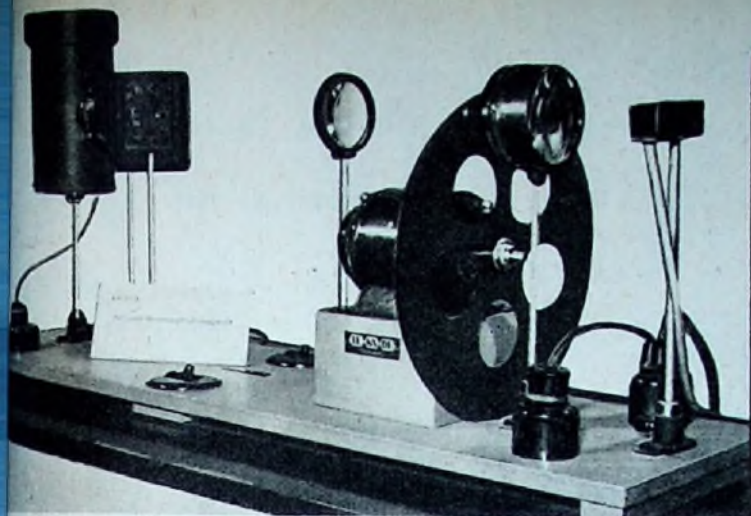


BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK



1936

Über 1 Million Fernsehteilnehmer



1957



20 | 1957 +

2. OKTOBERHEFT

Tagung „Automatisierung der Fertigung“

In Stuttgart findet im Großen Saal der Liederhalle in der Zeit vom 17 bis 19 Oktober 1957 eine Tagung „Automatisierung der Fertigung“ statt. Diese vom VDI in Verbindung mit dem Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Technischen Hochschule Stuttgart veranstaltete Tagung behandelt die Themen: „Messen und Steuern“, „Regelungs- und Rechenstechnik“. Etwas 30 Vorträge sowie Aussprachen und Ausschusssitzungen sind vorgesehen.

Vortragsprogramm des Elektrotechnischen Vereins Berlin e. V.

Das neue Vortragsprogramm Oktober bis Dezember 1957 enthält unter anderem Vorträge von Oberstleutnant Dipl.-Ing. Wolff, Darmstadt: „Die deutschen Fernkabel“ (24. Oktober 1957, 18.15 Uhr, TU Berlin H 3010); Professor Dr. M. Päsler, Berlin: „Atomenergie — Einiges über ihr Wesen und friedliche Anwendungsmöglichkeiten“ (7. November 1957, 18.15 Uhr, TU Berlin EB 301); Dipl.-Ing. H. Wüsteney, München: „Telegraphentechnik gestern — heute — morgen“ (21. November 1957, 18.15 Uhr, TU Berlin EB 301); Dipl.-Ing. W. Fleischer, Heidelberg: „Großraum-Verbundbetrieb in Westeuropa“ (12. Dezember 1957, 18.15 Uhr, TU Berlin EB 301).

EYMA-Diplom

Der Ortsverband München des DARC schrieb anlässlich der 800-Jahr-Feier der Stadt München das EYMA-Diplom aus das für Verbindungen in der Zeit vom 1. Oktober bis 31. Dezember 1957 verliehen wird. An diesem Wettbewerb können alle Funkamateure der Welt teilnehmen.

Nachtrag zur Rufzeichenliste

Einen Einblick in die Weiterentwicklung des deutschen Amateurlandes gewährt der soeben erschienene Nachtrag Nr. 2 zur Rufzeichenliste der deutschen Amateurlisten der Ausgabe Juli 1956, der mit dem Rufzeichen DJ 3 ZA schließt.

Funkstörungen-Meßdienst

Der „Funkstörungen-Meßdienst“ der Deutschen Bundespost hat nach 1946 im Bundesgebiet bereits 0,9 Millionen Rundfunkteilnehmer

mern helfen können. Ton- und Fernseh Rundfunk-Störungen zu beheben. Am 1. Oktober bestand dieser Rundfunk-Störungsdienst der Post 25 Jahre.

Anzeigeröhre EM 84

Die neuartige Anzeigeröhre EM 84 wird von der Valvo GmbH gefertigt. Sie ist besonders für die Abstimmungsanzeige in Rundfunkempfängern oder zur Aussteuerungskontrolle in Tonbandgeräten geeignet. Im Gegensatz zu bisher verwendeten Anzeigeröhren hat sie zwei Symmetrieachsen, so daß erweiterte Möglichkeiten für die Anordnung im Gerät bestehen.

Neue Dauerstrich-Magnetron

Zur Bestückung von HF-Generatoren, die im Zentimetergebiet arbeiten, hat die Valvo GmbH jetzt zusätzlich zu dem bereits lieferbaren Dauerstrich-Magnetron 5609 (HF-Ausgangsleistung mindestens 100 W) zwei weitere Typen mit höherer Leistung herausgebracht. Das neue Magnetron 7090 ist besonders für die Verwendung im Halbwellenbetrieb geeignet, und zwar hauptsächlich für die Bestückung von Diathermiegeräten; technische Daten: HF-Ausgangsleistung min. 200 W, Anheizspannung 5,3 V, Betriebsheizspannung 4 V, Heizstrom etwa 3 A, Anodenspannung 1600 V_{eff} oder 1600 Volt_{eff}. Für mindestens 2000 W bei einer Anodenspannung von 4200 V_{eff} ist das neue Magnetron 7091 ausgelegt; es eignet sich vor allem für die Bestückung von Industrie-Generatoren, Mikrowellen-Kochgeräten, Durchlauföfen usw. Alle drei Magnetrons gibt es in zwei Ausführungen, und zwar für 2400 ± 35 MHz und für 2450 ± 25 MHz.

Telefunken-Doppelspielband „DS 65“

Das neue Magnetron-Doppelspielband „DS 65“ (Grundstoff: Polyester „Mylar“; auch gegen Hitze und Kälte sehr widerstandsfähig) ist mit 26 μ nur etwa halb so dick wie ein 51 μ starkes Normalband. Mit einer 13-cm-Spule lassen sich bei einer Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s über vier Stunden Musik oder Sprache aufnehmen. Das Band ist für die Verwendung auf bandschonenden Geräten (wie „KL 65“ und „KL 65 S“) bestimmt.

Bülbüchgerät mit Transistoren

Ein neues preiswertes Elektronenbülbüchgerät von Metz („Mecabülbüch 100“) enthält einen Gleichspan-

nungswandler mit Transistoren, der von sechs normalen 1,5-V- Monozellen gespeist wird. Je Batterieersatz sind 700...1000 Biltze möglich. Das Gerät ist 22x16x5 cm groß und wiegt nur 1,3 kg.

Koffereempfänger „Trifels“

Akkord-Radio meldete jetzt einen neuen Koffereempfänger „Trifels“, der mit 6-V-Deac-Stahlsammler (in Verbindung mit Transistorumformer) oder am Wechselstromnetz betrieben werden kann. Durch einfachen Einschub des Gerätes in eine im Kraftfahrzeug montierte Halterung können Fahrer automatisch die notwendigen Verbindungen zu einer 6- oder 12-V-Kfz-Batterie zur Antenne, zum Zweitlautsprecher usw. hergestellt werden. Dieser Koffereempfänger ist sowohl als Reisesuper, Helmgerät oder Autoempfänger verwendbar. Er enthält die Bereiche UKML; die Röhrenbestückung ist DF 97, DF 97, DF 96, DF 96, DK 96, OC 602, OC 602, OC 604, 2 X OD 604, GFT 32, 5 Ge-Dioden, 1 Tgl. Die Ausgangsleistung ist bei Netzbetrieb max. 2,2 W, bei Batteriebetrieb 1,3 W.

UKW-Fernwähler „Knirps“

Die Möglichkeit, mit Hilfe des UKW-Fernwählers „Knirps“ (S. FUNK-TECHNIK Bd. 11 (1956) Nr. 19, S. 582) den Fernsehempfänger als kombinierten Fernseh-Rundfunkempfänger betreiben zu können, hat beim Publikum Anklang gefunden. Wie Wegs mitteilt, wird deshalb auch in dieser Saison der „Knirps“ unverändert weitergefertigt. Dieser Fernwähler (in einem kleinen Kunststoffgehäuse mit den Maßen 240x130x78 mm eingebaut) enthält einen kompletten UKW-Super (5 Röhren, 10 Kreise, Empfindlichkeit 0,9 μ V für 26 dB Störabstand, Tonwiedergabe über Lautsprecher des Fernsehempfängers) und Regler für Helligkeit, Kontrast, Lautstärke, Bässe, Höhen. Drei Drucktasten steuern dazu die Funktionen „Aus“, „FS“ und „UKW“.

Über 100 Philips-Fachbücher

Einschließlich der fremdsprachigen Ausgaben stellte die Deutsche Philips GmbH auf der Frankfurter Buchmesse (5. bis 10. Oktober 1957) weit über hundert technisch-wissenschaftliche Bücher aus. Ein neuer Fachbuch-Katalog 1957/58 kann bei der Deutschen Philips GmbH, Hamburg 1, Monckebergstraße 7, angefordert werden.

AUS DEM INHALT

2. OKTOBERHEFT 1957

Zur Geschichte des Fernsehens	689
Entwicklungstendenzen bei Gemeinschafts-Antennenanlagen	690
Der Bildpilot • Prinzip und Schaltungstechnik	694
Reaktionszeitmessung mit einem Röhren-vollmeter	695
Prinzip und Ausführung von Sende-Empfangsweichen für Radargeräte	696
Elektroakustik im Theater	698
Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	
Dehnungsmeßstreifen-Technik	700
Die „FT-100e“-Richtantenne (W 3 DZZ-beam)	703
Von Sendern und Frequenzen	707
Für den Anfänger	
So arbeitet mein Fernsehempfänger (17)	708
Aus dem Ausland	
Salon National de la Radio Paris (11. bis 23. 9. 1957)	712
Aus Zeitschriften und Büchern	
Eine einfache Gegensprechanlage fürs Heim	714

Unser Titelbild: Im Oktober wurde der 1 000 000. Fernsehteilnehmer in der Deutschen Bundesrepublik registriert. Das Titelbild zeigt im oberen Teil Vorläufer des heutigen modernen Fernsehempfängers, und zwar das Modell einer Spiegelschraube, das Modell einer Demonstrationsanlage mit der Nipkow-Lochscheibe und ein 21 Jahre altes Fernsehgerät von Loewe-Opta mit einer runden Bildröhre (Schirmdurchmesser 31 cm) für das damalige 180 Zeilen-Bild. Aufnahmen: FT-Schwahn und Werk-aufnahmen.

Aufnahmen vom FT-Labor: Schwahn (8); Zeichnungen vom FT-Labor: (Bartsch, Baumelberg, Kortus, Rehberg, Schmidtko, Schmohl) nach Angaben der Verfassers Seiten 687, 688, 715 und 716 ohne redaktionellen Teil.

Der millionste Fernsehteilnehmer

In einem Fernseh-Interview überreichte am 8. Oktober 1957 Bundespostminister Ernst Lemmer dem millionsten Fernsehteilnehmer in der Deutschen Bundesrepublik, dem Montageschlosser Franz Leekes aus Moers, eine Urkunde, mit der ihm die Befreiung von der Zahlung der Fernseh Rundfunkgebühr bis zum 31. Dezember 1962 erteilt wurde. Intendant Hilpert, der Vorsitzende der Arbeitsgemeinschaft deutscher Rundfunkanstalten, konnte Fahrtscheine für eine Reise zu der Fußball-Weltmeisterschaft in Stockholm an Franz Leekes übergeben. Die Fachgruppe 14 Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, vertreten durch ihren Geschäftsführer Fritz Römer, stellte dem Fernseh-„Jubiläum“ Anweisungen für Reisen zu Besichtigungen der Rundfunkanstalten, die das deutsche Fernsehprogramm gestalten, zur Verfügung.

Bundespostminister Lemmer dankte auch allen Männern der Technik für die große, bisher geleistete Arbeit. Er gab ferner der Hoffnung Ausdruck, daß es nicht mehr fünf Jahre wie vom ersten Fernsehteilnehmer (dem ebenfalls in der kleinen Sende-Felderstunde anwesenden Chefredakteur Eduard Rhein) bis zum millionsten Teilnehmer dauern wird, um auf zwei Millionen Teilnehmer zu kommen; schon nach zwei Jahren dürfte diese Zahl erreicht sein.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichbärndamm 141—147. Telefon: Sammel-Nr. 49 23 31. Telegrammschrift: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicka, Berlin-Spandau; Chefkorrespondent: Werner W. Dielenbach, Berlin und Kempten/Allgäu, Postfach 229; Telefon: 64 02. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin. Postscheckkonto: FUNK-TECHNIK, Postscheckamt Berlin West Nr. 24 93. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. FUNK-TECHNIK erscheint zweimal monatlich; sie darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof, Berlin.





Eine neue Musiktruhe, die eine neue Käuferschicht erschließt:

BALLETT 58

Sie wurde eigens für solche Truhen-Liebhaber geschaffen, die bislang entweder aus räumlichen oder aus finanziellen Gründen die Verwirklichung ihres Wunsches zurückstellen mußten. Bescheiden im Platzbedarf, ist die BALLETT 58 genau das Richtige für kleinere Wohnräume. Dabei wirkt sie ausgesprochen gefällig und elegant und hat leistungsmäßig all das zu bieten, was der Käufer erwartet. Hinzu kommt der außerordentlich günstige Preis von DM 599.-, Grund genug, die BALLETT 58 besonders herauszustellen!

SCHAUB
LORENZ

**KLEINE
SCHALLPLATTEN-
ABSPIELMASCHINE
EMT 930**



Neuartige Starttechnik!



**Doppelplatz zum Einsatz
in Rundfunk-, Fernseh-
und Tonaufnahme-Studios**

Bitte fordern Sie bei unserer Abteilung 1 B unverbindlich und kostenlos unseren umfangreichen Studio-Katalog an!

Wir liefern ausserdem Messgeräte für die Kondensatoren-industrie, Widerstandsmessgeräte, Hochspannungsprüfplätze

**ELEKTROMESSTECHNIK
WILHELM FRANZ K.G.**

LAHR/SCHWARZWALD · POSTFACH 327



GASDICHTE STAHLAKKUMULATOREN

für Rundfunk-Koffergeräte,
Hörhilfen und
Meßgeräte aller Art.
Niedrige Betriebskosten,
günstige Voraussetzungen für gleichmäßig
gute Betriebseigenschaften
und lange Lebensdauer Ihrer Geräte,
besonders der Röhren



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

FSA 131
DM 19,- Die preiswerte Antenne für alle gut versorgten Empfangsorte. 4 selektiv abgestimmte Elemente ergeben ausreichenden Gewinn und gute Bündelung.

FSA 501
DM 85,- Die Hochleistungsantenne, die sich schon vieltausendfach unter schwierigsten Empfangsbedingungen bewährt hat. Große Leistungsaufnahme, sehr scharfe Bündelung und hochselektive Abstimmung dieser Antenne ermöglichen einen genügenden FS-Empfang auch in schlecht versorgten Gebieten.

FSA 561
DM 47,- Ein-Kanal-Antenne mit 7 Elementen, hohem Gewinn und großem Vor-Rückverhältnis, auch für schwierige Empfangsbedingungen bestens geeignet.

FSA 401
DM 63,- Die Universalantenne, mit der in den allermeisten Fällen ein einwandfreies Bild erzielt wird, zum gleichzeitigen Empfang aller Kanäle von 5-11 hervorragend geeignet, deshalb zukunftsicher.

Suba HANS KOLBE & CO. BAD SALZDETFURTH, HILDESRHEIM

Punkte... von großer Wichtigkeit

Suba-Antennen enttäuschen Sie nicht... von erfahrenen Ingenieuren entwickelt und nach neuesten Produktionsverfahren hergestellt garantieren sie beste Qualität, Betriebssicherheit und lange Lebensdauer.



Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

**FUNK-
TECHNIK**
FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Zur Geschichte des Fernsehens

Wer hat das Fernsehen erfunden? Diese Frage wird heute, zu einem Zeitpunkt, an dem die Verbreitung des Fernsehens in ein entscheidendes Stadium getreten ist, von manchem interessierten Fernsehfreund gestellt. Es überrascht dann die Antwort, daß der Anfang des Fernsehens, die Patentanmeldung von Paul Nipkow im Jahre 1884, schon rund 75 Jahre zurückliegt. Es dauerte allerdings nach Jahrzehnte, bis man sich intensiver mit dem Fernsehen befaßte. Erst nach der Einführung des Tonrundfunks in den USA kam es dort zu grundsätzlichen Versuchen, einen Fernseh-rundfunk zu realisieren. Allein der Erfolg blieb aus. Die eigentliche Fernsehentwicklung begann erst 44 Jahre nach der Patentierung der Nipkowschen Idee der Bildzerlegung, als die Deutsche Reichspost im Jahre 1928 auf Anregung des damaligen Präsidenten des Reichspost-zentralamtes, Kruckow, ein Fernsehlabor im RPZ in Berlin gründete und erste Versuche mit der Nipkow-Scheibe und einem 30zeiligen Bild durchführte. Man begnügte sich mit einer Bildgröße von 3×4 cm, 12 Bildwechseln in der Sekunde und Glühlampenempfang.

Damals bildete die Nipkow-Scheibe auf der Empfangs- und Sendeseite ein wichtiges Hilfsmittel. Ihre Anwendung für Empfangszwecke ist heute nahezu in Vergessenheit geraten. Bei diesem Verfahren wurden die vom Sender kommenden Stromimpulse im Empfänger durch eine Glühlampe in entsprechende Helligkeitsschwankungen zurückgewandelt und mittels der Nipkow-Scheibe, deren Maße und Blendenanordnung mit denen der Sendeseite übereinstimmen mußten, zum Bild zusammengesetzt. Den Synchronlauf zwischen Sende- und Empfangsscheibe erreichte man dadurch, daß besondere Lichtquellen auf der Sendescheibe einen schmalen Lichtspalt erzeugten, der gleichzeitig mit den Bildzeichen abgetastet wurde und so das Synchronisierzeichen lieferte. Bei der verwendeten Spezialglühlampe schwankte, entsprechend den ankommenden Spannungsschwankungen, die Helligkeit einer Lichtfläche von 3×4 cm. Dieser Vorgang konnte durch die Lächer der Empfängerscheibe beobachtet und im Bild festgehalten werden.

Die Technik der Nipkow-Scheibe wurde nach und nach vervollkommen. So verteilte man, um eine größere Bildpunktzahl zu erreichen, die Abtastspirale auf mehrere Abtastkreise und ließ die Scheibe für eine Abtastung unter entsprechender Vervielfachung der Drehzahl mehrmals umlaufen. Die jeweils zur Abtastung nicht herangezogenen Abtastkreise wurden durch eine umlaufende Schlitz-Blendscheibe abgedeckt. Der technische Höhepunkt war mit einer Nipkow-Scheibe von 73 cm Durchmesser für 10.500 U/min erreicht, die mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 400 m/s im Vakuum (etwa 5 mm Hg) lief. Die Blendenlächer waren in Fallen von $\frac{1}{1000}$ mm Dicke gestanzt.

Gleichzeitig mit der Verbesserung der Nipkow-Scheibe wurde ein weiteres mechanisches Bildabtastgerät, der Linsenkranzabtaster von Mechau, entwickelt, bei dem man die Lächer der Nipkow-Scheibe durch kleine Linsen ersetzte und an Stelle der Scheibe eine Trommel verwendete, in der die Linsen befestigt waren. Zu dieser Zeit erlangten auch noch andere Bildabtastverfahren und -geräte Bedeutung, wie z. B. das Spiegelrad, die Spiegelschraube und die Lichtstrahlabtastung. In den folgenden Jahren gelang es, die Anzahl der Bildpunkte und der Zeilen zu erhöhen. Auf der Empfangsseite ersetzte man die Glühlampe durch die Natriumdampflampe und später durch die Braunsche Röhre.

Mit der Eröffnung des Fernseh-rundfunk-Versuchsbetriebes der Deutschen Reichspost am 1. April 1934 begann ein neuer Abschnitt der Fernsehgeschichte. Die neue 180-Zeilen-Norm bei 25 Bildwechseln zwang zum Übergang vom MW- auf den UKW-Bereich. Grundsätzliche Fortschritte bedeuteten das Zeilensprungverfahren und die Entwicklung von Hochvakuum-Katodenstrahlröhren von 40 cm Schirmdurchmesser für eine

Bildgröße von 23×30 cm. 1935 arbeitete bereits ein 20-kW-UKW-Fernseh-sender auf dem Berliner Funkturm. Die bisherigen Erfolge ermunterten zum Start des Fernsehens in der Öffentlichkeit. Es wurde der Fernseh-rundfunk der Deutschen Reichspost eröffnet, und das Publikum hatte Gelegenheit, in öffentlichen Fernsehstuben das Fernsehprogramm kennenzulernen. Charakteristisch für diese Epoche war der Übergang zu elektronischen Aufnahmekameras. Man entwickelte Sekundärelektronenvervielfacher für Fotozellen und Farnsworth-Abtaster sowie das damals viel beachtete Ikonoskop.

