

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

21 | 1960 +

mit Elektronik-Ingenieur  
FT-Sammlung

1. NOVEMBERHEFT



1. NOVEMBERHEFT 1960

**Nachtrag zur Amateurfunk-Rufzeichenliste**

Kürzlich erschien, herausgegeben vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und bearbeitet vom FTZ, der Nachtrag zur Rufzeichenliste der deutschen Amateurfunkstellen, Ausgabe März 1959. Er enthält alle Berichtigungen, Änderungen und Ergänzungen zur Rufzeichenliste März 1959 bis 10. Mai 1960. Das zuletzt aufgeführte neue Rufzeichen ist DJ 6 DM.

**10 000. Decca-Radar-Anlage**

Am 9. September 1960 erhielt die Decca Radar Gesellschaft, London, ihren 10 000. Auftrag auf Lieferung und Einbau eines Schiffsradargerätes eigener Entwicklung und Fertigung. Mit ihrem ersten Schiffsradargerät erschien Decca im Jahre 1949, und in den elf Jahren ihres Bestehens hat sie etwa die Hälfte der in der Welt handelsflotte installierten Radargeräte geliefert. In Deutschland erhielt die DEBEG, Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie mbH., im Juli 1960 für den Neubau „303“ der Reederei F. Busse KG bei der Rickmerswerft in Bremerhaven ihren 1000. Decca-Schiffsradar-Auftrag. Decca-Radargeräte sind somit auch in der Ausrüstung der deutschen Handelsflotte führend.

**Richtfest bei Roka**

Am 7. 10. 1960 wurde der Rohbau eines neuen Verwaltungsgebäudes der Firma Roka, Robert Karst, in Berlin, Gneisenaustr. 27, fertiggestellt. Die Firma Roka wurde bereits im Jahre 1901 in Berlin gegründet und ist somit die älteste Fabrik für Radiozubehör in Deutschland. Trotz totaler Vernichtung des Betriebes in den letzten Kriegstagen des Jahres 1945 verstand es der Inhaber, Ingenieur Walter Dohm, seinem Betrieb wieder einen guten Namen in der Rundfunkbranche zu verschaffen. Er beschäftigt am heutigen Tage wieder 500 Arbeitnehmer.

**Philips-Forschungslaboratorium**

Das Philips-Zentrallaboratorium mit Forschungsstätten in Hamburg und Aachen, das bisher als Abteilung der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldephi), Hamburg, geführt wurde, ist in eine Tochtergesellschaft der Alldephi umgebildet worden, und zwar unter der Firma „Philips Zentrallaboratorium GmbH“, Hamburg. Das Stammkapital beträgt 1 Million DM. Die Geschäftsführung der Gesellschaft, die sich mit Grundlagenforschung befaßt, übernehmen Ir. L. Smit (Hamburg) und Dr. A. E. Pannenberg (Aachen).

**Versandkarton für Pikkolo-Tonbandbrief**

Das Pikkolo-Band der BASF wird gern als Tonbandbrief benutzt. Der Spulendurch-

messer ist nur 8 cm, die Laufzeit aber trotzdem 11 Minuten je Spur bei 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit. Für den Postversand des Pikkolo-Tonbandbriefes stellt die BASF jetzt eine Spezialverpackung zur Verfügung, die 10 Aufklebeadressen enthält. Jeder Karton kann also mindestens fünfmal zwischen den Tonbandbriefpartnern hin- und hergeschickt werden. Die neue Versandpackung wird von der BASF kostenlos abgegeben.

**Erfolg des 2. Philips-Tonband-Wettbewerbs**

Ein alle Erwartungen übertreffendes Echo unter den Tonbandamateuren hatte die Ausschreibung zum 2. Philips-Tonband-Wettbewerb. Der Philips-Tonband-Wettbewerb war in fünf Gruppen unterteilt: 1. Land und Leute, 2. Menschen im Alltag, 3. Berlin, 4. Spielerel mit dem Tonband, 5. Bild und Ton. Für jede Gruppe waren Preise ausgesetzt, und zwar Tonbandgeräte, Verstärkerkoffer, Phonokoffer und dynamische Mikrofone. Dazu wurde noch ein Hauptpreis in Form einer kompletten Philips-Stereo-Anlage vergeben, bestehend aus einem Plattenspieler mit Diamant-Tonkopf, einem Hi-Fi-Stereo-Verstärker und zwei Lautsprecher-Kombinationen. Die Gruppensieger und die Titel ihrer Einsendungen sind: U. Senkel, Elmshorn, „Griechenland - Land und Leute“ (Gruppe 1), H. W. Löckmann, Dürscheid, „Großstadtmelodie“ (Gruppe 2), I. Maresch, Berlin, „Glocken über Berlin“ (Gruppe 3), C. Schütze, Hamburg, „D. O. F. Rundfunkges.“ (Gruppe 4), W. Kalbfleisch, Biberach, „Nächtliches Spiel“ (Trick-Farbfilm) (Gruppe 5).

**RCA-Bildaufzeichnungsanlage**

Im September 1960 wurde die erste in Deutschland aufgestellte Magnetband-Bildaufzeichnungsanlage der RCA im Filmstudio der Firma Riva in Unterföhring bei München in Betrieb genommen.

**Eidophor-Fernsehprojektion**

Die Firmen CIRA und Philips haben im Jahre 1959 eine gemeinsame Gesellschaft mit dem Namen Eidophor AG gegründet. Der Vertrieb der Eidophor-Fernsehprojektoren in Deutschland liegt in den Händen der Deutschen Philips GmbH, Abteilung für Elektroakustik und Tonfilm, Hamburg. Auf der „photokina“ Köln 1960 (24. 9. - 2. 10. 60) wurde von Philips eine Eidophor-Anlage vorgeführt.

**Personliches**

**A. Ristow †**  
Dr. Alfred Ristow, Gründer und Inhaber der Dr. Alfred Ristow Elektrotechnische Spezialgeräte KG, Karlsruhe-Durlach, verstarb im Alter von 63 Jahren. Die Gründung seines Betriebes

erfolgte 1931 in Berlin; Grundlagen waren die beiden Patente „Fernsteuerung von Funkanlagen“ (1926) und „Funkschaltung“ (1928), die seinerzeit großes Aufsehen erregten, da durch sie bereits damals eine automatische Sender- und Empfängersteuerung möglich gemacht wurde.

**M. Kluge aus dem Vorstand der Standard Elektrik Lorenz AG ausgeschieden**

Dr. Martin Kluge, von 1950-1958 Vorsitzender des Vorstandes der früheren C. Lorenz AG, ist am 22. 9. 1960 aus dem Vorstand der Standard Elektrik Lorenz AG in Stuttgart ausgeschieden. Er tritt als Vizepräsident bei der ITT Europe Inc. in Brüssel ein, um dort übergeordnete Planungs- und Koordinierungsaufgaben zu übernehmen.

**H. Severin wurde außerplanmäßiger Professor**

Dr. Hans Severin, Leiter der Laborgruppe Mikrowellen im Philips-Zentrallaboratorium, Hamburg-Stellingen, wurde zum außerplanmäßigen Professor an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg ernannt.

Professor Severin gilt als einer der führenden deutschen Spezialisten auf dem Mikrowellengebiet; er erweiterte seine Erfahrungen unter anderem durch jeweils einjährige Tätigkeit bei der schweizerischen PTT und im Mikrowellenlaboratorium Princeton der Radio Corporation of America.

**W. Krüger 25 Jahre bei Vogt & Co.**

Ingenieur Werner Krüger, Leiter und Prokurist des Zweigwerkes Berlin-Neukölln der Firma Vogt & Co. KG., Erlau über Passau, konnte am 7. 10. 1960 sein 25-jähriges Dienstjubiläum begehen. Der Jubilar wurde am 26. 9. 1931 in Berlin geboren und trat 1935 bei Vogt & Co. ein. Anfänglich als Hilfstechner beschäftigt, wurde er nach Absolvierung der Ingenieur-Schule Gauss als Ingenieur eingesetzt. Die Betriebsleitung der in Berlin nach Verlagerung verbliebenen Fertigungsstätte übernahm er 1943 und führte 1945 den Neuaufbau durch. 1955 wurde ihm die Gesamtleitung des Berliner Zweigwerkes übertragen und 1956 Prokura erteilt.

**F. Brill erhielt Kulturpreis 1960**

Fritz Brill, der Schöpfer der Foto-Analyse, einer neuen Disziplin, die die Fotografie in den Dienst der Forschung stellt, wurde anlässlich der „photokina 1960“ mit dem Kulturpreis der Deutschen Gesellschaft für Photographie ausgezeichnet. Er schuf unter anderem bemerkenswerte Szenen im Siemens-Film „Impuls unserer Zeit“.

FT-Kurznachrichten ..... 748

Elektronik in der Wetterbeobachtung ..... 751

Grenzdatensysteme für Elektronenröhren und ihre Auswirkung auf die Geräteentwicklung ..... 752

Die Berechnung von Antennenmasten ..... 754

Reverbaphonic — ein neues Nachhallsystem für Stereo-Wiedergabe ..... 757

**FT-SAMMLUNG**

Schaltungstechnik

Halbleiter-Dioden - Wirkungsweise und Schaltungstechnik (4) ..... 759

**ELEKTRONIK-INGENIEUR**

Servotechnische Steuer- und Regelleitungen ..... 761

Für den KW-Amateur

Amateur-KW-Sender »Newcomer IVa« für 80, 40 und 20 m ..... 768

BASF-Rasterband ..... 769

Schallplatten für den Hi-Fi-Freund ..... 770

Aus unserem technischen Skizzenbuch ..... 773

Von Sendern und Frequenzen ..... 773

Salon de l'Electronique, Radio, Télévision 774

**FT-Zeitschriftendienst**

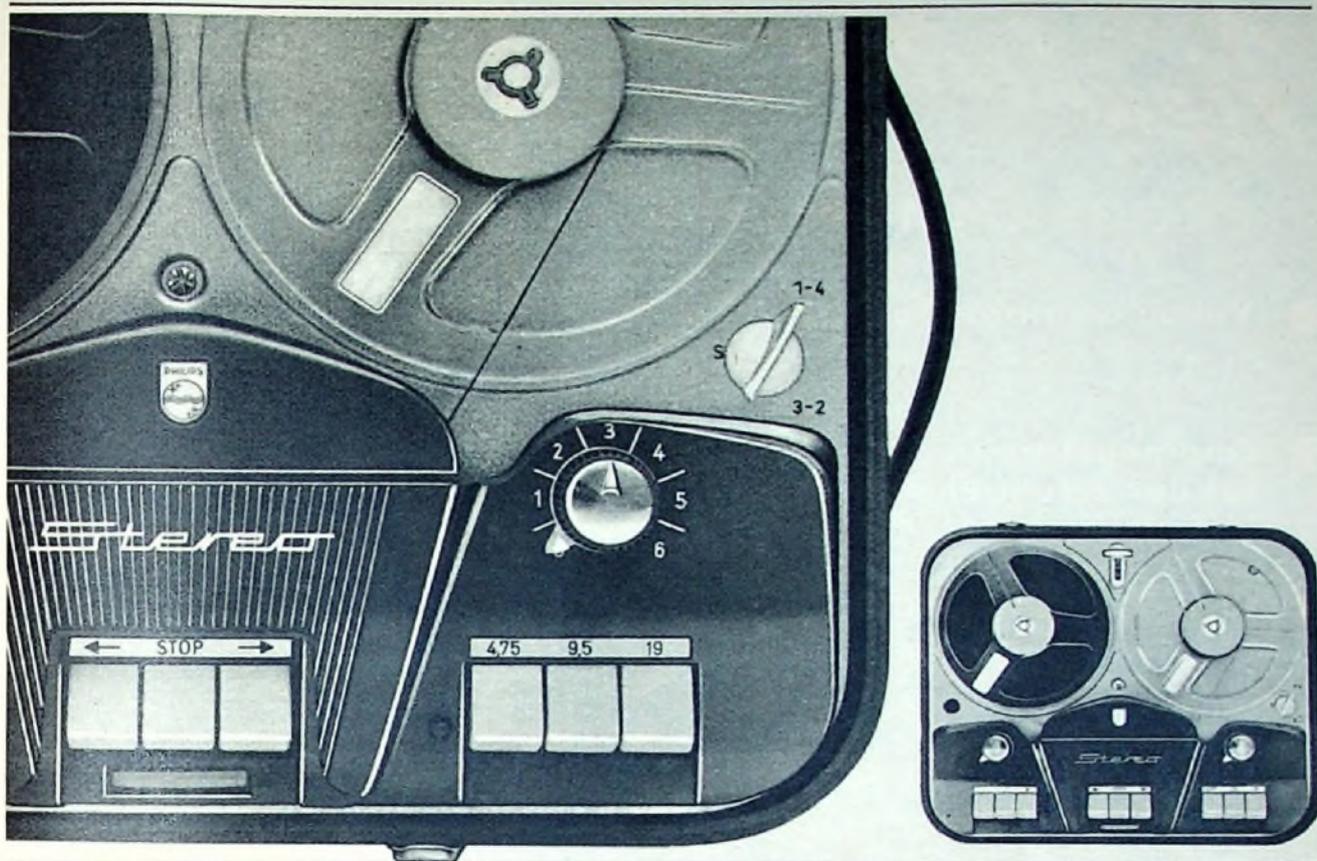
Ein neuartiger Spitzenspannungsmesser 775

Unser Titelbild: Blitzpeilung im Meteorologischen Institut der FU Berlin mit neuem Sichtfunkpeiler „SFP 500/1“ (links oben) der Firma Plath, Hamburg. Der Sichtfunkpeiler arbeitet auf der Frequenz 10 kHz und hat eine Tagesreichweite von 300 ... 5000 km und eine Nachtreichweite bis maximal 10000 km; er zeigt die Einfallsrichtung von Funkstörungen (Blitzentladungen) seitenrichtig an. Die Entfernung der Blitzentladung wird in Zusammenarbeit mit dem Telefunken-Wetterradargerät (unten), mit Kameraröhren für Einzel- und Reihenbildaufnahmen) ermittelt. Aufnahme: FT-Schwahn

Aufnahmen: FT-Schwahn. Verfasser, Verkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Kuch, Neubauer, Schmah) nach Angaben der Verfasser. Seiten 749, 750, 767, 772, 777 und 778 ohne redaktionellen Teil

**VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH**, Berlin-Borsigwalde, Eichbarndamm 141-167  
Telefon: Sammel-Nr. 492331 (Ortskennzahl im Selbstwählerdienst 0311) Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352  
Fachverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Rath, 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, Mikrofilm, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin; Druck: Elsnerdruck, Berlin SW 68.

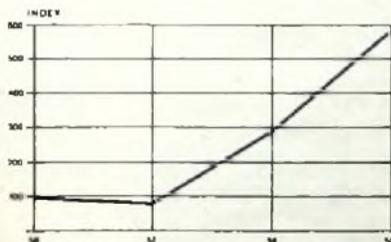




# So verkaufen Sie mehr Tonbandgeräte

Dies ist der neue Tonbandkoffer RK 50 – und das sind die Verkaufs-Argumente, mit denen Sie Ihre Kunden überzeugen können:

- 1** Der RK 50 hat die Tonband-sparende Vierspurtechnik. Das bedeutet: bis zu 16 Stunden Spieldauer auf einem Band.
- 2** Playback, eingebautes Mischpult und Tricktaste ermöglichen die Gestaltung interessanter Bandaufnahmen.
- 3** Er wurde mit den internationalen Philips Erfahrungen für tongetreue Stereo-Wiedergabe gebaut und hat die kinderleichte Philips Drucktasten-Bedienung.



So sieht die Umsatz-Entwicklung in Philips Tonbandgeräten aus. Haben Sie daran teilgenommen?

Fortschritt für alle



...nimm doch **PHILIPS**

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

LOEWE  OPTA

*Neuheiten-*

## PROGRAMM 1960/61

● **Vollautomatische Fernsehgeräte**

mit der neuen 59 cm Großbildröhre in internationaler 110° Weitwinkel-Technik

● **Empfangsbereit für das 2. Fernsehprogramm**

durch eingebauten UHF-Tuner

● **Hi-Fi-Stereo-Rundfunkgeräte**

Vollautomatische Sender-Scharabstimmung durch einfachen Tastendruck. Stereo-Taste und Balance-Regler für 2-Kanal-Stereo-Verstärker.

● **„Kobold“ - der schnurlose Transistor-Empfänger**

Ein äußerst sparsamer Batterie-Empfänger, unabhängig vom Lichtnetz. Überall und zu jeder Zeit betriebsbereit.

● **Hi-Fi-Stereo-Konzertschränke**

mit Doppel-Gegentakt-Endstufe (2 x 15 W)

● **Volltransistor-Taschen- und Kofferempfänger**

federleicht und äußerst klein mit stromsparender Gegentakt-Endstufe



OPTALUX



APOLLO-STEREO



KOBOLD-TRANSISTOR



PALOMA-STEREO



DANDY

LOEWE  OPTA

BERLIN / WEST - KRONACH / BAYERN - DUSSELDORF



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH



## Elektronik in der Wetterbeobachtung

Die moderne Meteorologie ist eng mit der Fernmelde- und Funktechnik verknüpft, man kann fast sagen, ihre Geburtsstunde hat mit der Erfindung des Telegrafen geschlagen. Von diesem Zeitpunkt an gelingt es, Wetternachrichten so schnell zu übermitteln, daß der Meteorologe den Wetterzustand eines ausreichend großen Gebietes schon kurze Zeit nach der Beobachtung überblicken kann. Das Wetternachrichtensystem ist heute international und weltweit. Die Länderzentralen — beispielsweise die Zentralstelle des deutschen Wetterdienstes in Frankfurt — verbreiten ihre Arbeitsergebnisse in Form von Übersichten zum vergangenen und gegenwärtigen Wetter sowie als Vorhersagen für bestimmte Gebiete, Plätze und Zeiträume. In technischer Hinsicht gliedert sich das Wetternachrichtenwesen nahezu völlig in das allgemeine Nachrichtenwesen ein. Dabei sorgen die öffentlichen Dienste durch entsprechende Übermittlungsgeschwindigkeit und auch durch Spezialverbindungen für sichere Weitergabe. Eine besondere Rolle spielt dabei die Faksimile-Übertragung von Wetterkarten.

Zu den bedeutenden Fortschritten der letzten Zeit gehört die Automatisierung der Wetterbeobachtung. Wie auf vielen Gebieten neuzeitlicher Technik, leistet besonders die Elektronik hervorragende Dienste. Grundsätzlich kommt es darauf an, Beobachtungsergebnisse über ein Nachrichtensystem zu übertragen. Seit vielen Jahren bewährte sich beispielsweise die automatische Steuerung der hierfür entwickelten Sender durch die Meßorgane. Automaten sind ferner für alle Beobachtungssysteme wichtig, bei denen der Mensch aus technischen oder wirtschaftlichen Erwägungen ausscheiden muß; wenn es sich also, um nur einige Fälle zu nennen, um Beobachtungen auf unzugänglichen Berggipfeln, in bestimmten Seegebieten, in der Arktis oder in der Wüste handelt. Die jeweils verwendeten Anlagen unterscheiden sich wesentlich je nach Art der Messungen, nach der Häufigkeit und Zeitdauer des Meßprogramms und nach der zu überbrückenden Entfernung.

Charakteristisch für den heutigen Stand der Wetterbeobachtung sind automatische Wetterstationen für Beobachtungen an der Erdoberfläche und neuzeitliche Radiosonden. Die automatischen Wetterstationen — sie bewährten sich an schwer zugänglichen Punkten — bestehen aus den Meßorganen, dem Programmgeber für die Ablaufsteuerung des Sendeprogramms, dem Sender mit Antennenanlage und der Stromversorgung. Umfang und Gewicht der Anlage hängen von der Sendeleistung, der Gesamtbetriebsdauer, der Dauer und Häufigkeit der Sendungen und von den Transportmöglichkeiten ab.

Bei einer typischen Automatik-Wetterstation nach Wood ist das Anemometer mit Windfahne auf einem Mast befestigt. In der Instrumentenhütte sind gegen Sonnenstrahlung geschützt die Meßorgane für Lufttemperatur und relative Feuchtigkeit untergebracht. Zur Anlage gehört ferner ein Regenmesser. Als Luftdruckfühler dient ein üblicher Mikrobarograf. Der Hebelarm gleitet auf einer Leiste mit 100 Kontakten. Bei der Sendung wird der Hebel magnetisch auf die Leiste gedrückt. In der übrigen Zeit kann er sich frei einstellen. Mit den Kontakten werden Widerstände abgegriffen, die in einem Relaxationskreis dem Luftdruck proportionale Frequenzen erzeugen. Für die Feuchtemessung ist ein Haarhygrograf für entsprechend geringere Genauigkeit mit nur 50 Kontakten auf einer Leiste ausgestattet. Für das Messen der Temperaturen eignen sich Thermistoren als frequenzbestimmende Widerstände. Die Windgeschwindigkeit mißt man mit einem Kontaktanemometer. Es gibt für je 15,6 m Windweg einmal Kontakt. Aus der Anzahl der Kontaktgaben während 30 Sekunden erhält man die Windgeschwindigkeit in Knoten. Die Windrichtung ist durch 16 Widerstände — entsprechend 16 verschiedenen Richtungsangaben — im Relaxationskreis gekennzeichnet. Eine andere, nach dem Hellmannschen Regenschreiber abgewandelte Einrichtung gestattet, die Niederschlagsmenge zu messen. Auch hier wird die Impulsfrequenz — sie ist maximal drei Impulse je Sekunde — durch Relaxationskreise erzeugt. Solche automatischen Wetterstationen in erweiterter

stürmsicherer Ausführung hat man mit Erfolg für die Hurrican-Warnung eingesetzt.

Zur weit größeren praktischen Bedeutung kamen in den letzten Jahren die Radiosonden. Darunter versteht man Kombinationen eines Funk-senders mit Meßorganen zum Übermitteln der Meßergebnisse aus größeren Höhen der freien Atmosphäre. Als Träger eignen sich elastische Kautschukballone von etwa 2 m Durchmesser. Sie transportieren ein rund 1 bis 2 kg schweres Gerät mit einer Steiggeschwindigkeit von 5 bis 6 m/s. Die erreichbaren Gipfelhöhen liegen bei etwa 35 km. Spezialballone lassen Untersuchungen noch in 40 km Höhe zu. Durch den technischen Aufwand ist jedoch der Höhenbereich normaler Radiosonden des Wetterdienstes auf rund 30 km beschränkt.

Entsprechend den Windverhältnissen in der Troposphäre und der unteren Stratosphäre, fordert man für die Funkanlage die sichere Überbrückung einer Entfernung von 150 bis 200 km. Da man mit dem Verlust etwa abgetriebener Anlagen rechnen muß, dominiert in der Radiosonden-technik die einfache Senderschaltung mit angemessenem Aufwand. Die Senderleistung liegt mit Rücksicht auf minimales Batteriegewicht meistens unterhalb 0,1 Watt. Im Standard-Meßprogramm für Radiosonden werden Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit mit relativ hoher Genauigkeit erfaßt. Wie eine Denkschrift der Internationalen Aerologischen Kommission zeigt, gibt es je nach den an Radiosonden gestellten Anforderungen eine Fülle unterschiedlicher Konstruktionen. Interessant ist der Einsatz der Radartechnik, mit der man die Radiosonde leicht verfolgen kann, wenn ein geeigneter Reflektorkörper angehängt wird. Wetterdienst-Radargeräte verwenden vorzugsweise Wellenlängen um 3 oder 10 cm. Als Reflektoren am Ballon dienen leichte metallkaschierte Flächen aus Stoff oder Papier in Form von Tripel-Spiegeln, das sind je drei ebene Flächen, die miteinander einen Winkel von je 90° bilden.

Große Bedeutung hat ferner die unmittelbare Wetterbeobachtung durch Radar erlangt. Gebiete starker Niederschlagsbildung lassen sich auf dem Bildschirm als Reflexionen gut erkennen. Damit gelingt es einwandfrei, die räumliche Lage und zeitliche Veränderung beispielsweise von Hagel- und Gewitterstürmen laufend zu beobachten.

Die jüngste Entwicklung, die meteorologische Rakete, setzt eine völlig veränderte Meßtechnik voraus. Die wissenschaftlichen Geräte sind im Raketenkopf untergebracht. Mit Hilfe solcher Raketen konnten sowjetische Techniker feststellen, daß die Temperatur der unseren Planeten umgebenden Luft starken Veränderungen unterworfen ist. Ferner gelang es, in den oberen Atmosphärenschichten genaue Werte über die Veränderung des Drucks und der Sonnenstrahlung zu messen. Die Signale der Rakete wurden mit einem Oszillografen auf Filmband aufgenommen. Die Rakete trägt übrigens einen Metallspiegel als Rückstrahlgerät zur Flugbeobachtung. Nach dem Erreichen einer Höhe von 70 km löst sich der Kopf vom übrigen Teil der Rakete und kehrt langsam zur Erde zurück.

Eine andere Art der elektronischen Wetterbeobachtung erprobten die Amerikaner mit dem Erdsatelliten „Tiras I“. Das mit zwei Fernseh-kameras, elektronischen Bildaufzeichnern und zahlreichen anderen Spezialinstrumenten ausgerüstete Gerät sandte inzwischen über 7000 Bilder aus etwa 700 km Höhe, deren Qualität die Fachwelt überraschte. Ein Teil der Aufnahmen wird — bis zum Abruf durch eine Bodenstation — im Satelliten gespeichert. In „Rufweite“ können die Impulse aber auch direkt vom Kamera-Bildwandler an den Sender gegeben werden. Erstmals gelang der Nachweis der Entstehung von Hurricanen in umfangreichen Sturmgebieten. Man verspricht sich mit einem System mehrerer Wettersatelliten in Verbindung mit Radar, Wetterflugzeugen, Raketen- und Ballonsonden Wetterprognosen hoher Genauigkeit für einen Zeitraum von 30 Tagen, ein für die Menschheit wertvoller Fortschritt.

Werner W. Diefenbach

# Grenzdatensysteme für Elektronenröhren und ihre Auswirkung auf die Geräteentwicklung

DK 621.385

Bei der Auslegung einer elektrischen Schaltung ist es erforderlich, nicht nur sicherzustellen, daß sie wunschgemäß arbeitet, sondern daß sie diese Eigenschaft für angemessene Zeit beibehält, auch wenn die Betriebsbedingungen wechseln und Verschleißerscheinungen der Bauelemente auftreten. Daher prüft man, ob die mehr oder weniger zahlreichen Bauelemente, die in der Schaltung Verwendung finden, nicht stärker als zumutbar belastet werden.

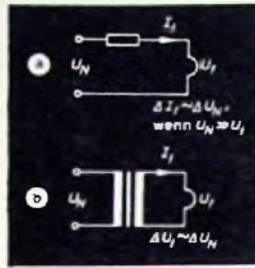
Dabei genügt es nicht, die Nominalbelastung zugrunde zu legen, da Abweichungen hiervon möglich sind. Unter Nominalbelastung versteht man die Belastung bei Nominalwerten der betrachteten Bauelemente, der übrigen Bauelemente, der Speisespannungen sowie bei Normaleinstellung gegebenenfalls vorhandener Einstellglieder. Abweichungen von der Nominalbelastung können also durch

- 1) Streuungen des betrachteten Bauelementes,
- 2) Streuungen der Speisespannung,
- 3) Streuungen anderer Bauelemente,
- 4) zufällige Einstellung gegebenenfalls vorhandener betriebsmäßig zu bedienender Einstellglieder oder auch nur einmal einzuregelnder Abgleichelemente,
- 5) betriebsmäßige Schwankungen zu verarbeitender Signale (zum Beispiel Eingangssignale von Verstärkern) und
- 6) Schwankungen der angeschlossenen Last auftreten. Die Auswirkungen dieser sechs Einflüsse sind über die verwendete Schaltung miteinander verknüpft. Es kann zum Beispiel Schaltungen geben, bei denen trotz mehr oder weniger großer Schwankungen der Speisespannung wegen absichtlicher oder unabsichtlicher Stabilisierung keine Belastungsänderung des Bauelementes auftritt. Aber auch das Gegenteil ist denkbar.

