Ing. FRITZ CUBASCH

439 Seiten · 319 Bilder · 13 Tabellen · Ganzleinen 32,— DM

### Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen moderner  
Elektronenstrahl-Oszillografen

von J. CZECH

Überarbeitete und bedeutend erweiterte Fassung von Czech:  
DER ELEKTRONENSTRAHL-OSZILLOGRAF

684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen · Ganzleinen 36,— DM

### Fundamente der Elektronik

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen

von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE

223 Seiten · 431 Bilder · 10 Tabellen · Ganzleinen 18,50 DM

### Elektrische Nachrichtentechnik

I. Band: Grundlagen, Theorie und Berechnung  
passiver Übertragungsnetzwerke

von Baurat Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER

650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen · 536 Formeln · 48 Rechenbeispiele  
97 durchgerechnete Aufgaben · Ganzleinen 34,— DM

### Fernsehempfänger

Arbeitsweise · Schaltungen · Antennen · Instandsetzung

von HERBERT LENNARTZ

248 Seiten · 228 Bilder · 7 Tabellen · Ganzleinen 22,50 DM

### Klangstruktur der Musik

Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung

Herausgegeben im Auftrag des Außeninstituts  
der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg

224 Seiten · 140 Bilder · Ganzleinen 18,50 DM

### Kompendium der Photographie

I. Band: Die Grundlagen der Photographie

Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage

von Dr. EDWIN MUTTER

358 Seiten · 157 Bilder · Ganzleinen 26,— DM

II. Band: Die Negativ-, Diapositiv- u. Umkehrverfahren  
In Vorbereitung

### Wörterbuch der Photo-, Film- und Kinotechnik mit Randgebieten

I. Band: Englisch · Deutsch · Französisch

von Dipl.-Ing. WOLFGANG GRAU

664 Seiten · Ganzleinen 37,50 DM

### IN VORBEREITUNG

Elektrische Antriebe  
elektronisch gesteuert und geregelt

von Ing. GERHARD WEITNER

# Hochohmiger Leitungsprüfer mit Gleichspannungswandler

Bei der Kontrolle hochohmiger Bauteile – wie Gitterleitwiderstände oder Kondensatoren – kommt man mit dem einfachen niederohmigen Leitungs- oder Durchgangsprüfer nicht aus. In solchen Fällen eignet sich die Glimmröhre als Indikator. Der hier verwendete Typ hat einen hohen Innenwiderstand und zündet bei einer Spannung von etwa 110 V. Die Stromaufnahme ist 0,4 mA. Bei einer 150-V-Batterie als Stromquelle käme man zu relativ großen Abmessungen des Prüfgerätes. Hier bietet sich der transistorisierte Gleichspannungswandler als moderne Lösung der Stromversorgung an. Eine niedervoltige Batterie (9 V) reicht dann für die Erzeugung der hohen Zündspannung aus.

### Schaltung des Leitungsprüfers

Das Prüfgerät besteht schaltungsmäßig aus zwei Teilen. Der eine Teil liefert die Zündspannung für die Glimmröhre, der andere Teil stellt das eigentliche Prüfgerät dar.

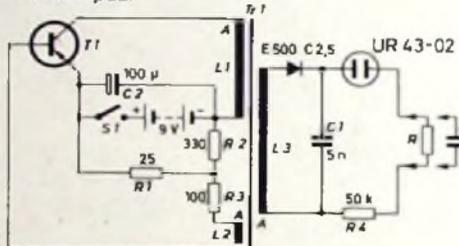
Der Gleichspannungswandler wurde mit einem Transistor OC 604 spez. bestückt. Durch die Schalterwirkung dieses Transistors erhält man eine Rechteckspannung. Während der Durchlaßzeit des Transistors wird eine große Energie in der Induktivität des Transformators gespeichert, die dann während der Sperrzeit in einem hohen Spannungsimpuls an den Sekundärkreis abgegeben wird. Der Transformator Tr 1 hat drei Wicklungen. L 1 und L 2 sind die Primärwicklungen für die Schwingungserzeugung. Sie haben eine relativ niedrige Windungszahl, während die Sekundärwicklung L 3 etwa 1000 Windungen benötigt.

Um kleine Abmessungen des verwendeten Transformators zu erhalten, wird man eine ziemlich hohe Schwingfrequenz wäh-

### Wickeldaten für Tr 1

Spule	Windungszahl	Kern
L 1	40	Valvo-Ferroxcube-Schalenkern „S 25/16-00-3 B 2“ ohne Luftspalt, dazu Spulenkörper und Halterung
L 2	26	
L 3	1000	

### OC 604 spez.

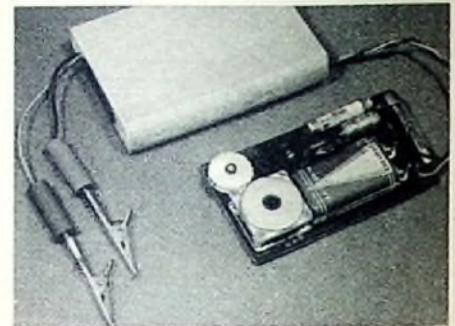
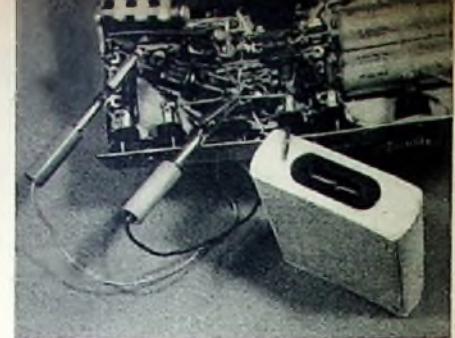


Schaltung des hochohmigen Leitungsprüfers

len. Sie ist bei diesem Gerät etwa 2 kHz. Ferner lassen sich die Abmessungen durch die Verwendung von Ferriten hoher Permeabilität verringern. Diese Eigenschaft weist beispielsweise der Valvo-Ferroxcube-Schalenkern „S 25/16-00-3 B 2“ ohne Luftspalt auf.

Der Kollektorstrom des Transistors OC 604 spez. wird durch den Spannungsteiler R 1, R 2 im Basiskreis erzeugt. Die hochtransformierte Wechselspannung der Sekundärwicklung L 3 richtet der Gleichrichter E 500 C 2,5 gleich. Etwaige Wechselspannungsreste schließt Kondensator C 1 kurz. In Reihe mit der Wicklung L 3 liegen die Glimmröhre und der Schutzwiderstand R 4.