Einen Höhepunkt erreichte die Fernsehentwicklung anlässlich der Olympiade 1936 in Berlin. Für die Übertragung der Sportereignisse standen Fernsehbildfänger mit Teleoptik, Bildfänger mit Senderöhre nach Farnsworth und ein Zwischenfilmaufnahmewagen zur Verfügung. Im gleichen Jahre wurde auch der Fernsprechverkehr auf der Strecke Berlin—Leipzig (später bis München) in Betrieb genommen und mit dem Ausbau eines ausgedehnten Fernsehkabelnetzes begonnen. Ein anderes stark beachtetes Ereignis des Jahres 1936 war die Aufstellung eines Großbildprojektors mit einer Bildgröße von $1 \times 1,2$ m in der Fernsehstube des Reichspostministeriums. Auch das Jahr 1937 brachte einen echten technischen Fortschritt, die Einführung der 441-Zeilen-Norm mit 230.000 Bildpunkten und einer Bandbreite von 2 MHz. Später entstanden Fernseh-sender auf dem Bracken im Harz und auf dem Feldberg im Taunus. Den hohen Stand der Empfängertechnik bewies der Deutsche Fernseh-Einheitsempfänger. Als 1939 mit diesen modernen technischen Mitteln der Fernseh-rundfunk in Berlin mit zunächst 200 Teilnehmern begann, galt das deutsche Fernsehen schon als hochentwickelt. Bei Beginn des zweiten Weltkrieges wurde die Fernseh-Weiterentwicklung jedoch völlig eingestellt.

Nach dem Kriege konnte das Fernsehen in Deutschland erstmalig wieder auf der Berliner Industrie-Ausstellung 1951 vorgeführt werden. In einer Fernsehstraße stellten 15 deutsche Firmen neue Fernsehempfänger für die 625-Zeilen-CCIR-Norm aus. Auch in Hamburg konnten in diesem Jahre Fernseh-sendungen über einen 1-kW-Sender im 200-MHz-Bereich ausgestrahlt werden. Aus kleinsten Anfängen, aber auf der Grundlage der modernen Technik, entwickelte sich das deutsche Nachkriegs-Fernsehen. Allmählich wurden von allen Rundfunkanstalten Fernseh-sender verschiedener Leistungen errichtet. Die Industrie ging bei der Empfängerfertigung immer mehr auf die 43-cm-Bildröhre über.

Die unter größten technischen Schwierigkeiten 1953 durchgeführte Fernseh-Direktübertragung der Krönungsfeierlichkeiten von London zur Bundesrepublik und nach Berlin ermutigte zum Aufbau des Eurovisions-netzes für den internationalen Programmaustausch. Der erste programm-mäßige Eurovisionsaustausch fand 1954 statt und verband 45 Fernseh-sender der Länder England, Frankreich, Belgien, Holland, Bundes-republik mit West-Berlin, Dänemark, Schweiz und Italien. In diesen Ländern entstanden Richtfunkstrecken für den Programmaustausch. Die Erfahrungen der Richtfunktechnik führten zur Entwicklung leistungs-fähiger Fernsehreportagewagen mit eingebautem Richtfunksender für die Bildübertragung. Diese Technik ist in allen Fernsehländern verbreitet und bildet die Grundlage für die aktuelle Fernsehberichterstattung. Eine wichtige Aufgabe der deutschen Rundfunkanstalten ist die einwand-freie Fernsehversorgung ihrer Sendegebiete. Nach Abschluß der regionalen Senderbauprogramme spielt die Erfassung weiterer Teilnehmer mit Hilfe von Umsetzern usw. eine große Rolle. Diese Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen und gerade jetzt bei Erreichen der ersten Fernseh-teilnehmer-Million von größtem Interesse. Es galt, einen weiten, oft mit Rückschlägen gepflasterten Weg von den 2700 Teilnehmern des Jahres 1953 bis heute zurückzulegen.

Entwicklungstendenzen bei Gemeinschafts-Antennenanlagen

Für UKW ist eine Empfangsantenne zumindest zweckmäßig, für Fernsehempfang fast immer notwendig und für Kurz-, Mittel- und Langwellenempfang oft sehr erwünscht. Die Nutzspannung der Antenne muß über Zuführungsleitungen dem Empfänger (oder den Empfängern) so zugeleitet werden, daß auf diesem Wege möglichst keine Störungen einkopeln. In von den Teilnehmern selbst erstellten Einzelantennenanlagen erfolgt die Verlegung leider manchmal in sehr provisorischer Form, wengleich auch hierfür die Antennenindustrie seit langem einwandfreies Material anbietet. Nun, gemeinschaftlich macht sich vieles leichter und besser, und so entstanden schon mit dem Beginn des Rundfunks Antennenanlagen für die gemeinschaftliche Versorgung angeschlossener Teilnehmergruppen.

Die moderne Gemeinschafts-Antennenanlage ist in ihrer Grundkonzeption fast mit einer Energieversorgungsanlage zu vergleichen (Bild 1). Eine Antenne oder mehrere Antennen arbeiten (bei größeren Anlagen im allgemeinen über einen Verstärker zum Ausgleich der vorhandenen Dämpfungen) auf eine bei den Teilnehmern durchgeschleifte Leitung oder auf mehrere Leitungen (Stammleitungen). An diese Stammleitungen sind über Entkopplungsglieder Antennensteckdosen angeschlossen. Die Zuführung der Antennenspannung von der Dose zum Empfängereingang erfolgt dann (unter Zwischenschaltung von Übertragern zur richtigen Anpassung und von Filtern) über besondere Anschlußkabel. Während aber in einer Energie-Erzeugungs- und -Versorgungsanlage nur Strom einer einzigen Frequenz (in Deutschland meistens 50 Hz) auftritt, muß heute die Gemeinschafts-Antennenanlage Nutzspannungen mit Frequenzen zwi-

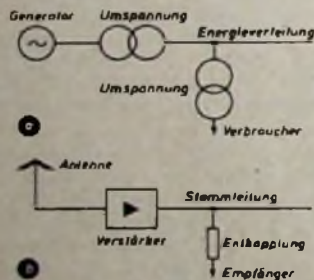


Bild 1. Vereinfachtes Schema einer Energieversorgungsanlage (a) im Vergleich zum Grundschema einer Gemeinschafts-Antennenanlage (b)

schen 150 kHz und zumindest etwa 200 MHz den Empfängern zuleiten. Zwischen dem unteren Ende des Langwellenbereiches und dem Kanal 10 des Fernsehbandes III ist also ein Trägerfrequenzverhältnis von etwa 1:1500 vorhanden. Antennenseitig und verteilungsgemäß ergeben sich aber in den einzelnen Bereichen sehr unterschiedliche Bedingungen. Aus dem breiten zu übertragenden Frequenzband muß sich der Teilnehmer nun ungestört und ohne andere Teilnehmer zu stören seinen Sender aussuchen können.

Alles dies erfordert eine sehr sorgfältige Planung und Ausführung der Anlage, wobei stets eine ganze Reihe von VDE-Vorschriften, DIN-Normen, Blitzschutzvorschriften usw. zu beachten ist. Zur Förderung von Gemeinschafts-Antennenanlagen ist im Juni 1957 unter

Federführung der Deutschen Bundespost und unter Teilnahme öffentlicher Stellen sowie fachlich und wirtschaftlich interessierter Verbände und Organisationen der „Arbeitskreis Rundfunkempfangsantennen“ gebildet worden. Die Einhaltung der von diesem Arbeitskreis herausgegebenen „Technischen Rahmenbedingungen für Gemeinschafts-Antennenanlagen“ gewährleistet einen größtmöglichen Erfolg und weitgehende Sicherheit der Anlagen.

Nach den Rahmenbedingungen müssen z. B. Gemeinschafts-Antennenanlagen durchgehend mit dem elektrischen Material eines definierten Fabrikats (d. h. mit Material ein und derselben Firma) bestückt werden.

Sofern das Gebiet als UKW-versorgt bzw. fernsehversorgt gilt, sollen bei vollbelastetem Teilnehmernetz an jedem Empfängereingang Mindestspannungen nach Tab. I vorhanden sein. Die Spannungen am Empfängereingang dürfen andererseits jedoch zur Vermeidung zu starker Aussteuerungen die ebenfalls in Tab. I angegebenen Höchstspannungen nicht überschreiten. Wenn diese Mindestspannungen

Tab. I. Mindest- und Höchstspannungen am Empfängereingang

Bereich	Empfängereingang [Ohm]	Mindestspannung [μ V]	Höchstspannung [mV]
MW (Orts- bzw. Bezirksender)	2500	500	300 (AM)
UKW (Orts- bzw. Bezirksender)	240	200	100 (FM)
Fernsehband I und III	240	500	50

für UKW und Fernsehen (200 μ V bzw. 500 μ V) unterschritten werden, dann müssen am letzten Teilnehmeranschluß am Empfängereingang jedoch noch näher festgelegte Spannungen zur Verfügung stehen, die einer Antenne entsprechen, die 1 m über der Dachhaut aufgestellt ist, und zwar wenn die Niederführung dieser Vergleichsantenne mit einem 20 m langen 240-Ohm-Bandkabel erfolgen würde. Als Spannungswerte wurden hierfür festgelegt: UKW = 0,5fache der Spannung eines Normschleifendipols; Fernsehband I und III = 1,0fache der Spannung einer 3-Elemente-Dipolantenne mit 5 dB Gewinn.

Sehr wichtig ist noch die Bestimmung, daß die Kopplungsdämpfung von UKW-Geräteanschluß zu Fernsehgeräteanschluß für die erste UKW-Oberwelle mindestens 40 dB (Spannungsverhältnis = 1:100) betragen muß. Der gleiche Wert gilt möglichst auch für die Kopplungsdämpfung zwischen Lichtnetz und Antennennetz.

Ferner dürfen — soweit es die örtlichen bzw. die geographischen Verhältnisse zulassen — keine störenden Mehrfachbilder u. dgl. im Fernsehbereich auftreten; die Tonwiedergabe muß störungsfrei sein, und Kreuzmodulationsstörungen in der Antennenanlage sind zu unterdrücken. Die gelieferte Antennenspannung soll frei von Gleichspannung und von Netzspannung sein. Alle diese HP-Forderungen setzen die durchgehende Verwendung vorgeschriebener abgeschirmter Leitungen (auch geschirmter Anschlußkabel) voraus.

Anderer Abschnitte der technischen Rahmenbedingungen befassen sich noch mit den zu beachtenden VDE-Vorschriften¹⁾ und DIN-Normen²⁾ und geben Hinweise für die Montage der Antennen, Ausführung der Erdung und des Blitzschutzes, Verlegen der Leitungen usw.

Aber die Richtlinien gehen auch auf andere Dinge ein. So wird im Abschnitt „Gebührenregelung“ zum Beispiel vermerkt, daß selbstverständlich die von jedem angeschlossenen Teilnehmer zu erhebenden Gebühren für die Benutzung von Gemeinschafts-Antennenanlagen dem tatsächlichen Aufwand entsprechen sollen. Als Richtwerte für eine solche Gebührenregelung gelten:

	Ton- Rundfunk- anlagen DM	Ton- und Fernseh- Rundfunk- anlagen DM
Amortisationskosten je Monat und Wohnungseinheit	—,75	1,10
Wartungskosten je Monat und Wohnungseinheit	—,90	1,10
Monatliche Gesamtgebühren je Wohnungseinheit	1,65	2,20

Das Muster eines Prüf- und Übergabeberichts für Gemeinschafts-Antennenanlagen³⁾, das Muster eines „Antennen-Wartungsvertrages“ und ein „Merkblatt“ als Anlage zum Mietvertrag vervollständigen u. a. die neuen Richtlinien.

Das Angebot der Hersteller

Zehn Firmen stellen in der Deutschen Bundesrepublik Gemeinschafts-Antennenanlagen her, und zwar Deutsche Elektronik, Engels, Fuba, Hirschmann, Kathrein, Schnlewindt, Siemens & Halske, Telo, Trial und Wisl. Gemeinschafts-Antennenanlagen gibt es schon für kleinste Siedlungshäuser, aber auch in Ausführungen für allergrößte Wohnblöcke. Ganz grob gesehen lassen sich die Anlagen fast aller Firmen in drei Gruppen einteilen, in Anlagen bis zu etwa 10, bis zu etwa 40 sowie bis zu 100 und mehr Teilnehmern. Sieht man dabei vorerst einmal davon ab, ob für die Niederführung und Verteilung Koaxialkabel oder symmetrische Leitung verwendet wird, ob in Anbetracht der jeweiligen Größe der Gesamtanlage gar keine, kleine, mittlere oder große Verstärker eingeschaltet sind, und läßt ferner außer Ansatz, wie das endgültige Verteilungsnetz aufgebaut ist, dann ist allen Anlagen ungefähr das Schema nach Bild 2 gemeinsam.

Vielfach werden Gemeinschafts-Antennenanlagen nur „fernseh vorbereitet“ erstellt. Allerdings ist dann jederzeit die Erweiterung auf Fernsehen mit verhältnismäßig geringem Aufwand durchzuführen. Die Projektierung von Gemeinschafts-Antennenanlagen ist zum Teil eine Rechenaufgabe. Wenn auch die Herstellerfirmen meistens mit bestimmten Normalschaltungen operieren, ist bei großen Projekten die Beratung durch das technische Büro der Firma immer anzuraten.

¹⁾ VDE 0100, 0855, 0856

²⁾ DIN 1053, 18 015, 18 383, 47 260, 47 261, 47 265

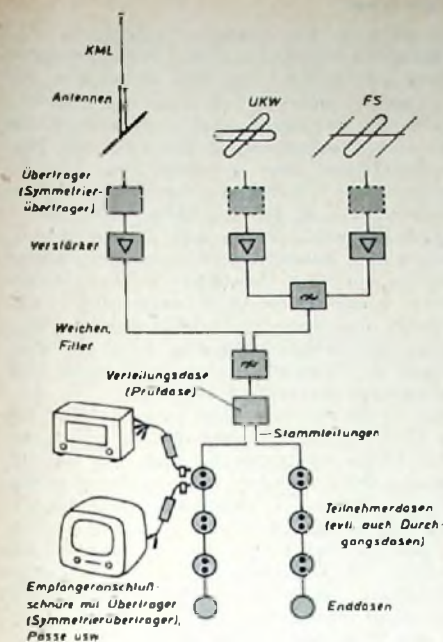


Bild 2. Aufbau einer Gemeinschafts-Antennenanlage

Antennen

Eine einzige Antenne kann den an eine Gemeinschafts-Antennenanlage zu stellenden Forderungen nicht genügen. Grundstock des verwendeten Antennensystems ist deshalb stets die Antenne für die Bereiche KML. Sie besteht aus einer nach oben verjüngten Metallrute von im Durchschnitt 3 bis 4 m Länge (die kürzeste Antenne führt mit 2,5 m *Fuba*, die längste mit 6 m *Telo*). Eine solche vertikal aufgebauete KML-Antenne (Sender im KML-Bereich) sind gewöhnlich vertikal polarisiert) hat eine Rundempfangs-Charakteristik. Sie ist im Verhältnis zu den Wellenlängen ihres Bereiches sehr kurz; ihr frequenzabhängiger Fußpunktwiderstand ist etwa 100 kOhm bei 150 kHz. Der hochohmige Widerstand muß mit Hilfe eines Übertragers (heute gewöhnlich mit Ferritkern) breitbandig auf den geringen Wellenwiderstand der Niederführung angepaßt werden. Die Antennenrute (an ihrer Spitze trägt sie fast immer eine Prassel-schutzkugel) wird auf einen Antennenisolator oder einen besonderen Mastkopf gesetzt. Das Standrohr soll — von der Dachhaut ab gerechnet — mindestens 2,50 m lang sein; üblich

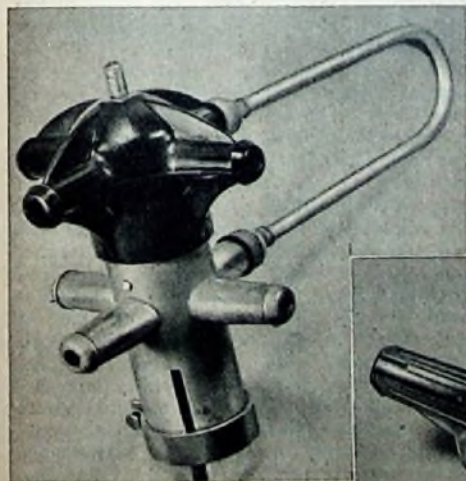
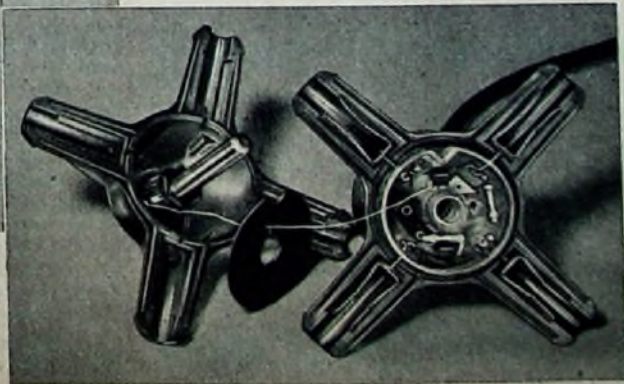


Bild 3. Mastkopf „AT 171“ der Deutschen Elektronik GmbH

Bild 4. „AT 171“, geöffnet; die Haltefedern für die Dipole sind deutlich erkennbar, ebenso die Schaltelemente der $\lambda/4$ -Leitung



ist das etwa 3 m lange Standrohr. Die Befestigung des Standrohrs muß möglichst im Dachgebälk erfolgen; eine Befestigung am Schornstein ist unerwünscht. Viele Firmen haben in ihr Herstellungsprogramm auch Verlängerungsstücke für Standrohre aufgenommen, um die Antenne jederzeit noch erhöhen zu können. Teleskopartig ausziehbare Standrohre (z. B. von *Wisi*) sind wahlweise lieferbare, jedoch teurere Ausnahmen.

Der UKW-Bereich erfordert eine besondere, abgestimmte Antenne. Die hierfür verwendeten $\lambda/2$ langen gestreckten Dipole oder Schleifendipole werden auch gern in Form des Kreuzdipols benutzt; beim Kreuzdipol (von allen Firmen lieferbar) sind zwei Dipole unter einem Winkel von 90° gekreuzt und mit einer $\lambda/4$ -Leitung oder in einer Ersatzschaltung verbunden. Diese horizontale (liegende) Anordnung ergibt eine aus allen Richtungen fast gleich gute Empfangsmöglichkeit der horizontal polarisierten UKW-Sender. Aber auch für schwach oder stark gerichteten Empfang führen die Antennenfirmen entweder angewinkelte Dipole (*Hirschmann* und *Wisi*) oder auch Mehrelementantennen (alle Hersteller) in ihren Listen. 2-Ebenen-UKW-Antennen enthält das Normalprogramm nur bei *Kathrein*.

Die meisten Hersteller bringen die UKW-Antenne unterhalb der KML-Antenne mit Hilfe von Schellen am Standrohr an. Einige neue Lösungen betonen noch stärker die Baueinheit „KML + UKW-Antenne“. Der Antennenkopf „AT 171“ (Bild 3) der *Deutschen Elektronik* hat Halterungen beispielsweise für die vier Dipolhälften eines Kreuzdipoles; nach Aufstellen des Standrohrs mit dem krönenden Mastkopf und Aufsetzen der Stahlrute für KML rastet man die einsteckbaren UKW-Dipolstücke ohne jedes Werkzeug schnell und sicher ein.

Bei den Lösungen anderer Firmen (u. a. von *Fuba*, Bild 6) sind durch Anziehen weniger Schrauben die Antennenelemente festzulegen. Auch die klappbar am Antennenkopf angebrachten UKW-Antennen von *Hirschmann* (Bild 5) sind sehr montagezeitparend aufgebaut.

Der KML-Übertrager ist meistens im Isolator der KML-Rute oder in dem besonderen Mastkopf eingebaut (bei *Siemens* im Standrohr). Die *Deutsche Elektronik* und *Engels* zum Beispiel verschalten ferner den Mastkopf schon fabrikmäßig fix und fertig, so daß ein einziges wegführendes Kabel auf dem Dachboden nur an den Verstärkereingängen oder an der Verteilerdose montiert zu werden braucht.