Grenzdaten beziehen sich allgemein auf die Belastbarkeit des Bauelementes, wobei nachstehend das Bauelement Röhre betrachtet werden soll und nicht die Arbeitsweise beliebiger anderer Bauelemente schlechthin. Die Einhaltung der Grenzdaten hat im wesentlichen den Sinn, eine genügende Betriebszeit zu erreichen. Die Arbeitsweise der Schaltung ist somit über den Lebensdauereinfluß mit den Grenzdaten verknüpft. Im folgenden sollen daher nur die Belastungsverhältnisse von Elektronenröhren an Hand vereinfachter Grundschaltungen untersucht werden.

Am einfachsten lassen sich Schwankungen der wirklich aufgenommenen Heizleistung, zum Beispiel indirekt geheizter Röhren, übersehen. Der Heizfaden besteht im allgemeinen aus Wolfram, also aus einem Widerstandsmaterial mit stark positivem Temperaturkoeffizienten. Die die Katodentemperatur beeinflussende Änderung der Heizleistung bei Netzspannungsschwankungen hängt also davon ab, ob der Heizstrom oder die Heizspannung der Netzspannung proportional ist. Wenn nämlich die Netzspannung  $U_N$  hauptsächlich an einem Vorwiderstand abfällt (Bild 1a), der ein lineares Belastungsverhalten aufweist,

Bild 1. Heizkreisschaltungen für Elektronenröhren; a) Stromspeisung (30% Leistungszunahme für 10% Zunahme von  $U_N$ ). b) Parallelspeisung (16% Leistungszunahme für 10% Zunahme von  $U_N$ )



ist die Heizstromänderung  $\Delta I_f$  der Netzspannungsänderung  $\Delta U_N$  proportional. Wird die Röhre dagegen aus einem Transformator geheizt (Bild 1b), so ist die Heizspannungsänderung  $\Delta U_f$  der Netzspannungsänderung proportional.

Die Heizspannung der Röhre ist

$$U_f = k \cdot I_f^{1,55}$$

Hieraus läßt sich errechnen, daß sich im Fall der Stromspeisung bei 10% Netzspannungsänderung, also bei gleicher Stromänderung, die Heizspannung um etwa 19% und die aufgenommene Heizleistung um rund 30% ändern. Bei einem lastunabhängigen Widerstand wäre der Leistungszuwachs nur 20%. Bei Parallelspeisung (Bild 1b) wächst die Heizleistung für eine Netzspannungsänderung von 10% nur um etwa 16%. Dieses einfache Beispiel sollte nur zeigen, welchen Einfluß einfache Schaltungsmaßnahmen auf Belastungsänderungen der Röhre haben.

Bild 2 zeigt die Grundschaltung einer Leistungstriode. An die Röhre werden die Spannungsquellen  $U_a$  als Gittervorspannung und  $U_b$  als Betriebsspannung, die in

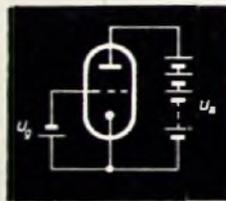
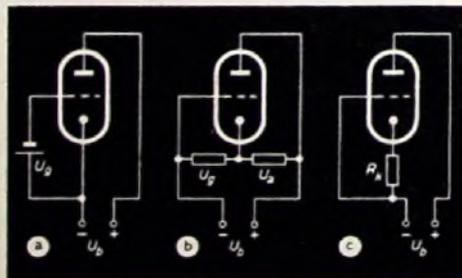


Bild 2. Grundschaltungen einer Leistungstriode

Bild 3 (unten). Die drei praktischen Grundschaltungen einer Triode



diesem Fall mit der Anodenspannung identisch ist, gelegt. In der Praxis arbeitet man selbstverständlich nicht mit getrennten Stromquellen. Folgende abgeleitete Grundschaltungen sind denkbar:

- a) Die Anodenspannung wird einem Netzteil entnommen, dessen Spannung  $U_b$  schwanken kann. Die Gittervorspannung, die als Batterie gezeichnet ist, sei stabilisiert,

also unabhängig von Schwankungen der Speisespannung (Bild 3a).

b) Gittervorspannung und Anodenspannung ändern sich proportional mit der Speisespannung (Bild 3b). Dabei sei angenommen, daß der aus den zwei Widerständen bestehende Spannungsteiler ausreichend niederohmig ist.

c) Bild 3c zeigt eine oft verwendete Schaltung, bei der die Gittervorspannung  $U_g$  an einem Katodenwiderstand  $R_k$  abfällt. Hier leitet sich die Höhe der Gittervorspannung also nicht unmittelbar von der Betriebsspannung ab, sondern sie hängt vom Anodenstrom der Röhre ab, der selbstverständlich über die Röhrenkennlinien mit der Betriebsspannung verknüpft ist.

Jetzt soll untersucht werden, wie sich eine Speisespannungsschwankung  $\Delta U_b$  auf die Anodenverlustleistung der Röhre auswirkt, und zwar statisch, also ohne Aussteuerung der Röhre und ohne Belastung im Anodenkreis. Der Anodenstrom ist im hier interessierenden Bereich näherungsweise

$$I_a \sim k_1 \cdot U_g + k_2 \cdot U_a$$

Im Schaltungsbeispiel Bild 3a bleibt die Gittervorspannung konstant, so daß bei Annahme eines idealisierten Kennlinienfeldes die Anodenstromänderung der

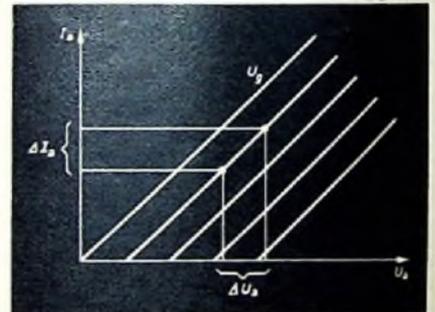


Bild 4. Diagramm  $I_a = f(U_a)$  für  $U_g = \text{konstant}$

Anodenspannungsänderung proportional ist. Außerdem soll die den Durchgriff der Röhre bestimmende Parallelverschiebung der  $U_a$ -Geraden klein gegenüber der Anodenspannungsänderung sein (Bild 4). Dann steht die Änderung der Anodenverlustleistung im quadratischen Zusammenhang mit der Anodenspannungsänderung

$$\Delta N_a \sim \Delta U_a^2$$

Im Schaltungsbeispiel Bild 3b tritt bei Schwankungen der Betriebsspannung eine auf den Anodenstrom kompensierend wirkende Änderung der Anoden- und Gitterspannung auf. Daraus ergibt sich, daß sich Betriebsspannungsschwankungen nicht mehr quadratisch, sondern in geringerem Maße auf die Anodenverlustleistung auswirken. Es ist möglich, die Schaltung so aufzubauen, daß der Anodenstrom  $I_a$  bei Betriebsspannungsschwankungen konstant bleibt, so daß sich die Anodenverlustleistung dann linear ändert.

Schaltungsbeispiel Bild 3c stellt ein Mittelglied zwischen den Bildern 3a und 3b

dar. Die Gittervorspannung hängt vom Anodenstrom ab, und es läßt sich errechnen, daß sich zwar in diesem Fall eine Änderung der Anodenverlustleistung in Abhängigkeit vom Quadrat der Betriebsspannung ergibt, daß aber ein stark abschwächender Proportionalitätsfaktor auftritt, dessen Wert um so kleiner ist, je größer der Katodenwiderstand gewählt wird.

Für genügend große Werte von  $R_k$  ist der Anstieg der Anodenverlustleistung geringer als für kleine Werte. Er verläuft aber in jedem Falle quadratisch, da man sich eine Röhre mit Katodenwiderstand durch eine andere Röhre ohne Katodenwiderstand, aber mit größerem Innenwiderstand ersetzt denken kann. Bild 5 zeigt die Wirkung des Katodenwiderstandes auf das Kennlinienfeld. Die gestrichelte Linie stellt den vergrößerten differentiellen Innenwiderstand dar.

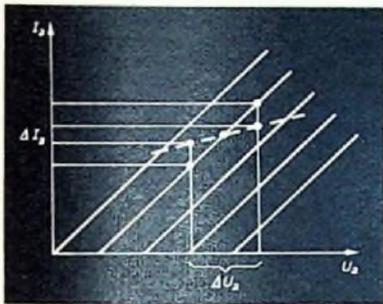


Bild 5. Diagramm  $I_a = f(U_a)$ ,  $U_g$  durch Katodenwiderstand  $R_k$  erzeugt

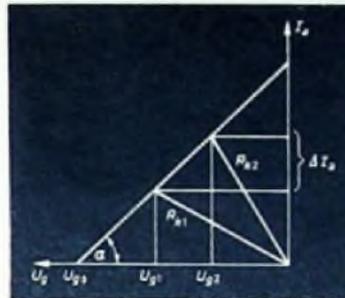


Bild 6. Diagramm  $I_a = f(U_g)$  für  $U_a = \text{konstant}$ ;  $R_{k1}$  und  $R_{k2}$  sind Katodenwiderstände

Aus dem bisher Dargestellten wird deutlich, daß Verlustleistungsänderungen nicht nur von den Röhrendaten, sondern auch verhältnismäßig stark von der jeweiligen Schaltung abhängen. Selbstverständlich haben aber auch Abweichungen der verwendeten Einzelteile Einfluß auf die Röhrenbelastung. In dem idealisierten  $I_a$ - $U_g$ -Diagramm einer Triode (Bild 6) stellen die beiden im Koordinaten-Ursprung beginnenden Geraden zwei Katodenwiderstände ( $R_{k1}$  und  $R_{k2}$ ) dar; ihre Schnittpunkte mit der Röhrenkennlinie bestimmen den Arbeitspunkt der Röhre. Man kann erkennen, daß die Änderung des Katodenwiderstandes von  $R_{k1}$  auf  $R_{k2}$  eine gewisse Anodenstromänderung  $\Delta I_a$  zur Folge hat, die aber nicht nur von der Größe des Katodenwiderstandes, sondern auch von der Steilheit der Röhre, die durch den Winkel  $\alpha$  dargestellt wird, abhängt. Die Anodenstromänderung ist

$$\Delta I_a \sim \frac{S}{1 + S \cdot \Delta R_k} = \frac{1}{1/S + \Delta R_k}$$

Die Toleranz des Katodenwiderstandes wirkt also, entsprechend dem Verhältnis  $S/R_k$ , nur in verringertem Maße auf die Anodenstromänderung. Daher wird die Anodenverlustleistung bei konstanter Anodenspannung weniger stark schwanken, als wenn sich die Abweichung des Katodenwiderstandes ganz auf den Anodenstrom auswirken würde. Die bisherigen Betrachtungen wurden der Einfachheit halber nur auf die Triode bezogen. Grundsätzlich gelten sie jedoch auch für alle anderen Röhrentypen.

Vor wenigen Jahren noch, als die Empfängerröhren fast ausschließlich in Rundfunkempfängern verwendet wurden, waren die Schaltungen der verschiedenen Röhrentypen verhältnismäßig fest umrissen; Abweichungen vom Herkömmlichen waren auf Ausnahmen beschränkt. In der Röhrenentwicklung konnte daher die in der Praxis auftretenden Lastschwankungen recht ge-

nau einschätzen, und es genügte, dem Geräteentwickler Grenzdaten für die Röhrenbelastungen zu nennen, die sich auf nominelle Röhren, nominelle Schaltelemente und nominelle Betriebsspannungen (also auf normalisierte Größen) bezogen. Die hierauf aufbauenden Grenzdaten werden nach einem Vorschlag der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) als „Normalgrenzdaten“ (design center values) bezeichnet und sind folgendermaßen definiert:

Normalgrenzdaten sind Grenzdaten, die bei Mittelröhren in keiner Betriebsart überschritten werden dürfen, wenn auch alle übrigen Bauelemente und die Speisenspannung des Gerätes Nennwerte haben. Ist ein Gerät so entworfen, so dürfen beliebige Exemplare des betreffenden Röhrentyps eingesetzt werden, und die Schaltelemente und die Speisenspannung dürfen

Die Vielfalt der in der Praxis mit demselben Röhrentyp aufgebauten Schaltungen macht es dem Röhrenentwickler schwer, für einen vorgegebenen Typ die richtigen Grenzdaten festzulegen. Die bisher für Rundfunk- und Fernsehempfängerröhren gebräuchlichen Normalgrenzdaten stellen ja noch keine Werte dar, bei deren Überschreitung die Röhre zerstört würde, sondern es sind noch Sicherheitsabstände vorhanden. Dabei hat der Röhrenhersteller nur eine Kontrollmöglichkeit für die Röhrensteuerung selbst, nicht aber dafür, wie die Röhre später wirklich verwendet wird. Wenn man das aber nicht von vornherein weiß, muß man mit denjenigen Schaltungen rechnen, die insbesondere bei Netzspannungsschwankungen die größten Lastschwankungen für die Röhre zur Folge haben. Bei günstigeren Schaltungen hat dann aber die Röhre zu große Reserven und wird nicht wirtschaftlich ausgenutzt.

Diese Zusammenhänge waren (zuerst in den USA) der Anlaß, neben den bereits existierenden Systemen der Normalgrenzdaten und der absoluten Grenzdaten (die unter keinen Umständen, auch nicht infolge von Röhrenstreuungen überschritten werden dürfen) noch ein drittes System aufzustellen, nämlich das der sogenannten „eingeschränkten Normalgrenzdaten“ (design maximum values). Diese kommen der zulässigen wirklichen Belastungsgrenze der Röhren näher und verlagern die Verantwortlichkeit für die Röhrenbelastung in vergrößertem Maße auf den Schaltungsentwickler; sie geben diesem aber auch die Chance, die Schaltung so auszulegen und Einzelteiletoleranzen so zu wählen, daß die größte Wirtschaftlichkeit erreicht wird. Dabei ist es der Verwendung von Elektronenröhren in Heimgeräten angepaßt, daß der Röhrenhersteller selbst die Verantwortung für die Auswirkung der Röhrenstreuung trägt.

Für die eingeschränkten Normalgrenzdaten schlägt die NTG folgende Definition vor:

Eingeschränkte Normalgrenzdaten sind Grenzdaten, die bei einer betrachteten Mittelröhre in keiner Betriebsart überschritten werden dürfen, wenn für alle

im Rahmen definierter Toleranzen schwanken.

Bei der Festlegung dieser Grenzdaten ist es Aufgabe des Röhrenentwicklers, einen ausreichenden Sicherheitsabstand von denjenigen Werten einzuhalten, bei deren Überschreitung der Röhre eine bleibender Schaden entsteht.

Neben den bereits erwähnten Grundschaltungen verwendet man beispielsweise in Fernsehgeräten auch sogenannte stabilisierte Schaltungen, die zum Beispiel verhindern sollen, daß sich bei Schwankungen der Netzspannung die Ablenkamplituden so ändern, daß schwarze Ränder an den Bildkanten auftreten. Bei diesen Schaltungen wird zum Beispiel aus einer der Ausgangsleistung proportionalen Größe eine Gleichspannung erzeugt, die man mit einer Normalspannung vergleicht. Die hieraus gewonnene Regelspannung gelangt dann zum Steuergitter der Röhre und beeinflußt den Arbeitspunkt, so daß die abgegebene Leistung entweder konstant oder der Innenwiderstand eines durch die Röhre gesteuerten Hochspannungsgenerators klein bleibt.

Im Bild 7 ist das Prinzip einer derartigen Schaltung vereinfacht dargestellt. Diese Schaltungen haben den Vorteil, daß Störungen von Röhre und Einzelteilen durch Voreinstellung des Reglers  $R$  von vornherein ausgeglichen werden. Das ist von der Funktion der Schaltung her gesehen vorteilhaft, da zum Beispiel die von der Röhre zu liefernde Leistung bei Toleranzen des Wirkungsgrades eines im Ausgang liegenden Übertragers und Abgleich der Schaltung auf vorgegebene Leistung im Verbraucher  $V$  bei Speisenspannungsschwankungen stabiler bleibt. Die von der Röhre verarbeitete Verlustleistung kann dabei aber unter Umständen stärker schwanken, als wenn bei steigender Speisenspannung auch die abgegebene Leistung entsprechend größer würde.

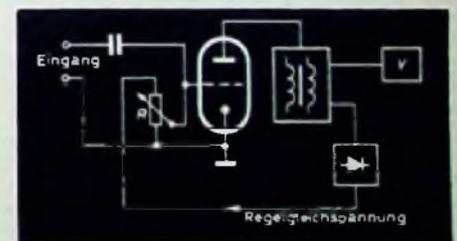


Bild 7. Regelschaltung

übrigen Röhren und die sonstigen Bauelemente dieses Gerätes sowie für die Betriebsbedingungen jeweils die Grenzen des Toleranzbereiches zugrunde gelegt werden. Ist ein Gerät so entworfen, so dürfen beliebige Exemplare des betreffenden Röhrentyps eingesetzt werden.

Der Geräteentwickler hat dabei den Vorteil, im wesentlichen mit Nominalröhren arbeiten zu können, denn bei der Vielzahl von Parametern der Elektronenröhren gibt es praktisch keine allgemein gültigen Grenzwerte. Sogenannte Mittelwertrohren sind auch nur schwer zu finden. An ihre Stelle kann jedoch eine ausreichend große Anzahl beliebiger Röhren eines Kollektivs treten, und man rechnet bei Über-

prüfung der Einhaltung der Grenzdaten mit den Mittelwerten aus den Messungen des Kollektivs.

Es soll aber keineswegs die Behauptung aufgestellt werden, daß das System der eingeschränkten Normalgrenzdaten alle bisher aufgetretenen Schwierigkeiten beseitigt; es hat auch Nachteile. Zu den Nachteilen ist zu rechnen, daß die Auswirkung der Röhrenstreuung auch wieder von der Schaltung abhängt. Dieser Einfluß muß nun also doch, entgegen der ursprünglichen Absicht, vom Röhrenentwickler berücksichtigt werden. Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß man nur schwer entscheiden kann, ob man bei Überprüfung der Schaltung auf Einhaltung der eingeschränkten Normalgrenzdaten eine absolute Grenzsicherung als Maßstab verwenden soll, die unter den ungünstigsten Bedingungen arbeitet, oder eine Schaltung, die den ungünstigsten

wahrscheinlichen Bedingungen Rechnung trägt. In der Definition der Normalgrenzdaten der NTC hat man sich in dieser Hinsicht nicht festgelegt. Die amerikanische Definition der design maximum ratings spricht von „worst probable conditions“. Diese Formulierung ist sicherlich vernünftig, denn es wäre unwirtschaftlich, mit den ungünstigsten möglichen Bedingungen zu rechnen, die in der Praxis nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit auftreten. Die Überlastung der Röhre kann in einem solchen Extremfall außerdem gering sein und würde sich auch nur dann auswirken, wenn eine derartige Schaltung mit der ungünstigsten möglichen Röhre bestückt wäre. Auch bei Betrachtung der Grenzdatenysteme kommt es vor allem auf eine sinnvolle Anwendung an, und unter dieser Voraussetzung darf man das eingeschränkte Normalgrenzdaten-System als vorteilhaft ansehen.

1600 kg/cm<sup>2</sup>, Hirschmann-Mastrohre „Stema 32“:  $\sigma = 2800$  kg/cm<sup>2</sup>, Hirschmann-Mastrohre „Ama 50“:  $\sigma = 2400$  kg/cm<sup>2</sup>,  $c$  der Beiwert für den Windwiderstand ( $c = 1$ ) und  $q$  [kg/cm<sup>2</sup>] der Winddruck ( $q = 0,007$  kg/cm<sup>2</sup>). Das erste Glied der rechten Seite von Gl. (1) stellt das größte Biegemoment dar, das an der Befestigungsstelle des Mastes auftreten darf, und das zweite ist das Biegemoment durch den Wind, der auf die Oberfläche des Mastes trifft. Der angegebene Wert des Winddrucks gilt für die Mast- und Gebäudehöhen, die im vorhergehenden Abschnitt angegeben sind. Werden diese Grenzen überschritten, so muß man den Winddruck größer annehmen.

Im Bild 2 sind für verschiedene Maste die nach Gl. (1) zulässigen Antennenbelastungen in Abhängigkeit von der freien Mastlänge aufgetragen. Bei den Gasrohren sind die Nenndurchmesser mittelschwerer Gewinderöhre nach DIN 2440 eingesetzt. Als zulässige Festigkeit wurde für diese Röhre der in der VDE-Vorschrift nach DIN 1629 angegebene Wert angenommen. Nach dem noch nicht in Kraft gesetzten Neuentwurf der Vorschrift DIN 1629 dürfte aber dafür nur noch  $\sigma = 1500$  kg/cm<sup>2</sup> eingesetzt werden.

Für Stahlpanzer-, Gas- und Wasserleitungsrohre ist keine Mindestfestigkeit vorgeschrieben. Die aufgeführten Hirschmann-Maste aus hochwertigem Stahl haben dagegen von den Herstellern garantierte Festigkeitswerte. Wenn diese Maste richtig bemessen sind, ist die Erfüllung der VDE-Vorschrift gewährleistet. Dem Stahlpanzerrohr fehlt außerdem noch der ebenfalls vorgeschriebene Oberflächenschutz.

Die Windlast einer Antenne ist

$$W_a = F \cdot c \cdot q \quad [\text{kg}] \quad (2)$$

Bild 2. Zulässige Antennenbelastung in Abhängigkeit von der freien Länge verschiedener Antennenmaste (gestrichelt nicht lieferbare Längen). Unter den Mastzeichnungen sind die Werte des Biegemomentes am Mastfuß bei der höchsten zulässigen Belastung angegeben.

## Antennen

A. FIEBRANZ, Firma R. Hirschmann

# Die Berechnung von Antennenmasten

DK 621.396.67

Die VDE-Vorschrift 0855 (Bestimmungen für Antennenanlagen) enthält im Teil 1/9.59 (Errichtungsvorschriften), der am 1.9.1959 in Kraft getreten ist, Bestimmungen über die mechanische Festigkeit und die elektrische Sicherheit von Antennenanlagen. Der Installateur von Empfangs-Antennenanlagen kann sich darauf verlassen, daß die Bedingungen dieser Vorschrift bei guten Fabrikaten erfüllt sind, soweit sie die industriell hergestellten Antennen und Bauteile betreffen. Da er aber die Antennenanlage aus den Einzelteilen zusammensetzt, beibt ihm die Verantwortung dafür, daß die Bauteile richtig ausgewählt und montiert werden. Für die mechanische Festigkeit haben die Bemessung und die Befestigung des Antennenmastes die größte Bedeutung. Dafür gibt die angeführte VDE-Vorschrift genaue Anweisungen, die im folgenden erläutert werden.

### Maste für Einzelantennen

Nach VDE 0855 darf die zulässige Windlast bei Antennenmasten nicht überschritten werden. Die Windlast ist die Kraft, mit der ein sehr starker Sturm, der auf die Antenne und den Mast trifft, den Mast an der Einspannstelle abzubiegen versucht. Wenn der Mast dieser Biegekräft standhält, ist er auch allen anderen denkbaren Belastungen gewachsen.

Die zulässige Windlast einer Antenne an der Mastspitze ist

$$W_a = \frac{(D^4 - d^4) \cdot \sigma}{10 D \cdot L_s} - \frac{1}{2} c \cdot q \cdot D \cdot L_s \quad [\text{kg}] \quad (1)$$

Darin ist  $D$  [cm] der Außendurchmesser und  $d$  [cm] der Innendurchmesser des Rohres (Bild 1),  $L_s$  [cm] die freie Mastlänge,  $\sigma$  [kg/cm<sup>2</sup>] die zulässige Biegebeanspruchung (Gasrohr, Stahlpanzerrohr:  $\sigma =$

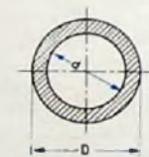
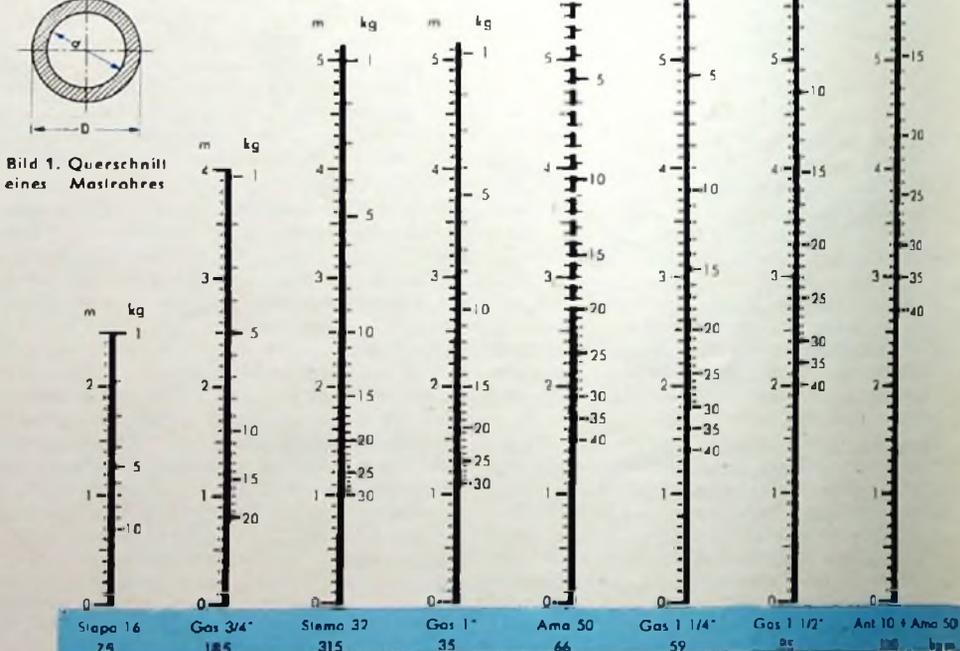


Bild 1. Querschnitt eines Mastrohres

### Bestimmungen über den Aufstellungsort und die Befestigungsweise von Antennenmasten

Die folgenden Berechnungen gelten für Antennenmaste in Höhen bis zu 40 m über dem Erdboden und auf Gebäuden mit über 40 m Höhe. Bei den Gebäuden sind schlanke Bauwerke, wie Türme oder hohe freistehende Schornsteine ausgenommen. Auf weichgedeckten Dächern (Stroh usw.) darf man Antennenmaste nicht aufstellen. Mastbefestigungen an Schornsteinen oder in deren Nähe sind wegen der Korrosionsgefahr möglichst zu vermeiden; die Antenne soll wenigstens 2 m Abstand von der Schornsteinmündung haben. An Schornsteinen dürfen Antennenmaste nur mit Erlaubnis der zuständigen Stellen (Bezirks-schornsteinfegermeister, Baupolizei) befestigt werden. Die Anbringung darf nur mit den Schornstein umfassenden Bändern erfolgen, und die obere Befestigungsstelle muß mindestens 30 cm unter der Schornsteinmündung liegen. Die üblichen Befestigungsschellen von Antennenmasten müssen im Dachgebälk mindestens 75 cm, am Mauerwerk mindestens 50 cm Abstand haben. Die Einspannlänge muß mindestens 10% der Mastlänge sein.