Ist das Gerät nun eingeschaltet und schließt man den Prüfstromkreis zum Beispiel mit einem 500-kOhm-Widerstand, dann fließt ein Strom von etwa 0,4 mA. Um die Batterie nicht zu sehr zu belasten, wird man die Prüfung auf kurze Zeit beschränken und das Gerät wieder abschalten. Schließt man etwa einen 0,1-µF-Kondensator an, um ihn auf etwaigen Durchschlag zu kontrollieren, dann zündet die Glimmröhre bei einwandfreiem Kondensator nur kurz. Ist der Kondensator ganz aufgeladen, dann erlischt die Glimmröhre, denn es findet kein Stromfluß mehr statt. Bei einem defekten Kondensator leuchtet die im Leitungsprüfer eingebaute Glimmröhre dauernd auf.



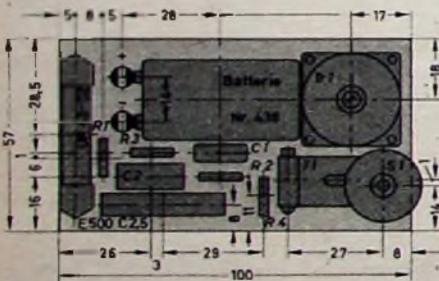
Ansichten des hochohmigen Leitungsprüfers

### Aufbau des Gerätes

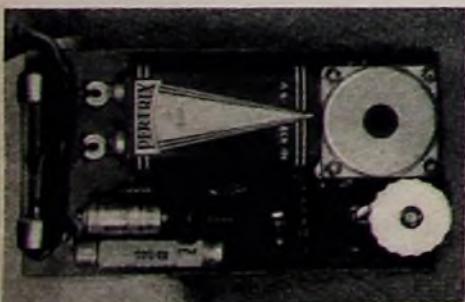
Der gesamte Leitungsprüfer findet in einem Gehäuse mit den Abmessungen 100 × 73 × 23 bequem Platz. Bis auf die Seitenteile – sie bestehen aus Hartholz – fertigt man das Gehäuse zweckmäßigerweise aus 1 mm dickem Hartpapier. Die beiden Hartholz-Seitenteile erhalten einen Schlitz, in den sich die Platte mit den darauf montierten Einzelteilen gut einschließen läßt. Die Schaltungseinzelteile werden auf dieser Pertinax-Platte etwa nach der gezeigten Lageskizze montiert.

### Einzelteilliste

- Glimmröhre UR 43-02 (Vakuumtechnik)
- Batterie „438“, 9 V (Pertrix)
- Widerstände 0,3 W (Dralwid)
- Kondensatoren (Wima)
- 2 Abgreifklemmen „130“ (Zehnder)
- 2 Bananenstecker „121“ (Zehnder)
- Gleichrichter E 500 C 2,5 (Siemens)
- Ferroxcube-Schalenkern „S 25/16-00-3 B 2“ ohne Luftspalt, dazu Spulenkörper und Halterung (Valvo)
- Transistor OC 604 spez. (Telefunken)

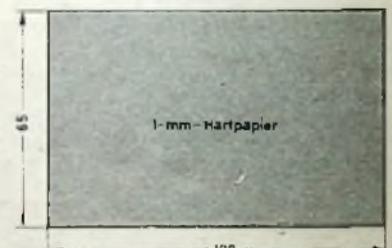
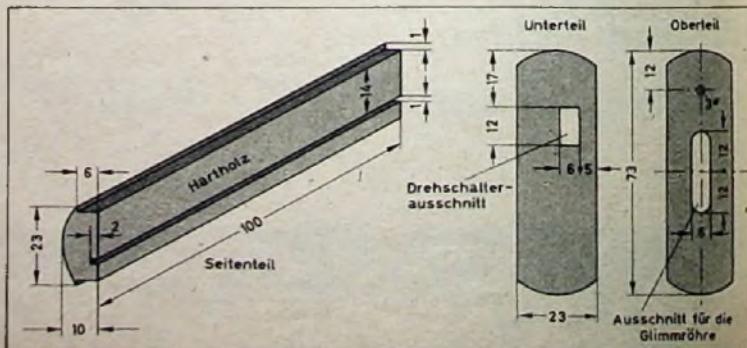


Lageskizze der Einzelteile auf der Montageplatte



### Blick in den Aufbau

Maße der Seitenteile, des Unter- und des Oberteils



Vorder- und Rückseite  
Maße der Vorder- und Rückseite des Gehäuses

# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Beethoven, Sinfonie Nr. 7  
A-Dur op. 92

Gewandhausorchester Leipzig unter  
Franz Konwitschny

Wie in keiner anderen Sinfonie Beethovens beherrscht in der Siebenten der Rhythmus das Werk. Typisch für sie ist, daß ein eigentlich langsamer Satz fehlt, denn das Allegretto mit dem Wechsel zwischen Dur und Moll bildet mit seinem völlig anderen Rhythmus eigentlich nur einen Kontrast in der musikalischen Bewegung. Deshalb hängt gerade bei der A-Dur-Sinfonie der musikalische Eindruck besonders stark von der Auffassung des Interpreten ab. In dieser Mono-Aufnahme läßt Konwitschny mit dem Gewandhausorchester die ganze rhythmische Vitalität des Werkes aufleben. Hervorragend, wie sich beispielsweise am Ende des ersten Satzes aus dem Pianissimo die grandiose Stelgerung aufbaut oder im letzten Satz nach dem überschäumenden Presto des 3. Satzes in den vorwärtsstrebenden Synkopen die Lebensfreude in höchster Steigerung zum Ausdruck gebracht wird. Der ekstatische Schluß kommt in dieser Aufnahme so gut, wie man es nur selten in einer Mono-Aufnahme gehört hat.

An der praktisch rauschfreien Aufnahme bestechen technisch die gute Raumakustik und die saubere Arbeit des Tonmeisters. Man glaubt, in einen guten Konzertsaal hineinzuhören. Zwar hat man nicht wie bei einer Stereo-Aufnahme den Eindruck, in einer der vorderen Reihen des Parketts zu sitzen, sondern weiter hinten — aber an einem akustisch so guten Platz, daß keine Feinheit des Werkes und keine Nuance der Interpretation verlorengehen. Zu erwähnen ist noch, daß diese Aufnahme wegen der guten Raumakustik auch bei leiser Wiedergabe noch sehr gut klingt, sofern die gehärrichtige Lautstärkeregelung der Wiedergabeanlage wirklich gehärrichtigt ist.