Die Fernsehantenne wird in den bekannten Ausführungen (siehe *FUNK-TECHNIK* Bd 12 (1957) Nr. 13, S. 430—440) zusätzlich am Standrohr angebracht. Sie läßt sich natürlich auf Wunsch auch neben der Grundantenne auf einem besonderen Mast anordnen. Als notwendige Abstände zwecks Verhinderung gegenseitiger Beeinflussungen der UKW- und der Fernsehantenne bzw. von FS-Antennen für verschiedene Kanäle oder Bänder hält man

(nach von *Kathrein* entlehnten Unterlagen) folgende Mindestabstände für zweckmäßig:

Antenne	Antenne	Mindestabstand
UKW	Band III	0,8 m
UKW	Band I	1,0 m
Band III	Band III	0,8 m
Band I	Band III	1,5 m

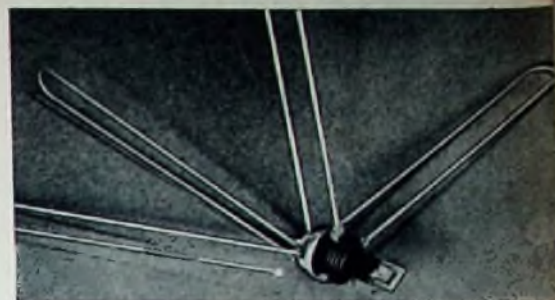


Bild 5. Gemeinschaftsantenne „Ant 400“ von Hirschmann mit aufklappbaren Faltdipolen



Bild 6. Antennenkopf von Fuba



Bild 7. Siemens-Antennenweiche „SAZ 761a“ zum Zusammenschalten von 3 FS-Antennen für Band III, einer Band-I-Antenne und einer UKW-Antenne

Anschaltung der Antennen an die Niederführung

Die Art der Anschaltung der Antennen an die Niederführung hängt in erster Linie von dem verwendeten Kabel ab. Acht Firmen (*Engels*, *Fuba*, *Kathrein*, *Schiewindt*, *Siemens*, *Telo*, *Trial*, *Wisi*) benutzen geschirmtes 60-Ohm-Koaxialkabel und zwei Firmen (*Deutsche Elektronik*, *Hirschmann*) geschirmtes symmetrisches 120-Ohm-Kabel. Die verhältnismäßig starke Verwendung von Koaxkabel erklärt sich aus den geringeren Dämpfungswerten dieses Kabels. Die Vertreter der Anwendung des geschirmten symmetrischen Kabels halten bei dieser Kabelart dagegen vor allem die vorhandene geringere Störkopplung bei von außen eindringenden Störungen für wertvoller als den geringen Nachteil der etwas stärkeren Dämpfung.

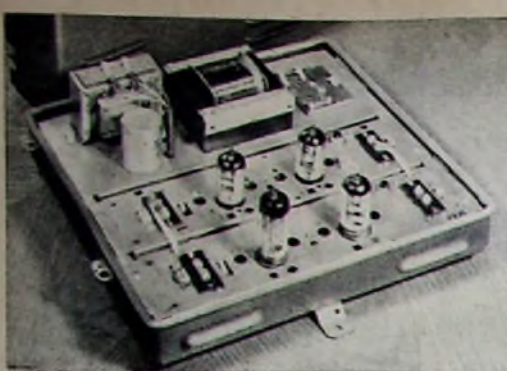


Bild 8. Zweistreifen-Verstärker für UKW und einen Kanal im Band III (Deutsche Elektronik)

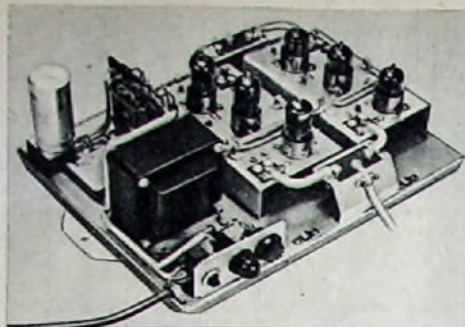


Bild 9. Grundchassis „710“ mit zwei Verstärkerstreifen (Engels)

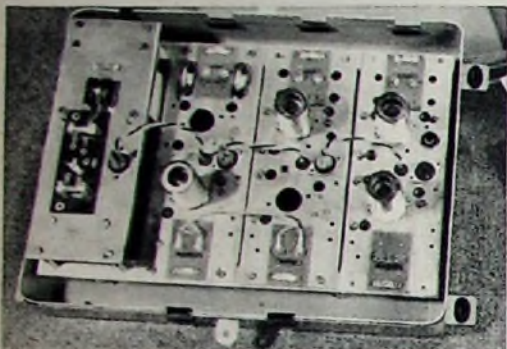


Bild 10. Antennenverstärker mit Einbaustreifen für UKML und für einen Fernseh-Kanal im Band III sowie für einen Kanal im Band I (Hirschmann)

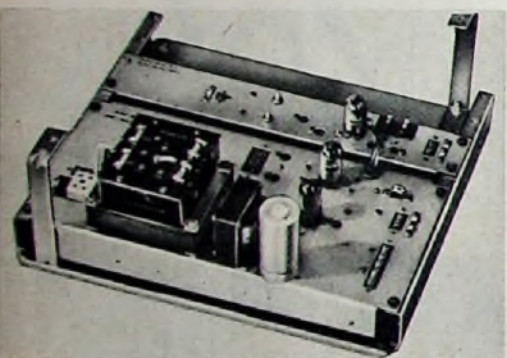


Bild 11. Verstärker „SAV 322 aW“ für UKML (bis 35 Teilnehmer) von Siemens

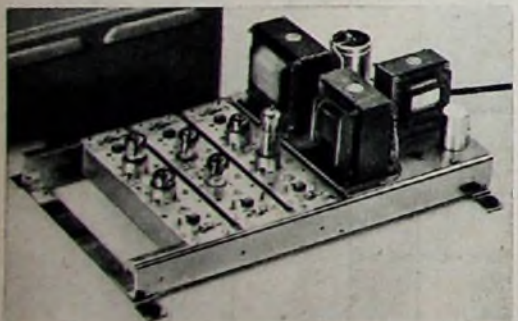
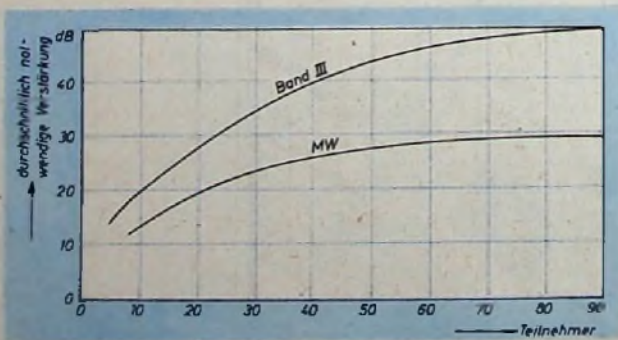


Bild 12 Verstärker „188 VN“ (Wisi)

Bild 13. Etwa erforderliche Verstärkung für Fernsehband III und Mittelwelle in Abhängigkeit von der Anzahl der an einer Gemeinschafts - Antennenanlage angeschlossenen Teilnehmer



Verstärker

In mittleren und größeren Anlagen ist eine zusätzliche Verstärkung der Nutzsparnungen stets erforderlich, um die verlangten Eingangssparnungen (s. Tab I) am Empfängereneingang zur Verfügung stellen zu können. So, wie die Sparnungen für die einzelnen Empfängerbereiche aber getrennt von den Antennen zur Verfügung gestellt werden, müssen sie auch getrennt (KML, UKW, Band I, Band III) verstärkt werden. In Anlagen, in denen eine Zusammenschaltung der Antennen bereits vor dem Verstärker erfolgte, dienen dann wiederum Weichen oder in die Verstärker eingebaute Umwegleitungen zur Trennung der Frequenzbereiche. Auch die Ausgänge der Verstärker sind stets genau nach Anweisung zusammenzuschalten.

Nun ist es durchaus nicht immer notwendig, in allen Bereichen gleichmäßig zu verstärken. Die richtige Projektierung muß sich auf die genaue Durchrechnung von Pegeldiagrammen stützen. Durch die Verstärkung soll die frequenzabhängige Dämpfung der Leitungen, die Zusatzdämpfung (hervorgeufen durch die Belastung des Teilnehmersnetzes mit den angeschalteten Empfängern) und die Anschlußdämpfung (Spannungsverlust durch Dämpfung in den Entkopplungsgliedern der Teilnehmeranschlüsse) wieder wettgemacht werden. Das Bild 13 kann nur eine rohe Übersicht über die notwendige Verstärkung geben; die tatsächlich in den Anlagen vorhandenen Verhältnisse lassen sich nicht so einfach durch die Anzahl der Teilnehmer ausdrücken. Die Kurven zeigen jedoch, daß es unwirtschaftlich wäre, für verschiedene große Anlagen in gleichem Maße verstärkende „Einheitsverstärker“ zu verwenden. Insbesondere für die Fernsehbereiche bauen alle Firmen deshalb mehrere Grundchassis. Im letzten Jahre wurden viele Verstärker weitgehend auf rauscharme Langlebröhren umgestellt, um den Abstand zwischen Rauschen und der Empfängereneingangsspannung recht groß zu halten.

Bestrebnngen zur Vereinfachung der zahlreichen Verstärkerausführungen sind in der jetzt weitgehenden Verwendung der Streifenbauweise sehr deutlich, erkennbar. In Normalgehäusen können dabei Streifen, die den Netzteil enthalten, mit in ihren Maßen einheitlich großen Verstärkerstreifen für die einzelnen Bereiche kombiniert werden. Aber es gibt auch Firmen (z. B. Kathrein), die konsequent jeden Verstärker weiterhin mit eigenem Netzteil ausrüsten und Montagerahmen für die Kombination der einzelnen Verstärkerstufen schufen. In den Fernsehbandern bringt seit einiger Zeit der stärker angewendete Breitbandverstärker für das ganze Band I oder III gewisse Erleichterungen.

Ganz kurz sei zum Verstärkerprogramm einiger Firmen erwähnt: Die Verstärker der Deutschen Elektronik fußen auf der Streifenbauweise und lassen sich vielseitig kombinieren; mit 4 Gehäusegrößen können Zusammenstellungen mit 1- oder 2-Röhren-Verstärkerstreifen durchgeführt werden. Engels hat zwei Grundchassis mit Netzteil, die sich ebenfalls mit einzelnen oder mehreren Verstärkerstreifen ausrüsten lassen. Auch Fuda führt außer Kleinverstärkern drei verschiedene große Verstärker in Streifenbauweise. Hirschmann hat zwei Gehäusegrößen mit einsetzbaren Streifen. Die Kathrein-Lösung wurde bereits erwähnt. Schniewindl neigt anscheinend mehr zum Verstärker mit eigenem Netzteil, obwohl dort der Kombinationsverstärker ebenfalls im Lieferprogramm steht. Siemens hat die Streifenbauweise sehr forciert und z. B. neue Einkanal- und Breitbandeinsätze für 35 bis 90 Teilnehmer zur Abrundung des Programms entwickelt. Telo bevorzugt auch bei der Streifenbauweise für Fernsehen Einkanalverstärker. Wisi ist bei den größeren Verstärkern ein Anhänger der Streifenbauweise.

Die mittleren und größeren Verstärker sollen zweckmäßigerweise ein Regelglied enthalten, mit dem man kontinuierlich oder in Stufen den Verstärkungsgrad einpegeln kann. Dies ist auch im Hinblick auf Innehaltung der Höchstspannungen am Empfängeranfang (Tab. I) wichtig. Zusätzlich einbaubare Sperrkreise am Verstärkereingang müssen bei sehr stark einfallenden Sendern ferner die Verstärker vor Übersteuerung schützen können.

Die Verteilung

Ausgangspunkt der Verteilungsanlage ist der Verstärkerausgang oder die nachfolgende Verteilungsdose (Verzweigungsdose). In dieser Dose werden die von den Verstärkerausgängen kommenden, in einem einzigen Kabel übertragene Spannungen mit Hilfe von Koppelgliedern (ohmsche Widerstände) ohne Stoßstellen in der jeweils gewünschten Weise auf mehrere oft zweckmäßige Stammlösungen aufgeteilt. Die Stammlösungen führen zu den Teilnehmerdosen. Am Ende einer Stammlösung wird in einer Enddose mit einem ohmschen Widerstand die Leitung mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen.

Die Wahl des jeweils günstigsten Verteilungssystems ist von der Gestaltung und der Größe der Anlage abhängig. Beim vielfach üblichen einfachen Durchschleifverfahren wird die Stammlösung immer durch die Teilnehmerdose hindurchgeschleift. Nach den mehrfach zitierten Rahmenbedingungen sind die Anschlußdosen beim Teilnehmer so anzuordnen, daß sich kurze Leitungslängen ergeben, um damit die HF-Verluste möglichst geringzuhalten. Ferner sollen die Anschlußdosen nur an durchgeschleifte Stammlösungen angeschlossen werden; Stichleitungen sind nur in Ausnahmefällen und unter Beachtung der Vorschriften der Hersteller zulässig.

Um allen möglichen Kombinationen des Verteilungssystems gerecht zu werden, bauen die Firmen Verteilerdosen für Aufputz- und Un-

terputz lassen sich auch noch an anderen Stellen der Stammlösungen sogenannte Prüf-dosen anbringen.

Nachdem nun das gesamte sehr breite Frequenzband gemeinsam auf einer Leitung (auf Putz, unter Putz oder im Putz verlegte geschirmte Koaxialleitung oder symmetrische Doppelleitung) verteilt wurde, muß es beim Teilnehmer wieder nach KML, UKW und Fernsehen aufgeteilt werden, damit die entsprechenden Empfängeranschlüsse ausschließlich die benötigten Empfangsfrequenzen erhalten. Auf keinen Fall dürfen sich dabei die an der Stammlösung parallel liegenden Teil-

wenden, ein anderes Gesicht. Es wird ein Stecker mit 2 Stiften benutzt. Die Deutsche Elektronik macht zudem die Stecker durch einen dritten rechteckigen Steckerstift unverwechselbar. Die Anschlußdose enthält hier bereits einen Teil der notwendigen Sperrglieder; die zugehörige Anschlußschnur für Tonrundfunk ist im übrigen in einem Teil als $\lambda/4$ -Leitung bemessen (auf die Mittelfrequenz des UKW-Bandes bezogen), die zusammen mit Saugkreisen die vom UKW-Oszillator herrührende Störungen von der Stammlösung sehr gut fernhält. Hirschmann spart bei seiner Lösung Symmetrierglieder, Koppelglieder.

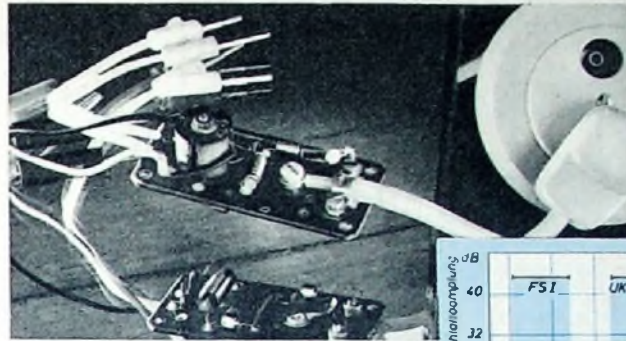


Bild 16. Die neue Anschlußschnur für UKW mit geöffnetem Empfängerübertrager (Oberansicht und Spiegelbild-Unteransicht) von Schiewindt u. Engels

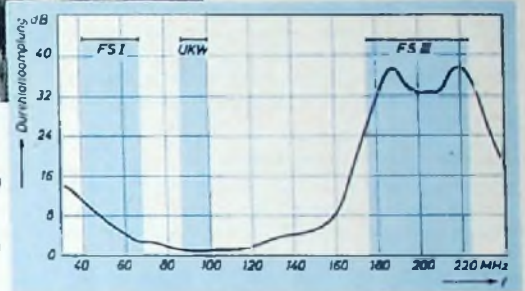
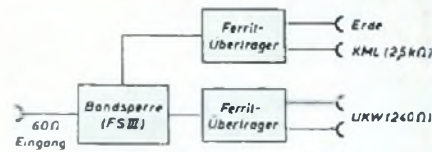


Bild 17 (unten). Durchgangsdämpfung des Empfängerübertragers für UKW von Engels

neranschlüsse gegenseitig beeinflussen. Die Anschlußdosen (auch als Antennenanschlußdosen, Teilnehmerdosen, Horstellendosen usw. bezeichnet) erhalten deshalb Entkopplungsglieder (im einfachsten Falle ohmsche Widerstände). Die Transformation des Anschlusses auf den richtigen Empfängeranfangswiderstand sowie die bei Verwendung von Koaxialleitungen in den UKW- und Fernsbereichen notwendige Symmetrierung erfolgt in einem besonderen Empfängerübertrager, den man gewöhnlich in eine Empfängeranschlußschnur einbaut. Die Empfängeranschlußschnur enthält zumeist noch Sperren für die Ausbiegung der unerwünschten Oberwellen des UKW-Oszillators.

Seit Jahren hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Hörrundfunkbereiche in einer gemeinsamen Antennenanschlußdose und einer gemeinsamen Anschlußschnur zusammenzufassen, während das Fernsehen eine zweite besondere Dose und Anschlußschnur erhält. Beide Dosen lassen sich zu einer Doppeldose zusammenfassen. Alle Firmen bauen sowohl Einzeldosen als auch Doppeldosen für Aufputz-, Unterputz- und Imputz-Montage. Konzentrische Verteilungsleitungen erfordern konzentrische Steckkontakte in der Anschlußdose und der Anschlußschnur. Die Dosen müssen deutlich mit ihrem Bereich beschriftet sein. Telo bietet auch eine Fernsehempfänger-Anschlußschnur an, deren Stecker als Adapter ausgeführt ist; sie ist besonders für eine nachträgliche Erweiterung von Telo-Anlagen auf Fernsehen geeignet (der Adapterstecker wird in die einzige Anschlußdose gesteckt und der Stecker der normalen Anschlußschnur für die Rundfunkbereiche in den Adapter). Durch Verwendung von Ferritübertragern und zusätzlichen Sperr- und Saugkreisen konnten die Firmen ihre Anlagen technisch so weit vervollkommen, daß die verlangte Sperrdämpfung von 40 dB für die Oberwelle des UKW-Oszillators absolut gesichert ist.

Anschlußdose und Empfängeranschlußschnur haben bei den Firmen, die symmetrische Leitungen ver-



Bild 18. UP-Antennensteckdose mit Anschlußkabeln für Rundfunk und Fernsehen (Deutsche Elektronik)

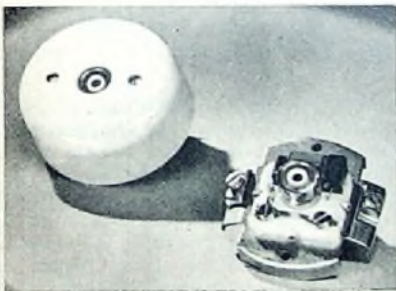


Bild 14. Rundfunkantennen-Steckdose in Aufputz-Ausführung (Siemens)

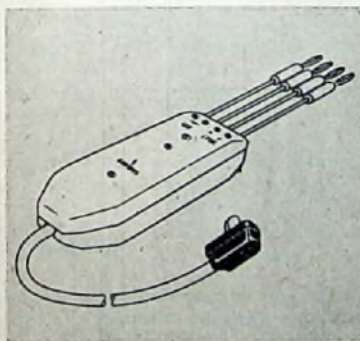


Bild 15. Empfängeranschlußschnur „SAZ 735 w“ für UKW und KML (Siemens)

terputz-Montage (verschiedentlich auch für Imputz-Montage) mit 2, 3 oder 4 Stammlösungsanschlüssen. Die Verteilerdose schafft auch eine Meß- und Trennmöglichkeit zur Prüfung der fertig erstellten Anlage. Für Kontroll-

Übertrager und alle Sperren werden bereits in die Hirschmann-Anschlußdosen eingebaut. Zur Not können hier also die Empfänger über jede mit Bananenstecker versehene Anschlußschnur mit der Anschlußdose verbunden werden.