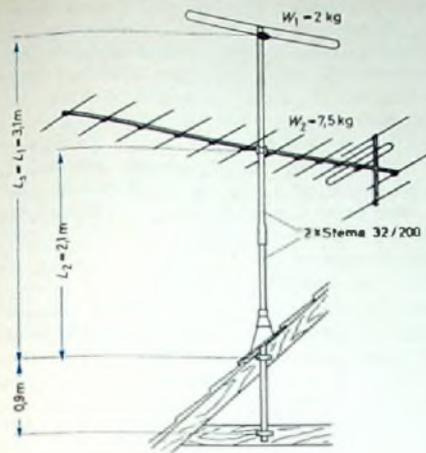


Bild 3 (oben). Zur Berechnung des Mastes für eine Antennenkombination. Bild 4 (rechts). Mast für eine horizontale Zweiebenen-Antenne

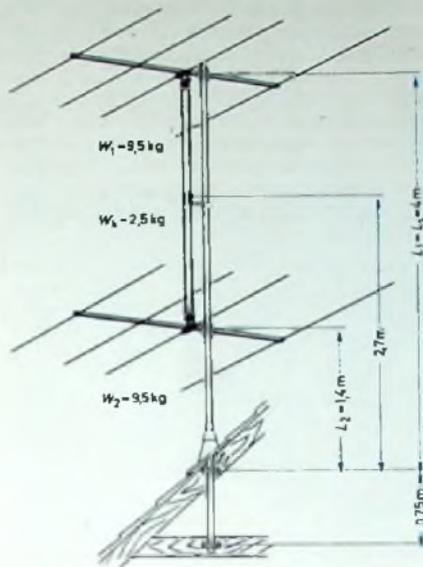
Darin bedeutet  $F$  die größte Antennenfläche, auf die der Wind aufreffen kann. Für den Winddruck  $q = 0,007 \text{ kg/cm}^2$  und den Beiwert  $c = 1$  sind die Windlasten verschiedener Antennen in Tab I (S. 756) zusammengestellt. Die Werte dürfen jedoch nur innerhalb der bereits erwähnten Grenzen der Mast- und Gebäudehöhe verwendet werden. Sie sind für Hirschmann-Antennen berechnet; für Antennen anderer Fabrikate dürften sich aber bei gleicher Ausführung nur unerhebliche Abweichungen ergeben. Beim Vergleich ist besonders die Antennenlänge zu beachten, die vor allem bei vertikal polarisierten Antennen die Windlast stark beeinflusst.

Zu der Windlast einer Antenne läßt sich im Bild 2 für jede Mastart die zulässige freie Mastlänge ablesen. Die freie Mastlänge und die Windlast der Antenne an der Mastspitze dürfen beide kleiner aber nicht größer gewählt werden als die bei dem betreffenden Mast angegebenen zusammengehörenden Werte. Bei horizontal polarisierten Zweiebenen-Antennen reicht die abgelesene Mastlänge nur bis zur Antennenmitte. Der Mast darf um den halben Ebenenabstand (0,35 m) länger sein und die obere Ebene an seiner Spitze befestigt werden. Wenn die Mastlängen nach Bild 2 gewählt sind, ist stets an der Einspannstelle mit dem höchsten zulässigen Biegemoment zu rechnen, das im Bild 2 bei jedem Mast angegeben ist.

Nach der Vorschrift muß man die ausreichende Festigkeit der belasteten Gebäudeteile nachweisen, wenn das Biegemoment an der Einspannstelle 50 kg m oder mehr beträgt. Dieser Grenzwert kann bei den ersten vier Masten im Bild 2 (Stahlpanzerrohr 16, Gasrohr 1 1/4", Steckmast „Stema 32“, Gasrohr 1") jedoch nicht erreicht werden. Bei den übrigen Masten („Ama 50“, Gasrohr 1 1/4", Gasrohr 1 1/2", „Ant 10“ + „Ama 50“) wird er stets überschritten, wenn man nicht die Antennenlast oder die Mastlänge kleiner wählt als die Werte, die wegen der Biegefestigkeit der Masse zulässig sind.

#### Maste für Antennenkombinationen

Das Produkt der Antennenlast mit der im Bild 2 daneben angegebenen freien Mastlänge ist das Biegemoment  $M$ , das eine in dieser Höhe angebrachte Antenne an der Einspannstelle höchstens bewirken darf. Bei Antennenkombinationen muß man die Biegemomente für die einzelnen Antennen berechnen und ihre Summe durch die



freie Mastlänge  $L_n$  teilen. Der Quotient stellt die an der Mastspitze wirksame Antennenlast  $W_n$  dar

$$W_n = \frac{1}{L_n} (W_{a1} \cdot L_1 + W_{a2} \cdot L_2 + W_{a3} \cdot L_3 + \dots) \quad (3)$$

( $W_{a1}, W_{a2}, W_{a3} =$  Windlasten der Antennen,  $L_1, L_2, L_3 =$  Montagehöhen der Antennen). Für die Kombination ist der Antennenmast zulässig, bei dem  $W_n$  und  $L_n$  zusammenstehen oder  $W_n$  bei einer größeren Länge als  $L_n$  steht. Bei der Berechnung muß man die freie Mastlänge  $L_n$  und die Montagehöhen  $L_1, L_2$  usw. annehmen (Bild 3) und die Werte zusammen mit den abgelesenen Lastwerten der Antennen in Gl. (3) einsetzen.

Horizontale Zweiebenen-Antennen für Band I und für Band III mit großem Ebenenabstand sind wie Kombinationen zu behandeln. Bei Band I-Antennen ist dann auch die starre Koppelleitung mit einer Windlast von etwa 2,5 kg zu berücksichtigen (Bild 4).

#### Rechenbeispiele

1) Kombination „Fadi 10“ + „Fesa 14 F“ (Bild 3):

$$W_n = \frac{1}{3,1} (2,0 \cdot 3,1 + 7,5 \cdot 2,1) = \frac{21,7}{3,1} = 7 \text{ kg}$$

Mast: „Stema 32“ (2 x „Stema 32/200“), Gesamtlänge 4 m, Einspannlänge 0,9 m.

2) Kombination „Fesa 2-4 S“ (Bild 4):

$$W_n = \frac{1}{4} (9,5 \cdot 4 + 9,5 \cdot 1,4 + 2,5 \cdot 2,7) = 14,5 \text{ kg}$$

Mast: Gasrohr 1 1/4", Gesamtlänge 4,75 m.

#### Abgesetzte Antennenmaste

Wenn die im Bild 2 aufgeführten Maste für die anzubringenden Antennen nicht mehr ausreichen, sind Maste mit abgesetztem Durchmesser oder abgespannte Maste zweckmäßig. Für die Berechnung dieser beiden Arten gibt zwar die VDE-Vorschrift keine direkten Anweisungen, aber es dürfte zulässig sein, die Angaben der Vorschrift sinngemäß auf derartige Maste zu übertragen.

Da die Festigkeitsvorschriften beim ganzen Mast erfüllt sein müssen, genügt bei abgesetzten Masten nicht die Nachrechnung für das untere Mastende, sondern die Biegebeanspruchung muß für alle Ab-

sätze berechnet werden. Bei der Anordnung im Bild 5 sind an der Mastspitze eine Zwillingsantenne mit  $2 \times 22$  Elementen für den Fernbereich IV, in 1 m Abstand darunter eine Band III-Zwillingsantenne mit  $2 \times 14$  Elementen und wieder 1 m tiefer eine Dreielement-Antenne für Rundfunkempfang angebracht. Die angegebenen Windlasten der Zwillingsantennen gelten für Hirschmann-Ausführungen. Für so große Antennen müssen die Windflächen oder Windlasten bei den Lieferfirmen erfragt werden.

Zur Berechnung wird zunächst für den oberen Mastteil ein Rohr mit 50 mm Durchmesser und 1,5 mm Wanddicke gewählt, das dem Mast „Ama 50“ im Bild 2 entspricht. Dann ermittelt man, wie lang dieser Mastteil sein darf, wenn an seinem unteren Ende gerade das zulässige Biegemoment auftreten soll. Dazu wird eine Rohrlänge angenommen und mit Gl. (3) die Antennenlast berechnet, die an der Mastspitze angebracht, das gleiche Biegemoment am unteren Rohrende verursachen würde wie die vorgesehenen Antennen. Für die Rohrlänge  $L_1 = 2,2$  m ergibt sich

$$W_{a1} = \frac{1}{2,2} (13 \cdot 2,2 + 23 \cdot 1,2 + 4 \cdot 0,2) = 26 \text{ kg}$$

Bild 2 zeigt, daß diese Antennenlast bei einem 2,2 m langen Mast „Ama 50“ zulässig ist.

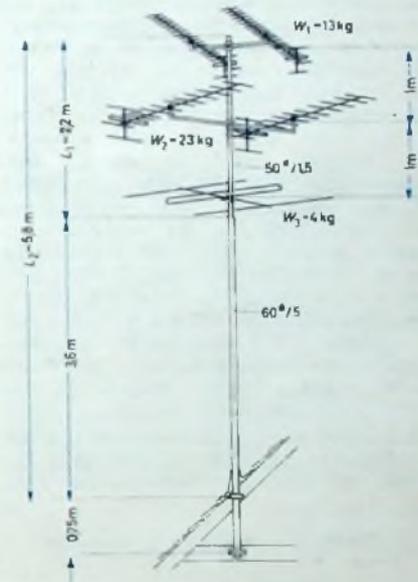


Bild 5. Antennenanordnung mit abgesetztem Mast

Wenn der Außendurchmesser des oberen Mastteils annähernd gleich dem Innendurchmesser des unteren ist, kann das obere Rohr etwa 20 cm in das untere hineingeschoben und angeschweißt werden. Daher wird der Innendurchmesser für den unteren Mastteil gleich 50 mm gewählt. Sein Außendurchmesser richtet sich nach der gewünschten Gesamtlänge des Mastes. Bei 60 mm Außendurchmesser und einer freien Länge des unteren Mastteils von 3,6 m ergibt sich als Antennenlast an der Mastspitze

$$W_{a1} = \frac{1}{5,8} (13 \cdot 5,8 + 23 \cdot 4,8 + 4 \cdot 3,8) = 34,6 \text{ kg}$$

Die zulässige Antennenlast an der Mastspitze ist nach Gl. (1)

$$W_{a2} = \frac{(6^4 - 5^4) 2400}{60 \cdot 580} - \frac{1}{2} \cdot 0,007 (6 \cdot 360 + 5 \cdot 220) = 34,9 \text{ kg}$$

Da der zweite Wert nur wenig größer ist als der erste, ist die gewählte Bemessung günstig. Natürlich muß man im allgemeinen mehrmals mit verschiedenen Annahmen für die Durchmesser und Längen rechnen, ehe man ein günstiges Ergebnis erhält.

#### Abgespannte Antennenmaste

Für abgespannte Maste eignen sich besonders Steckmastrohre, weil lange Maste aus Teilrohren leichter aufgestellt werden können. Den Mastdurchmesser darf man nicht allzu klein wählen, damit der mit der Antenne belastete Mast beim Aufstellen bereits frei steht, bevor die Abspannseile befestigt sind. Dann wird die Knickfestigkeit des abgespannten Mastes immer weit über den zulässigen Werten liegen und braucht daher nicht nachgerechnet zu werden. Nur der freie Mastteil über der obersten Abspannung ist so zu berechnen, als wenn er an der Befestigungsstelle der Abspannseile eingespannt wäre. Bei dem Beispiel im Bild 6 ergibt sich für den Steckmast „Stema 32“, an dessen Spitze eine 20-Element-Antenne für Band III mit einer Windlast von 15 kg (Tab. I) angebracht ist, nach Bild 2 eine zulässige freie Länge von 1,9 m.

Jede Abspannung muß aus mindestens drei Seilen bestehen, die annähernd gleichmäßig um je 120° gegeneinander versetzt sind. Die VDE-Vorschrift verlangt, daß Abspannseile aus witterungsbeständigem, lichtfestem und dehnungsarmem Werkstoff bestehen. Am besten dürften versilte Bronzedrähte geeignet sein. Auch vorgereckte Seile aus Perlon oder Nylon, die sich unter Zug nicht mehr nennenswert dehnen, sind brauchbar. Ihre Wärmedehnungszahl ist aber etwa sechsmal so groß wie die von Bronze (rund 1 mm auf 10 m je °C). Der Längenunterschied zwischen Sommer und Winter kann also bei Abspannseilen aus Perlon oder Nylon bereits einige Zentimeter betragen. Deshalb sollte man derartige Seile nur verwenden, wenn sie durch Antennen hindurchgeführt werden müssen, da durch eine Antenne gezogene Metallseile den Empfang verschlechtern können.

Drähte unter 3 mm Durchmesser kommen als Abspannseile nicht in Betracht. Bei diesem Durchmesser übertrifft die Zug-

festigkeit der Seile die auftretenden Kräfte erheblich, wenn man von ungewöhnlichen Riesenaufbauten absieht. Damit sich die Zugfestigkeit aber nicht unzulässig verringert, dürfen Abspannseile nach der VDE-Vorschrift keine Knoten enthalten. Außerdem müssen bei Draht- oder Seilschlaufen an den Befestigungsstellen Kauschen verwendet werden. Die Seilschlaufen dürfen ebenfalls nicht geknotet werden. Zweckmäßig ist die Verwendung von Würgehülsen.

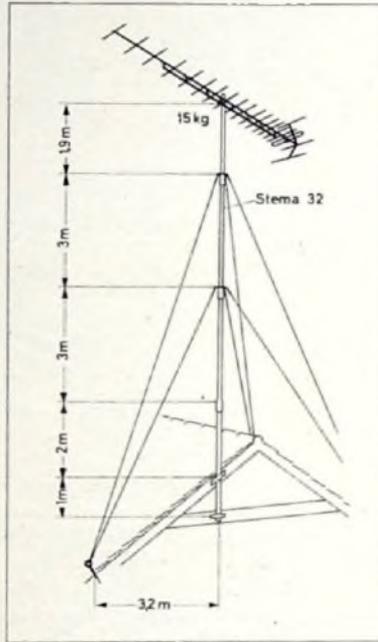


Bild 6. Abgespannter Antennenmast

Bei dem Beispiel Bild 6 sind für einen Mast von 10 m Höhe zwei Abspannungen vorhanden. Wegen der statischen Festigkeit des Mastes wäre die zweite Abspannung zwar nicht erforderlich, aber gefährlicher sind Schwingungen, die leicht auftreten können, zumal die Abspannseile im Sommer nicht straff gespannt sein dürfen. Um Schwingungen zu verhindern, muß man die Maste wenigstens alle 5 m (besser alle 3 m) abspannen. Zum Befestigen der Seile

am dargestellten Steckmast werden Ringe zum Einhängen der Seilkauschen geliefert, die lose aufgeschoben werden und auf den Steckwülsten aufliegen. Der Abstand zwischen der Mastachse und den Ankeren der Abspannseile ist bei dem Beispiel im Bild 6 zwei Fünftel der freien Mastlänge bis zur oberen Seilhalterung am Mast. Dieser Abstand kann als Mindestwert gelten, der nicht unterschritten werden sollte.

#### Antennenmaste von Gemeinschaftsantennen

Zum Rundfunkempfang in Gemeinschaftsantennenanlagen werden im allgemeinen Spezialantennen verwendet, bei denen eine Rute von etwa 3 m Länge zum Empfang von Lang-, Mittel- und Kurzwellen sowie eine UKW-Antenne an einem Mastkopf befestigt sind. Die senkrechte Rute erschwert die Berechnung der am Mastende wirksamen Antennenlast. Man darf dann nämlich in Gl. (2) nicht nur die Summe der Windflächen von UKW-Antenne, Mastkopf und Rute einsetzen, sondern muß die Rutenfläche  $F_r$  noch mit einem Faktor multiplizieren, weil der Hebelarm, an dem die Windkraft der Rute angreift, um die halbe Rutenlänge  $L_r$  größer ist als die Mastlänge  $L_m$ . Die auf die Mastspitze bezogene wirksame Rutenfläche  $F_{rw}$  ist

$$F_{rw} = F_r \cdot \left(1 + \frac{L_r}{2L_m}\right) \quad (4)$$

Dadurch ändert sich die Windlast der Rundfunkantennen für Gemeinschaftsantennenanlagen mit der Mastlänge. Für die Hirschmann-Antennen „Ant 200“ und „Ant 400“ mit einer Rute von 3,2 m Länge und einem UKW-Faltdipol beziehungsweise einem Kreuzdipol an einem Mast von 2,75 m freier Länge ergibt sich eine Antennenlast von 6,5 kg und für den Typ „Ant 300“ mit einem Faltdipol, Reflektor und Direktor an Stelle des einfachen Faltdipols eine Antennenlast von 8,5 kg. Wird der Antennenmast mit dem Verlängerungsrohr „Ant 10“ auf 6,25 m verlängert, so sind die Antennenlasten 6 beziehungsweise 8 kg.

Der Mast dieser Antennen hat den gleichen Querschnitt wie der Mast „Ama 50“ im Bild 2, an dessen Spitze bei 2,75 m Länge 20 kg Antennenlast zulässig sind. Wenn die Fernsehantenne wie üblich 1 m unter der UKW-Antenne befestigt wird, so sind zusätzlich zur Rundfunkantenne noch folgende Antennenlasten zulässig: 21 kg bei den Typen „Ant 200“ und „Ant 400“ sowie 19 kg beim Typ „Ant 300“. An diesen Gemeinschaftsantennen können also alle in Tab. I aufgeführten Fernsehantennen angebracht werden mit Ausnahme der Zwillingantennen für Band I. Bei zwei Fernsehantennen ist die Gesamtantennenlast wie bei anderen Antennenkombinationen zu berechnen.

An mit dem Rohr „Ant 10“ verlängerten Gemeinschaftsantennen darf keine Fernsehantenne mehr befestigt werden, wenn die VDE-Vorschrift erfüllt werden soll. Wie sich aus Bild 2 ergibt, sind an der Spitze des Mastes „Ama 50“ + „Ant 10“ bei 6,25 m Länge 8 kg Antennenlast zulässig. Bei den Typen „Ant 200“ und „Ant 400“ dürfte man also nur noch 2 kg und beim Typ „Ant 300“ überhaupt keine Zusatzlast mehr anbringen. Ein hoher Mast wird nur bei schlechten Empfangsverhältnissen gesetzt, und dann ist eine große Fernsehantenne erforderlich. In diesem Fall muß der Mast aber abgespannt werden, wenn man es nicht vorzieht, für die Fernsehantenne einen besonderen Mast zu errichten.

Tab. I. Windlasten verschiedener Antennen

Anzahl der Elemente	Windlast $W_a$									
	FS-Band IV		FS-Band III				UKW-Rundfunk (Band II)	FS-Band I		
	1 Ebene	2 Ebenen	horizontal		vertikal			1 Ebene	horizontal	vertikal
			1 Ebene	2 Ebenen in 1/2 Abstand	1 Ebene	Zwilling	1 Ebene			Zwilling
[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1						2		2,5		
2			1,5	4,5	2	7,5	3	5,5	7,5	
3			2	5,5	2,5	8	4	7,5	10	27
4			2,5	6,5	3	8,5		9,5	13	30
5	1	2	3,5 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	10 <sup>1)</sup>		14 <sup>1)</sup>	15 <sup>1)</sup>	
6			3	7,5	4,5	11				
7								18 <sup>1)</sup>		
8			4	9,5	6,5	13				
9			4,5 <sup>1)</sup>	11 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	14 <sup>1)</sup>				
10			5	12	7	14				
11	2,5 <sup>1)</sup>	5 <sup>1)</sup>								
12			6,5 <sup>1)</sup>		10 <sup>1)</sup>					
13			6,5 <sup>1)</sup>		10 <sup>1)</sup>					
14			7,5 <sup>1)</sup>		11 <sup>1)</sup>					
20			15 <sup>1)</sup>							
22	4 <sup>1)</sup>	9 <sup>1)</sup>								

<sup>1)</sup> Doppelreflektor; <sup>2)</sup> Dreifachreflektor

## Reverbaphonic – ein neues Nachhallsystem für Stereo-Wiedergabe

In welchem Maße es möglich ist, den akustischen Eindruck bei der elektroakustischen Schallübertragung durch Zusätzen künstlich erzeugten Nachhalls zu verbessern, haben die Tonmeister des Rundfunks und der Schallplattenindustrie seit Jahren gezeigt. Bei geschickter Handhabung dieses unentbehrlichen Hilfsmittels der modernen Tonregie ist die Qualität der Tonwiedergabe erheblich zu steigern, zumal dann, wenn die Aufnahme des Originalschalls notwendigerweise in akustisch ungünstigen Räumen erfolgen mußte. Die raumakustischen Eigenschaften der einzelnen Wiedergaberäume lassen sich dabei jedoch nicht berücksichtigen, weil der Tonmeister das zusammen gemischte Klangbild einem aktiven „mittleren“ Wiedergaberaum anpassen muß.

Für die Erzeugung zusätzlichen Nachhalls stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Das Verfahren, den aufgenommenen Originalschall über Lautsprecher in einem stark hallenden Raum abzustrahlen und dort mittels Mikrofons den verhallten Schall aufzunehmen und dem Originalschall zuzumischen, wird nur noch selten benutzt. Man bedient sich heute vielmehr nach verschiedenen Prinzipien arbeitender Verzögerungseinrichtungen, die den Vorzug haben, weniger aufwendig zu sein und sich leichter handhaben zu lassen. So hat man beispielsweise die Laufzeit eines Magnetbandes [1] als Verzögerungsmittel benutzt oder die zu mechanischen Biegeschwingungen angeregte sogenannte Nachhallplatte [2].

Alle diese Einrichtungen sind aber wegen des großen technischen Aufwandes nur im Studio anwendbar. Für die Anwendung

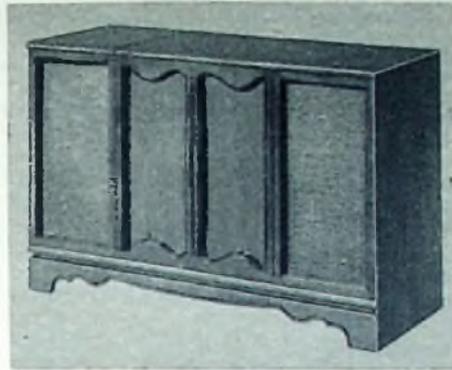


Bild 1. Musiktube „1720R“ der Philco Corp.

gangs auf den millionsten Teil abzuklingen. Nimmt man an, daß der Nachhall des im Wohnraum wiedergegebenen Schalls bei einer mittleren Lautstärke von 80 phon gerade den als angenehm empfundenen Wert hat, so wird beim Herabregeln der mittleren Lautstärke auf beispielsweise 60 phon der vom Ohr empfundene Nachhall kürzer, weil die Lautstärke des Nachhalls jetzt in einer kürzeren Zeit unter die Wahrnehmbarkeitsgrenze des Ohres sinkt. Der Erfolg ist, daß die Wiedergabe jetzt „trockener“ klingt. Wie eigene Untersuchungen gezeigt haben, läßt sich der Klangeindruck verbessern, wenn man dem Originalschall künstlich erzeugten Nachhall zumischt.

Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, für den Heimgebrauch geeignete Vorrichtungen zur Erzeugung künstlichen Nachhalls zu entwickeln. In Deutschland ist das

der Richtung des vom Ohr direkt aufgenommenen Schalls übereinstimmt.

Die stetigen Bemühungen um die Verbesserung des subjektiven Klangempfindens haben in Amerika zu einer bemerkenswerten Entwicklung geführt. Kürzlich stellte die Philco Corporation der Öffentlichkeit ihr „Reverbaphonic Sound System“ genanntes Verfahren vor, das erstmals in der Musiktube „1720R“ der Firma angewandt worden ist (Bild 1). Das eigentliche Zeitverzögerungsglied dieser Anordnung besteht aus zwei Drahtspiralen, die als Verzögerungsleitung wirken. Regt man eine solche Spirale zu Torsionsschwingungen an, dann durchläuft die Schwingung die Windungen der Spirale in einer bestimmten Zeit, die außer von der Länge und dem Durchmesser der Spirale auch von den mechanischen Eigenschaften des Drahtes (Elastizität, Torsionsmodul) abhängt. Bild 2 zeigt die Verzögerungsleitung mit den beiden Spiralen und dem Erregersystem sowie das Aufnahmesystem mit den beiden Wandlern zum Umsetzen der mechanischen Bewegungen am Ende der Spirale in elektrische Spannungen.

Die Anregung der Torsionsschwingungen erfolgt elektrodynamisch. Das Erregersystem (Bild 3) besteht aus einer Spule,

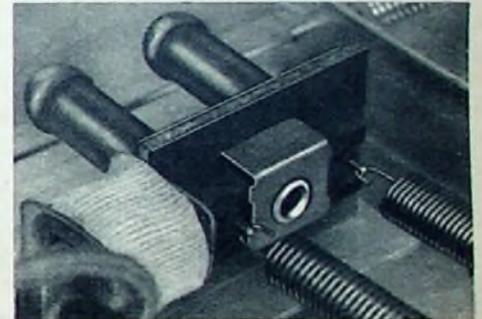


Bild 3. Erregersystem der Verzögerungsleitung mit Erregerspule (links) und den beiden mit den Drahtspiralen verbundenen Ferrit-Rotoren (Mitte und rechts)

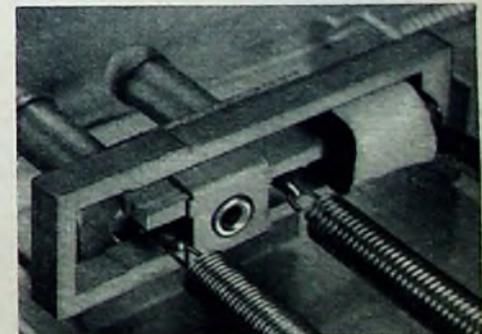


Bild 4. Aufnahmesystem der Verzögerungsleitung mit den beiden Ferrit-Rotoren

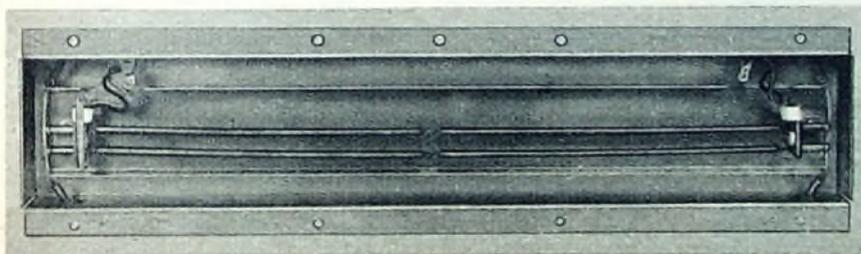


Bild 2. Die Verzögerungsleitung mit den beiden Drahtspiralen. Rechts: Erregersystem, links: Aufnahmesystem

im Heim scheiden sie aus, obwohl gerade hier eine Nachhallrichtung wegen der sehr unterschiedlichen Raumakustik große Vorteile bieten würde. Es ist bekannt, daß die Wiedergabe im Heim bei kleinen Lautstärken oft unbefriedigend klingt, selbst dann, wenn die physiologisch bedingte lautstärkeabhängige Frequenzkurve des menschlichen Ohres [3] durch „gehörliche“ Lautstärkeregelung und zusätzliche Einstellung der Höhen- und Tiefenregler berücksichtigt wird. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß der vom Ohr bei der Wiedergabe empfundene Nachhall lautstärkeabhängig ist und außerdem noch vom Störpegel im Wiedergaberaum abhängt. Als Nachhallzeit bezeichnet man die Zeit, die die exponentiell abklingende Schalldichte benötigt, um von der Schalldichte zu Beginn des Schallvor-

von Blaupunkt entwickelte Verfahren, den Nachhall mittels akustischer Laufzeitverzögerung zu erzeugen, bekannt geworden [4, 5, 6]. Auch für Stereo-Darbietungen bietet eine Verhallung gleiche Vorteile. Im Studio kann man sich dazu mit Vorteil der Nachhallplatte bedienen [7, 8]. Für die Wiedergabe im Heim genügt es durchaus, die Summe A + B der beiden Stereo-Informationen A und B künstlich zu verhallen und dann, entsprechend dosiert, den Kanälen A und B an passender Stelle im Verstärker zuzumischen. Man benötigt dann nur einen einzigen Nachhall. Dieses Verfahren ist möglich, weil ja auch im Konzertsaal der vom Ohr aufgenommene Nachhall praktisch keine Richtungsinformation mehr enthält, sondern erst nach mehrfacher Reflexion im Raum das Ohr aus einer Richtung erreicht, die nicht mit

die von einem Strom durchflossen wird, der der Summe beider Stereo-Informationen proportional ist, sowie zwei in deren Feld drehbar gelagerten Ferrit-Rotoren. Die Ferrit-Rotoren führen Drehbewegungen aus, die dem Strom durch die Spule proportional sind. Die dadurch in den Drahtspiralen erregten Torsionsschwin-

gungen erreichen nach einer von den mechanischen Eigenschaften der Spirale abhängenden Zeit das Ende der Spirale und bewegen zwei mit ihr verbundene Ferrit-Rotoren (Bild 4), ähnlich den im Erregersystem benutzten. Sie induzieren in der mit dem magnetischem Kreis verbundenen Spule Spannungen, die gegenüber dem Erregersignal zeitlich verzögert sind.