Fontana 698 034 CL (Mono)

Puccini, Gianni Schicchi

Gianni Schicchi: Tito Gobbi; Lauretta: Victoria de los Angeles; Rinuccio: Carlo del Monte. Orchester der Oper Rom, Dirigent: Gabriele Santini

„Gianni Schicchi“ ist einer der drei Einakter, die Puccini mit je einem tragischen, lyrischen und heiter-burlesken Stoff zu einem Opernzyklus vereinigen wollte. Seine Opern „Der Mantel“ und „Schwester Angelica“ vertreten die beiden ersten Stoffe, und der 1919 in Rom uraufgeführte „Gianni Schicchi“ ist die Musikkomödie, die bis auf den heutigen Tag immer gern gehört wird. Eine „Florentinische Komödie“ könnte man sie nennen nach der im Florenz des Jahres

1299 spielenden Handlung, deren Idee sich bereits in Dantes „Göttlicher Komödie“ findet. Die Musik ist voller Schalk und Ironie, und der feine Spott des Librettos kommt immer wieder im musikalischen Geschehen zum Ausdruck. Von dieser Seite her bietet die Oper deshalb viele Vorzüge für die Wiedergabe von der Schallplatte.

Es ist gelungen, die Handlung von den verlogenen um Buoso Donatis Tod trauernden und um die Erbschaft streitenden Verwandten und dem witzigen Bauern Gianni Schicchi in das rein Akustische zu übersetzen. Das technische Hilfsmittel Stereo ist hier zu einem Ausdrucksmittel der Kunst geworden. Technisch ist die Platte sehr gut gelungen. Viele Vorgänge auf der imaginären Bühne entstehen vor dem geistigen Auge des Zuhörers mit einer Deutlichkeit, daß man vergessen kann, „nur“ eine Schallplatte zu hören. Hierzu tragen nicht nur die sehr breite und lückenlose akustische Breite der Wiedergabe und der oft überraschende akustische Tiefeneindruck bei, sondern ebenso der Wahlklang der gehörmäßig gut zu unterscheidenden Stimmen der hervorragenden Solisten, die Tonregie und die Raumakustik der Oper in Rom, wo diese Aufnahme entstanden ist.

Electrola STE 91029 (Stereo)

Top Hits in Color;  
Goody Goody

Werner Müller und sein Orchester

Einmal etwas ganz anderes: Hier demonstriert Werner Müller mit seinem großen Tanz- und Unterhaltungsortchester, welche Möglichkeiten sich ergeben, wenn sich meisterliches musikalisches Können, moderne Instrumentation und hervorragende Tonmeisterarbeit vereinigen. Wenn man will, kann man von diesen beiden Platten sagen, daß Orchester und Ton-technik kaum eine Möglichkeit aus der reichen Klangpalette ausgelassen haben. Auf der ersten Platte findet man 14 angloamerikanische Weltschlager, auf der zweiten 14 internationale Evergreens aus den zwanziger und dreißiger Jahren.

Der Hi-Fi-Freund hört diese beiden Platten mit großer Aufmerksamkeit an, denn er entdeckt immer wieder neue Toneffekte. Für den vorwiegend musikalisch interessierten Hörer aber ist es von großem Reiz zu hören, wie Werner Müller durch neue Rhythmisierung altvertrauten Melodien ein ganz neues Klangbild gegeben hat und wie alle Klangmöglichkeiten einer Bigband im Verein mit modernen Instrumenten und vokalen Klangeffekten hier ausgenutzt worden sind.

Decca BLK 16 171-P und  
BLK 16 178-B (Mono)

SIEMENS

## ANTENNEN

Aus unserem BAND-IV-Fernsehintennen-Programm



10 Elemente  
10,5 dB Gewinn  
22,0 dB Vor-Rück-Verhältnis  
8 Kanäle breit

Empfohlener Preis 32 DM

mit  
Kugel-  
gelenk

Art 50

### Scharf zielen

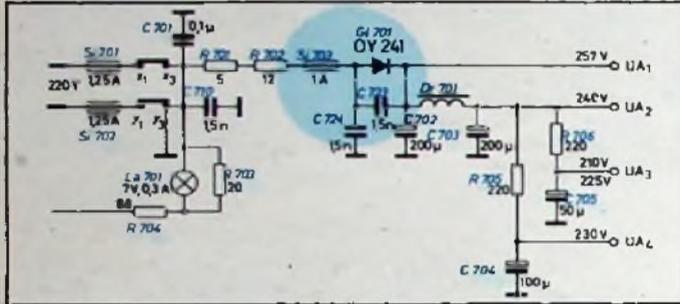
Größte Sorgfalt bei der Ausrichtung der Antenne ist Voraussetzung für einwandfreien Bildempfang im Band IV. Das Kugelgelenk unserer 10-Elemente-Band-IV-Antenne, das ein allseitiges Schwenken, Neigen und Drehen ermöglicht, erleichtert das Ausblenden von Reflexionen und ergibt optimale Energieaufnahme. Bei der Montage am Fenster oder an der Regenrinne fällt dieser Vorzug besonders ins Gewicht.

Mit Siemens-Fernsehintennen  
meistern Sie jede Empfangslage

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK

**Wandernde Horizontalbalken**

An Empfangsorten mit extrem hoher Feldstärke kann gelegentlich beobachtet werden, daß sich im Bild helle oder dunkle Streifen zeigen, die je nach Bild-Synchronisation des Senders stillstehen oder senkrecht durch das Bild laufen. Diese Streifen werden durch eine Brumm-Modulation hervorgerufen. Sie tritt dann auf, wenn dem Gerät mehr Hochfrequenzenergie von der Netzleitung zugeführt wird als an der Antennenbuchse steht. Infolge der heute gern verwendeten Silizium-Gleichrichter mit ihrer äußerst geringen Kapazität, tritt der Fehler häufiger auf und kann manchen Fachmann verblüffen.