*

Schon diese sehr gedrängten Darstellungen zeigen, daß ein gesichertes Ineinandergreifen aller Teile einer Gemeinschafts-Antennenanlage leider nur mit dem aufeinander abgestimmten Material ein und derselben Firma durchführbar ist. Nicht umsonst wurde diese wichtige Forderung deshalb in die Rahmenbedingungen aufgenommen. Wenn diese Voraussetzung aber erfüllt ist, dann ist die moderne Gemeinschafts-Antennenanlage ein vorbildliches Mittel, dem Teilnehmer den Empfang von Tonrundfunk und Fernsehrundfunk zu erleichtern. Es muß aber immer wieder betont werden, daß die der Errichtung vorausgehende Planung mit äußerster Sorgfalt zu erfolgen hat, um allen Teilnehmern möglichst gleiche Eingangsspannungen zu sichern. Nach Erstellung der Anlage soll die Prüfung in einem Prüf- und Übergabebericht niedergelegt werden, der die Grundlage für die spätere Wartung und die in etwa halbjährlichen oder jährlichen Abständen zu wiederholenden Überprüfungen bildet.

A. Jänicke

Der Bildpilot Prinzip und Schaltungstechnik

Auf fernsehtechnischem Gebiet gehört der von Schaub-Lorenz entwickelte „Bildpilot“, der im Fernsehgerät „853“ die Abstimmung mit Hilfe eines Anzeigebildes erleichtert, zu den vielbeachteten Neuerungen der letzten Zeit. Bei bisherigen Lösungen dieses für den Fernsehteilnehmer so wichtigen Problems wurde lediglich an ein Hell- bzw. Dunkelsteuern der Bildröhre oder an ein seitliches Verschieben des Bildes in Abhängigkeit von der Abstimmung gedacht. Das Entwicklungslabor von Schaub-Lorenz stellte sich zusätzlich die Aufgabe, dem Anzeigebild eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem Effekt des Magischen Auges im Rundfunkgerät zu geben.

Ferner kam es darauf an, das Anzeigebild in den normalen Bildinhalt zusätzlich einzublenden, ohne daß sich der Bildinhalt ändert, für eine symmetrische Lage zur Bildmitte zu sorgen und schließlich mit einer geringen Bildfläche auszukommen. Diese Voraussetzungen werden durch eine Anordnung erfüllt, die nach Bild 1 aus dem Impuls wandler, dem Impulsbreitenmodulator und dem Anzeigeverstärker besteht.

Grundsätzliche Wirkungsweise

Der Impuls wandler soll an Punkt D einen Dreiecksimpuls bereitstellen, und zwar mit einer Länge von etwa $4 \mu s$ am Fußpunkt und einer Phase, die hinsichtlich der Zeilenperiode in der Mitte liegt oder mit Hilfe eines Phasenschiebers auf Mitte gebracht werden kann. Zu diesem Zweck führt man dem Eingang A eine zeilenfrequente Wechselspannung beliebiger Kurvenform aus der Zeilenablenkschaltung zu, die man durch selektive Siebung in eine reine Sinusschwingung verwandelt. Sie wird nun durch einen Frequenzverdoppler in eine kommutierte Sinusspannung doppelter Zeilenfrequenz umgewandelt. Der gewünschte Dreiecksimpuls entsteht, wenn man die Kuppen dieses Spannungsverlaufs abschneidet. Die Frequenz des Dreiecksimpulses entspricht der doppelten Zeilenfrequenz. Es liegt daher jeweils ein Impuls in der Mitte des Zeilenhinlaufes und der nächste im Rücklauf.

Im weiteren Verlauf der Anordnung muß der Dreiecksimpuls Rechteckform erhalten, und die Breite dieses Rechteckimpulses soll in Abhängigkeit von der Abstimmung gesteuert werden.

Der Dreiecksimpuls hat an Punkt D negative Richtung; die Spitze weist nach unten. In dieser Polarität steuert man die Abschneidestufe an. An der Anode der Abschneidestufe steht dann ein Rechteckimpuls mit genügender Flankensteilheit zur Verfügung. Die Amplitude gestattet, die Bildröhre am Wehneltzylinder hell zu steuern. Auf dem Bildschirm wird dann in der Mitte des Bildes ein heller

Streifen nach Bild 2 sichtbar. Eine unerwünschte Hellsteuerung würde durch den im Zeilenrücklauf liegenden Impuls entstehen. Dieser störende Impuls läßt sich jedoch durch Addition der hinter dem Grundwellensieb des Impulswandlers vorhandenen zeilenfrequenten



Bild 2 Senkrechter Anzeigestreifen

Sinusspannung zu der im Frequenzverdoppler gebildeten kommutierten Sinusspannung unterdrücken.

Gelangt nun zum Dreiecksimpuls (Bild 3a) am Verstärkereingang des Impulsbreitenmodulators eine negative Gleichspannung ΔU_M (Bild 3b), dann wird die Röhre der Verstärkerstufe des Impulsbreitenmodulators mehr oder weniger geöffnet. Dementsprechend ist der Impuls am Ausgang dieser Röhre schmaler oder breiter. Da nun dieser (jetzt negative) Dreiecksimpuls nach Bild 4 die Abschneidestufe steuert, sind schließlich auch die Fußpunkte der Rechteckimpulse, die die Signalbreite auf dem Bildschirm bestimmen, entsprechend schmaler oder breiter.

Die Verschiebespannung ΔU_M ist eine von der jeweiligen Abstimmung des Fernsehempfängers abhängige Gleichspannung, die im Anzeigeverstärker erzeugt wird und mit der das Anzeigeelement (hier also die Bildröhre selbst) genauso wie zum Beispiel das Magische Auge des Rundfunkgerätes gesteuert wird. Beim Fernsehempfänger kann man zum Gewinnen der negativen Gleichspannung ΔU_M einen auf die Zwischenfrequenz des Bild- oder Tonträgers abgestimmten selektiven Verstärker mit nachgeschaltetem Gleichrichter benutzen. Die Genauigkeit und Empfindlichkeit der Abstimmungsanzeige ist von der Bandbreite dieses Verstärkers abhängig.

Die Ablesegenauigkeit läßt sich nun weiter vergrößern, wenn man der Anzeigemarke auf der Bildröhre nicht die Gestalt eines hellen Streifens, sondern nach Bild 5 die Form eines spitzen Keiles gibt. Die Empfindlichkeit wird im Verhältnis h/g größer. Eine Keilform gemäß Bild 5 entsteht, wenn man noch zusätzlich eine aus der Bildablenkschaltung abgeleitete sägezahnförmige Wechselspannung über Anschluß C' (Bild 1) am Verstärkereingang des Impulsbreitenmodulators der Verschiebespannung hinzufügt. Nunmehr ist das Anzeigee-

signal hinsichtlich Impulsbreite eine mit der Gleichspannung und einer bildfrequenten Sägezahnspannung modulierte Impulsreihe.

Schaltungseinzelheiten

Der Impuls wandler besteht nach Bild 6 aus dem auf die Zeilenfrequenz abgestimmten Schwingkreis C 1, T 1 und dem Frequenzverdoppler mit den beiden Dioden D 1 und D 2, die je eine Halbwelle der zeilenfrequenten Sinusspannung (in negativer Richtung) passieren lassen. Am Arbeitswiderstand R 1 liegt dann eine kommutierte Sinusspannung dop-

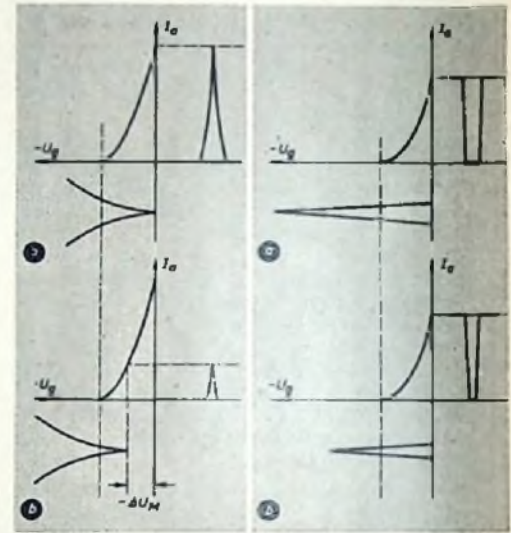


Bild 3 (links) Der Impuls wird schmaler oder breiter, je nachdem zum Dreiecksimpuls eine Gleichspannung ΔU_M gelangt. Bild 4 (rechts) Die Umwandlung der Dreieckimpulse in Rechteckimpulse

pelter Zeilenfrequenz. Gleichzeitig ist der Schwingkreis Siebglied und Phasenschieber. Die Phasenlage kann durch Verstimmen aus der Resonanzlage eingestellt werden. (Die Frequenzverdopplung erspart eine kostspielige Laufzeitverzögerung, auf die man nicht verzichten könnte, wenn das in Bildmitte erscheinende Anzeigesignal aus einer Impulsreihe mit einfacher Zeilenfrequenz gebildet würde.) Ferner addiert man nun zu der an R 1 abfallenden kommutierten Sinusspannung die bildfrequente Sägezahnspannung (Anschluß C'). Das kombinierte Signal steuert Rö 2 vom Anfang des Bildhinlaufes (also in der ersten

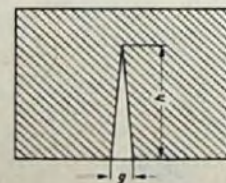


Bild 5 Keilförmige Abstimmungsanzeige

Zeile) kurzzeitig und später immer länger auf. Rö 2 wird am Ende des Hinlaufes (also in der letzten Bildzelle) für eine Dauer von beispielsweise etwa $4 \mu s$ geöffnet. Der Zeitpunkt der Öffnung ist durch die Phasenlage der kommutierten Wechselspannung gegeben und liegt — wie bereits erwähnt — jeweils etwa in der Mitte von Hin- und Rücklauf der Zeilenablenkung. Die zuerst kurze und dann längere Öffnungszeit ist auf die Dreieckform der Impulse zurückzuführen. Mit Hilfe der

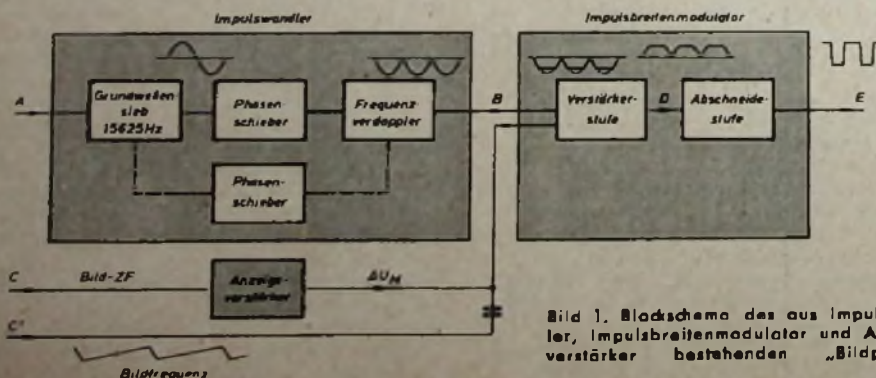


Bild 1. Blockscha des aus Impuls wandler, Impulsbreitenmodulator und Anzeigeverstärker bestehenden „Bildpiloten“

Prinzip und Ausführung von Sende-Empfangsweichen für Radargeräte

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 19, S. 659

4. Aufbau der Nulloden

4.1 Nulloden ohne Resonanzkreis

Bild 16 zeigt schematisch eine Nullode, die als TR- und als ATR-Röhre eingesetzt werden kann. In einem gasgefüllten Glasrohr G stehen sich zwei kegelförmige Elektroden E_1 und E_2 gegenüber, die in flachen Scheiben enden, die durch den Glaskolben nach außen geführt sind. Dadurch kann die Röhre in einen Hohlraumresonator so eingebaut werden, daß sich die Elektroden an einer Stelle maximaler Feldstärke befinden. Das ist notwendig, um ein gutes Zünden der Röhre zu gewährleisten. Bei Anwendung als ATR-Röhre wird der Hohlraumresonator durch Schlitze, Schleifen oder kapazitive Antennen an die Hauptleitung angekoppelt und bildet dann den dritten Arm des Sechspols I im Bild 14. Der Hohlraumresonator ist so auszuführen, daß durch seine geometrischen Dimensionen der Kurzschluß bei ungezündeter Röhre in die zur Entkopplung notwendige Bezugsebene fällt. Die Gasentladung zwischen den Elektroden verstimmt den Resonanzkreis und verschiebt den Kurzschluß elektrisch in die zur Anpassung erforderliche Bezugsebene.

Wird eine solche Röhre als TR-Röhre eingesetzt, dann muß der Hohlraumresonator so ausgebildet werden, daß er, in die Leitung 3' eingebaut, als Bandpaß für die Arbeitsfrequenz wirkt, diese also ungehindert passieren läßt. Die während des Sendeimpulses gezündete Gasentladungsstrecke verschiebt dann die Resonanzfrequenz des Hohlraumes, so daß nunmehr die Arbeitsfrequenz im Sperrbereich liegt und alle Energie reflektiert wird.

Es ist offensichtlich, daß die richtige Dimensionierung der Hohlraumresonatoren die Hauptaufgabe bei der Konstruktion eines mit Nulloden dieser Art bestückten Duplexers darstellt. Man wird deshalb die Resonatoren auch so ausbilden, daß sie in einem gewissen Bereich von außen abgestimmt werden können. Das ist nicht nur notwendig um Fertigungstoleranzen auszugleichen, sondern auch um bei einem Wechsel der Arbeitsfrequenz eine Abstimmung des Duplexers vornehmen zu können, da derartige Resonanzräume immer einen sehr hohen Gütefaktor aufweisen.

Die zur Verkleinerung der Impulsspitze erforderliche Vorionisierung erfolgt mit einer Hilfelektrode H (Bild 16), die im Inneren des an der Spitze offenen Kegels angebracht ist. Eine Spannung zwischen Kegel und Hilfelektrode hält hier außerhalb des für die Hochfrequenz wirksamen Raumes eine Gasentladung aufrecht und bildet somit eine Ionenquelle. Der einsetzende HF-Sendeimpuls findet also schon eine gewisse Anzahl von Ionen vor, und die Gasentladung kann sich schneller voll aufbauen. Die beschriebene Nullode eignet sich sowohl zum Einsatz in Koaxial- als auch in Hohlleitersystemen.

4.2 Nulloden mit Resonanzkreis als Hohlleiterelemente
Moderne Nulloden sind meistens als Hohlleiterelemente ausgebildet. Die gewünschten Transformationseigenschaften werden vom

Röhrenhersteller realisiert, der auch für die einzelnen Schallröhren die Art des Einbaus genau vorschreibt. Dadurch wird die Konstruktion eines Duplexers verhältnismäßig einfach.

4.2) ATR-Röhren

ATR-Röhren mit Resonanzkreis bestehen im allgemeinen aus einem etwa $\lambda/4$ langen, am Ende kurzgeschlossenen Leitungsglied, dessen Vorderseite über ein Fenster F an die Hauptleitung angeschlossen wird (Bild 17). Das Fenster ist mit einer eingeschmolzenen Glaswand versehen, um den mit Gas gefüllten Hohlraum hermetisch zu verschließen. Derartige Fenster haben das Verhalten eines Parallelresonanzkreises. Da dieser Kreis bei nicht gezündeter ATR-Röhre $\lambda/4$ von der Hinterwand (der Kurzschlußebene) entfernt liegt, ist hier eine besonders hohe Feldstärke zu erwarten. Der Bogen wird sich also beim Einsetzen des Sendeimpulses über dem Fenster ausbilden. Dadurch verlagert sich die Kurzschlußebene von der hinteren Wand der Röhre in die Ebene des Fensters.

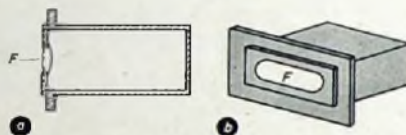


Bild 17. ATR-Röhre als Hohlleiterelement; a = Schnitt, b = Ansicht

Baut man die Röhre so in den Hohlleiterzug ein, daß das Fenster in der Ebene der breiten Hohlleitersseite liegt, dann kann man sich anschaulich vorstellen, daß die Entladungsstrecke die aufgetrennte Hohlrohrwand schließt und die Energie unbehindert vorbeifließen kann. Bei nicht gezündeter Röhre liegt jedoch — wegen des um $\lambda/4$ verschobenen Kurzschlusses — am Fenster die Impedanz Unendlich. Da eine an der Breitseite eines Hohlleiters angebrachte Leitung einer Serienschaltung entspricht, ist nunmehr die Leitung an dieser Stelle unterbrochen, und alle Energie wird reflektiert. Diese ATR-Röhren werden nur als fest abgestimmte Kreise kleiner Güte ausgeführt.

Die vorliegende Darstellung gibt natürlich nur ein grobes Bild der Vorgänge. Zu ihrer genaueren Erfassung muß man auf die exakte Theorie der Hohlleiter zurückgreifen.

4.22 TR-Röhren

Auch bei den TR-Röhren hat die fest abgestimmte Breitbandröhre andere Ausführungen weitgehend verdrängt. Wie bereits erwähnt, läßt sich die Breitbandigkeit durch Kombination mehrerer Resonanzkreise erreichen. Diese Resonanzkreise werden durch 2... 3 Blenden B realisiert, die in den die TR-Röhre bildenden Hohlleiter eingebaut sind (Bild 18). Die Größe und die Form der Fenster und Stifte sowie der Abstand der Blenden beein-

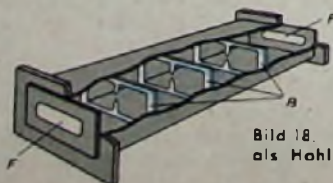


Bild 18. Die TR-Röhre als Hohlleiterelement

flussen die Bandpaßcharakteristik der TR-Röhre. Die Röhrenden sind durch eingeschmolzene Glasfenster F verschlossen. Im Inneren eines Stiftes der von der Verbindungsleitung zwischen Sender und Antenne am weitesten entfernten Blende ist eine Elektrode zur Vorionisierung angebracht, um ein sauberes Durchzünden der Röhre zu erreichen. Die durch eine Glimmstrecke hindurchtretende Energie genügt nicht, um die anderen Strecken zum Zünden zu bringen, sie würde aber den Kristalldetektor noch zerstören. So erfolgt aber die Zündung der Röhre von hinten nach vorn. Dadurch ist eine hinreichende Schutzwirkung gewährleistet.

Die TR-Röhre wird so montiert, daß das Glasfenster in der Breitseite des Hohlleiters liegt und der Bogen die Hohlrohrwand gewissermaßen schließt. Dadurch ist die ungehinderte Übertragung der Sendeenergie gewährleistet, und der Empfänger wird durch die hintereinanderliegenden Entladungsstrecken wirksam geschützt. Bei ungezündeter Röhre kann die Empfangsenergie wegen der Bandpaßcharakteristik der TR-Röhre diese ungehindert durchlaufen, während die ATR-Röhre die Abtrennung des Senders bewirkt. Um einen reflexionsfreien Übergang von der Antennenleitung zur Empfängerleitung zu erreichen, muß der richtige Abstand von ATR- und TR-Röhre eingehalten werden.

4.3 Gasentladung

Vor der Beschreibung der Ausführungsformen von Duplexern soll kurz auf die Vorgänge bei der Gasentladung eingegangen werden. An die Schallröhren sind folgende Forderungen zu stellen:

1. Kurze Ionisierungszeit zur Reduzierung der Anfangsspitze (spike).
2. kleine Brennspannung zur Reduzierung der folgenden Durchtrittsarbeit (flat-leakage Energie).
3. kurze Entionisierungszeit und
4. hinreichende Lebensdauer.

Diese Forderungen sind teilweise gegensätzlicher Natur, und man muß daher Kompromißlösungen anstreben.

Zunächst sei festgestellt, daß bei einer HF-Entladung im Gegensatz zur Gleichstromentladung die freien Elektronen Energieträger sind, da nur Elektronen mit ihrer kleinen Masse dem schnell wechselnden Feld folgen können. Die ungleich schwereren Ionen bleiben praktisch unbeweglich. Stöße zwischen Ionen lösen aus ihnen Sekundärelektronen aus und erhalten so die Entladung aufrecht [8]. Da die Elektronen die Energieträger sind, müssen bei der Entionisierung die freien Elektronen verschwinden. Das kann durch Diffusion oder durch Wiedervereinigung mit anderen Ionen oder Molekülen erfolgen. Selbst wenn durch die Wiedervereinigung eines Elektrons mit einem neutralen Molekül ein negatives Ion entsteht, muß man hier von einer Entionisierung sprechen, da ein Energieträger verschwunden ist. Für diesen Entionisierungsprozeß haben sich zweiatomige Moleküle als besser geeignet erwiesen als einatomige. Da einatomige Gase jedoch niedrigere Brennspannungen als zweiatomige haben, sind in dieser Hinsicht einatomige Gase vorzuziehen. Hier ist also ein Kompromiß zu finden.