Eine Zeitverzögerung allein genügt aber noch nicht, um einen naturähnlichen Nach-

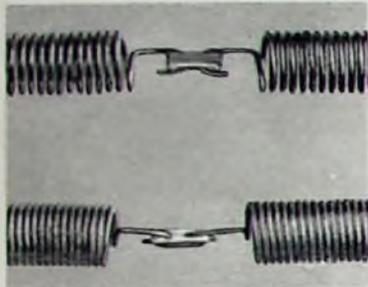


Bild 5. Die Drahtspiralen sind in der Mitte unterteilt und in gegenläufigem Wicksinn miteinander verbunden, um Beeinflussungen durch äußere Schwingungen auf ein Minimum herabzusetzen.

halleffekt zu erreichen. Im Konzertsaal besteht der Nachhall aus einer Vielzahl von reflektierten Signalen, die je nach zurückgelegtem Weg mit verschiedener Zeitverzögerung und Amplitude das Ohr erreichen. Deshalb muß diese Eigenschaft des Raumes auch künstlich nachgebildet werden.

Zu diesem Zweck enthält die Verzögerungsleitung zwei Spiralen, die so ausgebildet sind, daß sie zusammen mit ihren beiden Wandlern eine Laufzeitverzögerung von 29 ms beziehungsweise 37 ms ergeben. Um eine Vielzahl von Reflexionen

aus einer Vielzahl von zeitlich gegeneinander versetzten und in der Amplitude abnehmenden Einzelsignalen besteht. Man hat also den natürlichen Vorgang hier weitgehend nachgebildet.

Von außen auf die Spirale einwirkende Schwingungen könnten den gewünschten Nachhalleffekt stören. Um jede unerwünschte Anregung der Spiralen durch Trittschall oder über die Lautsprecher einwirkenden Schall zu verhindern, hat man die Spiralen in der Mitte geteilt und die eine Hälfte als Rechtsspirale, die andere als Linksspirale ausgebildet, die über ein mechanisches Koppelglied miteinander verbunden sind (Bild 5). Dadurch heben sich die von anderen Schwingungserzeugern angeregten Schwingungen in ihrer Wirkung auf den Wandler am Ende der Verzögerungsleitung praktisch auf.

Die Prinzipschaltung der Nachhalleinrichtung zeigt Bild 6. Die Stereo-Signale A und B gelangen getrennt an das Gitter des ersten Systems von R6 1 beziehungsweise R6 2. Das zweite System dieser Röhren, das als Mischstufe arbeitet, wird in Katodenkopplung über R 1, R 2, R 3 beziehungsweise R 4, R 5, R 6 angesteuert, und mit den Anoden der rechten Systeme von R6 1 und R6 2 sind dann die eigentlichen Stereo-Verstärkerkanäle A und B verbunden. Das eigentliche Stereo-Signal wird durch diese Röhren in keiner Weise verändert, auch nicht im Pegel, weil diese Stufen die Verstärkung 1 haben.

Die an der Anode der linken Systeme von R6 1 und R6 2 verstärkt auftretenden Signale werden über das RC-Glied C 1, R 7 beziehungsweise C 2, R 8 zusammengeführt und steuern gemeinsam (A + B) die Treiberröhre R6 3 für die Erregung der Verzögerungsleitung. Zur Anpassung an die Eingangsimpedanz der Verzögerungsleitung dient der Übertrager U 1. Die am Ausgang verzögert und mehrfach re-

flektiert auftretenden Spannungen des Signals A + B werden nach Verstärkung in R6 4 einem Spannungsteiler zugeführt, von dem der Nachhall-Wahlschalter S 1 einen der gewünschten Nachhalldauer entsprechenden Teil abgreift. In der rechten Endstellung von S 1 ist der Nachhall abgeschaltet, in der linken Endstellung liegt der Nachhallpegel 3 dB über dem Pegel des „direkten“ Stereo-Signals. In Stufen von je 6 dB läßt sich der Nachhallpegel mittels S 1 von + 3 dB bis auf - 15 dB regeln.

Diese Möglichkeit zu regeln ist deshalb wichtig, weil sie unter anderem eine Anpassung des Nachhalleindrucks an den jeweiligen Geräuschpegel im Wiedergaberaum ermöglicht. Bild 7 möge die Zusammenhänge verdeutlichen. Kurve a stelle den zeitlichen Verlauf des Nachhalls für Stellung 3 des Nachhall-Wahlschalters S 1 im Bild 6 für einen bestimmten, konstanten Geräuschpegel dar. Man erkennt, daß die Kurve a zur Zeit  $t_1$  im Geräuschpegel verschwindet. Erhöht man jetzt den Pegel des Nachhalls (Schalter S 1 auf Stellung 4), dann erhält man einen Nachhallverlauf gemäß Kurve b. Die Nachhalldauer ist jetzt größer geworden, denn erst zu dem späteren Zeitpunkt  $t_2$  geht jetzt der Nachhall im Geräuschpegel unter.

Die dem optimalen subjektiven Klangeindruck entsprechend gewählte Nachhallspannung steuert sowohl das rechte System von R6 2 als auch das von R6 1. Dabei wird der künstlich erzeugte, ungerichtete Nachhall mit dem Originalklang der beiden Stereo-Kanäle A und B gemischt. Nach Verstärkung in den entsprechenden Stereo-Kanälen strahlen dann die getrennten Stereo-Lautsprecher das rechte Stereo-Signal A mit Nachhall A + B beziehungsweise das linke Stereo-Signal B mit Nachhall A + B ab.

Es ist ein Vorzug des Philco-Nachhallsystems, daß es mit relativ niedrigen Pegeln arbeitet. Das erfordert aber auf der anderen Seite besondere Maßnahmen, um äußere Störungen, insbesondere Brummen, fernzuhalten. Deshalb werden alle Röhren im Nachhall-Verstärker mit Gleichstrom geheizt. Der Frequenzgang des Nachhallsignals ist im Bereich 200 bis 4000 Hz praktisch linear; darüber fällt er ab. Die Frequenzcharakteristik zeigt damit ähnliches Verhalten wie der natürliche Nachhall, dessen Amplitude ebenfalls im oberen Frequenzbereich abfällt.

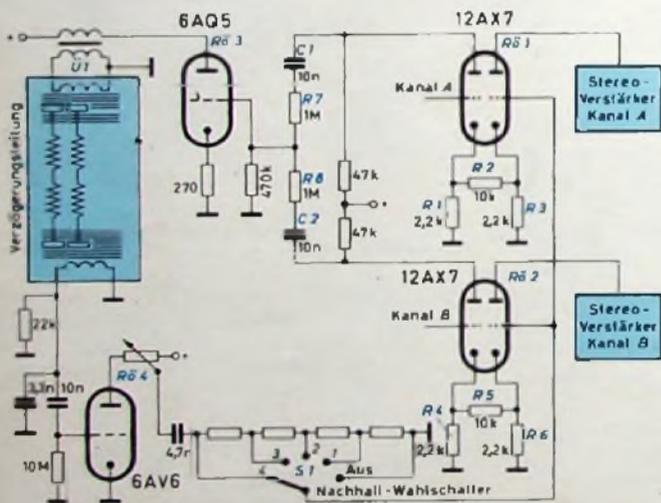
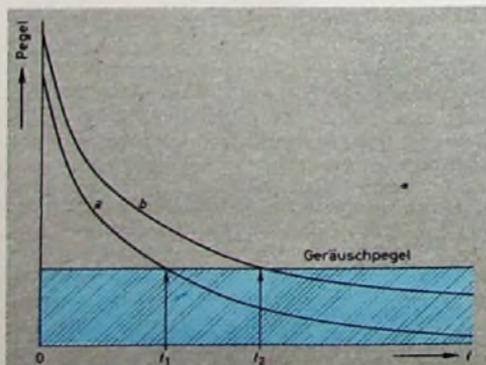


Bild 6. Schaltung der Nachhalleinrichtung für Stereo-Wiedergabe (Philco-Corp.)

Bild 7. Abhängigkeit der Nachhalldauer vom Nachhallpegel für konstanten Geräuschpegel

mit zeitlich abklingender Amplitude zu gewinnen, nutzt man die mechanische Fehlanpassung der Spiralen aus. Ähnlich wie bei einer elektrischen Leitung, tritt auch am Ende der Spirale Reflexion auf, das heißt, ein Teil der dort ankommenden Energie wird in die Spirale reflektiert, durchläuft diese noch einmal und gelangt nach erneuter Reflexion am Anfang der Spirale wieder an das Ende zurück. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrfach, so daß sich wegen der unterschiedlichen Laufzeit in den beiden Spiralen und wegen der mehrfachen Reflexionen insgesamt am Ende der Spirale ein Signal ergibt, das



#### Schrifttum

- [1] Nachhall-Apparatur „EL 6910“. Funk-Techn. Bd. 11 (1956) Nr. 16, S. 474
- [2] Kuhl, W.: Über die akustischen und technischen Eigenschaften der Nachhallplatte. Rundfunktechn. Mitt. Bd. 2 (1958) Nr. 3, S. 111-116
- [3] Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Bd. 1, S. 417. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- [4] K i n n e, E.: Klangformer und Konzert-Hall-Register der Blaupunkt-Stereo-Truhe „New York“. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 3, S. 71-73
- [5] K i n n e, E.: Die Musiktruhe „New York 1959/60“ mit Konzert-Hall. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 14, S. 487-488
- [6] K i n n e, E.: Neues über die Nachhalltechnik bei der Truhe „New York 1960/61“. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 18, S. 640-641
- [7] B ä d e r, K. O.: Goniometeruntersuchungen an Stereo-Tonträgern und -Geräten. Kino-Techn. Bd. 14 (1960) Nr. 4, S. 101-103
- [8] B ä d e r, K. O.: Anwendungen der Nachhallplatte. Kino-Techn. Bd. 14 (1960) Nr. 6, S. 183-188

- 5) Ansprechen des Photoempfängers auf die Eigenstrahlung des Walzgutes, also hohe Infrarot-Empfindlichkeit.
- 6) kleiner Innenwiderstand des beleuchteten Photoempfängers und
- 7) möglichst kleine Temperaturabhängigkeit der Steuerungsanlage.

Bild 41 zeigt die Empfindlichkeiten verschiedener Photoempfänger. Die Darstellung läßt erkennen, daß die Halbleiterverbindungen auf Silizium-, Germanium- oder Bleisulfidbasis der Forderung nach guter Infrarot-Empfindlichkeit gerecht werden. Da aber nun nicht nur das Tageslicht, sondern auch die Wärmestrahlung

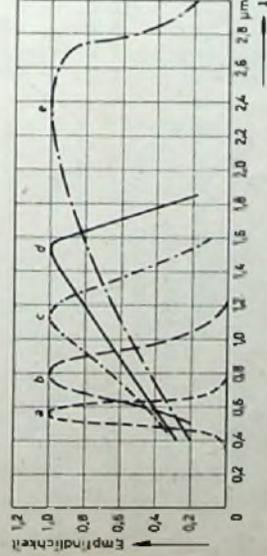


Bild 41. Spektrale Empfindlichkeit (Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge) verschiedener Photoempfänger; a menschliches Auge, b Photozelle (infrarotempfindlich), c Silizium-Photodiode, d Germanium-Phototransistor, e Bleisulfid-Photowiderstand

der sich mit zunehmender Betriebsdauer durch das glühende Walzgut erwärmenden Rollgänge bei Fremdlicht (und somit als Störgröße) in Betracht kommt, scheint für die Verwendung als Photoempfänger an Warmwalzenstrahlen das Germanium mit einer maximalen spektralen Empfindlichkeit bei etwa  $\lambda_m = 1,5 \mu\text{m}$  geeigneter zu sein als Silizium mit  $\lambda_m = 1,1 \mu\text{m}$  und Blei-

sulfid mit  $\lambda_m = 2,5 \mu\text{m}$ . Die Zusammenstellung der Daten einiger gebräuchlicher Photoempfänger in Tab. VII zeigt, daß auch die absolute Lichtempfindlichkeit der beiden Formen von Germanium-Photoempfängern, Photodiode und Phototransistor, im Vergleich zu den bisher üblichen Photozellen und -widerständen um einige Größenordnungen höher ist.

Die große Lichtempfindlichkeit der Photodiode (und auch der Phototransistoren) beruht auf dem bei ihnen bei Beleuchtung auftretenden inneren Photoeffekt. Dabei werden Ladungsträgerpaare (Elektronen und Löcher) im Halbleiter erzeugt, der Strahlung absorbiert, d. h. Photonen (Lichtquanten) aufgefangen hat. Der

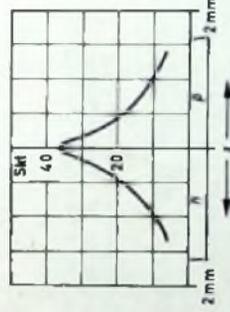


Bild 42. Photostrom als Funktion des Lichtintensitätsortes in der Nähe der Sperrschicht in der inneren Photoeffekt am wirksamsten

innere Photoeffekt ist am wirksamsten, wenn die Photonen in der Nähe einer Sperrschicht einfallen, die eine Gleichrichterwirkung hat. Werden durch die Absorption der Photonen  $n$  Elektronen und  $p$  Löcher je  $\text{cm}^3$  Material erzeugt, die die Beweglichkeit  $\mu_n$  beziehungsweise  $\mu_p$  haben, so erhöht sich die spezifische Leitfähigkeit im Halbleiter um den Wert

$$\sigma = e(n \cdot \mu_n + p \cdot \mu_p) \quad (26)$$

( $e$  = Ladung des Elektrons). Die Strom-Spannungskennlinie der in Sperrrichtung betriebenen Halbleiterverbindung wird auf diese Weise erheblich verändert, und der Innenwiderstand der Anordnung nimmt ab. Die qualitative Abhängigkeit dieser Kennlinienänderung von der Stelle, an der der Lichtfleck auftritt, zeigt Bild 42. Der Photostrom nimmt nach jeder Seite des  $pn$ -Überganges rasch ab. Die Kurve fällt nach der Funktion

$$E = K \cdot e^{-x/l}$$

( $E$  = Empfindlichkeit,  $x$  = Entfernung vom Punkt mit maximaler Empfindlichkeit,  $l$  = Diffusionslänge eines Ladungsträgers). Die Kurve fällt im  $p$ -Gebiet etwas schwächer. Das ist auf die unterschiedliche Lebensdauer und Beweglichkeit von Elektronen und Löchern zurückzuführen.

Fortsetzung S. 765

Tab. VII. Daten einiger Photoempfänger

Photoempfänger	Material	Wellenlänge der maximalen relativen Empfindlichkeit [ $\mu\text{m}$ ]	absolute Empfindlichkeit (mA/lm)
Photoelement	Selen	0,56	0,6...1,0
Photozelle	Vakuum	0,8	0,02...0,05
Photozelle	Edeargas	0,8	0,11...0,175
Photodiode	Silizium	1,1	30...50
Photodiode	Germanium	1,5	30...50
Phototransistor	Germanium	1,5	600...1000
Photowiderstand	Bleisulfid	2,5	3,5...4



# Halbleiter-Dioden

## Wirkungsweise und Schaltungstechnik

Im Bild 31 ist der Zusammenhang zwischen Strom und Spannung dargestellt, der durch die Beziehung

$$i = x \cdot U^{\alpha} \quad (25)$$

beschrieben werden kann.  $x$  ist eine Konstante, der Wert von  $\alpha$  liegt zwischen 1,05 und 1,1. Aus diesem guten linearen Verhältnis zwischen  $i$  und  $U$  geht hervor, daß die Kontakte zwischen den einzelnen Körnern nahezu dem ohmschen Gesetz entsprechen. Im Gegensatz hierzu ändert sich der Strom bei Materialien, denen ein Bindemittel zugesetzt wurde, etwa mit der dritten bis vierten Potenz der Spannung.

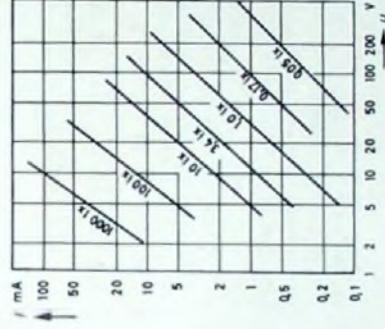


Bild 31. Abhängigkeit des Stromes von der Spannung beim ORP90 für verschiedene Beleuchtungsdrücken

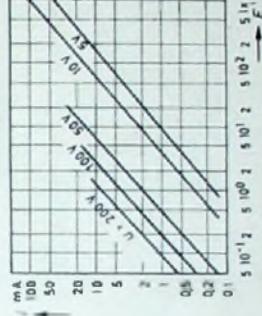


Bild 32. Abhängigkeit des Stromes von der Beleuchtungsstärke  $E'$  beim Photowiderstand ORP 90 für verschiedene Werte der angelegten Spannung  $U$

Im Bild 32 ist die Funktion  $i = f(E')$ , also die Abhängigkeit des Stromes  $i$  von der Beleuchtungsstärke  $E'$  (E' zum Unterschied von der elektrischen Feldstärke  $E$ ) aufgetragen. Auch dieser Zusammenhang weicht kaum vom linearen Verlauf ab; der Potenzexponent ist hier etwa 0,85. Die Temperatur beeinflusst die Photoleitfähigkeit nur wenig, wie Bild 33 zeigt. Steigt beispielsweise die Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  auf  $40^{\circ}\text{C}$ , so nimmt der Strom nur um etwa 10% ab. In dieser Hinsicht unterscheiden sich Photowiderstände auf Kadmiumsulfid-Grundlage besonders günstig von älteren Typen mit anderen Materialien (zum Beispiel Selen). Die im Bild 33 dargestellte Temperaturkurve gilt für den Fall, daß die angelegte Spannung 10 V und die Beleuchtungsstärke 10 lx beträgt.

Der Dunkelwiderstand der Kadmiumsulfid-Widerstände liegt zwischen  $10^7$  und  $10^8$  Ohm (beim Typ ORP 90 ist dieser Wert  $> 10^8$  Ohm). Sehr schnellen Änderungen der Beleuchtungsstärke können die Photowiderstände allerdings nicht folgen; die Geschwindigkeit der Stromänderung ist aber um so größer, je größer die Beleuchtungsstärke ist. Zum Beispiel sinkt beim ORP 90 nach dem Ende der Belichtung der

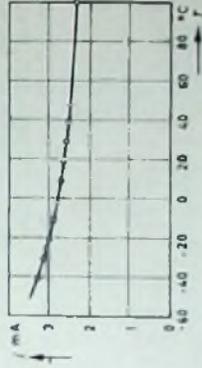


Bild 33. Temperaturabhängigkeit des photoelektrischen Widerstandes des ORP 90 für  $U = 10$  V und  $E' = 10$  lx

Strom innerhalb 5 ms auf den halben Wert, wenn die Beleuchtungsstärke 100 lx war. Diese Zeit ist aber etwa 50mal länger (250 ms), wenn die Beleuchtungsstärke nur 0,1 lx ist.

Tab. VI gibt einen Überblick über einige Eigenschaften von älteren und neueren photoelektrischen Bauelementen. Die Werte für die Empfindlichkeiten  $S [A/lm]$  und  $H [A/lx]$  gelten bei Bestrahlung mit einer Wolframlampe mit einer Farbtemperatur von  $2800^{\circ}\text{C}$ . In den

Tab. VI. Eigenschaften von photoelektrischen Bauelementen

	S	Oberfläche [cm <sup>2</sup> ]	H	$\varphi$	$i_{\text{max}}$ oder $N_{\text{max}}$	$f_{\text{max}}$
	[A/lm]		[A/lx]	[V/lm]		
Vakuum-Photozelle	5 · 10 <sup>-4</sup>	4	2 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>16</sup>	10 $\mu$ A	100 MHz
gasgefüllte Photozelle	13 · 10 <sup>-4</sup>	4	5 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>16</sup>	10 $\mu$ A	10 kHz
90 AG	5 · 10 <sup>-4</sup>	10	5 · 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>16</sup>	50 $\mu$ W/lm	2 kHz
Selen-Photoelement	5 · 10 <sup>-3</sup>	0,01	5 · 10 <sup>-4</sup>	20 · 10 <sup>16</sup>	0,12 W	50 kHz
Photozelle CAP 12	3 · 10 <sup>-1</sup>	0,07	2 · 10 <sup>-1</sup>	20 · 10 <sup>16</sup>	0,1 W	750 kHz
Photoresistor OCP 71	...	...	...	...	...	...
CdS-Photoresistor OCP 30 bei 100 V	...	...	...	...	...	...
OCP 30 bei 100 V	16	2,5	40	2 · 10 <sup>16</sup>	1,2 W	3 kHz bei 30 lx 1 Hz bei 4 lx

drei letzten Spalten sind die Anzahl  $q$  der absorbierten Lichtquanten je Lumen, der höchstzulässige Strom  $i_{\text{max}}$  oder die im Widerstand umgesetzte Leistung  $N_{\text{max}}$  und die höchstzulässige Frequenz  $f_{\text{max}}$ ; periodischer Änderungen der Beleuchtungsstärke ( $f_{\text{max}}$ ) angegeben.

### 3.3 Ausführungsformen von Photo-Halbleiterelementen

Siemens stellt verschiedene Typen von Germanium- und Silizium-Photoioden her, von denen die bekanntesten die Germanium-Photoioden TP 50 und TP 55 sowie die Silizium-Photozelle TP 60 sind. Die Germanium-Photoioden lassen sich sowohl als Photoresistoren mit Hilfsspannung als auch als Photoelemente zum Erzeugen niedriger Spannungen verwenden. Das Maximum der Spektralempfindlichkeit der Typen TP 50 und TP 55 liegt bei 1,5  $\mu$ m (im Infraroten Bereich), die Empfindlichkeitsgrenze bei 1,9  $\mu$ m. Beim Betrieb als Photoresistor mit einer maximalen Betriebsspannung von 100 V ändert sich  $R_{\text{ph}}$  von seinem Dunkelwert bis zu einer Beleuchtungsstärke

von 5000 lx um den Faktor 50. Es können Lichtwechselfrequenzen bis zu 100 kHz freigegeben werden. Die Empfindlichkeit liegt bei beiden Typen zwischen 3 und 4 · 10<sup>-4</sup> mA/lx, die maximale Verlustleistung ist 40 bis 50 mW und der Dunkelstrom bei 100 beziehungsweise 50 V Betriebsspannung kleiner als 3,5 beziehungsweise 5  $\mu$ A.

Bild 34 zeigt das Kennlinienfeld der TP 50; links sind die Kennlinien bei Betrieb als Photoelement (ohne äußere Hilfsspannung), rechts bei Betrieb als Photoresistor mit Hilfsspannung (bis 100 V) aufgetragen. Die spektrale Empfindlichkeit der Photozelle TP 50 läßt Bild 35 erkennen. Schließlich ist im Bild 36 noch die Rauschspannung  $U_{\text{r}}$  als Funktion des Durchlaßstromes ( $a$ ) und der Durchlaßspannung ( $b$ ) dargestellt. Mit wachsendem Strom  $i_{\text{D}}$  steigt die Rauschspannung rasch an.

Die Silizium-Photozelle TP 60 wandelt Sonnenlicht mit etwa 10% Wirkungsgrad in elektrische Energie um. Man kann diese Zelle also zur Versorgung elektrischer Geräte mit geringem

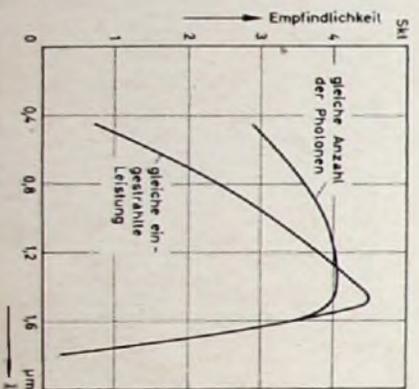
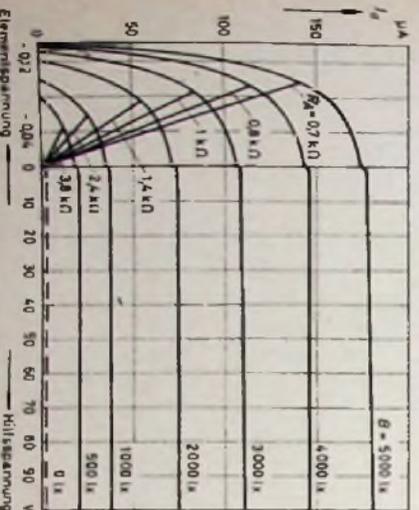


Bild 34 (links). Kennlinienfeld der Photozelle TP 50. Bild 35 (rechts). Spektrale Empfindlichkeit der TP 50

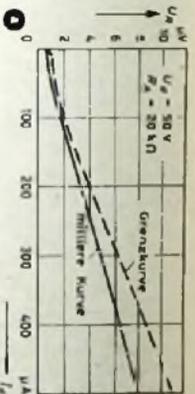


Bild 36. a) Rauchspannung  $U_R$  der TP 50 als Funktion des Durchblaststromes  $I_k$ . b) Rauchspannung als Funktion der Durchblastspannung  $U_k$

Energieverbrauch (zweckmäßigerweise in Verbindung mit einer Pufferbatterie) verwenden. Das Maximum der Spektralempfindlichkeit der TP 60 liegt bei  $0,85 \mu\text{m}$ , die Infrarot-Empfindlichkeit bei  $1,1 \mu\text{m}$ . Bild 37 zeigt den Verlauf von Leerlaufspannung  $U_L$  und Kurzschlussstrom  $I_K$  in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke. Während  $U_L$  bei Beleuchtungsstärken über

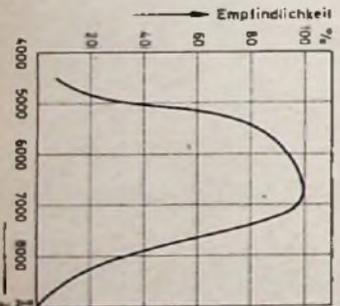
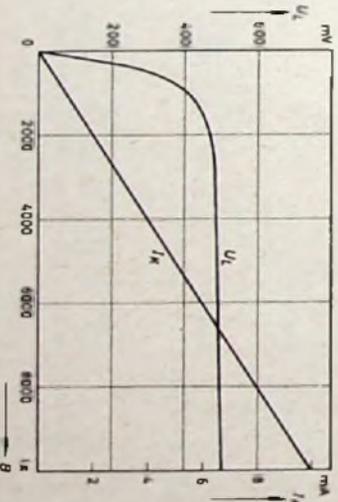
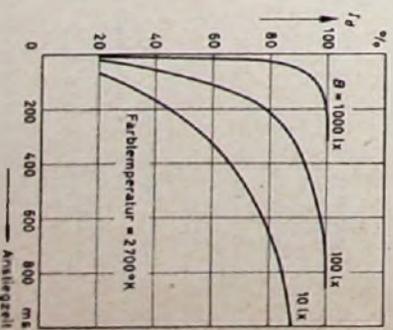
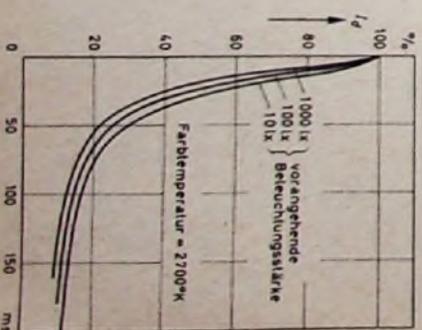


Bild 37 (oben). Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom als Funktion der Beleuchtungsstärke bei der Silizium-Photodiode TP 60

Bild 38. Spektrale Empfindlichkeit des Kadmiumsulfid-Photoleiters ORP 90

Bild 39 (rechts oben). Anstiegzeit des ORP 90



2500 lx fast konstant bleibt, steigt  $I_K$  linear mit der Beleuchtungsstärke an. Bei 10000 lx ist  $U_L$  etwa 500 mV und  $I_K$  rund 10 mA; bei optischer Anpassung und  $20^\circ\text{C}$  Umgebungstemperatur werden maximal 2,5 mW abgegeben.