In der Werkstattpraxis wird aus Gründen der einfachen Lagerhaltung heute schon gern und bevorzugt der Silizium-Gleichrichter zum Ersatz von defekten Selen-Gleichrichtern verwendet. In den Komfort-Fernsehempfängern der Graetz Radio- und Fernseh-Werke wurde deshalb der Vorwiderstand bei allen Geräten so bemessen, daß durch Umlöten eines Drahtes die für die Verwendung von Silizium-Gleichrichtern benötigten 17 Ohm erreicht werden. Zur Beseitigung des beschriebenen Effektes wurde der Gleichrichter kapazitiv mit zwei keramischen Kondensatoren von je 1,5 nF beschaltet. In älteren Geräten, die diese Kondensatoren noch nicht enthalten, oder beim Ersatz eines defekten Selen-Gleichrichters durch einen Silizium-Gleichrichter empfiehlt es sich, vorbeugend diese Kondensatoren (C 723 und C 724 im obigen Schaltbild) gleich mit einzusetzen, wenn derartig große Feldstärken am Empfangsort vorhanden sind. (Nach Graetz-Nachrichten Nr. 37)

**Elektronische Sprachsynthese mit einfachen Mitteln**

Die Entstehung der für die einzelnen Sprachlaute, insbesondere für die Vokale, charakteristischen Klangfarben kann man sich in groben Zügen etwa so vorstellen, daß ein in der Kehle oder im Mund erzeugter, aus einzelnen Impulsen bestehender Luftstrom die Rachen-, Mund- und Nasenhöhlen anstößt und in deren Resonanzfrequenzen zum Schwingen bringt. Diese Resonanzfrequenzen (auch Formanten genannt) bestimmen im wesentlichen die Klangfarbe der verschiedenen Laute beim Sprechen, und jedem Laut sind ganz bestimmte, typische Formanten zugeordnet, die sich durch entsprechende Stellungen der Mundhöhle ergeben und unabhängig von der gesprochenen Tonhöhe sind.

Es hat sich gezeigt, daß in der Hauptsache drei als Resonanzräume wirkende Höhlen des Kopfes an der Formantenbildung beteiligt sind und daher für jeden Laut drei für ihn typische Formanten erzeugt werden. Das Energiespektrum eines Lautes hat deshalb im allgemeinen drei ausgeprägte, den Formanten entsprechende Maxima. Will man nun die menschliche Sprache durch elektronische Synthese künstlich nachbilden, dann muß in erster Linie die Aufgabe gelöst werden, für jeden gewünschten Laut die richtigen Formanten in der richtigen Intensitätsverteilung entstehen zu lassen.

Für die Anregung der Höhlen zu Resonanzschwingungen hat die Natur zwei Möglichkeiten vorgesehen. Mit Hilfe der Stimmbänder im Kehlkopf wird ein aus regelmäßigen, etwa dreieckförmigen Impulsen bestehender Luftstrom erzeugt, dessen Grundfrequenz durch die Spannung der Stimmbänder zwischen 100 und 300 Hz variiert werden kann. Außerdem kann durch Verengungen des Luftweges in der Kehle und im Mund eine turbulente Luftströmung entstehen, die aus unregelmäßigen Impulsen mit einem über den Tonfrequenzbereich gleichmäßig verteilten Energiespektrum zusammengesetzt ist (Reibelaut). Beim Sprechen in normaler oder großer Lautstärke werden beide Anregungsarten gleichzeitig ausgenutzt, während beim Flüstern die Höhlen nur mit der turbulenten Strömung angeregt werden.

Bei der künstlichen Nachbildung der Sprache müssen also außer den drei Formanten noch weitere drei Parameter berücksichtigt werden, nämlich Frequenz sowie Intensität der Anregung mittels der Stimmbänder und Intensität der turbulenten Anregung.

Um eine synthetische Sprache auf elektronischem Wege so herzustellen, daß sie der menschlichen Sprache ausreichend ähnlich ist, muß in jedem Augenblick eine genügende Übereinstimmung der Energiespektren vorhanden sein. Es hat sich erwiesen, daß man dazu nur die genannten sechs Parameter zu beherrschen und unabhängig voneinander zu verändern braucht. Immerhin ist aber die Synthese



**SPEZIAL-MESSGERÄTE**

**FÜR WERKSTATT, LABOR UND UNTERRICHT**

*Neu*

Sinus-Rechteck-Generator AO-1/D



Frequenzbereich: 20 Hz ... 20 000 Hz in 3 Bereichen  
 Ausgangsspannungen:  
 Sinus 10 V<sub>eff</sub> unbelastet, ± 1 dB  
 Rechteck 10 V<sub>eff</sub> an 600 Ω, Anstiegszeit 2 μs (10 - 90%)  
 Klirrfaktor: geringer als 0,6% von 100 Hz ... 20 kHz

Frequenzbereiche:

Für HF-Test und Abgleich:  
 87 MHz, 100 MHz, 107 MHz

Modulation: ... 400 Hz - FM

Für ZF- und Diskriminator-Test und Abgleich: ... 10,7 MHz gewobbelt

Wobbelhub:  
 200 kHz ... 1 MHz, veränderlich

Marken: ... 10,7 MHz (Quarz) 100 kHz

Modulation: ... 400 Hz-AM

Weitere Festfrequenzen:  
 10,0 MHz (Quarz) 100 kHz, 400 Hz

UKW-Prüf- und Wobbelsender, FMO-1



Beide Geräte für 220 V/50 Hz

Netzanschluß mit Schukastecker

DEUTSCHE FABRIKNIEDERLASSUNG:



der Sprache mit sechs voneinander unabhängig und ständig zu ändernden Parametern äußerst schwierig und aufwendig

Durch Versuche konnte nun aber nachgewiesen werden, daß man bei der elektronischen Synthese mit der Anwendung und Variation von nur drei Parametern auskommt, wenn man auf eine Nachbildung aller Artikulationsmöglichkeiten der menschlichen Sprache verzichtet und nur Wert auf eine brauchbare Sprachverständlichkeit legt. Die beiden Parameter, die der Anregung der Mundhöhlen durch die Stimmbänder (also der Grundfrequenz und der Intensität der durch die Stimmbänder hervorgerufenen Luftimpulse) entsprechen, können fortgelassen werden. Es wird also lediglich diejenige Anregung elektronisch nachgebildet, die durch die turbulente, aus unregelmäßigen Impulsen zusammengesetzte Luftströmung bedingt ist. Diese Art der Anregung kann durch eine elektronische Rauschquelle mit kontinuierlichem Spektrum (also durch eine weiße Rauschquelle) nachgebildet werden, deren Intensität regelbar ist. Auf diese Weise erhält man eine künstliche Sprache, die dem Flüstern ähnlich ist.