Um die Ionisierungszeit klein zu halten, ist es günstig, wenn vor dem Einsetzen des Sendepulses schon hinreichend viele Elektronen vorhanden sind. Diese Elektronen werden — wie bereits erwähnt — durch eine Gleichstromentladung erzeugt. Die Gleichstromentladung bewirkt aber gleichzeitig eine Zerlegung zweiseitiger Gase in zwei Ionen, von denen sich eines z. B. mit den Metallwänden des Hohlraumes verbinden kann. Dadurch nimmt aber die Gasfüllung mit der Zeit ab, und die Röhre wird unbrauchbar. Es muß also auch hier ein Kompromiß gefunden werden, um eine genügende Vorionisierung bei ausreichender Lebensdauer sicherzustellen.

Es hat sich herausgestellt, daß Sperröhren am besten mit einem Gemisch von Wasserdampf und Wasserstoff bei gleichen Partialdrücken und einem Totaldruck von 10...30 mm Hg arbeiten. Der Strom der Vorionisierung soll in der Größenordnung von einigen hundert μ A liegen.

5. Ausführungsformen von Duplexern

Mit den zuletzt beschriebenen Sperröhren bestückte Duplexer bestehen nur aus dem Antenne und Sender verbindenden Hohlleiter, an dessen Seiten die Sperrröhren mit Flanschen befestigt sind. Der Abstand zwischen der ATR- und der TR-Röhre liegt in der Größenordnung von $\lambda/4$, wenn beide Röhren auf der Breitseite (oder beide auf der Schmalseite) angebracht sind. Andernfalls ist ihr Abstand etwa $\lambda/2$. Die genauen Abstände müssen aber in jedem Falle meßtechnisch ermittelt werden. Bild 19 zeigt die Ausführung eines Duplexers für das X-Band ($\lambda \approx 3$ cm) und Bild 20 einen Duplexer für das S-Band ($\lambda \approx 10$ cm).

6. Duplexer ohne Sperrröhren

Während man die bisher besprochenen Duplexer nur für impulsgetastete Hochleistungsanlagen benutzen kann, da zum Zünden der Sperrröhren bestimmte Mindestleistungen

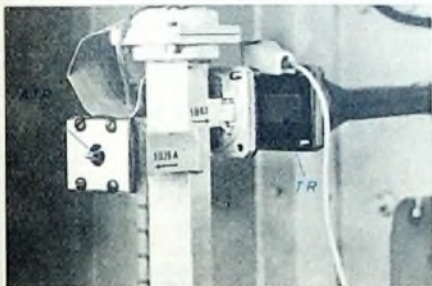


Bild 19. Duplexer für das X-Band ($\lambda \approx 3$ cm) des Präzisions-Anflug-Radars „RAR-2“ (Telefunken)

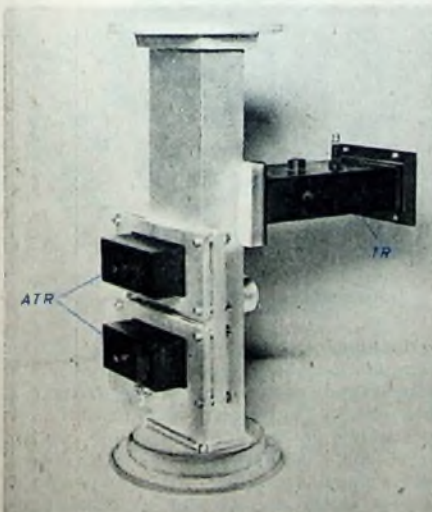


Bild 20. Duplexer für das S-Band ($\lambda \approx 10$ cm) des Flughafen-Rundblick-Radars „ASR-3“ (Telefunken)

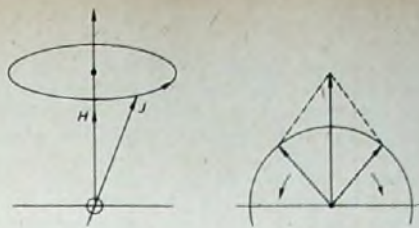


Bild 21 (links): Präzession eines Elektrons beim Anlegen eines konstanten Magnetfeldes. Bild 22 (rechts): Zerlegung einer linear polarisierten Welle in zwei zirkular polarisierte Wellen

benötigt werden, lassen sich mit Ferriten nichtreziproke Schaltungen aufbauen, die auch bei kleinen Leistungen und Dauerstrichanlagen als Duplexer Verwendung finden können. Das nichtreziproke Verhalten, d. h. die Abhängigkeit der Übertragungseigenschaften von der Durchlaufrichtung der elektromagnetischen Welle, ist physikalisch auf die Wechselwirkung zwischen den Feldvektoren der elektromagnetischen Welle und den Spinnmomenten der Ferritelektronen zu erklären [9].

Unter Spinnmoment versteht man das magnetische Moment J , das die Elektronen infolge ihrer Eigenrotation haben. Beim Anlegen eines äußeren, konstanten Magnetfeldes H treten Kräfte auf, die bestrebt sind, die Spinnmomente in die Richtung des konstanten Feldes auszurichten. Das Elektron führt daher, ähnlich wie ein Kreisel, eine Präzessionsbewegung aus (Larmor-Präzession, Bild 21), die beim Fehlen eines Wechselfeldes stark gedämpft ist und daher sehr schnell abklingt. Durch einen gleichsinnig und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit umlaufenden magnetischen Vektor wird jedoch die Präzessionsbewegung stark beeinflusst, während ein gegensinnig umlaufender Feldvektor keine Wirkung auf das Elektron ausübt.

Ein umlaufender magnetischer Feldvektor ist bei zirkular polarisierten Wellen vorhanden. Wegen der verschiedenartigen Beeinflussung wird also eine rechtspolarisierte Welle in einem Ferrit andere Ausbreitungsbedingungen vorfinden als eine linkspolarisierte, d. h., die effektive Permeabilitätskonstante ist für beide Wellen verschieden, und daher unterscheiden sich auch ihre Ausbreitungsgeschwindigkeiten.

Jede linear polarisierte Welle läßt sich als Summe zweier zirkular polarisierten Wellen mit entgegengesetztem Drehsinn darstellen (Bild 22). Beim Durchgang einer linear polarisierten Welle durch einen Ferritblock breiten sich die zirkular polarisierten Komponenten mit verschiedener Geschwindigkeit aus, und ihre relative Phasenlage ändert sich. Das bedeutet aber, daß sich die Polarisationsebene der linear polarisierten Welle fortlaufend dreht (Faraday-Rotation). Man kann also durch geeignete Formgebung der Ferrite eine Drehung der Polarisationsebene um einen bestimmten Winkel erzeugen. Eine derartige Drehung könnte man zwar auch mit einem verwundenen Hohlleiter (Twist) erreichen, jedoch besteht der wesentliche Unterschied, daß beim Anwenden eines Twist die Polarisationsebene für jede Durchlaufrichtung gleichsinnig gedreht wird, während bei einem Ferrit der Drehsinn von der Laufrichtung der Welle abhängt (Bild 23). Da bei rechteckigen Hohlleitern die Polarisationsebene durch die geometrische Form festgelegt ist, müssen für solche Anordnungen runde Hohlleiter verwendet werden.

Dieses Verhalten der Ferrite kann man jedoch auch in rechteckigen Hohlleitern ausnutzen. Durch den Einbau von Ferritstreifen parallel zu den Schmalseiten läßt sich eine Feldverdrängung und dadurch eine Trennung von hinlaufender und rücklaufender Welle er-

reichen [10] (Bild 24). Besonders interessant ist der sogenannte Zirkulator, dessen Schaltsymbol (Bild 25) seine Eigenschaft zum Ausdruck bringt, daß eine in a einfallende Welle nur in b wieder austritt, eine in b einfallende nur nach c läuft und so fort. Ausführungen von Zirkulatoren sind im Bild 26 schematisch dargestellt.

Im Zirkulator nach Bild 26a macht man von der Tatsache Gebrauch, daß der dominante H_{11} -Typ im zylindrischen Hohlleiter nicht kreissymmetrisch ist. Der Verlauf der elektrischen Feldlinien ist für horizontale Polarisation in die vordere Schnittfläche des Hohlleiters eingezeichnet. Da die Feldlinien parallel zur Schmalseite des Hohlleiters a liegen, wird hier Energie eingekoppelt. Dagegen kann keine Energie nach c übertragen werden. Legt man nun zwischen die Hohlleiterpaare a, c und b, d , die um 45° gegeneinander verdreht sind, einen Faraday-Rotator, der die Polarisationsebene gleichfalls um 45° dreht, dann hat diese Anordnung die Eigenschaften eines Zirkulators.

Anders arbeitet der Zirkulator nach Bild 26b. Die in a eintretende Welle wird auf die linke

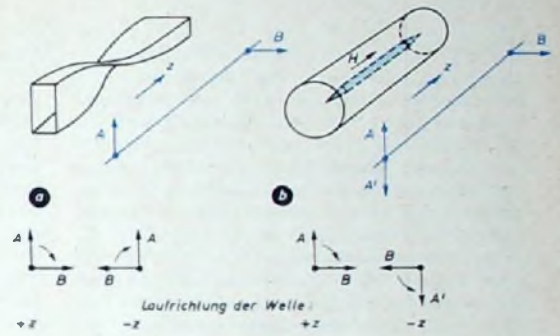


Bild 23. Drehung der Polarisationsebene beim Twist (a) und beim Faraday-Rotator (b)

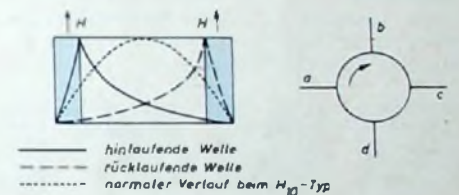


Bild 24 (links): Feldverdrängung im Rechteck-Hohlleiter mit Ferritstreifen. Bild 25 (rechts): Schaltsymbol für den Zirkulator

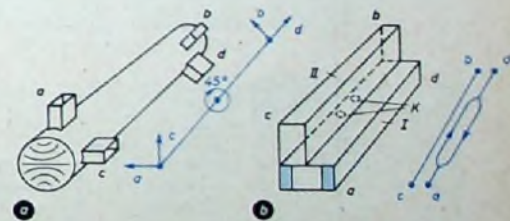


Bild 26. Zirkulatoren unter Ausnutzung der Faraday-Rotation (a) und der Feldverdrängung (b)

Seite gedrängt und gelangt durch die Koppelöcher K in den Hohlleiter II . Die Kopplung ist so ausgeführt, daß der Hohlleiter II die gesamte Energie übernimmt und diese nicht ihre Laufrichtung ändert. Sie wird also in b austreten. Die in b einfallende Energie kann nicht auf I übertragen werden, da sich hier nur eine Welle in entgegengesetzter Richtung ausbreiten kann. Deshalb tritt sie in c aus. Von c wird wiederum alle Energie nach d übertragen, und von d aus durchläuft sie ungehindert den Hohlleiter I nach a . Außer vierarmigen Zirkulatoren lassen sich auch solche mit drei Armen bauen. Ein derartiger Zirkulator läßt sich sofort als Du-

plexer einsetzen. Denkt man sich an den Arm *a* den Sender, an *b* die Antenne und an *c* den Empfänger angeschlossen, so kann die Sendeenergie von *a* nur nach *b* in die Antenne gelangen, während das Empfangssignal nur von *b* nach *c* in den Empfänger geleitet wird.

Da die Schutzwirkung von Zirkulatoren bis zu 80 dB sein kann, ist mit einer solchen Anordnung der simultane Sende- und Empfangsbetrieb mit einer Antenne möglich. Das ist besonders wichtig für Dauerstrichanlagen, die bisher stets mit zwei getrennten Antennen arbeiten mußten.

Trotz der hohen Entkopplung durch den Zirkulator gelangt aber immer ein gewisser Prozentsatz der Sendeenergie, der wegen der Fehlanpassung der Antenne stets reflektiert

wird, in den Empfänger. Während das z. B. beim Dopplerradar zum Frequenzvergleich sogar erwünscht ist, sind Zirkulatoren bei Hochleistungsanlagen daher nicht direkt anwendbar. Da dieses Gebiet sich jedoch noch in der Entwicklung befindet, ist es möglich, daß auch noch Bauelemente mit Ferriten geschaffen werden können, z. B. mit impulsgetasteten Magnetfeldern, die zum Einsatz in Impulsradaranlagen hoher Leistung geeignet sind.

Schrifttum

- [9] Hogan, C. I.: The elements of nonreciprocal microwave devices. Proc. Inst. Radio Engrs. Bd. 44 (1956) Nr. 10, S. 1345—1368
- [10] Kales, M. L.: Topics in guided-wave propagation in magnetized ferrites. Proc. Inst. Radio Engrs. Bd. 44 (1956) Nr. 10, S. 1403—1409

W. W. DIEFENBACH

Elektroakustik im Theater

Seit die Wiedergabequalität moderner Übertragungsanlagen auch von musikalisch Anspruchsvollen anerkannt wird, bestehen keine Bedenken mehr, die Elektroakustik auch in den Dienst von Oper und Theater zu stellen. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielseitig und besonders interessant, wenn es sich um die Wiedergabe von Bühneneffekten, musikalischen Untermauern usw. handelt. Der folgende Übersichtsbericht geht vorwiegend auf diese Betriebsart ein und deutet die übrigen Übertragungsmöglichkeiten nur kurz an, soweit es für das Gesamtverständnis von Vorteil ist.

Allgemeines

Einen Überblick über die Anwendung der Elektroakustik im Theater gibt Bild 1. Die sogenannte „direkte Übertragung“ stellt alle

Stücken vorkommen — man denke nur an die Geisterchöre im „Faust“. Auf die Anwesenheit des Sprechers oder Chores kann der Regisseur verzichten, wenn er für diese Übertragungen ein Magnetongerät verwendet. Auch die sogenannte Bühnenmusik, die sich hinter der Szene abspielt, läßt sich bequem durch elektroakustische Übertragungen ersetzen. Die Vorzüge dieses Verfahrens sind jedoch nicht nur wirtschaftlicher Art. Durch die Tonbandübertragung stehen weitere Raumreserven zur Verfügung, die die Bühne durch den Verzicht auf Musiker, Pulte und Instrumente gewinnt. Im Bild 1 ist die zuletzt besprochene Methode mit „Ton-Konserve“ bezeichnet.

Außer Magnetongernäten findet man häufig Schallplatten-Abspielgeräte in hochwertiger Spezialausführung, vor allem für die Wiedergabe von Geräuschen. Gerade bei der Geräuschübertragung ist die Ela-Anlage im Theater unentbehrlich geworden, denn es können alle vom Regisseur verlangten Lautstärkenanancen vom leisesten Ton bis zum lautesten Donner naturgetreu wiedergegeben werden.

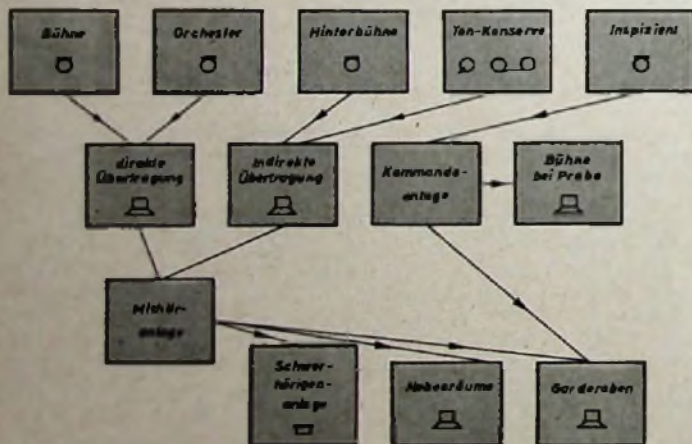


Bild 1. Blockdiagramm einer Ela-Zentrale für Theaterbetriebe

Bild 2. Einteiliger Abspiel Tisch „Ela T 5“ der Telalunken GmbH



Das elektroakustische Gesamtgeschehen wird gleichzeitig auf die Mithöranlage übertragen, zu der Kopfhörer für die Schwerhörigenanlage sowie Lautsprecher in zahlreichen Nebenräumen des Theaters und in den Garderoben gehören. Die Gesamtanlage enthält ferner verschiedene Nebeneinrichtungen für Ruf- und Befehlsanlagen. Besonders nützlich erweisen sich Sprechverbindungen zu den Garderoben und von der Regiezone zur Bühne (für Proben).

Spezial-Abspielmaschinen

Für alle Ela-Einrichtungen, die Bühneneffekte übertragen, gilt die Forderung nach Studioqualität. Aus diesem Grunde wurden von verschiedenen Herstellern spezielle Schallplatten-Abspielmaschinen geschaffen. Einen einteiligen Abspiel Tisch von Telalunken („Ela T 5“) mit der Studio-Abspielmaschine „EMT 927 A“ zeigt Bild 2.

Höhere Ansprüche erfüllt eine zweiteilige Schallplatten-Abspielmaschine mit zwei Studio-Abspielmaschinen „EMT 930“ (Bild 3) der Firma W. Franz KG, die eine direkte Programmproduktion mit Fernsteuerung vom Regieraum aus bei silbengenauem und zeitpräzisiertem Toneinsatz gestattet. Für die Wiedergabe fortlaufender Schallereignisse können die Geräte synchronisiert werden. Zum Antrieb dient ein selbstanlaufender Einphasen-Synchronmotor, dessen Drehfeld durch Betriebskondensator und Phasenabgleichwiderstand homogenisiert ist, um beste Laufruhe zu erhalten. Die — entsprechend den drei Drehzahlen 78, 45 und 33 1/3 U/min — dreiteilig gestufte Antriebswelle treibt über ein Zwischenrad mit gealterter und präzise geschliffener Spezialgummiauflage den Hauptplattenteller am Innenrand an. Bei ausgeschalteter Maschine liegt dieses Zwischenrad automatisch frei zwischen Plattenteller und gestufter Antriebswelle, um Beschädigungen der Lauffläche durch Eindruckstellen zu vermeiden. Durch Heben oder Senken wird das Zwischenrad mit der der Drehzahl entsprechenden Stufe der Antriebswelle in kraftschlüssige Berührung gebracht. Diese Einrichtungen sind in einem stabilen Schaltschloß vereinigt, das sich über zwei Knebel von der Frontplatte aus betätigen läßt. Der untere Knebel hat die drei Schaltstellungen „Maschine aus“, „Maschine ein“ und „Betrieb“. In der Stellung „Maschine ein“ werden der Hauptschalter und dadurch der Verstärker und die Nebeneinrichtungen eingeschaltet. Das Aufleuchten der Stroboskoplampe zeigt die Betriebsbereitschaft an. Beim Übergang in die Betriebsstellung wird zunächst die mechanische



Bild 3. Ansicht der Schallplatten-Abspielmaschine „EMT 930“ (W. Franz KG)

Verbindung zwischen Antriebswelle und Plattenteller durch das Zwischenrad hergestellt und anschließend der Motor eingeschaltet. Der obere Knebel gestattet das Wählen der drei Drehzahlen. In der Betriebsstellung des unteren Knebels ist der obere jedoch verriegelt, um ein Beschädigen des Zwischenrades zu vermeiden. Durch die Art der Kraftübertragung ergibt sich ein sehr kleiner Schlupf, den man durch eine am Hauptlager angebrachte Fein-

Einrichtungen dar, die für die akustische Verbesserung und bessere Hörbarkeit von Darstellern und Orchester bestimmt sind. Mit dieser Anlage können Stimmen verstärkt, Orchesterbesetzungen verbessert, schallschwache Platzgruppen im Saal hörbarer gemacht und große Räume ausreichend beschallt werden. Die „indirekte Übertragung“ kann Sprache, Gesang, Musik und Geräusche umfassen. Im Gegensatz zur direkten Übertragung ist dabei die Schallquelle selbst unsichtbar.

Die Bezeichnung „Hinterbühne“ gilt für die Übertragung aller Schallvorgänge, die hinter der Szene stattfinden. Es handelt sich hier z. B. um die Stimmen von nicht sichtbaren Personen oder „Geistern“, wie sie in vielen

bremse zur präzisen Justierung der Drehzahl ausnutzt.

Die Maschine ist auf einem schweren, verrippten Chassis aufgebaut, unter dem ein Rahmen aus Winkelprofilen angebracht ist, der zum Schutz der Maschine und ihrer Bauelemente dient. Das Chassis trägt das Hauptlager für den Hauptplattenteller, das als Gleitlager ausgebildet ist; den Vertikaldruck nimmt eine Druckkugellagerung auf. Der Hauptplattenteller besteht aus sorgfältig gelaltertem und getempertem Silumin-Gamma-Guß und wird auf die Hauptwelle aufgeschraubt. Auf diesem Hauptteller liegt der eigentliche Plattenaufsetzteller aus Plexiglas, dessen überstehender Rand drei Stroboskop-teilungen für 78, 45 und 33 1/3 U/min trägt, die eine Glühlampe von unten beleuchtet.