Zur Flammenüberwachung, Rauchmeldungen und für industrielle Schalter entwickelte Philips die Kadmiumsulfid-Photoleiter ORP 30 und ORP 90. Die spektrale Empfindlichkeit, die Anstiegzeit und die Abfallzeit des ORP 90 sind in den Bildern 38, 39 und 40 dargestellt.

Besondere Anforderungen werden an Photo-Halbleiter gestellt, die im Zuge der fortschreitenden Automatisierung in Steuerungsanlagen der Schwerindustrie Anwendung finden sollen. Am Beispiel der Ausrüstung einer Warmwalzenstraße können diese sich teilweise widersprechenden Forderungen folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- 1) Große absolute Lichtempfindlichkeit.
- 2) geringe Störanfälligkeit gegen Fremdlicht.
- 3) kleine mechanische Abmessungen.
- 4) lange Lebensdauer.

# Servotechnische Steuer- und Regeleinrichtungen

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 15 (1960) Nr. 20, S. 730

DK 621.316.7.078

Das Differentialsynchro wird verwendet, um den Empfänger zusätzlich zu beeinflussen. Die Schaltungsanordnung von Geber, d.h. Proportionalität zwischen Motordrehzahl und Eingangsgröße, sowie Verbesserung der Stabilität.

Die Anwendung der im folgenden beschriebenen Motorgeneratoren (Bild 20) ist bei allen Steuerungs- und Regeleinrichtungen vorteilhaft, bei denen eine empfindliche und kontinuierliche Steuerung der Last in Abhängigkeit von sich rasch ändernden Signalen gewünscht wird. In manchen Fällen genügt auch die Verwendung eines Servomotors (Bild 21), der dem Motorteil des Motorgenerators entspricht. Die konstruktiven Vorteile der Bauweise dieser Motorgeneratoren sind: kompakte, raumsparende, leichte Einheiten, die aus Motor, Generator

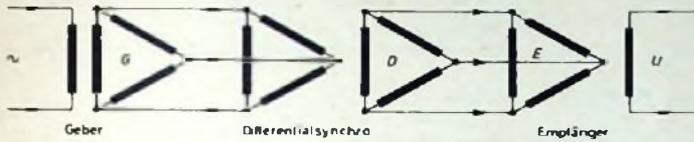


Bild 16 Zusammenschaltung von Geber und Empfänger mit einem Differentialsynchro

die wesentlichen Bedingungen, die an den Stellmotor einer Steuerungs- oder Regeleinrichtung gestellt werden, sind einfache Reversierbarkeit sowie hohes Beschleunigungs- und Bremsvermögen (Bild 18). Da letztere direkt das dynamische Verhalten eines Servosystems beeinflussen, muß der Motor bei kleinem Trägheitsmoment seines Ankers ein großes Anlauf-Drehmoment aufweisen (Bild 19). Durch Einführung einer tachometrischen Gegenkopplung im Servosystem, d.h. eines der Motordrehzahl proportionale Signals, das auf den Verstärkereingang zurückgeführt und dem Steuersignal entgegengeschaltet beziehungsweise mit diesem verglichen wird, lassen sich zwei weitere Forderungen erfüllen: Linearität der Steuerfunktion,



Bild 17. Typenreihe der Synchros

Differentialsynchro und Empfänger zeigt Bild 16. Bezeichnet man die Wellenstellungen mit G, D und E, so gilt für  $U = 0$

$$G + D = E$$

Durch Vertauschen von zwei der drei Verbindungsleitungen zwischen Geber und Differentialsynchro erhält man die Beziehung

$$-G + D = E$$

Es ist also möglich, mit Differentialsynchros Summen oder Differenzen von Wellenstellungen zu bilden. In Tab. IV sind die Daten international genormter Synchros zusammengestellt, und Bild 17 zeigt die Typenreihe der Synchros.

### 3.2 Servomotoren und Motorgeneratoren

Die wesentlichen Bedingungen, die an den Stellmotor einer Steuerungs- oder Regeleinrichtung gestellt werden, sind einfache Reversierbarkeit sowie hohes Beschleunigungs- und Bremsvermögen (Bild 18). Da letztere direkt das dynamische Verhalten eines Servosystems beeinflussen, muß der Motor bei kleinem Trägheitsmoment seines Ankers ein großes Anlauf-Drehmoment aufweisen (Bild 19). Durch Einführung einer tachometrischen Gegenkopplung im Servosystem, d.h. eines der Motordrehzahl proportionale Signals, das auf den Verstärkereingang zurückgeführt und dem Steuersignal entgegengeschaltet beziehungsweise mit diesem verglichen wird, lassen sich zwei weitere Forderungen erfüllen: Linearität der Steuerfunktion,

Bild 18. Verzögerungs- und Beschleunigungszeit des unbelasteten Rotors bei Polaritätswechsel

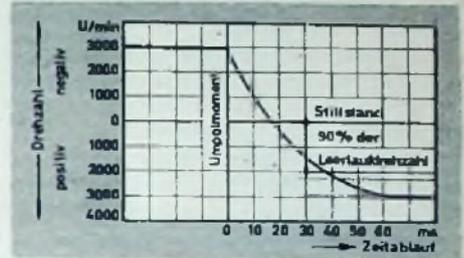


Bild 19 (unten). Abhängigkeit des Drehmomentes sowie der aufgenommenen und abgegebenen Leistung von der Drehzahl des Motors

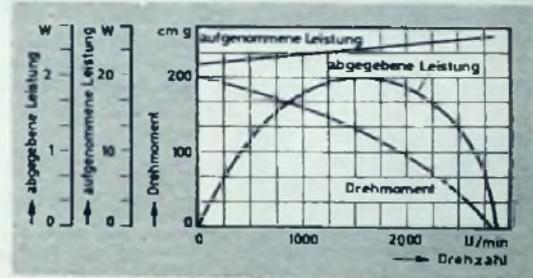


Bild 20 Motorgenerator „52 MG 08“ mit eingebautem Reduktionsgetriebe (Contraves)



Bild 21. Servomotor von Contraves

Tab. IV. Hochpräzisions-Synchros der Serie 96 V, 50 Hz

Bezeichnung	Typ	Abmessungen		aufgenommene Leistung [W]	Moment oder Spannungsgradienten [V/°]	maximaler Fehler	maximale Drehzahl [U/min]
		Durchmesser [mm]	Länge [mm]				
Steuergeber	18 CX6a	44,45	77,5	1,6		8'	1200
Steuerempfänger	18 CT6a	44,45	77,5	0,7	1	8'	1200
Steuergeber	23 CX6a	57,15	109,2	1,9		8'	1200
Steuerempfänger	23 CT6a	57,15	109,2	0,6	1	8'	1200
Differentialsteuergeber	23 CDX6a	57,15	115,5	2,6		8'	1200
Steuergeber	11 CX4a	26,97	57,5	0,9		7'	1200
Steuerempfänger	11 CT4a	26,97	57,5	0,3	1	7'	1200
Steuergeber	15 CX4a	36,49	58,7	1,2		12'	1200
Steuerempfänger	15 CT4a	36,49	58,7	0,6	1	10'	1200
Differentialsteuergeber	15 CDX4a	36,49	62,7	1,6		10'	1200
Steuergeber	18 CX4a	44,45	77,5	1,6		8'	1200
Steuerempfänger	18 CT4a	44,45	77,5	0,25	1	8'	1200
Differentialsteuergeber	18 CDX4a	44,45	81,6	1,7		8'	1200
Steuergeber	23 CX4a	57,15	109,2	3,0		8'	1200
Steuerempfänger	23 CT4a	57,15	109,2	0,24	1	8'	1200
Differentialsteuergeber	23 CDX4a	57,15	115,5	4,0		8'	1200

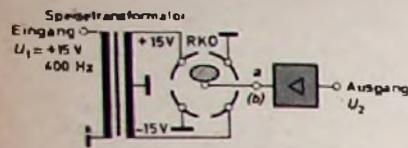


Bild 36 (links). Schaltung eines trigonometrischen RKO mit symmetrischer Speisung Bild 37 (links unten). Funktionsverlauf der Schaltung im Bild 36

Bild 38 (unten). Schaltung eines RKO zur Addition zweier Funktionen

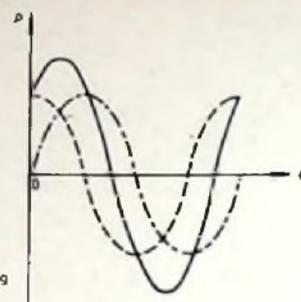
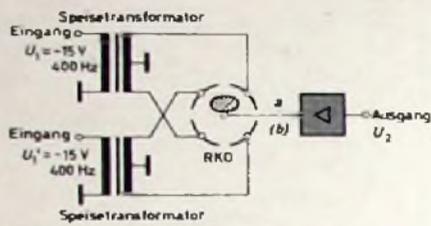
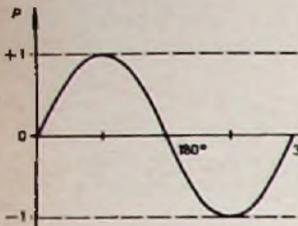


Bild 39 (oben). Funktionsverlauf für die Schaltung im Bild 38

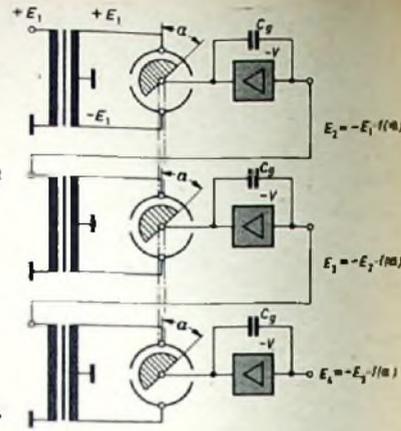


Bild 40. Schaltung zur Multiplikation oder Potenzbildung

Mit der Schaltung im Bild 34 läßt sich ein nur positiver, linearer Funktionsverlauf für  $p$  (Bild 35) erreichen, während die Schaltung Bild 36 mit Hilfe des trigonometrischen RKO einen sinusförmigen Funktionsverlauf des Übertragungsmaßes (Bild 37) bei symmetrischer Speisung ergibt. Zur Addition zweier Funktionen verwendet man einen trigonometrischen RKO in der Schaltung nach Bild 38. Hier ist das Übertragungsmaß

$$p = U_1 \cdot \sin \alpha + U_1' \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Den Funktionsverlauf zeigt Bild 39. Als Beispiel sei noch eine Schaltung zur Multiplikation oder Potenzbildung angegeben (Bild 40).

### 3.5 Induktives Potentiometer (Pick-off)

Bei Servosystemen mit Stellungsnachlauf (Lage-Servo) oder auch bei direkter Stellungsübertragung bei Fernanzeigen werden vielfach Potentiometer verwendet. Potentiometer haben aber den Nachteil, daß sie Schleifer aufweisen, deren Betätigung ein bestimmtes Drehmoment erfordert. Der Schleifer und die Schleifbahn sind außerdem korrosionsempfindlich und Abnutzungen unterworfen. Diese Erscheinungen wirken sich hauptsächlich bei schnelllaufenden Vorgängen nachteilig aus und können zu Störungen führen. Daher wurde ein neues Element, das induktive Potentiometer, entwickelt, bei dem die erwähnten Mängel nicht vorhanden sind, da es keine schleifenden Kontakte hat. In gewissen Fällen kann man sogar die Lagerung weglassen, so daß dann eine vollkommen reibungslose Stellungsübertragung möglich ist.

Das induktive Potentiometer (auch Pick-off genannt) besteht aus einem entsprechend der Charakteristik des Gerätes geformten Rotor ohne Wicklung und einem gewickelten vierpoligen Stator (Bilder 41 und 42). Die Statorwicklungen werden schaltungstechnisch so angeordnet, daß eine Brücke entsteht (Bild 43). Bei den Schaltungspunkten  $A$  und  $B$  erfolgt die Einspeisung, und bei  $C$  und  $D$  wird die Ausgangsspannung abgenommen, die dieselbe Frequenz hat wie die

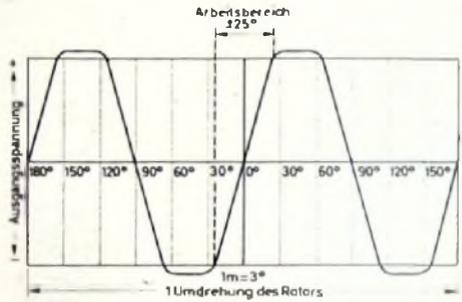
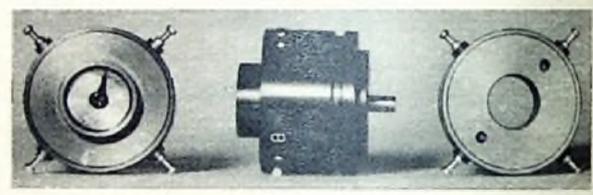


Bild 44. Spannungsverlauf des induktiven Potentiometers

Bild 45 (unten). Vollständiges induktives Potentiometer; links und Mitte mit Eigenlagerung, rechts Stator ohne Lagerung



Tab. X. Technische Daten des induktiven Potentiometers (Standardtyp)

Anlaufdrehmoment (mit Eigenlagerung)	0,5 cm g
Gewicht	33 g
Außendurchmesser	27 mm
Achsdurchmesser	3 mm
Länge	23,5 mm
Eingangsspannung	6 V
Frequenz	400 Hz
Eingangstrom	60 mA
Eingangstrom mit Blindstromkompensation	23,5 mA
Eingangswiderstand	72 Ohm
Eingangswiderstand mit Blindstromkompensation	201 Ohm
Eingangskapazität $C_e$	5,3 $\mu$ F
Abschlußwiderstand $R_p$	1,5 kOhm
Kompensationskapazität $C_k$	2,5 $\mu$ F
Empfindlichkeit	120 mV/°
Linearitätsbereich	$\pm 25^\circ$
Linearitätsfehler	$< 2\%$
Auflösungsvermögen	$< 2'$
Ausgangswiderstand	107 Ohm
Phasenfehler	$< 5^\circ$
Ruheabspannung	2,5 mV
maximale Ausgangsspannungsänderung zwischen $-40$ und $+70^\circ$ C	$\pm 1,5\%$

s. Tab. X) ist im Bild 45 dargestellt. Die Befestigung erfolgt mit Briden, so daß das Gerät nach dem Einbau sehr leicht justiert werden kann. Für Spezialzwecke wurden Pick-offs mit einem Winkelbereich von  $\pm 3^\circ$  und für Frequenzen bis 6000 Hz gebaut. Ihr Auflösungsvermögen war  $\leq 1'$  und der Linearitätsfehler  $\leq 1\%$ .

(Wird fortgesetzt)



Bild 41. Einzelteile eines induktiven Potentiometers

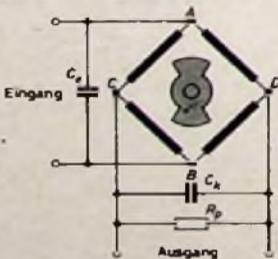


Bild 42. Schematische Darstellung des induktiven Potentiometers

Bild 43. Brückenschaltung des induktiven Potentiometers mit Phasen- und Abschlußwiderstands-Kompensation

Eingangsspannung. Mit dem Kondensator  $C_k$  läßt sich die Ausgangsspannung phasenrichtig kompensieren und durch den Widerstand  $R_p$  der erforderliche Abschlußwiderstand einstellen. Durch geeignete Formgebung des Rotors erreicht man, daß der Spannungsverlauf am Ausgang über einen bestimmten Winkelbereich der Rotorbewegung genau linear verläuft. Dieser Bereich ist der Meßbereich. Definiert

sich über den Regelwiderstand R 3 auf, bis die Zündspannung des Glimmstabilisators R 6 1 erreicht ist. Der Entladungsstromstoß bei der Zündung von R 6 1 löst das Relais A aus, dessen Arbeitskontakt a durch Überbrückung des Widerstandes R 3 die volle Spannung an R 6 1 legt. R 6 1 bleibt gezündet, und das Relais A verharrt in seiner Arbeitsstellung. Die Öffnungszeit der Tür kann mit R 3 bis zu einer Dauer von 15 s kontinuierlich eingestellt werden.

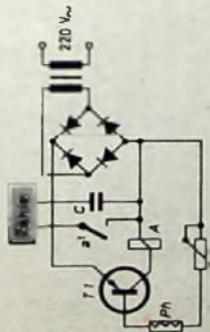


Bild 49. Impulszähler

Bild 49 zeigt ein lichtelektrisches Zählergerät, mit dem sich Lichtimpulse und Lichtschwankungen zählen und registrieren lassen. Die Spannungsversorgung erfolgt aus dem 220-V-Lichtnetz. Im Gegensatz zur Schaltung im Bild 47 muß hier der Kondensator parallel zur Relaiswicklung fallen, da das Relais auch bei kurzzeitigen Impulsen ansprechen soll. Man erreicht mit einer derartigen Einrichtung eine Zählfrequenz von maximal 100 Imp/s.

Im Bild 50 ist eine von Siemens angegebene Schaltung zur Steuerung einer Magnetspeicherung mit der Germanium-Photodiode TP 50 dargestellt. Die Diode steuert hier bei über einen 6-W-Transistorverstärker den Kupplungsmechanismus. Dabei kann die Diode wahlweise als Photoelement (Variante I) oder als Photowiderstand (Variante II) arbeiten.

Die Germanium-Photodiode TP 55 mit etwas geringerer Leistung als die TP 50 eignet sich wegen ihrer Miniaturform zum Einbau in Kinoprojektoren zur Lichtton-Abtastung. Eine entsprechende Schaltung zeigt Bild 51.

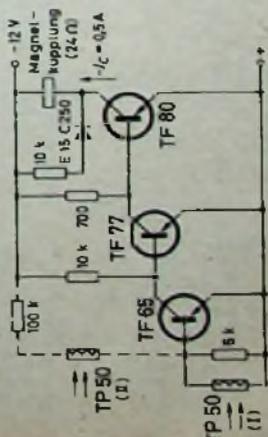


Bild 50. Steuerung einer Magnetspeicherung über eine Germanium-Photodiode TP 50

Schließlich ist im Bild 52 noch ein Schaltbeispiel für die Verwendung des Silizium-Photoelementes TP 60 angegeben. Eine Solarbatterie mit einer beliebigen Anzahl von TP 60-Elementen und eine Pufferbatterie sind zusammengeschaltet. Damit sich bei Dunkelheit der Akkumulator nicht über die Solarbatterie entladet, ist eine Sperrdiode eingebaut.

Eine wichtige Anwendung finden Silizium-Solarzellen in den Satelliten. Im „Pionier V“ dienen Siliziumzellen zur Umwandlung des unbegrenzt zur Verfügung stehenden Sonnenlichtes in elektrische Leistung, die zum Betrieb des eingebauten 150-W-Senders für die Übermittlung der Meßergebnisse zur Erde erforderlich ist. Die Betriebstabilität der Meßgeräte,

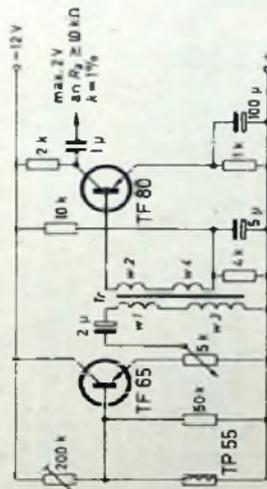


Bild 51 (oben). Schaltung einer Photodiode TP 55 zur Lichtton-Abtastung in Kinoprojektoren. Bild 52 (links). Solarbatterie mit Photoelementen TP 60

Datenverarbeitungseinrichtungen und Sender über längere Zeiträume hinweg ist nur eine Frage genügend leistungsfähiger Stromquellen. Übliche Batterien würden das Gewicht des Satelliten unzulässig erhöhen, so daß hier nur die Sonne selbst als Energiespender in Betracht kommt. Bereits in dem kleinen Satelliten „Vanguard 1“ wurden Silizium-Solarzellen als Energiequelle für den eingebauten Sender mit gutem Erfolg verwendet. Noch heute, nach mehr als zwei Jahren, sendet der aus den Solarzellen gespeiste Sender seine Signale. Dieser kleine Satellit wird voraussichtlich noch 200 Jahre die Erde umkreisen.

Der begrenzte Wirkungsgrad der Solarzellen — maximal etwa 10% — verlangt eine große Oberfläche. Da man den Satelliten aus Gründen des Wärmehaushalts nicht auf seiner ganzen Oberfläche mit Siliziumzellen besetzen darf, hat man den „Pionier V“ als „Schaufelrad“-Satelliten ausgeführt. Dabei sind die Zellen auf vier schaufelförmigen Flächen montiert, die erst nach dem Lösen von der letzten Raketenstufe flügelartig abklappen. (Wird fortgesetzt)

Fortsetzung von S. 759

Die Absorption von Photonen ergibt eine „Generation“ von Ladungsträgerpaaren und erhöht dadurch die Eigenleitfähigkeit der Halbleiter. Die Entstehung von Ladungsträgerpaaren kann aber auch thermisch angeregt werden. Das bedeutet aber, daß die Dunkel- und Hellströme der Photodioden und -transistoren temperaturabhängig sind. Beide Ströme nehmen mit steigender Temperatur T nach einer e-Funktion zu (Temperaturdurchgriff). Für den Dunkelstrom gilt

$$I_D(T) = I_D(T_0) \cdot e^{\beta(T - T_0)} \quad (27)$$

und für den Hellstrom

$$I_H(T) = I_H(T_0) \cdot e^{\gamma(T - T_0)} \quad (28)$$

Für eine Photodiode ist dabei  $0,18 > \beta > 0,12$  und  $0,07 > \gamma > 0,04$ , während für einen Phototransistor die Werte  $0,3 > \beta > 0,2$  und  $0,12 > \gamma > 0,08$  gelten. Die Koeffizienten  $\beta$  sind in allen Fällen wesentlich größer als  $\gamma$ .

Die Höhe des Dunkelstromes, auf den es bei den meisten industriellen Anwendungen sehr ankommt, ist bei einer Germanium-Photodiode etwa um den Faktor 5 kleiner als bei einem Phototransistor aus dem gleichen Material. Das ist durch die Dichte der Minoritätsladungsträger bei thermischem Gleichgewicht bedingt.

Bei vielen Anwendungen von Photodioden in der Steuerungs- und Regelungstechnik (zum Beispiel in der Walzwerktechnik) kommt es lediglich auf eine Ja-Nein-Aussage an (beleuchtete oder nichtbeleuchtete Photodiode). Trotzdem sind auch in diesen Fällen schaltungstechnische Maßnahmen zu ergreifen, die den Einfluß der Temperatur auf den Strom eines Germanium-Photoempfängers begrenzen. Das angestrebte Ziel läßt sich durch eine Gegenkopplung oder durch Verwendung von NTC-Widerständen erreichen. Bild 43 zeigt die Dunkelströme verschiedener Anordnungen und Bild 44 die entsprechenden Hellströme.

Die dem Germanium-Photoempfänger nachgeschalteten Transistorverstärker haben niedrige Eingangswiderstände, die sich leicht an die niederohmigen Innenwiderstände beleuchteter Photodioden anpassen lassen und die es daher gestatten, Photoempfänger und Verstärker getrennt voneinander aufzustellen. Dabei können Entfernungen bis zu einigen Kilometern überbrückt werden. Da Heizleistung nicht erforderlich ist, nehmen die Geräte nur eine Leistung von wenigen Watt auf und sind sofort nach dem Einschalten betriebsbereit.

Für eine photoelektrische Steuerung ist die Frage, ob man mit Gleichlicht- oder Wechsellichtbetrieb arbeitet, von entscheidender Bedeutung. Der Gleichlichtbetrieb erlaubt eine

direkte Kopplung von Photoempfänger und Relais. Das Relais bleibt so lange erregt, wie die Photodiode beleuchtet ist. Diese Arbeitsweise hat gegenüber der Impulssteuerung bei Wechsellichtbetrieb den wesentlichen Vorteil, daß zum Beispiel dem Walzgut keine Mindestgeschwindigkeiten vorgeschrieben sind, wie es bei Wechsellichtbetrieb erforderlich ist, wenn man Impulse von genügender Flankensteilheit

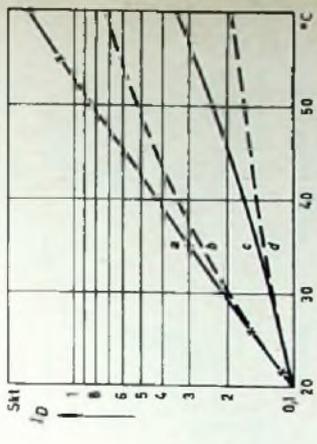


Bild 43. Dunkelströme als Funktion der Temperatur (nach AEG-Angaben); a schwache Gegenkopplung, b starke Gegenkopplung, c, d mit NTC-Widerstand



Bild 44. Hellströme als Funktion der Temperatur (nach AEG-Angaben); a schwache Gegenkopplung, b starke Gegenkopplung, c mit NTC-Widerstand

erreichen will. Den Nachteilen des Gleichlichtbetriebes (größere Anfälligkeit gegen statische Streu- und Fremdlicht sowie direkte Abhängigkeit von der Drift des Dunkelstromes der Photoempfänger) kann man durch eine Schwellwertbildung im nachgeschalteten Transistorverstärker begegnen, der als Schwellwertstärker arbeitet. Überschreitet die Eingangsspannung den Schwellwert, so kippt eine instabile Klippstufe um, die unmittelbar einen Schalttransistor steuert, der ein kräftiges Relais schaltet. Derartige Anordnungen sind nicht nur auf die Verwendung in Warmwalzwerken beschränkt; sie können auch als Lichtschranken, zum Bei-

spiel für Zwei- und Mehrpunktregelung, oder für Steuerungsaufgaben (beispielsweise für Torüberwachungen und dergleichen) benutzt werden. Mit Infrarotdurchlässigen Gasfiltern lassen sich die Lichtbündel der Glühlampen unmerklich machen. Wegen der hohen Empfindlichkeit der Photodioden genügt es, die Glühlampen der Strahler mit etwa 50% Unterspannung zu betreiben, wodurch sich ihre Lebensdauer beträchtlich erhöht.

Das Gebiet der Impulserzeugung mit Lockschreibern und Photodioden soll hier nur erwähnt werden. Wegen ihrer kleinen Abmessungen eignen sich Photodioden sehr gut zum berührungslosen Ablesen von Lochstreifen und als Grenzlagenschalter in Meßinstrumenten. Für Fortleittemperaturmessungen und Oberflächenprüfungen wendet man Germanium-Photoempfänger heute ebenso an wie zur automatischen Ermittlung geometrischer Abmessungen, zum Beispiel zur Bestimmung von Blechbreiten.

### 3.4 Anwendungen von Photowiderständen

Photozellen und Photowiderstände finden überall dort Anwendung, wo die Technik sich des Lichtes als angewandte Energieform bedient. Man verwendet beispielsweise Photozellen in Sortiermaschinen, für Türöffner, Diebstahlsicherungen, Zählwerke, Lichtmeßgeräte (topografische Belichtungsmesser) und beim Torflimm.

Da Photoelemente eine beachtliche Lichtempfindlichkeit im Ultrarot haben, kann man durch Vorsezen eines Spezialfilters, das nur Ultrarot hindurchläßt (zum Beispiel Filter der Firma Schott & Genossen, Mainz), das sichtbare Licht von der Zelle fernhalten. Schaltet man ein derartiges Filter zwischen Lichtquelle und Photoelement, so geht der durch das Element fließende Strom nur unwesentlich zurück. Mit Photoelementen läßt sich also auch nicht sichtbares Licht in ein elektrisches Signal umsetzen.