Ferner hat sich herausgestellt, daß die Verständlichkeit der „geflüstersten“ synthetischen Sprache gesichert ist, wenn man von den an sich erforderlichen drei Formanten nur die beiden tiefen Formanten  $F_1$  und  $F_2$  berücksichtigt. Dabei muß der eine Formant  $F_1$  zwischen 200 und 1200 Hz und der andere Formant  $F_2$  zwischen 1000 und 2400 Hz variierbar sein, wenn man alle Sprachlaute künstlich herstellen will. Die elektronische Synthese stellt sich dann im Prinzip einfach so dar, daß die weiße Rauschquelle gleichzeitig zwei elektrische Schwingkreise anstößt, deren Resonanzfrequenzen sich auf die jeweils gewünschten Formanten  $F_1$  und  $F_2$  abstimmen lassen. Sämtliche Sprachlaute können dann durch geeignete Einstellung der beiden Schwingkreise nachgebildet werden.

Somit ergibt sich für die Sprachsynthese das im Bild 1 dargestellte Schema. Der in seiner Intensität regelbare Rauschgenerator stößt gleichzeitig die beiden Schwingkreise an, die als Q-Multiplier ge-

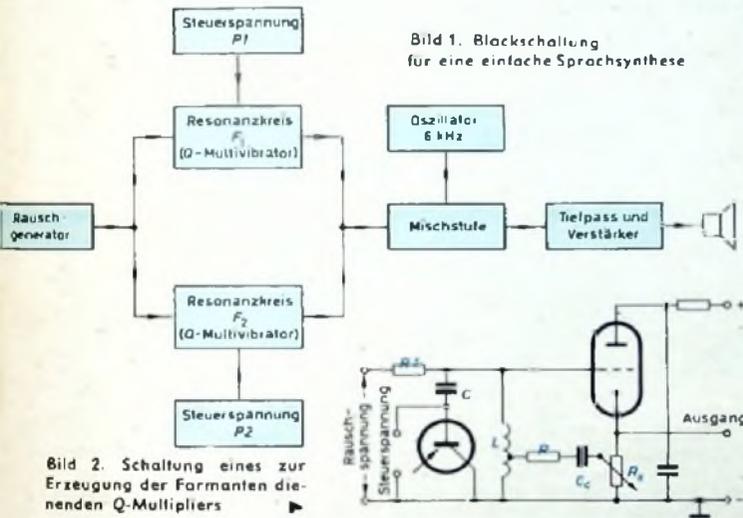


Bild 1. Blockschaltung für eine einfache Sprachsynthese

Bild 2. Schaltung eines zur Erzeugung der Formanten dienenden Q-Multipliers

schaltet sind und deren Resonanzfrequenzen durch von Hand einzustellende Steuerspannungen auf vorgegebene Werte gebracht werden können. Da sich Schwingkreise für so tiefe Frequenzen wie 200 Hz schwer bauen lassen, wird ein Überlagerungsprinzip angewendet. Der Q-Multiplier für den Formant  $F_1$  ist zwischen 4800 und 5800 Hz und derjenige für den Formant  $F_2$  zwischen 3600 und 5000 Hz regelbar. Nach der Addition der Ausgänge beider Multiplier wird eine Frequenz von 6000 Hz überlagert. Die Ausgangsspannung der Mischstufe geht durch einen Tiefpass, der das obere Seitenband abschneidet und nur das untere Seitenband mit den gewünschten Frequenzen (200 ... 1200 Hz oder 1000 ... 2400 Hz) durchläßt. Diese Frequenzen werden verstärkt und gelangen zu einem Lautsprecher.

Bild 2 zeigt die Schaltung eines der beiden Q-Multiplier. Sie besteht aus einem Katodenverstärker, in dessen Gitterkreis der abstimmbare Resonanzkreis liegt. Dieser Resonanzkreis besteht aus der Induktivität  $L$  und der Basis-Kollektorkapazität eines als Diode geschalteten Transistors. Der Kondensator  $C$  hat eine große Kapazität und spielt für die Resonanzfrequenz des Schwingkreises keine Rolle. Dagegen kann die frequenzbestimmende Kapazität des Transistors durch eine an Basis und Kollektor in Sperrichtung liegende Steuerspannung verändert werden. Die Steuerspannung ist eine Gleichspannung, die über zwei von Hand betätigte Potentiometer  $P_1$  oder  $P_2$  von einer Batterie abgenommen wird (Bild 3). Wie aus Bild 3 hervorgeht (dort ist der Transistor nur durch seine Kapazität  $C_D$  angedeutet), wird die so erhaltene Steuerspannung erst noch über einen Gleichstromverstärker  $R_{H1}$  gegeben, bevor sie zum Transistor gelangt. Durch geeignete Wahl des Arbeitspunktes der Triode  $R_{H1}$  läßt sich nämlich eine nahezu lineare Beziehung zwischen der an  $P_1$  oder  $P_2$  abgegriffenen Spannung und der Resonanzfrequenz des Schwingkreises (also der Formantenfrequenz) erreichen, obwohl die Resonanzfrequenz an sich ungefähr mit der vierten Potenz der Sperrspannung am Transistor ansteigt.