Weitere Feinheiten dieser hochwertigen Abspielrichtung sind die elektromagnetische Bremse und die Aufsetzeinrichtung für den Tonabnehmer. Die Bremse läßt sich über einen Federchalter mit den drei Stellungen „Bremse frei“, „Bremse angezogen“ und „Fernbedie-

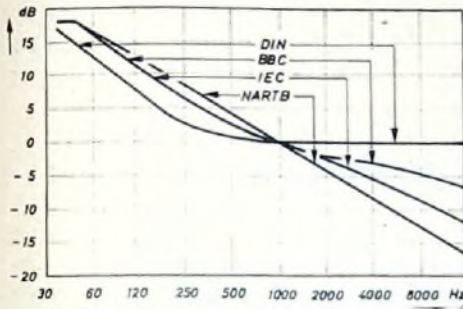


Bild 4 (oben). Frequenzgang des Entzerrerverstärkers

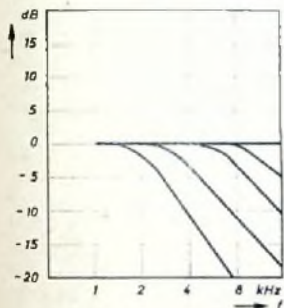


Bild 5. Nadelgeräuschfilter-Frequenzgang

nung“ steuern. Die ersten beiden Stellungen dieses Schalters sind gegenüber der dritten verriegelt, um ein unbeabsichtigtes Verstellen unmöglich zu machen. Praktisch ist ferner die mechanische Hebe- und Senkeinrichtung für den Tonabnehmer, die Platte und Abtastorgan vor Beschädigungen schützt. Das verwendete dynamische Tonabnehmersystem („EMT-Ortolon“) hat eine Eigenresonanz von etwa 18 Hz. Die obere Grenzfrequenz liegt im allgemeinen je nach Plattenmaterial oberhalb 15 kHz. Der Entzerrerverstärker gestattet eine Entzerrung der Höhen und Tiefen nach DIN, BBC, IEC und NARTB, die während des Betriebes ohne störende Schaltgeräusche eingestellt werden kann. Das Nadelgeräuschfilter läßt sich zwischen 15 und 2 kHz Grenzfrequenz regeln. Die Bilder 4 und 5 zeigen die Frequenzgänge des Entzerrers und des Nadelgeräuschfilters.

Nachhall-Erzeugungsgeräte

Mit Nachhall kann man wirkungsvolle Effekte erreichen. In vielen Theatern ist es schon aus räumlichen Gründen unmöglich, einen Echo-raum einzurichten. Hier kommt den Nachhallanlagen, in denen der Nachhall künstlich erzeugt wird, große Bedeutung zu. Über die Nachhallanlage von Philips, die nach dem Magnettonprinzip arbeitet, wurde bereits berichtet¹⁾.

1) Nachhall-Apparatur „EI 6910“. FUNK-TECHNIK Bd. 11 (1956) Nr. 16, S. 474

Das Nachhallgerät der W. Franz KG (Bild 6) verwendet eine große, dünne, dämpfungsfrei aufgehängte Stahlplatte, die durch ein Erregersystem in Biegeschwingungen versetzt wird. Die Schallabstrahlung, die die eigentliche Dämpfung der Platte darstellt und die die maximale Nachhallzeit begrenzt, ist jedoch erheblich geringer als bei einer dicken Platte. Die Dämpfung des Materials und andere Einflüsse spielen eine wesentlich geringere Rolle

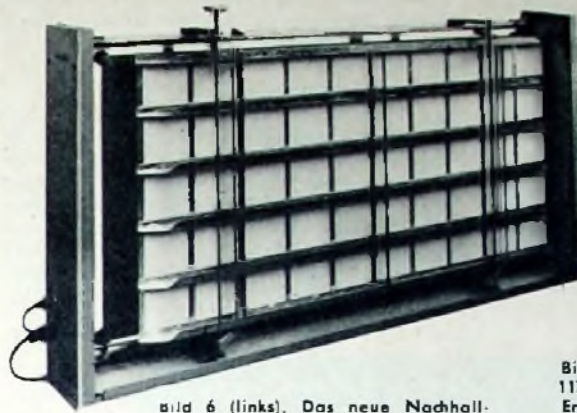


Bild 6 (links). Das neue Nachhall-Erzeugungsgerät der W. Franz KG

Stahlplatte (Abmessungen 1x2 m) sind in zweckmäßiger Weise ein dynamisches Erregersystem und ein piezoelektrisches Körperschallmikrofon angeschweißt. Die gesamte Einrichtung einschließlich des zugehörigen Verstärkers ist in ein massives Gehäuse eingebaut.

Stimmtongeber

Wieweit die Elektroakustik heute den Ablauf von musikalischen Veranstaltungen zu

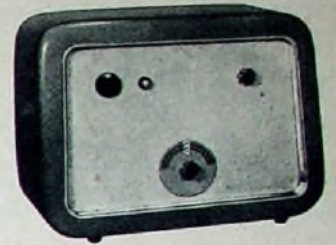


Bild 7 (rechts). Der Stimmtongeber „EMT 117“ enthält einen 440-Hz-Generator mit Endverstärker und Lautsprecher und kann auf einem Stativ aufgestellt werden

Als Folge der zweidimensionalen Ausbreitung der Biegewellen und ihrer geringen Geschwindigkeit erhält man bei der gegebenen Fläche und Dicke der Platte eine Dichte der Spektren, die bei tiefen Frequenzen wesentlich größer, bei mittleren und hohen Frequenzen etwa ebenso groß wie bei Nachhallräumen üblicher Größe ist. Die Biegeschwingungen der Platte werden durch ein Körperschallmikrofon aufgenommen, in einem mit dem Aufnahmeverstärker kombinierten Wiedergabeverstärker verstärkt und mit geeignetem Pegel zusätzlich in den Modulationskanal eingespeist. Wenn man der schwingenden Metallplatte eine poröse Dämpfungsplatte mehr oder weniger nähert, kann man die Dämpfung in weiten Grenzen ändern und die Nachhallzeit variieren. Bei Hallräumen ist eine so einfache Variation der Nachhallzeit nicht möglich.

Einige Vorzüge des Nachhallgerätes sind die verminderte Schallabstrahlung und -aufnahme, die Unterbringung in einem geschlossenen Kasten und die gute Körperschalldämmung gegen jeglichen Störschall. Wegen des geringen Platzbedarfes könnte man auch mehrere Geräte nebeneinander aufstellen, ohne gegenseitige Störungen befürchten zu müssen.

Das Gerät hat einen Frequenzbereich von 30 Hz ... 12 kHz. An geeigneten Punkten der

fördern vermag, beweist auch der für das Ein- und Nachstimmen von Orchestern herausgebrachte Stimmtongeber „EMT 117“ (Bild 7). Er besteht aus einem hochkonstanten Tongenerator für 440 Hz, dessen frequenzbestimmende Bauteile in einem Dewar-Gefäß vor schnellen Temperaturschwankungen geschützt sind und an den über eine Endstufe ein Lautsprecher angeschlossen ist. Zwischen Generatorausgang und Verstärkereingang liegt ein Verzerrer, der dem abgestrahlten Stimmtönen den Klangcharakter einer Oboe gibt. Dieses üblicherweise zum Einstimmen benutzte Instrument ist dem Orchester vertraut, und die Beibehaltung seines Klangcharakters scheint daher besonders geeignet zu sein, gefühlsmäßige Rückwirkungen zu vermeiden. Mit einem Wahlschalter läßt sich die Tonhöhe zwischen 435 und 445 Hz in festen Stufen von je 1 Hz verändern und das Gerät dadurch an abweichende Stimmungen anpassen.

Moderne Gesamtanlagen

Von den in letzter Zeit bekanntgewordenen Ela-Theateranlagen ist die der Wiener Staatsoper eine der vielseitigsten. Die eingebauten Geräte erreichen Studioqualität und erfassen einen Wiedergabebereich von 30 ... 15 000 Hz. Die Verstärker haben geringen Klirrfaktor und



Bild 8. Tonleitstand der Geräuschkulle der Staatsoper in Wien

eine Fremdspannung von 1 : 1000 (60 dB). Mit der Geräuschkulissenanlage können über den Tonleittisch drei verschiedene Programme gleichzeitig übertragen werden. Diese Teilanlage besteht aus zwei Magnetongeräten mit Bandgeschwindigkeiten von 76 und 38 cm/s und einem Studioplattenspieler, den man vom Tonleittisch aus in Betrieb setzen kann.

Mit einem hochwertigen Kontrollautsprecher können die Darbietungen auf der Bühne im Regieraum abgehört werden. Öffnet man das Fenster des Regieraumes, dann hat der Tonmeister optisch und akustisch den gleichen Eindruck wie ein Theaterbesucher auf einem guten Platz im Zuschauerraum. Zur Geräuschkulissenanlage gehört ferner ein Verstärker-gestell, das acht Verstärker von 100 und 35 Watt Leistung enthält. Der Ausgang dieser Verstärker ist an zwei große Gleitschienenverteiler geführt, mit denen sich 20 Lautsprecherkreise anschalten lassen. Sehr viele Mikrofonanschlüsse ermöglichen Übertragungen aus allen Teilen des Gebäudes. Rundfunk und

Fernsehen können diese Anschlüsse gleichfalls benutzen. Die ankommenden Mikrofonleitungen werden über einen Mikrofonverteiler mit Vorwahl der benötigten Mikrofone und anderer NF-Spannungsquellen (z. B. Magnetongeräte und Plattenspieler) zum Tonleittisch geführt. Der Tonleittisch hat neun Einzelregler und drei Summenregler, die den drei Programmstraßen zugeordnet sind. Über die erste Programmstraße kann z. B. eine Geräuschkulisse übertragen werden. Gleichzeitig ist eine zweite Übertragung in einen anderen Raum des Hauses möglich, während über die dritte Programmstraße ein Nachhallereffekt in das Bühnengeschehen eingeblendet wird.

Der Tonleitstand der elektroakustischen Geräuschkulissenanlage (Bild 8) befindet sich im technischen Regieraum über der großen Mittelloge. In einem daneben liegenden kleineren Raum können sich der Regisseur, der technische Direktor und der Beleuchtungsinspektor aufhalten und während der Vorstellung oder bei einer Probe über den Kommandolautspre-

cher Anweisungen erteilen. Damit ist ein Idealzustand erreicht worden, denn die Anlage gestattet eine akustische Kontrolle, läßt einen direkten Blick zur Bühne zu und ist mit Einrichtungen ausgestattet, die dem modernsten Stand der Studioteknik entsprechen.

In Deutschland hat z. B. das neue Opernhaus in Köln eine gleichfalls von Siemens erstellte elektroakustische Anlage, deren Herzstück ein Regie- und Mischpult mit insgesamt 12 Übertragungskanälen ist. Wie im Studio eines Rundfunkhauses sind auch hier alle Einrichtungen und Geräte vorhanden, die zur hochwertigen Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe von Tonerlebnissen nötig sind. Besonders akustische Effekte lassen sich mit 25 im Zuschauerraum und 24 im Bühnenhaus angebrachten Lautsprechern erreichen. Durch eine Automatik ist es bei diesem Teil der Anlage beispielsweise möglich, den Schall in verschiedenen Richtungen durch den Raum wandern zu lassen, und zwar vor und hinter der Bühne.

G. CLAUS

Elektrische Messung nichtelektrischer Größen

Dehnungsmeßstreifen-Technik

DK 531.781.2 621.317.39

Grundlagen

Für den elektrischen Widerstand eines Drahtes mit der Länge l und dem Querschnitt q gilt die Beziehung

$$R = \frac{\rho l}{q}$$

in der die Materialkonstante ρ den spezifischen Widerstand angibt. Wird ein solcher Draht einer mechanischen Dehnung ausgesetzt, dann ändert sich sein elektrischer Widerstand. Die dabei auftretenden physikalischen Vorgänge sind schwer zu übersehen und noch nicht bis in alle Einzelheiten geklärt. Im wesentlichen beruht die Widerstandsänderung auf einer Veränderung der Abmessungen des Drahtes durch die Dehnung und auf einer Beeinflussung des spezifischen Widerstandes ρ , der eine Funktion der mechanischen Spannungen im Werkstoff ist. Von besonderer Bedeutung für die Eignung des Dehnungsverfahrens zu Meßzwecken ist, daß sich die obengenannten Einflüsse so überlagern, daß bei verschiedenen Metallen die relative Widerstandsänderung eines Drahtes in einem bestimmten Bereich seiner mechanischen Dehnung direkt proportional ist. Es gilt also

$$\frac{\Delta R}{R} = k \epsilon = k \frac{\Delta l}{l} \quad (1)$$

Der Faktor k , der sogenannte Empfindlichkeitsfaktor, oft auch nur k -Faktor genannt, hängt vom Widerstandsmaterial ab. Meistens verwendet man aus noch zu erläuternden Gründen Konstantan (CuNi-Legierung, $k \approx 2$) und Iso-Elastic (FeNi-Legierung, $k = 3,6$). Der Proportionalitätsbereich zwischen Dehnung und Widerstandsänderung ist materialabhängig; mit Konstantan lassen sich bei gleichbleibendem k sowohl im Bereich elastischer Dehnung, in dem die Dehnung der mechanischen Spannung proportional ist (Hookesches

Gesetz, $\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E}$; σ = Spannung, E =

Elastizitätsmodul), als auch im daran anschließenden Bereich plastischer Dehnung Messungen durchführen. In Sonderfällen kann man mit Spezialanordnungen Dehnungen bis zu fast 6%, allerdings mit verringerter Genauigkeit, messen; im allgemeinen liegen die mit üb-

lichen Dehnungsmeßstreifen (DMS) erfaßbaren Dehnungen jedoch bei einigen 0/100.

In der Dehnungsmeßtechnik hat sich die Einheit „Mikrodehnung“ (MD) eingeführt. 1 MD entspricht der Verlängerung einer Strecke um $\frac{1}{1.000.000}$ ihrer ursprünglichen Länge; mit DMS kann man also Dehnungen im Bereich von fünf bis zu einigen zehntausend MD messen.

Aufbau der DMS

Dehnungsmeßstreifen bestehen aus dem eigentlichen Meßdraht, der Dehnungen durch Änderungen seines Widerstandes anzeigt, und einem Trägermaterial, das die Aufgabe hat, die Bewegung der zu untersuchenden Materialprobe auf die Meßdrähte zu übertragen, sie dabei elektrisch zu isolieren und einen Schutz gegen mechanische Beschädigungen zu bieten. Die Herstellung der Streifen erfolgt in der Weise, daß entweder ein mäanderförmig gespannter dünner Draht oder eine flachgedrückte Spirale mit einem Spezialkitt (Nitrozellulose o. ä.) auf einen Träger (Papier) aufgekittet wird oder aber die entsprechenden Muster wie bei gedruckten Schaltungen auf eine Kunststoffolie aufgebracht werden. Mit derartigen „gedruckten“ Streifen lassen sich im allgemeinen größere Dehnungen messen. Durch geeignete Formgebung kann man sie

unabhängig von Querdehnungen machen und durch ausradierbare Segmente einen Feinabgleich des Widerstandswertes erreichen. Im Bild 1 sind verschiedene Ausführungsformen von Dehnungsmeßstreifen dargestellt. Die Widerstände gebräuchlicher Streifen liegen zwischen 50 Ohm und 3 kOhm, wobei eine gewisse Bevorzugung der Werte 120 Ohm und 600 Ohm zu erkennen ist.

Die Verbindung der Meßstreifen mit dem Meßobjekt erfolgt durch Aufkleben oder -kiten. Der Aufklebevorgang ist entscheidend für die Qualität der Messung. Je nach dem Aufbau des aufzuklebenden Streifens werden verschiedene Killypen verwendet, für die die Hersteller genaue Gebrauchsanweisungen herausgeben. Für Folienmeßstreifen benutzt man entweder kalt polymerisierende Kunstharzkitte (unter Zusatz eines Härters) oder Kitte auf Phenolbasis, die jedoch zum Aushärten einen „Backvorgang“ bei Temperaturen von etwa 120°C benötigen. Für die auf Papierbasis aufgebauten DMS finden Spezialkitte (meistens auf Nitrozellulosebasis) Verwendung. Allen Aufklebetechniken ist gemeinsam, daß dem eigentlichen Klebevorgang eine sorgfältige Säuberung der Klebestelle vorausgehen hat. Nach der mechanischen und chemischen Säuberung, die mit geeigneten Lösungsmitteln, wie Aceton, Tetrachlorkohlenstoff o. ä., vorzunehmen ist, darf die Klebestelle nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Bei sehr glatten oder polierten Oberflächen empfiehlt sich ein Aufrauen mit Schmirgelpapier oder die Verwendung eines besonderen Haftgrundes. Ein ordnungsgemäß aufgeklebter Dehnungsmeßstreifen läßt sich nicht mehr ohne Zerstörung ablösen. Bei sehr großen Dehnungen ($\epsilon > 0,5\%$) ist die Kraftübertragung zwischen Papiergrundlage und Meßdraht unsicher. In solchen Fällen lassen sich ungeschützte Streifen, bei denen die Meßdrähte frei liegen, umgekehrt (Drähte dem Meßobjekt zugekehrt) aufkleben, so daß die Dehnungen nicht mehr durch die Papiergrundlage übertragen werden.

Nach dem Aufkleben sind die Anschlußdrähte sorgfältig anzulöten und in geeigneter Weise festzulegen. Der Dehnungsmeßstreifen muß abschließend nach sorgfältiger Trocknung (elektrisch trockenheizen!) noch einen Schutz

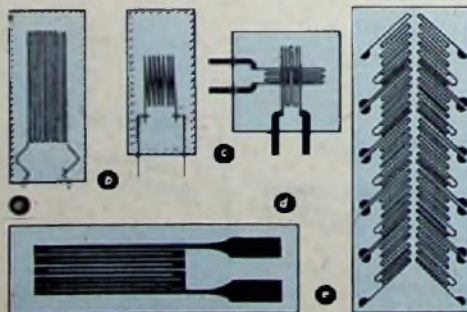


Bild 1. Ausführungsformen von Dehnungsmeßstreifen; a = ebener Spanndraht, b = flachgedrückte Spirale, c = Meßstreifengruppe zur Dehnungsmessung in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen, d = Folienmeßstreifen mit Abgleichsegmenten

gegen Feuchtigkeit erhalten. Für kurzzeitige Messungen hat sich ein Überzug von Vaseline bewährt; bei längeren Meßzeiten und als Schutz gegen starke Feuchtigkeitsangriffe kommen Blenenwachs oder spezielle Überzugslacke zur Verwendung. Es lassen sich auch besondere Gummi-Abdeckkappen, die noch eine Tasche zur Unterbringung eines Trockenmittels (Silicagel) enthalten können, aufkleben. Zur Kontrolle der ordnungsgemäßen Aufbringung ist es erforderlich, den Widerstand des Streifens sowie seinen Isolationswiderstand gegen das Meßobjekt zu messen. Der Widerstand des Streifens darf nicht mehr als 1...2% von dem Wert vor der Aufbringung abweichen. Sind die Abweichungen größer, dann ist mit einer Beschädigung des DMS zu rechnen und dieser durch einen neuen zu ersetzen. Der Isolationswiderstand zwischen Streifen und Meßobjekt soll 50...5000 MOhm sein. Der untere Wert ist aber nur für kurzzeitige dynamische Messungen zulässig; als Mindestwert für statische Messungen sind 300 MOhm anzusehen.

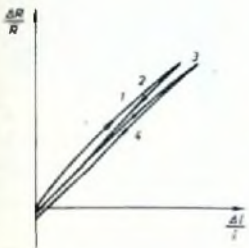


Bild 2. Widerstandsverlauf eines DMS bei mehrmaliger Belastung (Alterung)

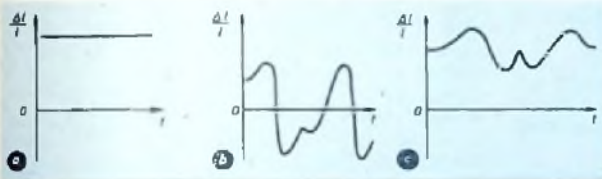


Bild 3 (oben). a = statische Messung, b = dynamische Messung, c = statisch-dynamische Messung

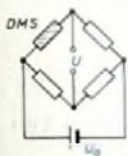


Bild 4. Brückenschaltung zur Messung geringer Widerstandsänderungen mit großer Genauigkeit

Nach dem Aufkleben unterliegen die Streifen noch einer gewissen Alterung (Bild 2). Erst nachdem der Meßbereich etwa 5mal durchgelaufen wurde, sind die Meßwerte als genügend konstant anzusehen. Sorgfältig aufgeklebte und gegen Feuchtigkeit geschützte DMS sind nach dieser Alterung viele Monate lang bei praktisch unbegrenzter Anzahl von Lastwechseln brauchbar.