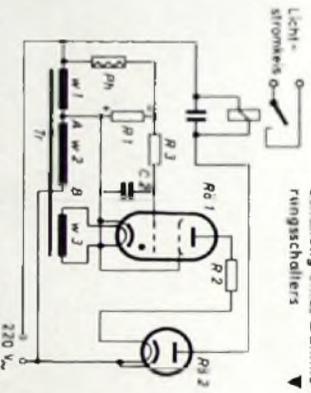
Helligkeitsunterschiede, die das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmen kann, werden von einem Photoelement leicht registriert. Man kann also Schwankungen der Netzspannung sehr einfach auf dem Umweg über eine von der zu kontrollierenden Spannung gespeiste Glühlampe und eine Photozelle feststellen.

Zur Bestimmung der Farbtemperatur eines Körpers verwendet man zweckmäßigerweise aus zwei gleichartigen Photoelementen aufgebaute Differentialschaltung (Bild 45). Die beiden Photoelemente werden gegeneinander geschaltet, so daß sich ihre Spannungen subtrahieren. Beleuchtet man beide Zellen gleichmäßig, so ist die resultierende Spannung Null. Wird aber vor das eine Photoelement ein Blau-

filter und vor das andere ein Rotfilter gesetzt und werden beide durch eine verschiebbare Blende verdeckt, so kann man leicht die Farbtemperatur der betreffenden Strahlung bestimmen, wenn man die Blende so lange verschiebt, bis das Meßinstrument keinen Strom mehr anzeigt. Die Blendenstellung ist ein Maß für die Farbtemperatur.

Auch als Dämmerungsschalter sind Photozellen gut geeignet. Man kann dazu eine einzige Zelle oder auch zwei Zellen in Differentialschaltung benutzen. Mit einem Dämmerungsschalter lassen sich die Beleuchtung von Innenräumen, Flugzeugvorrichtungen, Reklamebeleuchtungen usw. beim Anbruch der Dämmerung automatisch

bild 45 (links): Differentialschaltung mit zwei Photoelementen zur Bestimmung der Farbtemperatur strahlender Körper, Bild 46 (unten): Schaltung eines Dämmerungsschalters



tisch einschalten. Die Schaltung eines geeigneten Gerätes zeigt Bild 46. Über den Transformator  $T_r$  wird die Netzspannung zugeführt. Die Spannung der Wicklung  $w_1$  dient zur Spannungsversorgung der Photozelle, während die Wicklung  $w_2$  über den Heizer der Gleichrichteröhre  $R_6$  liefert. Das Gerät arbeitet nur während der Halbperiode der Netzspannung, bei der die Punkte A und B positiv sind. Solange Licht auf die Photozelle fällt (Tageshelligkeit), verursacht der dann fließende Photostrom einen entsprechenden Spannungsabfall am Widerstand  $R_1$  mit der angegebenen Polarität. Das Thyatron erhält dann eine negative Gittervorspannung und zündet nicht. Bei Eintritt der Dämmerung zündet  $R_6$  1, und es fließt ein Strom über  $R_2$  und den Heizer der indirekt geheizten Gleichrichteröhre  $R_6$  2. Nach kurzer Anheizzeit fließt Strom durch das Relais, und der Arbeitskontakt wird geschlossen, der die Beleuchtung einschaltet.  $R_6$  2 verzögert den Schaltvorgang, um zu erreichen, daß die Schaltung nur auf langsame Helligkeitsänderungen anspricht, während kurzzeitige Schwon-

kungen (zum Beispiel bei Blitzen in der Nacht) ohne Einfluß auf den gerade vorliegenden Schaltzustand bleiben.

Überall dort, wo es nicht auf große Ansprechgeschwindigkeit, aber auf hohe Empfindlichkeit ankommt, kann man die neuen Kodmiumsulfid-Zellen verwenden, die den Vorteil bieten, daß sie unmittelbar mit einem Relais in Reihe geschaltet werden können; Verstärker und Thyatron sind dann entbehrlich. Ein Beispiel dafür ist die sehr einfache Schaltung der Flammenberührung bei automatisch arbeitenden Ölheizungen<sup>1)</sup>, für die sich besonders der Photowiderstand ORP 90 eignet. Er wird im Kanal für die Luftzufuhr untergebracht und wandelt seine lichtempfindliche Seite der Flamme zu. Die Zündung übertrager Ölheizanlagen erfolgt elektrisch mittels Zündkerze. Wenn eine gewisse Zeit, nachdem die Ölzufuhr geöffnet und die Zündung in Tätigkeit gesetzt worden ist, das Öl noch nicht entflammt sein sollte, schließt das von der Photozelle gesteuerte Relais die Ölzufuhr und gibt ein Alarmsignal. Erfolgt die Zündung dagegen richtig, so schaltet das Relais kurz darauf die Zündung ab. Auch wenn die Flamme während des Betriebes erlischt, wird die Ölzufuhr unterbrochen und ein Alarmsignal gegeben.

Die Prinzipschaltung des lichtelektrischen Relais mit Photowiderstand Ph, Transistor T 1 und Relais A zeigt Bild 47. Bei Beleuchtung des Photowiderstandes durch mittleres Tageslicht ergibt sich bereits mit einem geringverstärkten Transistor ein Kollektorstrom von etwa 4...5 mA, der zum sicheren Anziehen des Relais ausreicht. Da bei nicht beleuchtetem Photowiderstand der Transistor fast völlig gesperrt ist, fließt dann nur der Kollektorstrom, und das Relais fällt ab. Nimmt man an, daß sich bei beleuchtetem Photowiderstand eine Basisstromspannung von  $-U_b = 0,3 \text{ V}$  und ein Basisstrom von  $-I_b = 0,4 \text{ mA}$  einstellt, so läßt sich der Widerstand  $R_{\text{Be}}$  der beleuchteten Photozelle leicht berechnen und hier für die Schaltung geeignete Photozellen Typ auswählen. Es gilt

<sup>1)</sup> s. a. Hering, W.: Flammenüberwachung und Steuerung vollautomatischer Ölfeuerungsanlagen, Funk-Techn., Bd. 14 (1959) Nr. 9, S. 312—314, u. Nr. 10, S. 355—357

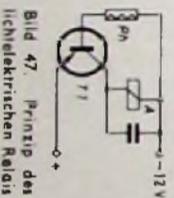


Bild 47. Prinzip des lichtelektrischen Relais

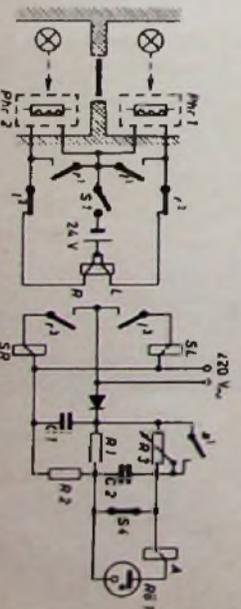


Bild 48. Automatischer Türöffner

$$R_{\text{Be}} = \frac{U - U_b}{I_b} \quad (29)$$

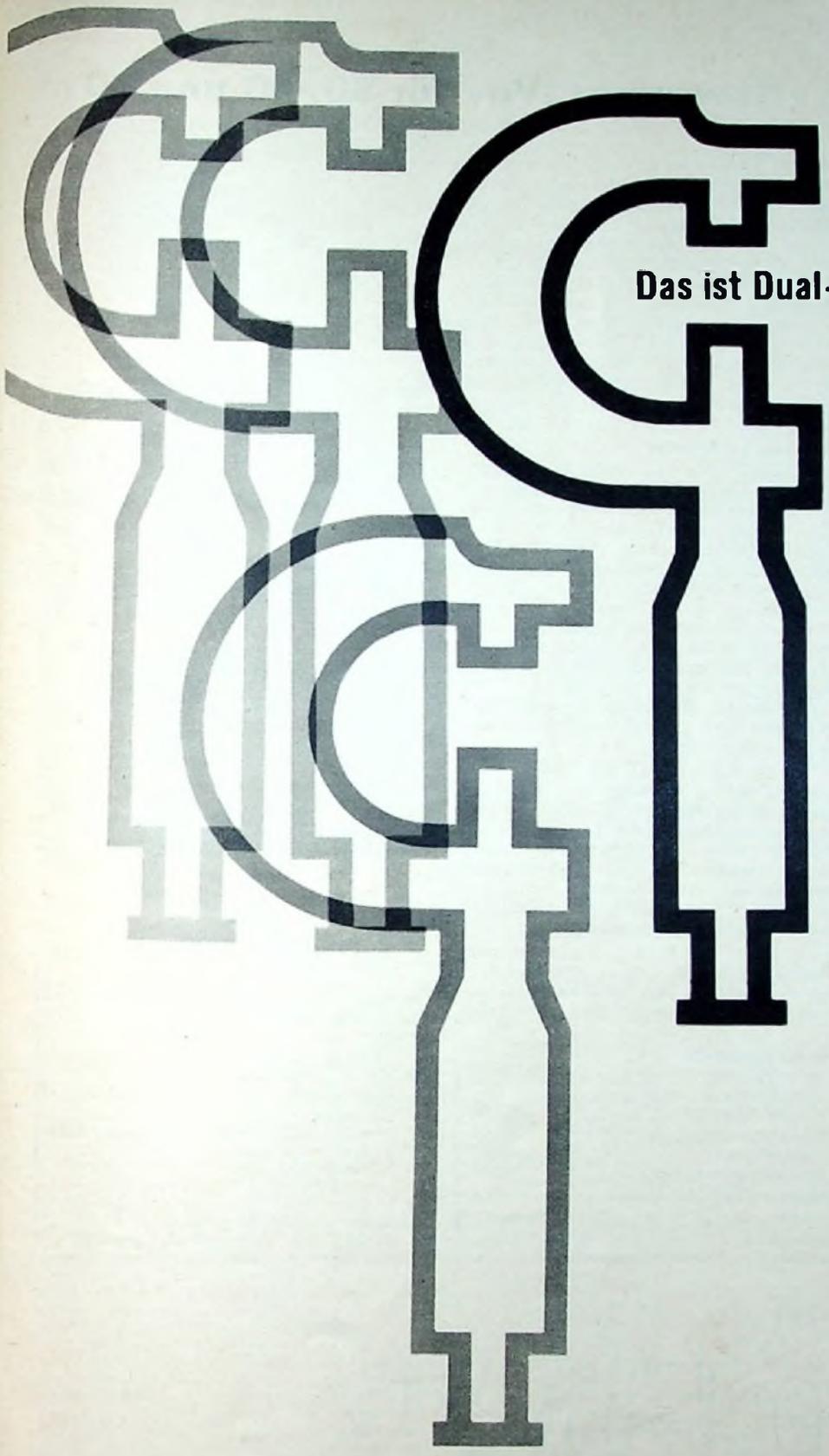
Für  $U = 12 \text{ V}$  ergibt sich

$$R_{\text{Be}} = \frac{12 - 0,3}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 29,25 \cdot 10^3 = 29,25 \text{ k}\Omega$$

Um bei kurzzeitigen Helligkeitsschwankungen ein Fliedern des Relais zu vermeiden, wird ihm ein Kondensator ausreichender Kapazität parallel geschaltet.

Im Bild 48 ist die Schaltung eines automatischen Türöffners mittels Photo-Relais dargestellt. Die Schaltung erfüllt folgende Bedingungen: Gleichgültig, von welcher Seite sich eine Person der Tür nähert, wird diese geöffnet und so lange offengehalten, bis alle Benutzer sie durchschritten haben. Danach schließt sich die Tür automatisch. Die Tür öffnet sich stets nur in Schrittrichtung der Passanten, niemals entgegengesetzt. Zu beiden Seiten der Tür werden zwei Glühlampen und zwei Photo-Relais Phr 1 und Phr 2 zu je einer Lichtschranke zusammengefügt. Wird beispielsweise durch eine (im Bild 48 von oben) sich der Tür nähernde Person der Lichtstrahl auf das Photo-Relais Phr 1 unterbrochen, so legt der Ruhekontakt von Phr 1 die linke (L) Erregerwicklung des Drehankerrelais LR an Spannung (24 V), wenn  $\beta_1$  und S 1 geschlossen sind. Über den Arbeitskontakt  $\beta_1$  des Relais erhält die Wicklung L auch dann Spannung, wenn Phr 1 seinen Ruhekontakt wieder öffnet. Der Arbeitskontakt  $\beta_2$  bedingt das Schallschutz SL für den Linkslauf des Motors (Türöffnung). Gleichzeitig unterbricht  $\beta_2$  den Strom für die Erregerwicklung R des Drehankerrelais. Dadurch verhindert man, daß, falls eine Person von der anderen Seite (im Bild 48 von unten) kommt und die Lichtschranke Phr 2 anspricht, auch die Wicklung R des Drehankerrelais Spannung erhält.

Ist die Tür voll geöffnet, so rasst sie in einem federnden Haltemagneten ein, und außerdem wird S 1 geöffnet, der die beiden Erregerwicklungen von der 24-V-Batterie trennt. Der Motor hört auf zu arbeiten, und S 4 löst den elektrischen Zeitgeber für die Öffnungszeit der Tür aus. Der Kondensator C 2 im Zeitgeber lädt



## Das ist Dual-Präzision



Kleinste Toleranzen, äußerste Paßgenauigkeit! - Dual-Phonogeräte werden bis ins Detail nach strengen Normen konstruiert, hergestellt und geprüft. Deshalb ihr brillanter Ton. Deshalb ihre sprichwörtliche Zuverlässigkeit, die den Service des Fachhandels so spürbar erleichtert. Hand in Hand mit dieser vollendeten Technik 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 Steidinger, St. Georgen/Schwarzwald.

**Zum guten Ton gehört Dual**



# Amateur-KW-Sender »Newcomer IVa« für 80, 40 und 20 m

Im Heft 22/1959 der FUNK-TECHNIK wurde die Bauanleitung für einen Amateur-KW-Sender mit etwa 20 W Leistung veröffentlicht<sup>1)</sup>. Inzwischen gelang es, die Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit dieses Gerätes vor allem bei höheren Frequenzen weiter zu steigern. Die empfehlenswerten Ergänzungen werden im folgenden beschrieben.

## ECO-Oszillator

Bei Betrieb auf dem 20-m-Band ist eine höhere Ansteuerung für die Endstufe ratsam. Daher wird jetzt ein ECO-Oszillator mit der Röhre EF 80 verwendet (Bild 1). Da man in jedem Band zweckmäßigerweise mit Frequenzverdopplung arbeiten sollte, schwingt der VFO für 80-m-Betrieb auf 160 m. Die Parallelkondensatoren der Oszillatortaste wurden sehr groß gewählt, um eine gute Frequenzkonstanz zu erreichen. Jede Spule wird nur für ein Band benutzt. Dadurch ist eine gute Bandspreizung der Oszillatorstufe möglich. Ferner vereinfacht sich auch der Abgleich, denn auf Trimmer kann man verzichten.

Die Spulenkörper müssen gegen die Typen „Sp 9 GW“ (Vogt) ausgetauscht werden. Auch der Drehkondensator läßt sich nicht mehr verwenden; der neue Typ ist ein Doppeldrehkondensator mit  $2 \times 185$  pF Endkapazität (NSF), dessen Plattenpakete parallelgeschaltet werden. Für Telegrafiebetrieb bewährte sich wieder die Gittertastung. Die Tonqualität ist einwandfrei T 9.

Der Anodenkreis der Oszillatorstufe ist aperiodisch ausgeführt. Über C 26 (20 pF) gelangt die HF zum Steuergitter der nächsten Röhre. Die kleine Kapazität dieses Kondensators verhindert Rückwirkungen der Treiber- und Endstufe beim Abstimmen des Senders auf den Oszillator.

## Veränderte Treiberstufe

In der bisherigen Ausführung arbeitete die Treiberöhre in A-Betrieb mit automatischer Gittervorspannung. Sie wird jetzt mitgetastet. Außerdem wurde die Katodenkombination weggelassen und dafür der Schirmgitter-Vorwiderstand auf 33 kOhm erhöht.

<sup>1)</sup> Diefenbach, W. W.: Moderner Kleinsender „Newcomer IV“. Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 22, S. 803-806

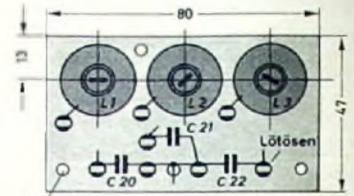
Im Anodenkreis ist eine weitere Änderung zu erkennen. Er enthält nur noch eine Spule mit zwei Anzapfungen für die Umschaltung der Bänder. Als Spulenkörper eignet sich eine keramische Ausführung von 55 mm Länge und 25 mm Durchmesser. Der zweite Umschalter in dieser Ebene des Schalters wird nun nicht mehr benötigt. Die Induktivitäten sind so bemessen, daß der Drehkondensator C 31 als Parallelkapazität für den Abstimmkreis ausreicht. Die Endstufe des Senders wurde nicht geändert.

## Mechanische Arbeiten

Zuerst baut man den neuen Drehkondensator ein. Er wird mit zwei Schrauben am Chassis befestigt. Dabei ist es ratsam, den Feintrieb etwas zurückzusetzen, damit der Drehkondensator weiter von der Röhre entfernt bleibt. Unterhalb des Chassis setzt man eine neue Pertinaxplatte mit den Abmessungen  $80 \times 47 \times 2$  mm zur Spulhalterung ein, die auch die zugehörigen Kondensatoren trägt. Die genaue Lage der Spulenkörper und der Lötösen zur Befestigung der Kondensatoren geht aus Bild 2 hervor. Die Platte wird mit drei Schrauben etwa 10 mm vom Chassis entfernt gehalten (Bild 3).

Der Vorwiderstand des Stabilisators fand nunmehr auf der Chassis-Oberseite an der Rückwand des Gehäuses Platz, an der eine gute Wärmeabfuhr durch die Entlüftungslöcher gewährleistet ist. Er wird von zwei Lötösen gehalten, die isoliert an der Rückwand befestigt sind. Dadurch verhindert man eine Frequenzdrift des Oszillators durch thermische Beeinflussung.

Ferner wurde die Treiberspule nicht mehr senkrecht, sondern waagrecht über dem Chassis montiert. Der Spulenkörper paßt gerade zwischen die beiden Abschirm-



Löcher zur Befestigung

Bild 2. Maßskizze der Spulenplatte

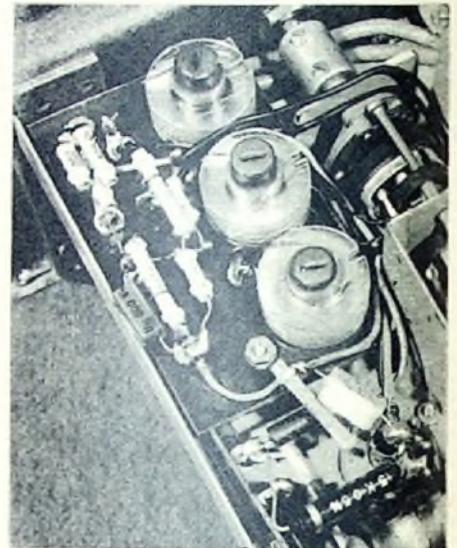


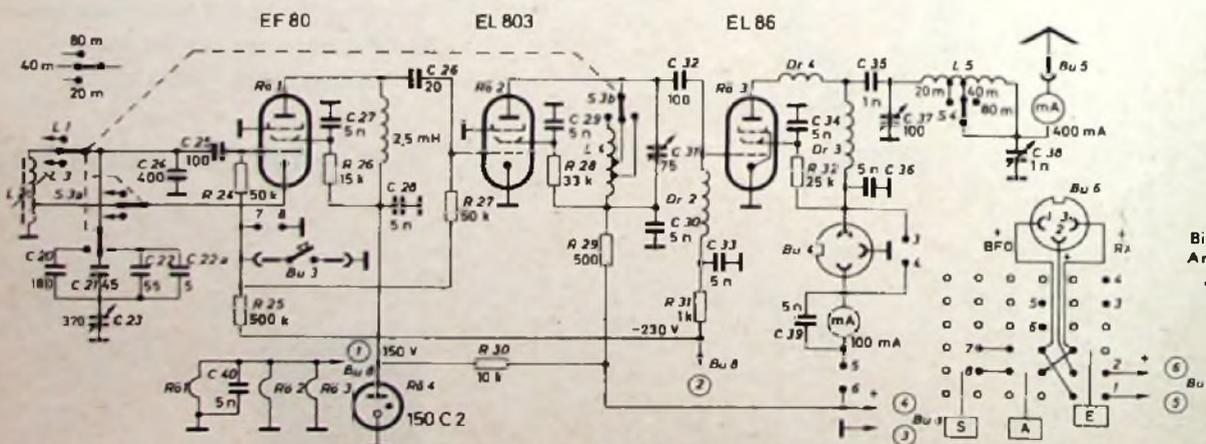
Bild 3. Untersicht der Spulenplatte und Verdrahtung

Tab. 1. Wickeldata der Spulen

Band	Spule	Induktivität [μH]	Wdg.	Draht	Spulenkörper
80 m	L 1	16	30 (8)	0,4 CuL	„Sp 9 GW/FC“
	L 4	10,0	35	0,8 CuL	
	L 5	22	40	1,0 CuL	„Spk E 20“
40 m	L 2	5,2	10 (5)	0,4 CuL	„Sp 9 GW/PL“
	L 4	4,1	22	0,8 CuL	
	L 5	14	20	1,0 CuL	„Spk E 20“
20 m	L 3	1,4	12 (4)	0,8 CuL	„Sp 9 GW/PL“
	L 4	2,2	12	0,8 CuL	
	L 5	4,5	10	1,0 CuL	„Spk E 20“

## Liste der Spezialteile

Drehkondensator „528/2“ mit Achse,  $2 \times 185$  pF (NSF)  
 Spulenkörper „Sp 9 GW“ mit Kernen (Vogt)  
 Keramik Kondensatoren (RIG)  
 Glimmer-Mica-Kondensatoren (Jahre)  
 Widerstände (Dracoind)  
 Röhre EF 80 (Valvo)



wände und wird mit einer Schraube an einer Abschirmplatte montiert (Bild 4). Die waagerechte Anordnung vermeidet Selbst-  
erregungen durch Kopplung mit der Endstufe.

Die Windungszahlen der neu anzufertigenden Spulen enthält  
Tab. 1. Die eingeklammerte Zahl in der Spalte „Wdg.“ gibt dabei

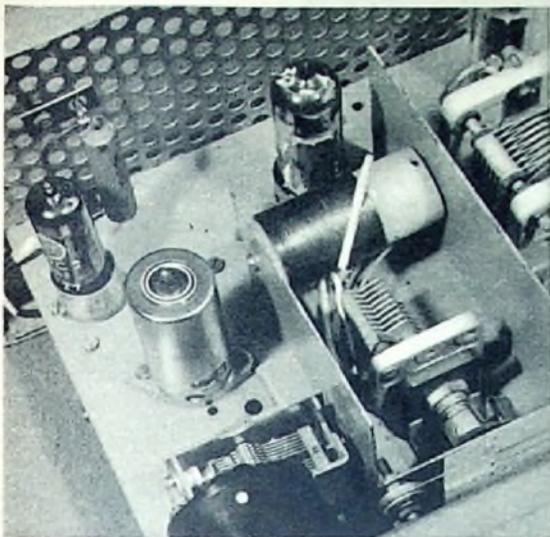


Bild 4. Chassisoberansicht; der Stabilisator-Vorwiderstand  
und die neue Treiberspule sind deutlich zu erkennen

die Windungszahl (vom kalten Ende gerechnet) an, bei der der  
Abgriff für die Katode angebracht werden muß. Um eine gute  
Frequenzstabilität zu erreichen, wurden im Mustergerät folgende  
Kondensatoren benutzt: C 22a, C 24: Glimmer-Mica-Kondensator,  
C 20: Kennfarbe schwarz, C 21, C 22: Kennfarbe rot/violett, C 25:  
Kennfarbe blau.

Die Bänder sind auf etwa 165° Drehwinkel des Oszillatordreh-  
kondensators gespreizt. Es sei noch erwähnt, daß Netzteil und  
Modulator<sup>1)</sup> des Senders unverändert bleiben. Die Spannungs-  
und Stromwerte zeigen nur Änderungen innerhalb der zulässigen  
Grenzen.

<sup>1)</sup> Diefenbach, W. W.: Modulator und Netzteil „Newcomer V“.  
Funk-Techn. Bd. 14 (1959) Nr. 23, S. 835-837

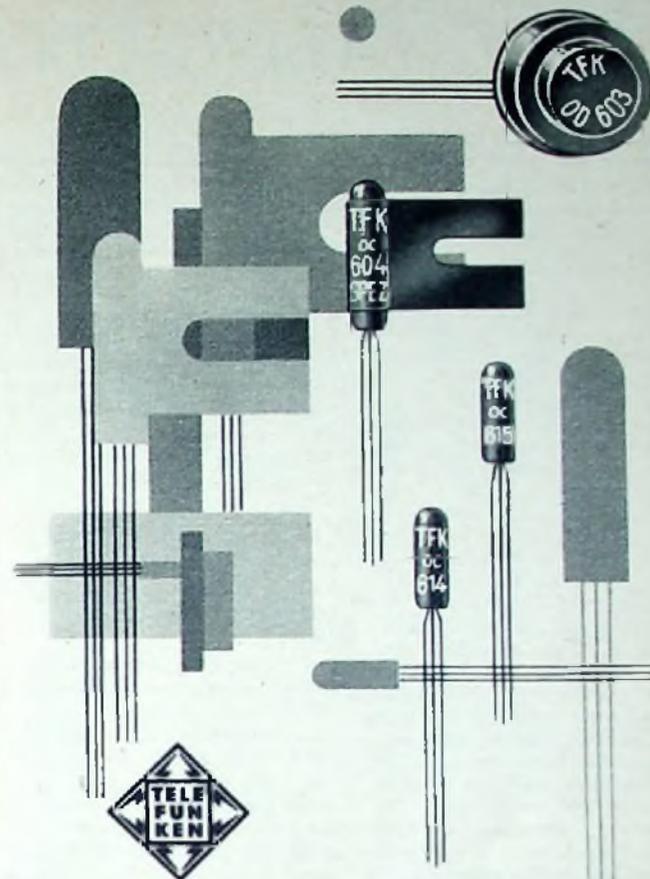
## BASF-Rasterband

Ein wichtiges Hilfsmittel für die Magnettontechnik

Die Qualität einer Magnettonaufzeichnung wird unter anderem  
wesentlich vom Geräuschpegel beeinflusst. Je niedriger dieser Pegel  
ist, um so höher ist die erreichbare Dynamik. Der Geräuschabstand  
wird durch eine auf dem Tonband ungewollt aufgezeichnete Gleich-  
magnetisierung wesentlich herabgesetzt. Deshalb ist es wichtig, die  
Magnettonanlage schnell und einfach auf möglicherweise vorhandene  
Restmagnetisierungen im Zuge derjenigen Teile prüfen zu können,  
mit denen das Band in Berührung kommt. Eine weitere Ursache für  
die Gleichmagnetisierung des Bandes kann der unsymmetrische HF-  
Lösch- und -Vormagnetisierungsstrom sein.

Ein leicht zu handhabendes und überaus zweckmäßiges Hilfsmittel  
für solche Prüfungen hat die BASF jetzt in Form des Rasterbandes  
herausgebracht. Die Schicht des Rasterbandes ist in viele, etwa  
1,5 mm lange Stückchen aufgeteilt, so daß auf dem magnetisierten  
Band praktisch kleine Magnete dieser Länge entstehen. Um eine  
Magnettonanlage auf remanenten Magnetismus, beispielsweise der  
Bandführung, sowie auf Symmetrie des HF-Lösch- und -Vormagnetisierungsstromes zu prüfen, kann man beispielsweise folgendermaßen  
vorgehen: Man läßt das Band bei kurzgeschlossenem Eingang des  
Aufnahmeverstärkers in Stellung „Aufnahme“ über das Tonband-  
gerät laufen und stellt die Lautstärke so groß wie möglich ein.  
Besteht eine Unsymmetrie der HF-Ströme oder sind irgendwelche  
Teile des Laufwerkes, mit denen das Band in Berührung kommt,  
magnetisch, so wird das Band magnetisiert. Läßt man nach be-  
endetem Durchlauf das Band dann erneut in Stellung „Wiedergabe“  
ablaufen, so entsteht im Lautsprecher als Folge der Magnetisierung  
der kleinen, 1,5 mm langen Magnete auf dem Band im Lautsprecher  
ein schnarrendes Geräusch. Es empfiehlt sich dann, die Magnetköpfe  
sowie Bandführungen zu entmagnetisieren und die Symmetrie des  
HF-Lösch- und -Vormagnetisierungsstromes nachzustellen. Um fest-  
stellen zu können, welcher der beiden HF-Ströme unsymmetrisch  
ist, dreht man den Vormagnetisierungsstrom vorübergehend auf  
Null zurück und prüft den Löschstrom allein.