Da der Sperrwiderstand der Basis-Kollektorstrecke den Schwingkreis stark dämpft, ist zur Entdämpfung des Schwingkreises eine justierbare Rückkopplung vom Katodenwiderstand  $R_K$  auf den Schwingkreis vorhanden. Die Ausgangsspannung des Multipliers ist eine Rauschspannung mit kontinuierlichem Spektrum, das bei der Re-

D 4 0 16 / 1

# DEAC

## GASDICHTE STAHL-AKKUMULATOREN

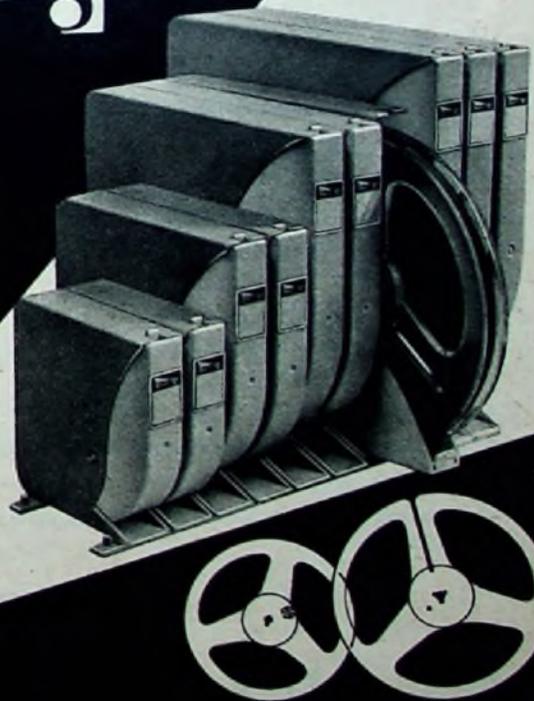
für Rundfunk, Blitzgeräte, Hörhilfen und Meßgeräte aller Art.

Niedrige Betriebskosten. Gleichmäßig gute Betriebseigenschaften und lange Lebensdauer der Geräte.



DEUTSCHE EDISON-AKKUMULATOREN-COMPANY GMBH  
Frankfurt/Main, Neue Mainzer Straße 54

Schneider



CARL SCHNEIDER K.G. Spezialfabrik für Film- und Magnetbandspulen

Rohrbach-Darmstadt 2 Telefon 310 238 Ober-Ramstadt · Fernschreiber 0-19 204

# KONDENSATOR-MIKROPHONE

FÜR HOHE ANSPRÜCHE



## KLEINMIKROPHONE

mit definierten Richtcharakteristiken, Typ KM 53a und KM 54a.

## STANDARDMIKROPHONE

umschaltbar für zwei Richtcharakteristiken, Typ U 47/ U 48

## RUNDFUNK-STUDIOMIKROPHONE

in robuster Ausführung, Typ M 49b mit fernsteuerbarer Richtcharakteristik, Typ M 50b Kugelcharakteristik.

## STEREOMIKROPHON

mit zwei unabhängigen Doppelmembransystemen und verschiedenen Richtcharakteristiken, Typ SM 2.

## MESSMIKROPHONE

mit hoher Konstanz der elektroakustischen Daten, Typ MM 3 oder MM 5.

## MIKROPHONZUBEHÖR

und Stromversorgungsgeräte kleiner Abmessungen unter Verwendung von Stabliitzellen.

FÖRDERN SIE BITTE UNSERE NEUESTEN SAMMELPROSPEKTE AN



## GEORG NEUMANN

Laboratorium für Elektroakustik G.m.b.H.  
Berlin SW 61 · Segnitzdamm 2 · Tel. 61 48 92

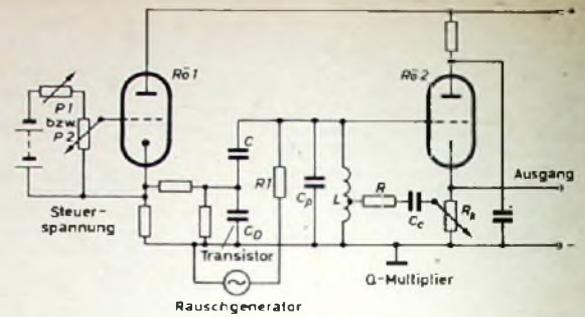


Bild 3 (oben). Die Erzeugung der Steuer-spannung für den Transistor des Q-Multipliers

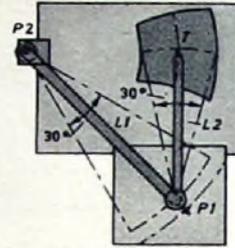
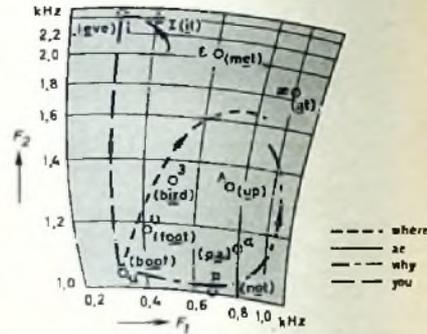


Bild 4. Bedienungseinrichtung für die Potentiometer P1 und P2

Bild 5. Koordinatennetz für die Einstellung des Zeigers T der Bedienungseinrichtung



sonanzfrequenz des Schwingkreises eine Spitze ausweist, die dem gewünschten Formant entspricht. Für die beiden Formanten  $F_1$  und  $F_2$  ist je eine Schaltung nach Bild 3 vorhanden, deren Ausgänge nach Bild 1 addiert und weiterverarbeitet werden. Die Steuerspannungen für die zwei Q-Multiplier sind unabhängig voneinander durch die Potentiometer P1 für den einen und P2 für den anderen Multiplier einstellbar.

Interessant ist noch, wie diese Bedienung von P1 und P2 bei der Sprachsynthese praktisch durchgeführt werden kann (Bild 4). Das Gehäuse des Potentiometers P2 ist ortsfest angebracht, während an seiner Achse das eine Ende des Hebels L1 befestigt ist. Das andere Ende des Hebels L1 trägt das Gehäuse des Potentiometers P1, dessen Achse mit einem Ende eines zweiten Hebels L2 fest verbunden ist. Das andere Ende des Hebels L2 dient als Zeiger T, der über ein Koordinatennetz geführt werden kann. Dieses Netz besteht aus einer Schar zu P2 konzentrischer Kreisbögen, von denen jeder Bogen einem konstanten Wert von P1 beziehungsweise  $F_1$  entspricht, sowie aus einer weiteren Schar von Kreisbögen, von denen je einer zu einer möglichen Lage von P1 konzentrisch ist und einem konstanten Wert von P2 beziehungsweise  $F_2$  entspricht. Im Bild 5 ist ein Koordinatennetz wiedergegeben; in das Netz sind die Formanten für einige Vokale eingetragen. Wenn man die Zeigerspitze T schnell von einer Vokalstelle zu einer anderen führt, lassen sich gut verständliche Wörter bilden. Für einige einfache englische Wörter ist die Bewegungsspur der Zeigerspitze T im Koordinatennetz angedeutet. Dr. F.