Messungen mit DMS

Man unterscheidet drei Arten von Messungen, die einen unterschiedlichen apparativen Aufwand erfordern: statische Messungen, dynamische Messungen und statisch-dynamische Messungen (Bild 3).

Bei statischen und quasistatischen Messungen ändert sich die Meßgröße während des Meßvorganges nicht oder nur sehr langsam (0,1...0,2 Hz). Nach Gl. (1) treten bei Dehnungen von 5...10.000 MD Widerstandsänderungen von 10^{-3} ...2% auf, die mit einer Genauigkeit von 0,1...0,2% anzuzeigen sind. So geringe Widerstandsänderungen lassen sich nur mit Hilfe eines Brücken- oder Kompensationsverfahrens messen. Für eine Brückenschaltung nach Bild 4, die einen DMS enthält, gilt die Beziehung

$$U = U_0 \frac{\Delta R}{4R} = U_0 \frac{k}{4} \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

Diese Formel gilt unter der Voraussetzung, daß alle vier Brückenarme vor Einleitung der mechanischen Dehnung gleich waren und in der Brückendiagonale kein Strom fließt. Es ist möglich, die Brückenausgangsspannung nach entsprechender Verstärkung zu messen (Ausschlagverfahren) oder durch entsprechende Veränderung der inneren Brückenwiderstände die Brücke wieder auf Nullausgang des Anzeigeelementes abzugleichen (Kompensationsverfahren¹⁾). Die Brückenausgangsspannung ist der Dehnung direkt proportional; als Maßstabfaktoren treten der Empfindlichkeitsfaktor k der Streifen und die Brückenspeisepannung U_0 auf. Letztere läßt sich jedoch nicht beliebig erhöhen, da der Speisestrom die DMS erwärmt. Der Meßstrom der Streifen liegt bei etwa 10 mA; bei einem Streifenwiderstand von 600 Ohm entspricht das einer Brückenspeisepannung von 12 V, so daß man mit einer Ausgangsspannung von etwa 60 μ V bei einer Dehnung von 10 MD rechnen kann. Diese geringe Gleichspannung läßt sich zwar mit entsprechenden Galvanometern ohne Schwierigkeiten messen, jedoch ist der Einsatz von Labormeißgeräten unter relativ rauen Betriebsbedingungen nicht empfehlenswert.

Als Ausweg bietet sich eine elektronische Verstärkung der Brückenausgangsspannung an. Eine stabile und betriebssichere Verstärkung so kleiner Gleichspannungen auf elektronischem Wege beherrscht man aber immer noch nicht hinreichend gut. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten sind vor allem in Drifterscheinungen der Verstärker zu suchen. Unter Drift versteht man ein durch die galvanische Kopplung bedingtes „Weglaufen“ der Arbeitspunkte der einzelnen Stufen, das sich in dem Auftreten einer Ausgangsspannung auch bei kurzgeschlossenem Eingang des Verstärkers äußert²⁾. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, wird die Brücke nicht mit Gleichspannung, sondern mit Wechselspannung gespeist.

Das erfordert aber einen Abgleich der Schalt- und Leitungskapazitäten (Bild 5), der um so wichtiger ist, je höher die Speisefrequenz ist. Man verwendet Tonfrequenz von 50 Hz bis etwa 25 kHz. Als Ausgangsspannung der Brückenschaltung nach Bild 5 ergibt sich dann ebenfalls eine Wechselspannung, die leicht verstärkt werden kann. Dabei tritt jedoch die Schwierigkeit auf, daß man nicht mehr sofort auf das Vorzeichen der Bewegungsrichtung



Bild 5. Wechselstrom-Brückenschaltung mit Temperaturkompensationsstreifen

(Dehnung oder Stauchung), das bei einer Gleichstromspeisung aus dem Vorzeichen des Galvanometerauschlages unmittelbar hervorgeht, schließen kann. Bei Wechselstromspeisung ändert sich die Phasenlage der Brückenausgangsspannung um 180°, wenn die Brücke von der negativen zur positiven Seite verstimmmt wird (Bild 6). Da bei einer Anzeige durch ein Röhrevoltmeter beiden Ausgangs-

spannungen ein positiver Ausschlag des Meßinstrumentes entsprechen würde, vergleicht man die (verstärkte) Brückenausgangsspannung mit der Speisepannung in einer phasenabhängigen Gleichrichterschaltung (Bild 7). Die vier Gleichrichter des Ringmodulators sind als Schalter aufzufassen, die durch die Brückenspeisepannung gesteuert werden. Während der positiven Halbwelle der Vergleichsspannung leiten die Gleichrichter der oberen Brückenhälfte. Dadurch erhält der Punkt A praktisch Erdpotential, wenn der Spannungsabfall an den Gleichrichtern und den Symmetriewiderständen R_0 vernachlässigbar ist. Die

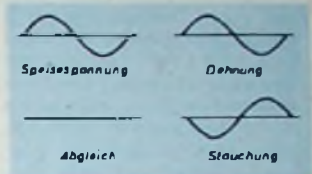


Bild 6. Spannungsverlauf bei der Schaltung nach Bild 5

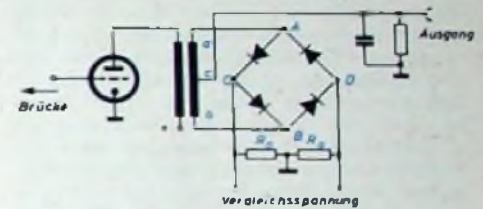


Bild 7. Phasenabhängige Gleichrichterschaltung

Ausgangsspannung ist je nach der Polarität des Punktes c (Mittelabgriff am Transformator) positiv oder negativ. Während der negativen Halbwelle der Vergleichsspannung erhält Punkt B Erdpotential. Da sich inzwischen auch die Stromrichtung im Transformator umgekehrt hat, bleibt das Vorzeichen der Ausgangsspannung erhalten. Die Schaltung wirkt als phasempfindlicher Vollweg-Gleichrichter und ergibt eine Aussage über das Vorzeichen der Bewegungsrichtung des Meßobjektes.

Für die praktische Durchführung von Messungen sind wegen der geringen Widerstandsänderungen noch Zusatzbedingungen zu beachten. Der Widerstand des DMS hängt nicht nur von der mechanischen Dehnung, sondern auch, wie bei jedem Leiter, von der Temperatur ab. Obwohl der Temperaturbeiwert von Konstantan sehr gering ist ($\alpha_{\text{Konstantan}} = 5 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$), entspricht eine Temperaturänderung von 1°C einer Dehnung von 25 MD; bei Iso-Elastic ($\alpha_{\text{Iso-Elastic}} \approx 250 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$) entspräche eine Temperaturänderung von 1°C einer Dehnung von etwa 700 MD. Einen Ausgleich für den störenden Temperaturgang des Meßstreifens erhält man, wenn man in den gegenüberliegenden Zweig der Meßbrücke einen gleichen DMS schaltet, der keiner mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, aber die gleiche Temperatur wie der aktive Streifen hat (Bild 5). Der Temperatureausgleichstreifen muß daher entweder an einer Stelle des Meßobjektes angebracht werden, die keiner Verformung unterliegt, oder aber auf einem Stück des gleichen Materials, das in die Nähe der Meßstelle gebracht wird und so deren Temperaturschwankungen mitmacht. Gibt es am Prüfkörper zwei Stellen, deren Dehnungen bis auf das Vorzeichen einander gleich sind (z. B. Dehnung an der Oberseite und betragsgleiche Stauchung an der Unterseite eines gebogenen Balkens), dann lassen sich zwei aktive Streifen verwenden, d. h., der Temperatureausgleichstreifen nimmt an der mechanischen Bewegung teil. Die Empfindlichkeit der Brücke wird dadurch verdoppelt. Ebenso kann man Brücken mit vier aktiven DMS aufbauen (Bild 8), deren Empfindlichkeit sich gegenüber der einfachen

¹⁾ Claus, G.: Wegmessungen. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 19, S. 663-664

²⁾ In den letzten Jahren wurden Gleichspannungsverstärker entwickelt, bei denen diese Schwierigkeiten dadurch vermieden werden, daß die Meßgleichspannung mechanisch, elektrisch oder photoelektrisch zerhackt und so in eine Wechselspannung umgesetzt wird. Auf die Wechselspannungsverstärkung folgte dann eine phasenabhängige Gleichrichtung.

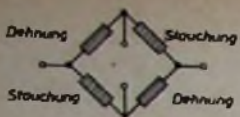


Bild 8. Eine Schaltung mit vier aktiven DMS

Schaltung nach Bild 4 vervierfacht. Dabei ist auf die richtige Schaltung der Streifen zu achten.

Neben dem Temperatenausgleich ist auch auf gute Leitungsverbindungen zu achten. Allgemein gilt, daß Übergangswiderstände, die durch Klemm- oder Steckverbindungen dargestellt werden und sich zeitlich ändern können, klein gegen die geringsten Widerstandsänderungen des DMS bei mechanischer Belastung bleiben müssen. Bei einem DMS von 600 Ohm, $k = 2$ und einer Dehnung von 5 MD müssen die Übergangswiderstände also klein gegen $5 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 10^{-6} \text{ Ohm} = 6 \text{ mOhm}$ sein. Läßt sich diese Forderung nicht erfüllen, dann sind Spezialschaltungen erforderlich.

Der Widerstand der Meßleitungen selbst darf groß sein, solange alle Adern dieselbe Temperatur haben und keine zusätzlichen Fehler durch ihren hohen Temperaturkoeffizienten ($\alpha_{C_0} = 4 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{C}$) auftreten können. Daher ist die Verwendung mehradriger Kabel zu empfehlen, da Temperaturunterschiede von 2°C zwischen den beiden Adern einer Kupferleitung von 20 m Länge und 1 mm² Querschnitt bereits eine Widerstandsänderung von 2,7 mOhm ergeben. Das entspricht bei einem 120-Ohm-Streifen einer Dehnung von 11,4 MD. Bei Beachtung dieser Bedingungen beeinflußt der Leitungswiderstand in erster Linie den k -Faktor der Streifen, da er zwar den Gesamtwiderstand des Brückenarmes erhöht, bei Dehnung aber unverändert bleibt. Für die Änderung des k -Faktors durch einen konstanten Vorwiderstand ergibt die Rechnung

$$k' \approx k \left(1 - \frac{R_v}{R_b} \right)$$

Darin sind R_v = Vorwiderstand und R_b = Widerstand des DMS. Ebenso verkleinert auch ein (hochohmiger) Parallelwiderstand R_p zum DMS den k -Faktor. Hierfür gilt die Formel

$$k' \approx k \left(1 - \frac{R_p}{R_b} \right)$$

Durch einen niederohmigen Serien- oder hochohmigen Parallelwiderstand läßt sich also ein bestimmter k -Faktor, der kleiner als der ursprüngliche k -Faktor des Streifens ist, einstellen. Vor allem verwendet man feste Vor- oder Nebenwiderstände aber zum Ausgleich der Toleranzen der Nennwiderstände einzelner Streifen, wenn etwa Messungen an mehreren Stellen durchgeführt und die inneren Brückenwiderstände nicht mit umgeschaltet werden sollen. Die Nennwiderstände der Streifen haben meistens eine Toleranz von $\pm 0,5\%$. Die dabei auftretenden Veränderungen der k -Faktoren sind unvermeidbar und müssen rechnerisch berücksichtigt werden.

Ein Nebenwiderstand läßt sich aber auch zur Eichung einer Schaltung verwenden, wenn der k -Faktor des Streifens und sein Widerstand bekannt sind. Die Zuschaltung eines Parallelwiderstandes R_p bewirkt in erster Näherung die gleiche Brückenausgangsspannung wie eine Dehnung

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{k} \frac{R_b}{R_p}$$

d. h., bei einem Streifenwiderstand von 600 Ohm entspricht ein Parallelwiderstand von 6 MOhm einer Dehnung von 50 MD. Die k -Faktoren der DMS werden innerhalb einer Fabrikationsserie mit einer Toleranz von $\pm 1,5\%$ eingehalten. Will man in Ausnahmefällen den k -Faktor eines Meßstreifens genau bestimmen, dann kann das nur durch Messung der Widerstandsänderung bei bekannter Dehnung erfolgen. Als Dehnungsnormal läßt sich

beispielsweise ein zweiseitig unterstützter Balken nach Bild 9 benutzen, der in der Mitte durch eine Kraft F belastet wird. Bei quadratischem Querschnitt ergibt sich an der Unterseite des Balkens eine Dehnung von

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{3 F x}{2 h^3 E}$$

E ist für Stahl rund 2 000 000 kp/cm². Man

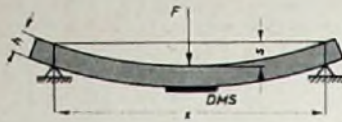


Bild 9. Anordnung zur Bestimmung des k -Faktors eines DMS

kann die Dehnung aber auch aus der Durchbiegung s nach folgender Formel berechnen:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{6 s h}{l x^2}$$

Dynamische Messungen, die Meßgrößen in einem Frequenzbereich von einigen Hertz bis zu einer oberen Frequenzgrenze, die heute bei etwa 50 kHz liegt, erfassen, sind leichter zu beherrschen, da die Ausgangsgröße der Brückenschaltung nach Bild 4 eine reine Wechselspannung ist, die leicht verstärkt und entsprechenden anzeigenden oder schreibenden Meßgeräten zugeführt werden kann. Der Frage der Temperaturkompensation kommt für rein dynamische Messungen meistens keine Bedeutung zu, so daß man hier Iso-Elastic-Streifen mit Erfolg einsetzen kann. Es ist auch möglich, auf eine Brückenschaltung zu verzichten und eine Schaltung nach Bild 10

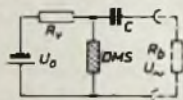


Bild 10. Schaltung zur Messung rein dynamischer Vorgänge mit DMS

zu verwenden. Wenn der Belastungswiderstand R_b (Eingangswiderstand des Verstärkers, Rohrvoltmeters oder Oszillografen) groß gegen den Widerstand des DMS ist, mißt man bei dynamischer Beanspruchung die Spannung

$$U_{\sim} = U_0 \frac{R_v R_b}{(R_v + R_b)^2} \cdot k \frac{\Delta l}{l}$$

Um eine hohe Empfindlichkeit der Anordnung zu erhalten, sind R_v und U_0 möglichst groß zu wählen. Mit $R_v = 10 \text{ kOhm}$, $U_0 = 100 \text{ V}$, $R_b = 600 \text{ Ohm}$ und $k = 2$ ergibt sich bei $\pm 10 \text{ MD}$ eine Ausgangsspannung von $107,5 \mu\text{V}_{\text{eff}} = 38 \text{ mV}_{\text{eff}}$. Die untere Frequenzgrenze ist durch das Produkt $C \cdot R_b$ gegeben; es gilt $\tau = C \cdot R_b \geq 1/2 \pi f_c$. Bei einem Kondensator $C = 0,5 \mu\text{F}$ und einem Widerstand $R_b = 1 \text{ MOhm}$ entspricht das einer unteren Grenzfrequenz von 0,32 Hz. Für die obere Frequenzgrenze spielen die Abmessungen der DMS sowie der Aufbau der Meßanordnung eine entscheidende Rolle. Es ist wahrscheinlich, daß es in absehbarer Zukunft gelingen wird, Frequenzen von 100 kHz mit DMS aufzunehmen.

Statisch-dynamische Messungen erfassen zeitlich veränderliche Meßgrößen, denen eine konstante Komponente überlagert ist (Bild 3c). Zur Übertragung der zeitlich konstanten Komponente müssen diejenigen Schaltmaßnahmen getroffen werden, die bei der Beschreibung der rein statischen Messungen beschrieben wurden. Man verwendet fast ausschließlich das Wechselspannungs-Brückenverfahren mit anschließender phasenabhängiger Gleichrichtung. Die höchste aufzunehmende Frequenz hängt von der verwendeten Trägerfrequenz ab. Für eine einwandfreie Modulation durch den Meßvorgang muß die

Trägerfrequenz etwa fünfmal höher als die höchste Meßfrequenz sein; mit einer Trägerfrequenz von 5000 Hz lassen sich also statisch-dynamische Messungen im Frequenzbereich von 0 bis etwa 1000 Hz durchführen. Zur Anzeige werden je nach dem Verwendungszweck direkt schreibende Oszillografen, Lichtstrahl-Schleifenszillografen oder auch Elektronenstrahl-Oszillografen verwendet.

Handelsübliche Geräte zur Messung mit Dehnungsmessstreifen arbeiten meistens nach dem Wechselspannungs-Brückenverfahren und ge-



Bild 11. Ausführungsbeispiel eines Trägerschaltungsverstärkers „KWS II“ der Höpinger-Meßtechnik GmbH, der auch den Anschluß von induktiven Gebern an den Meßverstärker erlaubt

statten Messungen von 5 MD bis etwa 30 000 MD in einem Frequenzbereich von 0 bis etwa 1500 Hz mit einer Genauigkeit von etwa 3% bei dynamischen Messungen. Statische Messungen nach dem Kompensationsverfahren lassen sich mit einer höheren Genauigkeit durchführen. Die Fabrikationsprogramme der einschlägigen Firmen (Brüel & Kjaer, Elektro-Spezial GmbH, Hottinger Meßtechnik GmbH) enthalten außerdem noch eine große Anzahl von Zusatzgeräten für spezielle Anwendungsgebiete der DMS-Technik.

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Oktoberheft unter anderem folgende Beiträge:

Zur Herstellung hochreiner Germanium- und Silizium-Kristalle

Die nichtlinearen Verzerrungen im Transistorverstärker

Zur Bestimmung der Magnetleitung auf Tonband

Industrielle Magnetrons

Elektronische Rechner - Angloamerikanische Fachwörter

RC- und LC-Resonanzfilter und ihre Anwendung in selektiven Verstärkern

5. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft

Tagungen - Angewandte Elektronik - Aus Industrie und Wirtschaft - Neue Bücher - Patentschau

Format DIN A 4 - monatlich ein Heft - Preis 3,- DM

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde

Die »FT-100«-Richtantenne (W 3 DZZ-beam)

Da der Bau von drei übereinander angeordneten Richtantennen für das 20-, 15- und 10-m-Band mit großen Kosten verbunden ist und auch die Genehmigung zum Erstellen eines derartigen Antennengebäudes nicht immer zu erhalten sein wird, versuchten bereits vor einigen Jahren Amateure in den USA, das Problem der Richtantennen für mehrere Bänder auf andere Weise zu lösen. In der Zeitschrift QST¹⁾ berichtete C. L. Buchanan W 3 DZZ über eine Antenne, die später auch in der PUNK-TECHNIK beschrieben wurde²⁾. Diese Antenne wurde in der letzten Zeit unter Mithilfe von Om Buchanan, dem für die Überlassung der Kenndaten und Zeichnungen an dieser Stelle besonders gedankt sei, so verbessert (die Anpassung an das Kabel und der Abgleichvorgang konnten vereinfacht und der Antenne ein gefälligeres Aussehen gegeben werden), daß sie jetzt auch europäischen Verhältnissen gerecht wird.

Der „FT-100“-beam ist eine, Multiband-Antenne, bei der Sperrkreise so in die unterteil-

zusätzliche Elemente angeordnet sind, um eine größere Breitbandigkeit der Antenne zu erreichen

Bei einem Dipol steigt der Strahlungswiderstand von einem kleinen Wert in seiner Mitte zu den Elementenden hin stark an. An dieser Stelle kann man einen Parallelschwingkreis einschalten, der bei geeigneter Bemessung eine 10- bis 20mal größere Impedanz hat und in einem kleinen Frequenzbereich, z. B. einem Amateurband, als Isolator für die nachgeschalteten Dipolteile wirkt. Die elektrischen Eigenschaften des Dipols ändern sich dadurch nur geringfügig. Da die Fläche im Strombauch eines Antennenelementes am meisten zur Abstrahlung beiträgt, ist es ungünstig, dort Schaltelemente anzubringen. Derartige Antennen haben sich nicht bewährt und sind fast vollständig vom Markt verschwunden.