Wegen der hohen Empfindlichkeit des Rasterbandes als Indikator ist  
eine völlige Symmetrie nur selten zu erreichen. Man wird sich des-  
halb beim Einstellen der Anlage bemühen, den Pegel des Stör-  
geräusches so weit wie möglich herabzusetzen.



# TELEFUNKEN

## pnp-FLÄCHENTRANSISTOREN

- |              |  |
|--------------|--|
| AF 101       | HF-Transistor für Vor-, Misch- und ZF-Stufen im Mittelwellen-Gebiet                                  |
| AF 105       | HF-Transistor für ZF-Stufen 10,7 MHz   |
| OC 602       | NF-Transistor mit mittlerem Strom-<br>verstärkungsfaktor   |
| OC 602 spez. | Schalttransistor   |
| OC 603       | Rauscharmer NF-Transistor  |
| OC 604       | NF-Transistor mit großem Strom-<br>verstärkungsfaktor  |
| OC 604 spez. | Endstufen-Transistor mittlerer Leistung  |
| AC 105       | NF-Endstufen-Transistor mit mittlerem<br>Stromverstärkungsfaktor und 400 mW<br>Verlustleistung       |
| AC 106       | NF-Endstufen-Transistor mit hohem<br>Stromverstärkungsfaktor und 400 mW<br>Verlustleistung           |
| OC 614       | HF-Transistor für Vor- und Mischstufen<br>im KW-Gebiet   |
| OC 615       | HF-Transistor für Vor- und Mischstufen<br>im UKW-Gebiet  |
| ASZ 30       | Schalttransistor für hohe Schalt-<br>geschwindigkeiten mit einer Verlustleistung<br>von 30 mW        |
| ASZ 10       | Schalttransistor für hohe Schalt-<br>geschwindigkeiten mit einer Verlustleistung<br>von 150 mW       |
| AUZ 11       | Leistungsschalttransistor für hohe Schalt-<br>geschwindigkeiten mit einer<br>Verlustleistung von 4 W |
| AFZ 10       | HF-Transistor für Schwingstufen kleinerer<br>Leistung im Kurzwellengebiet;<br>Verlustleistung 150 mW |
| OD 603       | Endstufen-Transistor großer Leistung<br>(4 W)  |

TELEFUNKEN  
ROHREN-VERTRIEB  
ULM - DONAU



# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

## Bach, Konzerte für Cembalo, Streicher und Continuo Nr. 1 d-Moll und Nr. 2 E-Dur

*Festival Strings Lucerne unter Rudolf Baumgartner. Cembalo: Ralph Kirkpatrick*

Diese in jeder Hinsicht gute Aufnahme ist ein typisches Beispiel mehr dafür, welche Möglichkeiten die Stereophonie zur Verbesserung der Klangwiedergabe und damit des Musikerlebens bietet. Der guten Technik ist es zu verdanken, daß bei dieser praktisch rauschfreien Platte eine sehr große Dynamik erreicht wird. Dann aber hat diese Platte auch einen sehr weiten Frequenzumfang. Das kommt der Natürlichkeit des Klangbildes und insbesondere dem Cembaloklang zugute, weil dadurch gerade die das typische Klangbild ausmachenden Einschwingvorgänge gut wiedergegeben werden. Selbst bei vollen Akkorden verliert die Wiedergabe des Cembalos niemals an Klangqualität. Die Stereo-Technik läßt ein Klangbild höchster Klarheit und doch gleichzeitig guter Geschlossenheit entstehen, von dem sich das Solo-Instrument fast räumlich abhebt. Mit zu diesem guten Gesamteindruck beigetragen hat auch die Akustik der Neumünster-

Kirche in Zürich, wo diese Aufnahmen entstanden. Ein Beispiel hierfür ist das Adagio des Konzertes Nr. 1. Der dritte Satz dieses Werkes ist mit seinem reichen Figurenwerk ein ebenso dankbares Objekt für den Solisten wie der erste Satz des Konzertes Nr. 2. Im Siciliano dieses Konzertes mit der schönen Einleitung der Streicher ist der anschließende Cembalo-Teil eine musikalische Delikatesse sowohl für den Musik- als auch für den Hi-Fi-Freund.

*Deutsche Grammophon 198 013 SAPM (Stereo)*

## Chopin, Klavierkonzert Nr. 1 e-Moll; Krakowiak

*Residenz Orchester Den Haag unter Willem van Ollerloa. Klavier: Stefan Askenase*

Das 1830 entstandene Klavierkonzert ist zwar ein Frühwerk des Komponisten, trägt aber schon alle charakteristischen Merkmale der späteren Werke des Meisters. Der erste Satz stellt zunächst in einer großen Orchestereinleitung die drei Hauptthemen vor. Dann aber steht der Solist im Vordergrund mit einem blitzenden Werk virtuos verarbeiteter Läufe. Ein kraftvolles Gegenspiel des Or-

chesters beschließt diesen Satz. Im 2. Satz (Romanze) umspielt das Klavier in immer neuen Arabesken die Melodie. Es ist ein typisches Stück mit Nocturno-Charakter und gegen Ende überaus melodiös im Klavierpart mit dem unterlegten Orchesterklang. Ein kapriziöses Thema beherrscht den Schlußsatz in Rondofarm. In virtuos, perlenden Läufen hat hier der Solist noch einmal Gelegenheit, sein ganzes Können zu zeigen.

In dieser Stereo-Aufnahme ist es gelungen, den Klang des Klaviers sehr gut festzuhalten. Das oft überaus reizvolle Wechselspiel zwischen Klavier und Orchester kommt dank der Stereo-Technik sehr gut zur Geltung. Wenn gelegentlich ein leichtes Plattenrauschen hörbar wird, so genügt es, die Höhen etwas abzusenken. Die Aufnahme verträgt das durchaus, und die Brillanz geht keineswegs verloren.

Der Krakowiak op. 14, ein großes Konzert-Rondo in F-Dur, verarbeitet volksliedhafte Elemente in virtuoser Form. Er ist ein typisches Bravourstück, dessen Brillanz in der Aufnahme voll zur Geltung kommt.

*Deutsche Grammophon 138 085 SLPM (Stereo)*

## Silcher, Zwölf Lieder

*Stuttgarter Liederkränz unter Walther Schneider*

Am 26. August dieses Jahres jährte sich zum hundertsten Male der Todestag des am 27. Juni 1789 in Schnait/Württb geborenen Sammlers und Komponisten zahlreicher lyrischer Volkslieder, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben und auch heute noch gesungen werden. Die anlässlich dieses Gedenktages erschienene Stereo-Aufnahme bringt zwölf seiner bekanntesten und beliebtesten Kompositionen, darunter u.a. Annchen von Thorau, Ein Sträußchen am Hute, Am Brunnen vor dem Tore.

Wenn hier einmal eine Stereo-Aufnahme ganz anderer Art als bisher besprochen wird, dann deshalb, weil unabhängig von der musikalischen Bewertung diese Aufnahme wieder einmal mehr zeigt, was die Stereo-Technik vermag. Sie verleiht dem diffizilen Klang des Männerchores einen von monophonen Charaufnahmen nicht bekannten Eindruck, so daß sich nicht nur der ausgesprochene Freund der Chormusik daran erfreut. Die Aufnahme hat eine hervorragende Sprachverständlich-

Empfänger- und Verstärkerröhren  
Fernsehröhren • Bildröhren  
Spezialröhren • Transistoren  
Germanium-Dioden • Senderöhren  
Photozellen

# TUNGSRAM

keit mit guter Betonung der Konsonanten, ohne daß das sonst vielfach störende Zischen der Konsonanten hier störend in Erscheinung tritt.

Odeon O 60 649 (Stereo)

**Brahms, Sinfonie Nr. 1**  
c-Moll op. 68

Cleveland Orchestra  
unter George Szell

Die in den Jahren 1854 bis 1876 komponierte und am 4. November 1877 uraufgeführte Sinfonie hat Hans van Bülow einmal „Beethovens Zehnte“ genannt, so sehr kommt sie im Stil dem späten Beethoven nahe. Trotzdem bestehen wesentliche musikalische Unterschiede, denn in den seit Beethovens Tod vergangenen Jahrzehnten waren die Ausdrucksmöglichkeiten des Orchesters verfeinerter und differenzierter geworden.

Diese technisch ausgezeichnete Fontana-Aufnahme ist ein Beispiel dafür, was man trotz Stereo auch mit Mono erreichen kann. Der Tonmeister hat ausgezeichnete Arbeit geleistet, um im Rahmen der durch die Einkanal-Technik gegebenen Grenzen ein Höchstmaß an musikalischen Eindrücken in der Schallaufnahme festzuhalten. Die überaus rauscharme Platte hat eine sehr große Dynamik und gewinnt bei leichter Anhebung des mittleren Frequenzbereiches nach an strahlendem Glanz. Der Raumhall ist überaus zweckmäßig gewählt, denn diese Aufnahme hat gerade den Nachhall, der erforderlich ist, um im Heim gut zu klingen. So wird beispielsweise das berühmte Horn-Thema im ersten Satz ausgezeichnet wiedergegeben, und man ist immer wieder angenehm berührt von dem schönen Klang der Streicher, sei es nun im ersten Satz oder im zweiten Satz, wo die ganze Resonanz der Musik gut zum Ausdruck kommt. Der vierte Satz mit seinen dynamischen Steigerungen vom Pizzicato der Streicher bis zur chorartigen Melodie der Posaunen und dem strahlenden Schluß bestätigt eigentlich nur noch einmal den guten Eindruck, den man schon nach den ersten Minuten von dieser Platte hatte.

Fontana 699 503 CL (Mono)

**Verdi, Aida**

König: Fernando Corena; Amneris: Giulietta Simionato; Aida: Renata Tebaldi; Radames: Carlo Bergonzi; Amanasso: Cornell Macneil; Ramphis: Arnold van Mill; Wiener Philharmoniker und Singverein der Gesellschaft der Musikfreunde; Dirigent: Herbert von Karajan

Zur Feier der Eröffnung des Suezkanals schrieb der 57jährige Verdi diese Oper. Obwohl anfangs von diesem Plan nicht sonderlich begeistert, nahm der Komponist dann doch an der Gestaltung des Librettos lebhaften Anteil. Ganze Abschnitte gehen bis ins Detail auf seine Vorschläge zu-

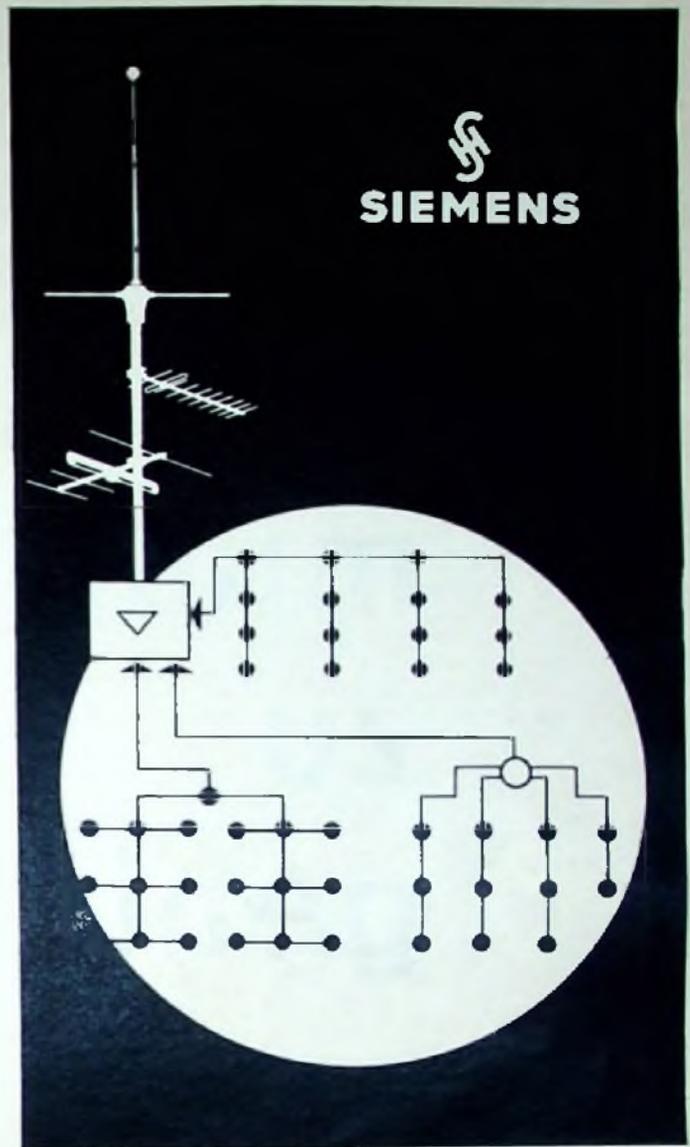
rück, so daß schließlich eine so vollkommene Einheit von Text und Musik entstand, daß „Aida“ ein Vorbild für eine ganze Generation italienischer Opernkomponisten wurde.

Schon bei der Besprechung der Decca-Aufnahme von Wagners „Rheingold“ (FUNK-TECHNIK Nr. 10/1960, S. 387) war die Frage gestellt worden, ob man dem Mitschnitt einer repräsentativen Operaufführung auf der Bühne oder einer Studio-Aufführung den Vorzug geben solle. Was damals über die „Rheingold“-Aufnahme gesagt wurde, gilt hier in erhöhtem Maße, denn bei der „Aida“-Aufnahme hat man in noch weit größerem Umfang die modernsten Mittel der Aufnahmetechnik ausgenutzt. So entsteht vor dem Ohr des Zuhörers ein frappierendes Klangbild, in dem die unterschiedliche Weite des Raumes der jeweiligen Handlung in bisher kaum gehörter Weise zum Ausdruck kommt. Man hat nicht mehr den Eindruck, vor einer Bühne mit ihrer der Handlung angepaßten mehr oder weniger großen Bühnendekoration zu sitzen, sondern glaubt, den natürlichen Raum zu sehen oder mitten in ihm zu stehen.

Schon die zarte Einleitung des Vorspiels nimmt gefangen, und die erste dynamische Steigerung zum Forte läßt von dieser Aufnahme eine hohe Dynamik erwarten. Diese Erwartung wird nicht enttäuscht, denn man findet hier tatsächlich eine Dynamik, wie man sie eigentlich von der Schallplatte nicht erwartet. Die erste Szene zwischen Radames und Ramphis gibt schon einen imponierenden räumlichen Eindruck von der Weite des Königspalastes in Memphis, und das Gebet der Priester und Priesterinnen im Tempel des Vulkan ist von eindrucksvoller akustischer Tiefe. Der Chor der Sklavinnen zu Beginn des zweiten Aktes ist räumlich ausgezeichnet vom Orchester gelöst. Große dynamische Steigerungen mit Schlägen der großen Trommel und des Beckens sind Erlebnisse von unerhörter musikalischer Eindringlichkeit. In der Triumphszene fällt die Differenzierung der Bläsergruppen ebenso angenehm auf wie beispielsweise der Chor im Tempel zu Beginn des dritten Aktes, der scheinbar aus einem ganz anderen Raum kommt. Es sind der Höhepunkte zu viele, um sie hier alle nennen zu können. Erwähnt sei nur noch der wunderbar gelungene Schluß, der einen großartigen Eindruck von der Enge des unterirdischen Gewölbes gibt, zu dem der Chor der Priester im Tempel den wirkungsvollen akustischen Kontrast bildet.

Diese Aufnahme wurde von der Academie du Disque Français „außerhalb jeden Wettbewerbs“ mit dem Grand Prix National du Disque ausgezeichnet und mit dem Prädikat „La plus grande réalisation mondiale“ bedacht — eine Auszeichnung, die sie mit Recht verdient hat.

Decca SXL 2167/69 (Stereo)



Ant 41 a

## Wirtschaftliches Planen von Gemeinschaftsantennen-Anlagen

Die neuen, oben abgebildeten Aufbausysteme:

- das Abzweigsystem,
- das Mehrfachverteilersystem,
- das Stichleitungssystem

ermöglichen neben dem bewährten Durchschleifsystem eine individuelle Anpassung an die baulichen Gegebenheiten in

- Reihenhäusern, Wohnblocks,
- Hochhäusern und Altbauten.

Planung und Abnahme von Gemeinschaftsantennen-Anlagen übernehmen auf Wunsch unsere Geschäftsstellen.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK

# eine neue art musik zu genießen



Dyn. Kleinhörer **K50**  
NEUE AUSFÜHRUNG

Mit unwahrscheinlicher Klangfülle, ohne Störung der Nachbarn, hören Sie in STEREO oder MONO Ihre Platten- und Tonbandaufnahmen

#### TECHNISCHE DATEN:

Frequenzbereich: 30-20000 Hz

Impedanz:

STEREO 2 x 400 Ohm,  
MONO

bei Parallelschaltung 200 Ohm.

bei Serienschaltung 800 Ohm

Maximale Betriebswerte

pro System: 6 V bzw. 90 mW

Normale Betriebswerte

pro System:

ca. 0,25 V bzw. 0,15 mW

Gewicht: ca. 90 Gramm



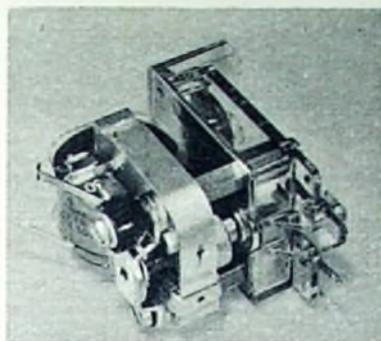
**AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH**

MÜNCHEN 15 - SONNENSTRASSE 16 · TELEFON 555545 · FERNSCHREIBER 0523626

# Aus unserem technischen Skizzenbuch

## Kanalschalterantrieb für Fernsehgeräte

Bei den Kanalschaltern zur Wahl der gewünschten Fernsehprogramme kommt es darauf an, die verhältnismäßig großen Kräfte, die den Kanalschalter in seiner Raststellung halten, ohne großen Aufwand schnell und sicher zu überwinden. Außerdem soll der Lautsprecherkreis des Fernsehapparates während des Umschaltens kurzgeschlossen werden, damit die Umschaltung lautlos erfolgt.



Von den Siemens-Schuckertwerken ist jetzt ein Kanalschaltmotor entwickelt worden. Unter Berücksichtigung des guten Anlaufmomentes und der großen effektiven Leistung wurde dafür ein Asynchronmotor ausgewählt, der mit einem Getriebe zusammengebaut ist. Er hat einen Käfigläufer und ist seiner Wirkungsweise nach ein Induktionsmotor. Der Läufer ist als Schliebanker ausgeführt, der bei Betrieb in das Ständerfeld gezogen wird. Bei Beginn des Schaltvorganges wird das Getriebe eingekuppelt und gleichzeitig ein Kontakt für den Lautsprecherkreis geschlossen. Im Bild ist vorn in der Mitte der Schiebanker und rechts der Kontaktmechanismus zum Kurzschließen des Lautsprecherkreises zu erkennen.

## UHF-Fernseh-Service-Sender

Der Fernseh-Service-Sender „Teletest FS-4“ von Klein + Hummel ist ohne jede Änderung für die UHF-Bänder IV und V verwendbar. Die Oberwellen der Kanäle 5, 6, 7 und 8 liegen in den Kanälen 43, 46, 50, 53 des UHF-Bandes, wobei die Abweichung von der Sollfrequenz dieser Kanäle nur jeweils 0,3% ist. Der Modulationsgrad ist dabei unverändert, und das Signal kann beliebig abgeschwächt werden.

## Von Sendern und Frequenzen

### Deutschland

► Anfang Oktober nahm auf dem Rathausurm von Rothenburg ein Fernschumsetzer des Bayerischen Rundfunks den Versuchsbetrieb auf, der auf Kanal 5 (Bildfrequenz 175,25 MHz, Tonfrequenz 180,25 MHz) arbeitet. Die Strahlungsleistung ist etwa 2 W. Ein weiterer Umsetzer, der ebenfalls auf Kanal 5 arbeitet, wurde in Ihrlerstein bei Kelheim in Betrieb genommen. Seine Hauptstrahlrichtung ist Südost, während ein zweites Antennenfeld mit verminderter Leistung in Richtung West strahlt.

► Anfang September wurden folgende neue Fernseh-Kleinumsetzer zur Verbesserung des Fernsehempfangs im Bereich des Südwestfunks in Betrieb genommen: Dettingen/Erms (Kanal 5), Sulz/Neckar (Kanal 6), Unterhausen-Honau (Kanal 6) und Wildberg/Schwarzwald (Kanal 5).

► In letzter Zeit nahm der Westdeutsche Rundfunk zur Verbesserung des Fernsehempfangs in seinem Sendegebiet insgesamt 15 neue Fernsehsetzer in Betrieb. Die Standorte sind: Bad Driburg (Kanal 8, horizontal), Bad Godesberg (Kanal 7, horizontal), Balve (Kanal 6, vertikal), Berleburg (Kanal 11, horizontal), Bielefeld-Gadderbaum (Kanal 8, horizontal), Bigge-Olsberg (Kanal 9, vertikal), Bödingfeld (Kanal 5, vertikal), Dhünn (Kanal 7, vertikal), Erndtebrück (Kanal 6, vertikal), Höxter (Kanal 9, horizontal), Mühlerohl (Umlenkantenne, Kanal 9, vertikal), Porta Westfalica (Kanal 5, horizontal), Schmallenberg (Kanal 5, vertikal), Vlotho (Kanal 9, horizontal), Wartburg (Kanal 9, horizontal). Die Strahlungsleistungen liegen für Bild zwischen 0,08 und 40 W und für Ton zwischen 0,015 und 8 W.

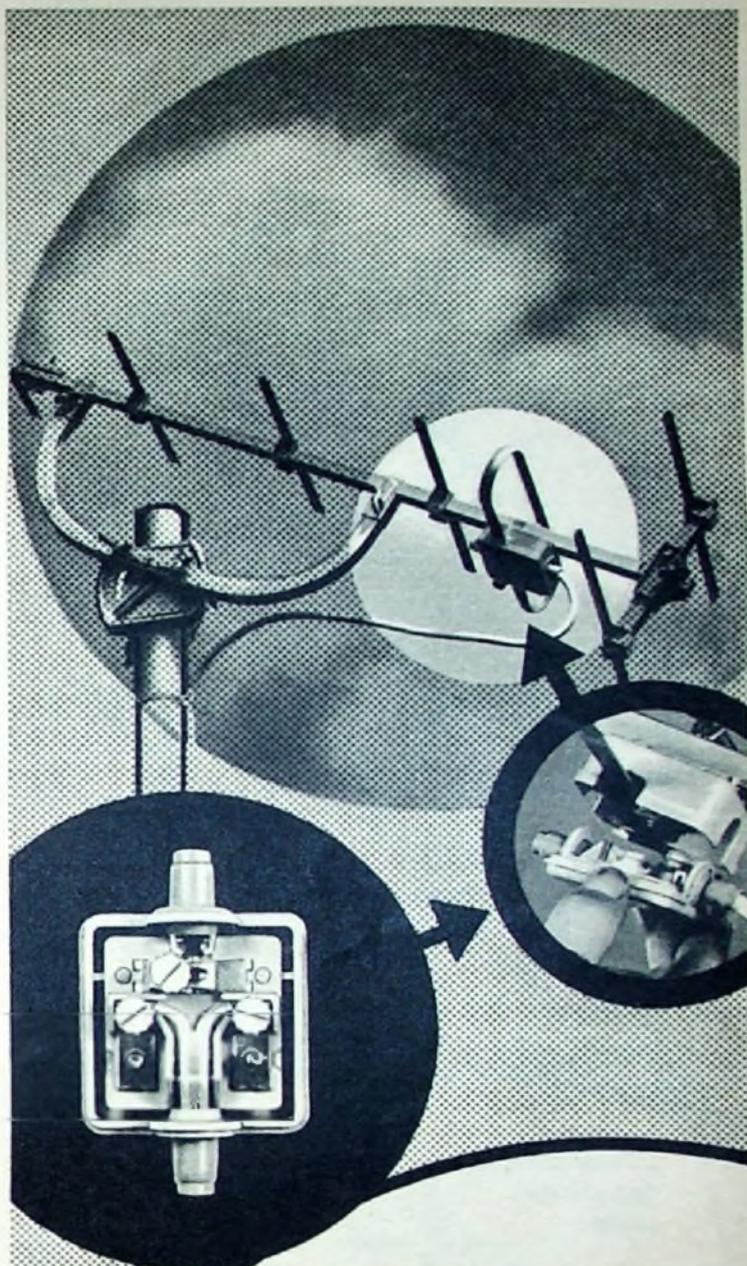
### Italien

► Für ein zweites Fernsehprogramm hat der RAI zunächst 42 UHF-Sender vorgesehen, die in 8 MHz breiten Kanälen im Band IV zwischen 470 und 581 MHz liegen.

### Österreich

► Der auch in Deutschland hörbare Kurzwellendienst des Österreichischen Rundfunks strahlt jetzt seine Sendungen über einen neuen 50-kW-Kurzwellensender in Moosbrunn auf den Frequenzen 5155, 7135 und 1245 kHz aus. Das derzeitige Sendeprogramm besteht vorwiegend aus Übertragungen des II. und III. Programms des Österreichischen Rundfunks.

► Seit kurzem können die Rundfunkhörer im Land Salzburg die drei Hörfunkprogramme des Österreichischen Rundfunks über Drahtfunk empfangen.



## Der springende Punkt

bei allen fuba-Dezi-Antennen ist das fest im Anschlußkastendeckel eingebaute Symmetrieglied.

Nach Aufbau der Antenne werden die Leitungskontakte in bequemer Arbeitshaltung an Klemmen, die sowohl für Flachband- als auch für Koaxialleitung vorhanden sind, angeschlossen. Im Band IV kommt es auf gute Kontakte an. Höchste Betriebssicherheit gewährt die Verwendung des Koaxialkabels GK 02.

# fuba

- ANTENNENWERKE

HANS KOLBE & CO.

Bad Salzdetfurth/Hann. - Günzburg/Donau



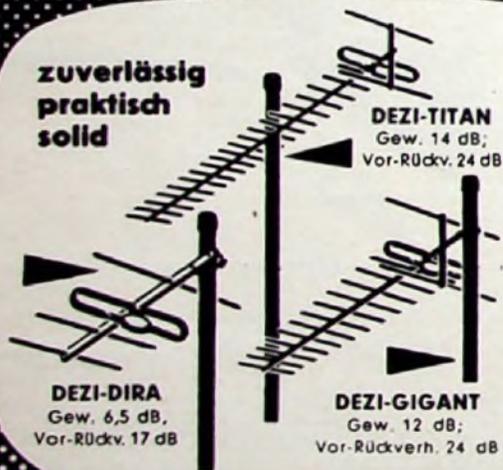
**KATHREIN**



**DEZI-MAXIMA**  
Gew. 8,10 dB  
V/R 18,25 dB

# FERNSEH- ANTENNEN FÜR DAS 2. PROGRAMM

**zuverlässig  
praktisch  
solid**



**DEZI-DIRA**  
Gew. 6,5 dB,  
Vor-Rückv. 17 dB

**DEZI-TITAN**  
Gew. 14 dB;  
Vor-Rückv. 24 dB

**DEZI-GIGANT**  
Gew. 12 dB;  
Vor-Rückverh. 24 dB

F4 096001

**A. KATHREIN  
ROSENHEIM**

ÄLTESTE SPEZIALFABRIK FÜR ANTENNEN UND BLITZSCHUTZAPPARATE



Paris, 15.-26. September 1960

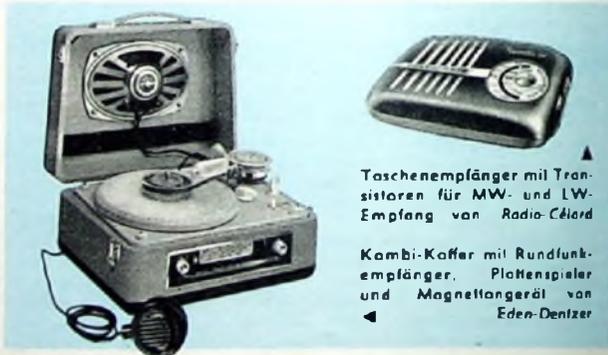
Jedes Jahr, im September, findet im Pariser Ausstellungsgelände an der Porte de Versailles die große französische Radio-Ausstellung statt; aber nur jedes zweite Jahr ist auch die Bezeichnung Elektronik im Titel dieser Schau enthalten. Wenn 1960 also der „Salon“ in seiner erweiterten Form stattfand, dann bedeutet das keineswegs, daß sich damit sein ganz auf das große Publikum ausgerichteter Charakter änderte. In dem der Elektronik gewidmeten Teil der Ausstellung war man im wesentlichen nur darauf bedacht, dem Publikum die auf diesem Gebiet von der französischen Industrie erreichten Leistungen darzustellen. Auch war hier in vielseitiger Form der Wunsch dieser Industrie zu erkennen, bei den zahlreichen jugendlichen Besuchern ein Interesse für die Technik und besonders für eine spätere berufliche Tätigkeit auf dem Gebiete der Elektronik zu erwecken.