(Woolfson, D. J., u. Gill, A. M. R.: A simple speech synthesizer. Electronic Technol. Bd. 37 (1960), Nr. 10, S. 313)

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, VI. Band. Herausgegeben von Obering K. Kretzer. Berlin-Borsigwalde 1960. VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. 765 S. m. 600 B. u. 48 Tab. 11 x 16 cm. Preis in Ganzl. geb. 19,50 DM

Auch dieser neue Band ist wieder thematisch in sich abgeschlossen. Einleitend wird auf das für den Konstrukteur wichtige Gebiet der Schaltalgebra eingegangen (48 S.; Dipl.-Ing. K. Fischer). Fortschritte in der Trägerfrequenztechnik (28 S.; Baurat Dipl.-Ing. H. Friedrich) und die Pulsmodulation und ihre Anwendung in der Nachrichtentechnik (68 S.; Ing. Ch. Boden) werden anschließend behandelt. Den gedruckten Schaltungen und der Subminiaturtechnik sind die nächsten Ausführungen gewidmet (54 S.; Dir. R. Mantz). Meßverfahren und Meßgeräte der NF-Technik und Elektroakustik sind danach ausführlich wiedergegeben (70 S.; Baurat Dipl.-Ing. H. Friedrich und Dr. rer. nat. F.-K. Schröder). Messungen zur Bestimmung der Kennwerte von Dioden und Transistoren schließen sich an (46 S.; O. Studemund). Stand der Frequenzmeßtechnik nach dem Überlagerungsverfahren (54 S.; Ing. H. Flicker) ist das Thema des nächsten Abschnittes, dem die Behandlung der Radioastronomie folgt (50 S.; Dipl.-Ing. H. H. Klingger). Die nächsten Kapitel sind der dielektrischen Erwärmung durch Mikrowellen (55 S.; Dr.-Ing. W. Schmidt) und der Magnetverstärkertechnik (50 S.; Ing. H. Dornheim) sowie den Analogrechnern als Simulatoren (44 S.; Dipl.-Ing. A. Huber) vorbehalten. Technik der Selbst- und Fernlenkung (47 S.; Dipl.-Ing. F. Müller), Fernwirktechnik (50 S.; K. Bartels) sowie Fernfernsehen (50 S.; Dipl.-Ing. N. Mayer) sind die Themen, die diesen Band beschließen.

Die Gesamtauflage der bisher herausgegebenen Bände von über 250 000 Exemplaren zeugt von der Beliebtheit der Buchreihe, der sich der vorliegende Band in bewährter Ausführung anschließt. -4



**ARLT'S** seit über 30 Jahren begehrt Bau-  
teile-KATALOG 1960/II. Auflage ist neu erschie-  
nen und im Versand und Stadtverkauf erhältlich!

Transistor-Liste -40 (Schutzgebühr)  
Fachliteratur-Liste kostenlos Röhren-Liste kostenlos

**Unser Verkaufsprogramm:**

Röhren, Transistoren, Werkzeuge sowie alle elek-  
tronisch. Bauteile, Fachliteratur, Tonbandgeräte,  
Plattenspieler, Schallplatten, Elektrogeräte sowie  
elektrophysikal. Lehrgeräte, Rokalbahnen usw.

Inland: Katalog 2,- Vorkasse 2,50 Nachnahme 3,-  
Ausland: Katalog NUR VORKASSE 3,-

**ARLT RADIO ELEKTRONIK** Bin.-Neukölln, Karl-Marx-Str. 27, Postl. 2  
Ruf 60 11 04, Postcheck Berlin-W. 197 37  
Düsseldorf 1, Friedrichstr. 61a. Telefon 80001, Postcheck Essen 37 336  
Alli Beteilig. Bantelle-Verf., Stuttgart 1, Rotenbühlstr. 93, Ruf 62 44 73, Stuttgart 40 103



**Isolierschlauchfabrik**

Gewebe- und gewebelose  
**Isolierschläuche**

für die Elektro-,  
Radio- und Motorenindustrie  
Werk Berlin NW 87, Hüllanstr. 41-44

Zweigwerk  
Gartenberg / Obb., Rubezahlstr. 663

**Kaufgesuche**

Radarröhren, Spezialröhren, Sende-  
röhren gegen Kasse zu kaufen gesucht.  
Stebehely, Hamburg-Gr. Plottbek, Grot-  
tenstraße 24, Tel.: 82 71 37

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

Labor-Meßinstrumente aller Art Char-  
lottenburger Motoren, Berlin W 35

Röhren aller Art kauft Röhren-Müller,  
Frankfurt/M., Kaufunger Str. 24

**Verkäufe**

Drehspul-Einbau-Instrumente 50 «A End-  
ausschlag, völlig neu aus Industrie-Ex-  
port-Restposten, Bauj. 1953, 77x70 mm,  
Einbautiefe 28 mm, Nullpunkt-korrektur,  
15 Skalenstriche, Rl 800 Ohm, nur  
à DM 19,85 (Mengenrabatte auf Anfrage).  
Drehfeldsysteme für Richtungsanzei-  
ge von Drehantennen, 68/53 mm Ø, 18 V  
0,3 A inkl. Beschreibung, pro Paar DM  
18,50. R. Schünemann Funk- u. Meß-  
geräte Versand, Berlin-Rudow, Neu-  
hafer Straße 24, Tel. 60 84 79

Meßinstrumente (Philips), Oszillng. GM  
5650, Röhrenvoltmeter GM 6009, 30 kV  
Tastk. GM 4579 B, UHF Tastk. GM 6050,  
Wobbler PP 1131 - neu, infolge Todes-  
fall günstig abzugeben. Angebote er-  
beten unter F. P. 8348

Für Beruf und Hobby preiswert zu ver-  
kaufen: Klemm-UKW-Sender, KML-Sen-  
der, Röhrenvoltmeter, Signalverfolger  
(Philips) Röhrenprüfgerät mit Karten,  
Farvprüfer mit Karten. Zuschriften er-  
beten unter F. G. 8349

**NORDFUNK** Elektronik-  
Versand

Neue Anschrift:  
Bremen, Herdentorsteinweg 43  
1 Minute vom Hauptbahnhof

**Einige  
Bildmustergeneratoren**

**ENGEL-LÖTER**



3 TYPEN:  
● 60 Watt ~  
● 100 Watt ~  
● Batteriebetrieb

Verlangen Sie Prospekt

ING. ERICH & FRED ENGEL G. M. B. H.  
WIESBADEN - DOTZHEIMER STR. 147

**2** Worte nur müssen Sie  
schreiben:

**Erbitte Taschenbuch!**

... und in wenigen Tagen erhalten Sie gratis das  
Techniker-Taschenbuch DER WEG AUF WARTS  
von Dr.-Ing. Christiani. Dieses wertvolle Techniker-  
Taschenbuch zeigt Ihnen den Weg zu Ihrem he-  
rlichen Aufstieg. Also schreiben Sie heute noch  
auf eine 10 Pfennig-Postkarte: Erbittle Taschenbuch  
Adresse: Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing. Christiani Konstanz Postfach 1057

NEU Präzisions- NEU

**Tonbandgerätechassis**

nur mechanisch, komplett mit hoch-  
wertigen Tankköpfen, Abdeckplatte,  
Tonmotor etc. an Amateure und  
Industrie lieferbar.

Datenblatt anfordern!

**THALESWERK GmbH., Rastatt**

**METALLGEHÄUSE**



PAUL **LEISTNER** HAMBURG  
HAMBURG-ALTONA-CLAUSSTR. 4-6

Deutsches Markenfabrikat,  
betriebsfertig, Bestzustand,  
DM 398,-, abzugeben.  
Anfragen erbeten unter F. E. 8347

**Olympia**

vorzuziehen mit der  
Spezialtastatur für

**Elektrofachleute**

Die Spezialtastatur der OLYMPIA-  
Schreibmaschine erhält die vom  
Elektrofachmann stets gebrauchten  
Fachzeichen und Abkürzungen:



Handschriftliche Einfügungen und viele Anschläge  
werden durch die Spezialtastatur eingespart.

Ausführliche Druckschriften senden Ihnen

**OLYMPIA WERKE AG. WILHELMSHAVEN**



**Der neue  
RIM-Stereo-Mono-  
Verstärker »Stereomaster«**

Ein moderner Stereo-Mischverstärker  
für Selbstbauzwecke u. betriebsfertig

2 Eingänge miteinander mischbar — Klang-Regelnetzwerk — Balance-  
regler — Mono-Stereo-Umschalter — Geschmackvolles Flachgehäuse

Kompletter Bausatz nur DM 238,-. Betriebsfertiges Gerät mit 6 Monaten  
Garantie DM 289,-. Ausführliche Rim-Baumappe DM 4,80

Techn. Daten

Eingangsempfindlichkeiten:  
Eingang TA (Diodeneingang): 200 mV  
Eingang TB: 200 mV

Frequenzbereich:  
30-16000 Hz ± 2 db

Gesamtsprechleistung: 2x3 Watt

Klirrfaktoren:  
bei 60 Hz: 100 Hz: 5000 Hz: 10 kHz:  
1,1% 0,2% 0,1% 0,5%

Ausgänge: 4 Ohm

Klangregelung:

getrennte, voneinander unabhängige  
Höhen- und Bassregelung, kontinuier-  
lich regelbar

Höhenregelbereich:

+ 15 ..... - 19 db  
b. 16 kHz + 19 db  
b. 20 kHz + 20 db

Bassregelbereich:

+ 20 ..... - 15 db  
b. 50 Hz + 18 db

Störabstand: 62 db

Stromversorgung:  
110/220 V Wechselstrom 50 Hz

**Das neue RIM-Bastelbuch 1961**

ist erschienen. 240 S., davon 120 S. 2farbig. Schutzgebühr DM 2,50. Bei Versand  
Inland: Vorkasse (Postcheckkonto Mchn 137 53) DM 3,-, Nachnahme DM 3,40.  
Bei Versand Ausland: Vorkasse DM 3,40

**MÜNCHEN 15  
Bayerstraße 25  
Telefon 55 72 21-25**

**RADIO-RIM**



MW 36-44



MW 43-43



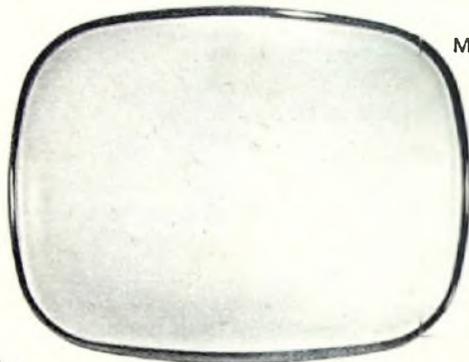
MW 53-20



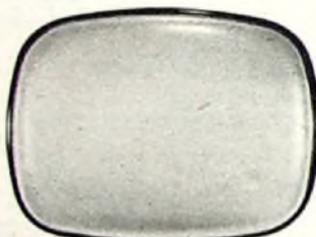
MW 43-69

# VALVO

Unser umfangreiches  
Bildröhrenprogramm sichert  
die Nachbestückung  
auch älterer Fernseh-  
empfänger und  
erleichtert Ihnen  
den Service



MW 61-80



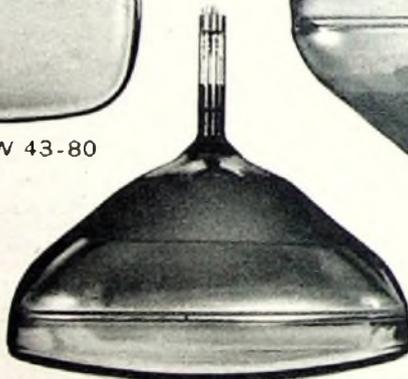
AW 43-80



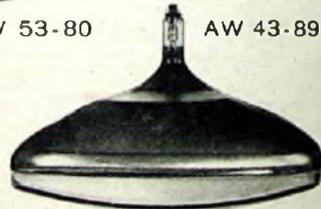
AW 53-80



AW 43-88



MW 53-80



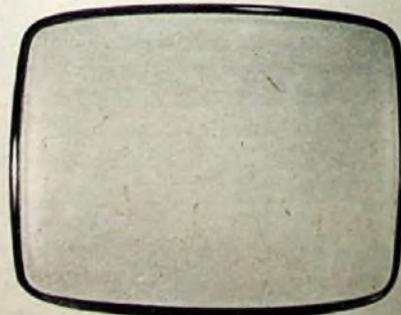
AW 43-89



AW 61-88



AW 53-88



AW 59-90



die Markenröhre von Weltruf

111260/386