Trotzdem war dieser Teil der Ausstellung auch für den Techniker interessant. So konnte man dort Einzelheiten über die volltransistorisierten Fernsprechanlagen der CSF-SFR erfahren. Unter dem Namen „Celtic“ wurde ein auf Ausnutzung der Gesprächspausen beruhendes System zur Verschachtelung mehrerer Ferngespräche vorgestellt; seine Arbeitsweise und die erreichte Einsparung von Übertragungswegen wurden anschaulich demonstriert.

Zahlreiche Neugierige, von denen sicher viele sich falsche Hoffnungen machten, wurden von einer von der CFTH im Betrieb vorgeführten Anlage für industrielles Farbfernsehen angezogen. Hier befanden sich sowohl vor der Kamera als auch vor den Bildröhren rotierende Farbscheiben oder Farbtafeln; die Benutzung der RCA-Dreifarbentube ist ebenfalls möglich. Man arbeitet mit 405 oder 525 Zeilen und mit einer Bildfrequenz von 150 Hz; die drei Farbsignale werden nacheinander übertragen.

Auf dem Gebiete der drahtlosen Übertragungsstrecken, hier Hertzische Linien genannt, zeigte TRT ein Modell der Scatter-Verbindung, die zwischen Algier und Frankreich 630 km mit einem Relais auf den Balearen überbrückt. Die Anlage arbeitet auf 4000 MHz mit einer Sendeleistung von 500 W, aus der Parabolreflektoren eine gebündelte Strahlleistung von 35 000 kW(!) machen.

Mit 57 Ausstellern war die Branche der Hersteller von Rundfunk- und Fernsehempfängern sowie elektroakustischen Geräten am stärksten vertreten. Auf dem erstgenannten Gebiete waren auch in diesem Jahre keine eigentlichen Neuheiten zu finden. Erwähnt seien also hier nur eine verstärkte Tendenz zu einer schlichteren Gehäuseform und Ausstattung und ein größeres Angebot an Geräten im UKW-Bereich. Eine gegenüber dem Vorjahr deutlich spürbare Verringerung der Abmessungen war bei den Taschenempfängern festzustellen, die sämtlich mit Mittel- und Langwellenbereich ausgerüstet sind.



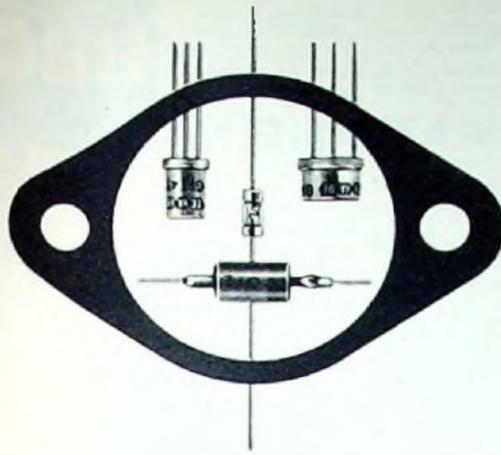
Taschenempfänger mit Transistoren für MW- und LW-Empfang von Radio-Célad

Kombi-Koffer mit Rundfunkempfänger, Plattenspieler und Magnetengerät von Eden-Dentzer

Ein Kombi-Koffer, der gleichzeitig Rundfunkempfänger, Plattenspieler und Magnetengerät enthält, wurde von Eden-Dentzer (deutsche Vertretung in Saarbrücken) vorgestellt. Die Bandschleife wird auf den Plattenteller aufgesteckt; je nach der eingestellten Tourenzahl erhält man durchschnittliche Ablaufgeschwindigkeiten von 4,75, 9,5 oder 19 cm/s, die Spieldauer ist entsprechend 24, 12 oder 6 min. Das Gerät wird mit einem Kristallmikrofon geliefert und aus vier 4,5-V-Batterien gespeist; sein Gewicht ist 5,6 kg.

Tasten zur Veränderung der Bildschärfe findet man jetzt an den meisten Fernsehempfängern. Im Inneren dieser Geräte sieht man häufig mehrere kleinere „gedruckt“ ausgeführte Schaltungseinheiten, die sich oft sehr leicht auswechseln lassen. Auch am Dezimeter-Fernsehen wird hier intensiv gearbeitet. Es mangelt da weder an Antennen, noch an Empfängern, die für den neuen Wellenbereich entweder direkt ausgestattet sind oder leicht umgebaut werden können. Die in Frankreich erst für eine spätere Zukunft vorgesehene offizielle Einführung des Fernsehens im Dezimeterwellen-Bereich dürfte also recht reibungslos verlaufen.

H. S.



SÜDDEUTSCHE TELEFON-APPARATE-, KABEL- UND DRAHTWERKE A.G. NÖRNBERG



Neuzeitliche, vollautomatische Fertigungseinrichtungen erfüllen die Forderung nach Stabilität und hoher technischer Güte der TE-KA-DE-Halbleiter. Das erweiterte Verkaufsprogramm der TE-KA-DE umfaßt Germanium- u. Silizium-

Dioden – u. a. Varicaps – in Allglas- und Keramik-Ausführung, NF-Vorstufen- u. Leistungstransistoren nach Stromverstärkung u. Spannungsfestigkeit gruppiert, ferner Kupferoxydul-Messgleichrichter und Modulatoren aller Schaltungsarten.

## ZEITSCHRIFTENDIENST

### Ein neuartiger Spitzenspannungsmesser

Legt man eine Impulsfolge oder auch eine Wechselspannung beliebiger Kurvenform über einen Gleichrichter an einen Kondensator, so wird dieser allmählich bis auf die Spitzenspannung der Impulse oder der Wechselspannung in Durchlaßrichtung des Gleichrichters aufgeladen. Die Zeit, während der der Kondensator bis auf die Spitzenspannung aufgeladen wird, hängt von der Kapazität des Kondensators sowie vom Durchlaßwiderstand des Gleichrichters und dem übrigen Widerstand des Ladekreises ab. Mit einem hochohmigen Gleichspannungsvoltmeter kann man dann die Spannung am Kondensator messen. Dies ist das Prinzip des üblichen Spitzenspannungsmessers.

Das hochohmige Voltmeter stellt eine Belastung des Kondensators dar und verursacht ständig eine gewisse Entladung des Kondensators. Eine dauernde geringe Entladung ist jedoch notwendig, damit die Spannung am Kondensator allen nicht zu schnell erfolgenden Schwankungen (also auch Abnahmen) der Spitzenspannung der zu messenden Impulsfolge oder Wechselspannung folgen kann. Die Entladung über das Voltmeter muß aber in der Zeiteinheit stets kleiner als die Aufladung durch die Impulse oder die Wechselspannung sein, weil sich sonst der Kondensator nie bis auf die Spitzenspannung aufladen kann. Diese Bedingung ist um so schwerer zu erfüllen, je kürzer die Impulsdauer im Verhältnis zum gegenseitigen Abstand der Impulse wird. Bei sehr kurzen Impulsen mit großen Abständen reicht dann der mittlere Ladestrom nicht mehr zur vollen Aufladung des Kondensators aus, und das Voltmeter zeigt einen kleineren Wert als die wahre Spitzenspannung an.

In diesen Fällen, in denen also die Quelle, die die Impulsfolge oder Wechselspannung liefert, durch den Spitzenspannungsmesser zu stark belastet wird, kann man sich dadurch helfen, daß man den Kondensator durch eine fremde Gleichspannungsquelle auflädt und die Spannung am Kondensator mit der Spitzenspannung der Impulse vergleicht. Die Impulse steuern dabei automatisch die Aufladung des Kondensators durch die fremde Quelle so, daß die Aufladung beendet wird, wenn die Spannung am Kondensator mit der Spitzenspannung übereinstimmt. Selbsttätige Nachladungen in der einen oder anderen Richtung sorgen dafür, daß diese Übereinstimmung stets, also auch bei langsamen Änderungen der Spitzenspannung, erhalten bleibt. Die Impulsquelle belastet man bei dieser Methode

praktisch nicht, weil die gesteuerte fremde Gleichstromquelle die Energie für die Aufladung des Kondensators und den Strom durch das Gleichstromvoltmeter aufbringt.

Bild 1 zeigt das vereinfachte Schaltschema eines nach diesem Prinzip arbeitenden Spitzenspannungsmessers. Die fremde Gleichstromquelle ist ein als Integrator wirkender Gleichstromverstärker, der den Kondensator C 2 in Abhängigkeit vom Kommando eines monostabilen Multivibrators auflädt, den die zu messenden Impulse steuern. Bei dieser Steuerung wird der Spitzenwert der Impulse mit der Spannung am Kondensator C 2 verglichen. Dazu ist der Punkt B.

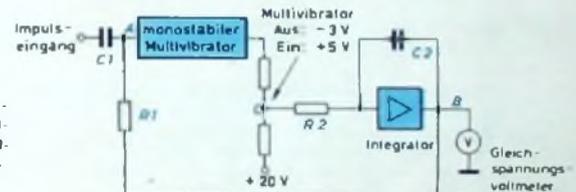
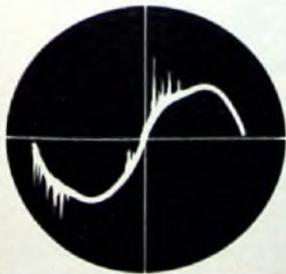


Bild 1. Vereinfachtes Schaltschema des Spitzenspannungsmessers

also die rechte Elektrode von C 2, die bei der Aufladung negativ gegen Masse wird, über den Schutzwiderstand R 1 mit dem Eingang A des Multivibrators verbunden. Zum Punkt A gelangen über den Kondensator C 1 gleichzeitig die zu messenden Impulse, die positiv gerichtet sein müssen.

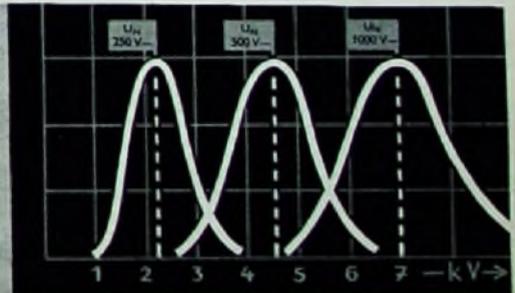
Am Eingang des Multivibrators werden daher nur solche Impulse wirksam, deren Spitzenspannung höher als die Spannung von C 2 ist. Solange im Punkt A keine oder eine negative Spannung (von C 2 her) liegt, bleibt der Multivibrator in seiner stabilen Aus-Stellung. Nur wenn bei A ein positiver Impuls eintrifft, dessen absoluter Spitzenspannungswert höher als die augenblickliche negative Spannung von C 2 ist, wird der Multivibrator in seine nichtstabile Einstellung geschaltet, aus der er selbsttätig nach einer Zeit, die kürzer als der Impulsabstand ist, wieder in die Aus-Stellung zurückkehrt. Der Ausgangskreis des Multivibrators enthält einen Spannungsteiler, der so bemessen ist, daß der Punkt C in der Aus-Stellung ein Potential von  $-3\text{ V}$  und in der Ein-Stellung ein Potential von  $+5\text{ V}$  gegen Masse hat. Diese Potentiale steuern den Integrator über R 2 und sind so gewählt, daß sich C 2 in der Ein-Stellung des Multivibrators negativ auflädt; in der Aus-Stellung wird dagegen C 2 langsam entladen.



Die qualitätsmäßigen Eigenschaften von Kleinkondensatoren werden bestimmt durch Isolationswiderstand, Verlustwinkel, Feuchtigkeitssicherheit und Temperaturbereich. Für die moderne Anwendungstechnik verdienen zwei weitere Merkmale besondere Beachtung:

## IONISATIONSGRENZE UND MITTLERE DURCHSCHLAGSSPANNUNG

Diese beiden Meßgrößen bestimmen entscheidend das Lebensdauerverhalten der Kondensatoren.



**Tropydur**  
KONDENSATOREN

sind auf Grund ihres Herstellungsverfahrens weitestgehend frei von Luftnischschlüssen. Dies erklärt das besonders günstige Ionisationsverhalten und die hohe mittlere Durchschlagsspannung. WIMA-Tropydur-Kondensatoren werden millionenfach in Rundfunk- und Fernsehgeräten verwendet!

**WILHELM WESTERMANN**  
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN · MANNHEIM



# Was will diese Anzeige?

Nun, sie möchte Sie daran erinnern, Ihre Bestellungen rechtzeitig aufzugeben!

Prüfen Sie bitte Ihren Bedarf nach folgender Liste: Edelgasröhren / elektronische Geräte / Fassungen / Funkgeräte / Gleichrichterröhren / Helligkeitssteuergeräte / Hochspannungsrohren / Hochfrequenzgeneratoren / Hochfrequenzgeräte / Ionentröhren / Ignitrons / Kleinthyatronen / Magnetronen / Mischfüllungsröhren / Quecksilberdampfrohren / Pillenrohren / Röhrenzubehör / Sender / Senderröhren / Siedekühlrohren / Thermoalter / Thyralux / Thyatronen / UKW-Funksprechergeräte



# BROWN, BOVERI & CIE. AG., MANNHEIM

Solange also die Spitzenspannung der bei A eintreffenden Impulse niedriger als die Spannung an C 2 ist, wird durch jeden Impuls eine Aufladung von C 2 eingeleitet, die während der Einschaltzeit des Multivibrators andauert. Wenn diese Ladestöße den Kondensator C 2 auf eine Spannung aufgeladen haben, die höher als die Spitzenspannung der Impulse ist, so können diese den Multivibrator nicht mehr einschalten, und C 2 entlädt sich langsam bis unter die Spitzenspannung. Die folgenden Impulse bewirken dann wieder Nachladungen durch Einschalten des Multivibrators. Auf diese Weise pendelt die Spannung an C 2 zwar um den Spitzenspannungswert, gibt diesen aber im Mittel sehr gut wieder.

Bild 2 zeigt die Schaltung des transistorisierten Spitzenspannungsmessers. Der monostabile Multivibrator wird durch die Transistoren

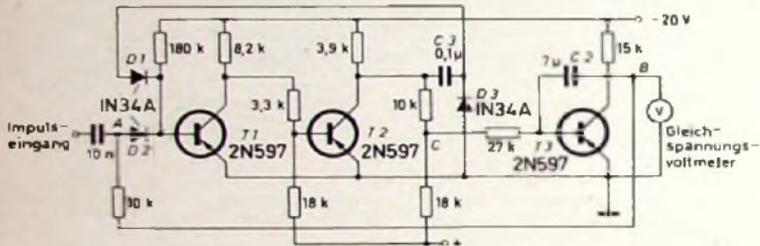


Bild 2. Schaltung des Spitzenspannungsmessers; T 1 und T 2 bilden den Multivibrator, der den Integrator T 3 zur Aufladung des Kondensators C 2 steuert

T 1 und T 2 gebildet, während T 3 den vom Multivibrator gesteuerten und den Kondensator C 2 aufladenden Gleichstromverstärker oder Integrator darstellt. Im Ruhezustand, d. h. in der Stellung „Aus“, führt T 1 Strom, da seine Basis über den 180-kOhm-Widerstand negativ gegen Masse ist. Dadurch ist die Basis des Transistors T 2

positiv und dieser daher gesperrt. Der Punkt C im Ausgangskreis von T 2 hat ein Potential von -3 V gegen Masse, wenn kein Kollektorstrom durch T 2 fließt. Damit erhält aber auch die Basis von T 1 ein um 3 V negatives Potential als der Emitter, so daß maximaler Kollektorstrom durch T 3 fließt und Kollektor und Basis von T 3 nahezu gleiches Potential annehmen: Der Kondensator C 2 hat dann keine Ladung.

Tritt an der Basis von T 1 ein Impuls auf, der den Punkt A positiv gegen Masse macht (bei dem der absolute Betrag der positiven Spitzenspannung also höher als das negative Potential von Punkt B ist), so kippt der Multivibrator in die Ein-Stellung T 1 wird gesperrt und die Basis von T 2 negativ. Dann führt T 2 Kollektorstrom, und am Kollektor von T 2 tritt ein positiver Spannungssprung auf, der über C 3 und D 3 zur Basis des Transistors T 1 gelangt und diesen auch nach Beendigung des Eingangsimpulses gesperrt hält, bis sich C 3 langsam entladen hat. Gleichzeitig überträgt sich der Spannungssprung auf den Punkt C, dessen Potential von -3 V auf +5 V ansteigt. Dadurch wird T 3 gesperrt, das Kollektorpotential von T 3 sinkt auf einen stark negativen Wert ab, und C 2 lädt sich negativ auf. Die Aufladung von C 2 hält an, bis der Rückkopplungskondensator C 3 entladen ist und der Multivibrator in seine stabile Aus-Stellung zurückkippt. Damit der dabei am Kollektor von T 2 auftretende negative Spannungstoß nicht C 3 aufladen kann, ist die Diode D 3 vorhanden, die für diesen Spannungstoß einen Kurzschluß darstellt.

Beim Eintreffen des nächsten Impulses am Punkt A kommt es darauf an, ob C 2 beim vorhergehenden Impuls bereits auf eine Spannung aufgeladen wurde, die gleich oder höher als die Spitzenspannung des neuen Impulses ist oder nicht. Im ersten Fall schaltet der neue Impuls den Multivibrator nicht mehr ein, und C 2 kann sich langsam über die Basis-Kollektorstrecke von T 3 entladen. Im anderen Fall löst der neue Impuls eine weitere Aufladung von C 2 aus.

(Mackenzie, R. P.: Novel design peak voltmeter. Electronics Bd. 33 (1960) Nr. 25, S. 57)

Für Ihre

# PHONOBAR

Der neue transistorisierte STEREO-MONO Phonobar-Verstärker



## Telematt TS-50

nur DM 139.- (brutto)

jetzt lieferbar!

- Sofort betriebsklar beim Einschalten des Plattenspielers
- Sparsam im Betrieb
- Keine Erwärmung
- Einfachste Montage
- Ausgezeichnete Klangqualität

Verlangen Sie Prospektel

## KLEIN + HUMMEL

Telematt - Teletest - Radiotest

STUTTGART - POSTFACH 402



vorteilhaft mit der Spezialtastatur für

## Elektrofachleute

Die Spezialtastatur der OLYMPIA-Schreibmaschine enthält 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 Weg zum Ingenieurassistenten



Vorbereitete, bewährte, Techniker, Ingenieurassistenten - alle diese angesehenen Berufe werden heute in den besten Einrichtungen durch Facharbeiter höherer technischer Klassen als Voraussetzung für ihren beruflichen Aufstieg durch einen Fernlehrgang nach der anerkannten Christiani-Fernlehre-Interessante Techniker-Taschenbuch DER WEG AUFWÄRTS kostenlos vom anerkannten technischen Lehrinstitut

Dr.-Ing. Christiani Konstanz Postfach 1357

**WERO-Ordnungsschrank U 41 DIN** für den **Montage- und Fernseh-Service** mit ca. **2000 Einzelteilen**, Netto **DM 89,50** sauber und dauerhaft aus Hartholz gearbeitet. Maße: 36,5 x 44 x 25 cm. Inhalt: 500 Widerstände, sort. 1/4 - 4 W, 250 Keram. Schiben und Rollkondensatoren, 15 Elektrolyt-Roll- und Becherkondensatoren, 20 Potentiometer, 500 Schrauben u. Muttern M 2 - M 4, 750 Lötlösen und Rohmaterial sowie diverses Kleinmaterial wie Filz, Gummi, Hartpapierstreifen usw. Schrank, leer



netto **43,50**  
**Committanten-Unterlagen** für Reparaturen vermeiden Suchen geläster Schrauben.  
 54 x 33 cm netto **5,75**  
 54 x 38 x 2,5 cm netto **19,50**

Verlangen Sie ausführliche Lagerliste, Versand per Nachnahme ab Lager Hirschau / Opl.

**Werner Conrad Hirschau/Opl., FI 83**

**Wir finanzieren und bearbeiten Ihre Teilzahlungsverkäufe**

**Handelsfinanz-Bank** 6 m. b. H.  
 München 1, Residenzstraße 27  
 Postfach 749, Telefon 29 67 89

**Ein neuer Weg zum Amateurlenk**

Gründliche theoretische und praktische Ausbildung bis zur Lizenzreife durch unseren allgemein verständlichen Fernlehrgang. (Selbstbau von Amateurlenkgeräten!) Bitte fordern Sie kostenlos unseren Prospekt an.

H. Klotz, Amalthea 12, Bremen, Postfach 7020



## Kontaktschwierigkeiten?

Alle Praktiker kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe infolge Oxyd- bzw. Sulfidbildung.

**CRAMOLIN** - garantiert unschädlich, da frei von Mineralsäuren, Alkalien und Schwefel, wirksam bis -35° C - hilft Ihnen und erhöht die Betriebssicherheit elektrischer Geräte.

**CRAMOLIN-FL** für Reparaturwerkstatt und Betrieb das ideale komb. Reinigungs- und Korrosionsschutz-Pflegemittel, beseitigt unzulässig hohe Übergangswiderstände, Wackelkontakte usw. und verhindert Oxydation an allen Kontaktmetallen.

**CRAMOLIN-SPEZIAL** für fabrikneue Geräte vorbeugendes Korrosionsschutz-Präparat insbesondere für neu montierte Kontakte aus Silber, Kupfer, Wolfram, Chromnickelstahl, Gold-Leg., Messing usw.

**CRAMOLIN-PASTE** zur Instandhaltung und Korrosionsschutz von Kontaktrollen, z. B. an Elektrakarren, Kranen, Kontrollern und allen stromführenden Schaltern.

**CRAMOLIT**: Spezialfett zum Schutze von Autobatterien und Polen gegen Oxydation und Korrosion.

Alleiniger Hersteller:

**R. Schöfer & Co., Chemische Fabrik, Mühlacker**



ab **195 DM**  
**Transistoren Miniaturradiobauteile**  
 u.v.a.  
 Verlangen Sie bitte Katalog E13  
**K. SAUERBECK, Nürnberg**  
 v. Beckschlagergasse 9  
Miro-Geräte u. radiotechn. Modellbau

## Verkäufe

Telefunken KL 35 Tonbandgerät, neuwertig, preisgünstig abzugeben. Martin Welte, Geislingen/Steige, Saarstr. 21

1 Posten Münz-Automaten mit abnehmbarem, gesondert verschließbarer Geldkassette, 90 und 120 Minuten für DM 1,-, fabrikneu, weit unter Werkpreis, umständehalber abzugeben. Angebote unter F. Z. 8342

**NORDFUNK** Elektronik-Versand  
 Neue Anschrift:  
 Bremen, Herdentorsteinweg 43  
 1 Minute vom Hauptbahnhof

## Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernstechnik erwerben Sie sich durch den Christiani-Fernlehrgang Radiotechnik, 25 Lehrbriefe, 850 Seiten und Tabellen. Lehrplan und Informations-schrift kostenlos. Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postfach 1957



**Isolierschlauchfabrik**

Gewebe- und gewebelose **Isolierschläuche**

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

Zweigwerk  
 Gartenberg / Obb., Rübzahlstr. 663

**NEU Präzisions- NEU**

## Tonbandgerätechassis

nur mechanisch, komplett mit hochwertigen Tonköpfen, Abdeckpläne, Tonmotor etc. an Amateure und Industrie lieferbar.

Datenblatt anfordern!  
**THALESWERK GmbH., Rastatt**

## Kaufgesuche

Umformer: Pr. 12-24 V., sek. 220 V. 500 bis 2000 Watt. Angeb. unter P. Y. 8341

Radioröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht Szehely, Hamburg-Gr. Flottbek, Grottenstraße 24, Tel.: 82 71 37

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

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

Kaufen laufend Rest- und Lagerposten in Radio-Bauelementen wie Polis Röhren, Widerstände, Drehkos, Trafos usw. **TEKA, Amberg/Opl., 9 a**

**FERNSEH-SERVICE MIT KLEMT-GERÄTEN**



Antennensetgeräte zum Installieren und Prüfen von Antennenanlagen.

Universal-Röhrenvoltmeter zur hochgenauen Messung von Gleich- und Wechselspannungen, Widerständen und Kondensatoren.



Das transportable Fernseh-Servicegerät enthält Wobbler und Frequenzmorgengenerator, Breitbandoszillograph, Bildmuster-generator und VHF-UHF-Prüfgenerator

**FOR DIE FERNSEHBÄNDER I III IV V**

Wir fertigen außerdem Sortierautomaten für Kondensatoren und Widerstände, Meßplätze für UHF-Tuner, Nachhallgeräte

**ARTHUR KLEMT**  
 Olching bei München

Regensteiner Str. 5 - Telefon (089) 42 4 9

## TECHNIKER- und WERKMEISTER - INSTITUT

Vom Ingenieure- und Techniker-Verein e. V. autorisierte Fachschule



Ausschneiden und aufheben!

Abteilung 24/L Weiler im Allgäu

**Fachrichtungen:** Maschinenbau, Kfz-Technik, Elektrotechnik, HF-Technik, Holztechnik, Hoch- und Tiefbau.

**Ausbildung** zum Techniker, Werkmeister oder Wirtschaftstechniker durch ganztägigen Unterricht im Institut, mit Unterkunft, Verpflegung, Auslandsstudienfahrt und Diplom-Abschlußprüfung.

Je nach Vorkenntnissen kann die Ausbildung auch im Fernunterricht erfolgen, mit vierwöchigem Abschluß im Institut.

Interessenten erhalten das ausführliche Lehrprogramm.

# VALVO

## Hochfrequenz-Leistungstransistoren

### OC 22 OC 23 OC 24

$N_{C \max} = 10 \text{ W}$  (Gehäusetemperatur  $45^\circ \text{C}$ )

$f_{ab} = 2,5 \text{ MHz}$

$\frac{a_e}{a_c} = 150$  bei  $-I_C = 1 \text{ A}$



Mit diesen Germanium-p-n-p-Legierungstypen können Transistoren nunmehr auch da eingesetzt werden, wo bei hohen Frequenzen bzw. kurzen Schaltzeiten große Leistungen verlangt werden. Dadurch ergeben sich vor allem in der industriellen und kommerziellen Technik zahlreiche neue Möglichkeiten.



Typische Anwendungsgebiete sind:

**OC 22** Schalteranwendungen aller Art für kurze Schaltzeiten; hochwertige NF-Verstärker, in denen auch bei starker Gegenkopplung keine HF-Schwingungen auftreten.

**OC 23** Treiberstufen für Ferrit-Ringkernspeicher in Rechenanlagen; die Anstiegszeiten sind kleiner als  $0,8 \mu\text{s}$  bei Kollektorstromimpulsen von 1 A.

**OC 24** Schalteranwendungen aller Art für kurze Schaltzeiten; Mittelwellensender und Trägerfrequenzverstärker.