Die Eigenresonanz der Elemente wurde so gewählt, daß die unteren Bereiche der Bänder bevorzugt werden, da die amerikanischen Amateure die oberen Bereiche für ihre Anrufe

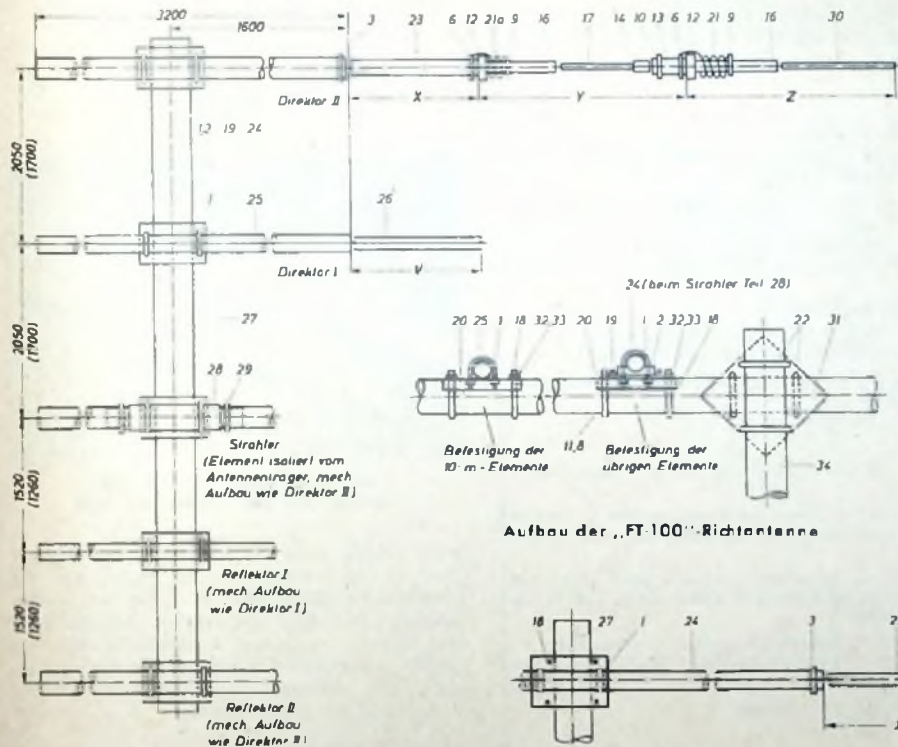
verwenden, die daher von den europäischen Stationen freigehalten werden sollten.

In Tab I sind die bei den verschiedenen Amateurbändern wirksamen Elemente, ihr gegenseitiger Abstand sowie die erreichten Werte für Gewinn, Vor/Rückverhältnis und Welligkeit zusammengestellt. Als Speisekabel wurde ein Koaxkabel, Typ „RG 8/U“, mit einem Wellenwiderstand von $Z = 52 \text{ Ohm}$ verwendet.

Mechanische Ausführung

Direktor II, Strahler und Reflektor II

Der Direktor II, der Strahler und der Reflektor II unterscheiden sich nur durch die Abgleichlängen X, Y und Z. Sie bestehen aus einzelnen, teleskopartig ineinandergeschobenen Aluminiumrohren, die über die Sperrkreise für 28 MHz (Teile 6, 9, 12, 21a) und für 21 MHz (Teile 6, 9, 12, 13, 21) elektrisch miteinander verbunden sind. In die je 3200 mm langen Mittelstücke (Teil 24) der Elemente wird an beiden Enden je ein Teil 23 so weit eingeschoben, bis sich der in Tab II angegebene Abgleichwert X ergibt. Dann schiebt man zwischen die Teile 23 und 24 ein 1,5 mm starkes Aluminiumblech und verbindet sie durch eine Halteschelle (Teil 3). In das freie



Tab. II. Abgleichlängen nach W 3 DZZ

Element	Abgleichlänge			P [mm]
	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	
Direktor II	730	470	860	750
Direktor I	930	510	100	
Strahler	930	510	100	1030
Reflektor I	1080	600	960	
Reflektor II	1080	600	960	

Ende von Teil 23 wird ein Polystyrol-Drehteil (Teil 12) eingeschoben, bis es am Bund anliegt, und dann Teil 16 so weit eingesetzt, daß die Kapazität des aus den Teilen 12, 16 und 23 gebildeten Kondensators etwa 25 ... 29 pF ist. Bei den angegebenen Werten ist dann Teil 16

ten Elemente eingeschaltet sind, daß der Übergang auf die einzelnen Bänder ohne mechanische Umschaltung erfolgen kann. Die Antenne wird auf einem 70 mm starken boom (Antennenträger) befestigt und wiegt etwa 33 kg. Das längste Element hat eine Länge von etwa 9 m. Die Isolatoren für die Kondensatoren bestehen aus hochwertigen Polyetyrol-Drehteilen.

Wirkungsweise

Die „FT-100“-Richtantenne besteht aus drei mit Sperrkreisen ausgerüsteten Elementen, zwischen denen für 10-m-Betrieb noch zwei

Mechanischer Aufbau von Direktor II, Strahler und Reflektor II

Tab. I. Technische Daten der „FT-100“-Richtantenne

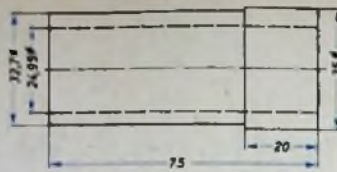
Band [m]	Anzahl der wirksamen Elemente	Reihenfolge und gegenseitiger Abstand der Elemente ¹⁾	Gewinn [dB]	Vor/Rückverhältnis [dB]	Welligkeit m
10	8	R-0,151-R-0,162-S-0,21-D-0,21-D	9-10	≥ 30	28,2 MHz: m W 1: 2 28,6 MHz: m W 1: 1,3 28,4 MHz: m W 1: 2
15	3	R-0,21-S-0,31-D	8,5	≥ 28	21,0 MHz: m W 1: 1,6 21,25 MHz: m W 1: 1,09 21,45 MHz: m W 1: 1,5
20	3	R-0,151-S-0,21-D	≥ 8	≥ 30	14,0 MHz: m W 1: 1,5 14,1 MHz: m W 1: 1 14,35 MHz: m W 1: 2

¹⁾ R = Reflektor, S = Strahler, D = Direktor

¹⁾ Buchanan, C. L., QST 1955, Nr. 3, S. 22
²⁾ Lennartz, H.: Multiband-Antennen. PUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 7, S. 207-209

etwa 40 mm tief in Teil 23 eingeschoben. Die Belegung der Teile 16, 12 und 23 erfolgt durch die Spulenschelle (Teil 6), an die die Sperrkreisspule (Teil 21a) angelötet ist.

Die nachfolgende conversion-unit besteht aus den Teilen 17 und 14 und wird in Teil 13 so eingesetzt, daß Teil 14 bündig mit Teil 13 ist. Beide Teile werden durch eine Halteschelle (Teil 10) festgehalten. Diese Baugruppe führt man in das Rohr (Teil 16) so weit ein, bis sich die Abgleichlänge Y ergibt (gemessen zwischen den Rohrenden der Teile 23 und 13), und zieht die Spulenschelle (Teil 9) leicht an.



Links: Sperrkreisisolator (Teil 12); rechts: Teil 16, in Teil 12 eingeschoben

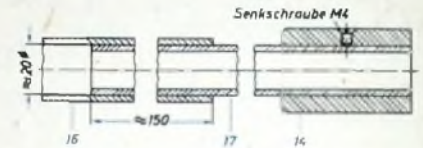
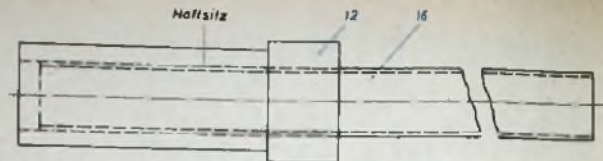
Die Montage des sich anschließenden 21-MHz-Sperrkreises (Teile 12, 6, 21, 9 und 16) entspricht der bereits beim 28-MHz-Sperrkreis beschriebenen Teil 16 muß so weit in Teil 12

eingeschoben werden, daß sich eine Kapazität von 25 ... 29 pF ergibt. Den Abschluß des Antennenelementes bildet das 20-m-Abgleichrohr (Teil 30), das so weit in Teil 16 eingeschoben wird, bis die Abgleichlänge Z erreicht ist.

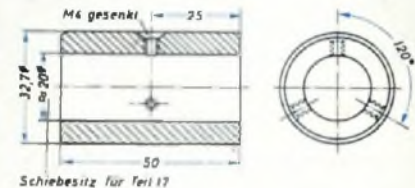
Der Aufbau der rechten und linken Teile der Antennenelemente ist gleich. Bei der Montage des Strahlers ist jedoch zu beachten, daß dieser in zwei Hälften (Teil 24) geteilt ist.

Stückliste für die „FT-100“-Richtantenne

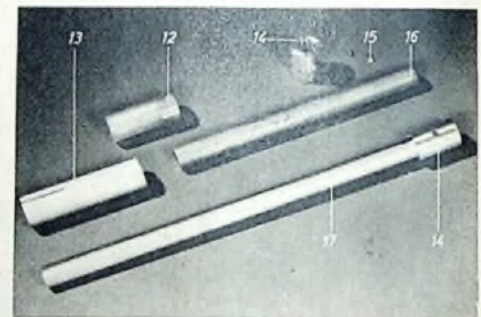
Teil	Anzahl	Bezeichnung	Werkstoff und Bearbeitung
1	10	Haltebügel für Elemente mit 40 mm \varnothing	Eisen, 8 mm \varnothing ; lichte Weite 40 mm
2	6	Haltebügel für Elemente	Aluminium, 07,5 x 34 x 20 mm; je 2 Teile werden zusammengeschraubt und in der Mitte auf 40 mm \varnothing ausgedreht
3	6	Halteschelle für Rohre mit 40 mm \varnothing	Bandstahl, 12 x 1 mm; verkupfert, verailbert
4	6	Zylinderschraube	A M 4 x 30 DIN 84-5a; verkupfert, kadmiert
5	48	Profilisen für Teile 3, 6 und 10	Länge je 12 mm; 24 Stück mit Bohrung 4,2 mm \varnothing ; 24 Stück mit Innengewinde M 4; alle Teile verkupfert und verailbert wie Teil 3
6	12	Spulenschelle für Rohre mit 35 mm \varnothing	
7	12	Zylinderschraube	A M 4 x 20 DIN 84-5a; verkupfert, kadmiert
8	12	Scheibe	8,2 DIN 433 Ms; kadmiert
9	12	Spulenschelle für Rohre mit 25 mm \varnothing	wie Teil 3
9a	24	Profilisen für Teil 9	Länge je 12 mm; 12 Stück mit Bohrung 3,2 mm \varnothing ; 12 Stück mit Innengewinde M 3; alle Teile verkupfert und verailbert wie Teil 3
9b	12	Zylinderschraube	A M 3 x 20 DIN 84-5a; verkupfert, kadmiert
10	6	Halteschelle für conversion unit	wie Teil 3
11	20	Sechskantmutter	M 8 DIN 934 mMs; kadmiert
12	12	Sperrkreisisolator	Polyatylol grün, 75 x 35 mm; so ausgedreht, daß zwischen Teil 12 und Teil 16 Haltsitz möglich ist
13	6	Aluminiumrohr	Dural oder Optal 3, 35 x 1 mm; Einzellänge 130 mm, einseitig geschlitzt
14	6	Aluminium-Drehteil	wie Teil 13, 35 x 50 mm; Oberfläche so abgedreht, daß zwischen Teil 13 und Teil 14 sowie Teil 14 und Teil 17 Schiebeseitz möglich ist
15	18	Senkschraube	A M 4 x 6 DIN 63-Ms; kadmiert
16	12	Aluminiumrohr	wie Teil 13, 25 x 2,5 x 275 mm; einseitig aufgerieben, damit Schiebeseitz zwischen Teil 16 und Teil 17 (30) besteht
17	6	conversion unit	wie Teil 13, Rohr 20 x 2 x 450 mm; Drehteil und Schrauben siehe Teile 14 und 15
18	10	Haltebügel für Antennenträger	Eisen, 10 mm \varnothing ; lichte Weite 70 mm
19	3	Haltebügel für Rohre mit 40 mm \varnothing	Eisenblech, 160 x 80 x 3 mm; Längsseiten 45° abgewinkelt
20	5	Haltebügel für Elemente und Antennenträger	Eisenblech, 180 x 125 x 3 mm; bearbeitet wie Teil 19; Teil 19 und Teil 20 rechtwinklig zusammenschweißen und feuerverzinken
21	6	Spule für 21 MHz	7 Wdgn. 4 mm \varnothing Cu, verailbert; gewickelt über Dorn mit 62 mm \varnothing ; Anfang auf Spulenschelle Teil 6, Ende auf Teil 9 mit Silberlot aufgelötet
21a	6	Spule für 28 MHz	5 Wdgn. 4 mm \varnothing Cu, verailbert; gewickelt über Dorn mit 62 mm \varnothing ; Anfang auf Spulenschelle Teil 6, Ende auf Teil 9 mit Silberlot aufgelötet
22	2(+2)	Haltebügel für die Verbindung von Antennenträger und Mastrohr	Eisen, 12 mm \varnothing ; lichte Weite 70 mm
23	6	Aluminiumrohr	wie Teil 13, 35 x 1 x 1360 mm; einseitig geschlitzt
24	3	Aluminiumrohr	wie Teil 13, 40 x 1 x 3200 mm; zweiseitig geschlitzt
25	2	Aluminiumrohr	wie Teil 13, 20 x 1 x 3200 mm; zweiseitig geschlitzt
26	4	Aluminiumrohr für Abgleich der 10-m-Elemente	wie Teil 13, 16 x 1 x 1100 mm
27	1	Antennenträger	nahtlos gezogenes Stahlrohr, 70 x 1,5 mm, DIN 2391, etwa 7320 (6000) mm lang
28	1	Isolator	Hartgewebe, 40 x 500 mm; an den Enden auf je 150 mm Länge auf 37,8 mm \varnothing abgedreht, so daß das geteilte Strahlerrohr (Teil 24) aufgeschoben werden kann
29	2	Messingring, verailbert	Ms-Rohr, 45 x 6 x 15 mm; so ausgedreht, daß Schiebeseitz mit Teil 24 möglich ist
30	6	Aluminiumrohr für Abgleich der 20-m-Elemente	wie Teil 13, 20 x 2 x 900 mm
31	1	Eisenplatte	250 x 250 x 5 mm; feuerverzinkt
32	20	Scheibe	10,5 DIN 433 Ms; kadmiert
33	20	Sechskantmutter	M 10 DIN 934 mMs; kadmiert
34	1	Mastrohr	wie Teil 27, Länge jedoch nicht über 3000 mm



Montage der conversion unit



Aluminium-Drehteil (Teil 14)



Einzelteile des Sperrkreiscondensators und der conversion unit

Diese beiden Teile werden durch den Isolator (Teil 28) so verbunden, daß man über die Rohrenden je einen Ring (Teil 29) mit je drei Senkkopfschrauben M 4 x 10 schiebt und dann das darunter liegende Strahlerrohr fest mit Teil 28 verschraubt. Diese Ringe dienen gleichzeitig zum Anschluß des coaxial line transformer und des Speisekabels.

10-m-Elemente (Direktor I und Reflektor I)

Teil 25 besteht aus dem gleichen Material wie Teil 23, jedoch ist der Rohrdurchmesser kleiner. Die Abgleichenden (Teil 26) werden entsprechend Tab. II auf die Länge V eingestellt.

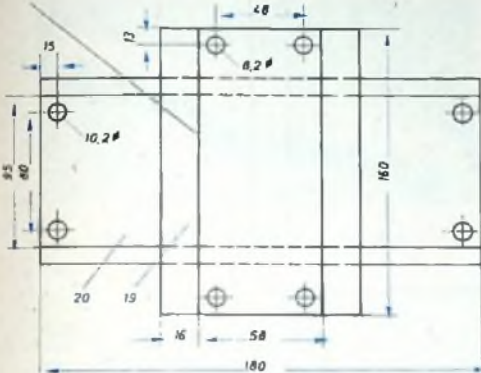
Tab. III. Gesamtlänge der Elemente nach W 3 DZZ/DL 1 AU

Element	Elementlänge		
	10-m-Hand [mm]	15-m-Hand [mm]	20-m-Hand [mm]
Direktor II	4 650	5 630	7 325
Direktor I	4 700	5 685	7 380
Strahler	5 055	6 100	8 065
Reflektor I	5 300	6 350	8 415
Reflektor II	5 405	6 460	8 480

Befestigung der Elemente

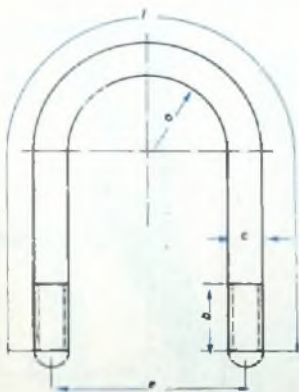
Nach den VDE-Vorschriften müssen alle Antennenteile, die über eine Höhe von 5 m hinaustragen, sowie der Antennenträger auf Erdpotential gelegt werden. Für den Antennenträger (Teil 27) verwendete W 3 DZZ ein 7320 mm langes, 2 1/4" starkes Aluminiumrohr. Um die Materialkosten zu verringern, wurde hier ein 6 m langes, nahtlos gezogenes Stahlrohr von 70 mm Φ mit einer Wandstärke von 1,5 mm verwendet. (Die Einzellängen derartiger Rohre liegen nach DIN 239) zwi-

elektrisch geschweißt



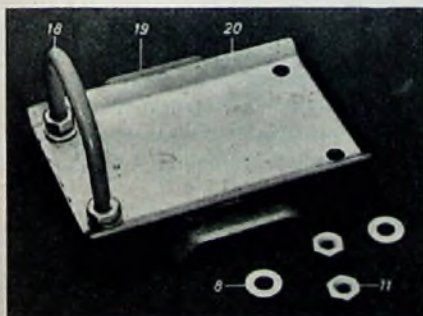
Meßskizze der Halterung für Direktor II, Strahler und Reflektor II

sehen 5 und 6 m]. Der Abstand der Elemente ist dadurch jedoch kleiner als bei W 3 DZZ (die für einen 6 m langen Antennenträger geltenden Maße sind auf der Zusammenstellungszeichnung in Klammern gesetzt). Da Kreuzschellen in gegossener oder geschmiedeter Ausführung sehr teuer sind, werden für die



Haltebügel (Teile 1, 18, 22)

Teil	Anzahl	a [mm]	b [mm]	c [mm]	e [mm]	l [mm]
1	8	20	26	8	48	180
18	10	35	35	10	80	276
22	2 (-2)	35	35	12	80	286



Ansicht der Halterung für Direktor II, Strahler und Reflektor II



Hi-Fi-Aufnahmen mit Richtmikrophon MD 403

Der Wunsch vieler Liebhaber, auch in akustisch ungünstigen Räumen Aufnahmen zu machen, bei deren Wiedergabe weder Störgeräusche noch Raumhall hörbar werden, wird durch dieses stabile, modern gestaltete Tauchspulen-Mikrophon erfüllt.

Sein ausserordentlich gleichmässig verlaufender Frequenzgang — bis 12 000 Hz ± 3 dB von der zwischen 1000 und 10 000 Hz leicht ansteigenden Sollkurve — und seine günstigen Richteigenschaften — Auslöschung mindestens 12 dB — ermöglichen Klangaufzeichnungen von bestechender Naturtreue.

Fordern Sie bitte unseren Prospekt MD 403 an

LABOR-W · DR.-ING. *Sennheiser* BISSENDORF / HANN



Befestigungsteile

Befestigung der Elemente je zwei 3 mm starke Eisenbleche verwendet, die zur Erhöhung der Stabilität an zwei Kanten um 45° abgewinkelt, dann zusammengeschweißt und nach dem Bohren der Durchbrüche für die Haltebügeln (Teile 1 und 18) feuerverzinkt wurden.

Die 10-m-Elemente schraubt man mit zwei Haltebügeln (Teil 1) auf dem Halteteil (Teil 20) fest, das wie die Halteteile für die stärkeren Elemente mit zwei Haltebügeln (Teil 18) am Antennenträger befestigt wird. Die Mittelrohre des Direktors II und des Reflektors II sowie der Strahlerisolator werden mit je zwei Haltebügeln (Teil 1) und den Elemente-Halteteilen (Teil 2) auf dem Teil 19 festgeschraubt.

Befestigung des Antennenträgers am Mastrohr

Der Antennenträger wird mit zwei Haltebügeln (Teil 22) und zwei Bügeln (Teil 18) oder mit vier Haltebügeln (Teil 22) sowie einer qua-

dratischen feuerverzinkten Eisenplatte (Teil 31) am Mastrohr (Teil 34) befestigt. Dieses sollte jedoch nicht länger als 3 m sein, damit die erste Abspannstelle nicht zu tief unter dem Antennenträger liegt. Als Mast läßt sich ein etwa 15 ... 18 m langer, gut getrockneter Fichtenstamm mit einer Zopfstärke von mindestens 14 cm verwenden, der mehrere Male mit „Xylamon“ gestrichen werden muß.

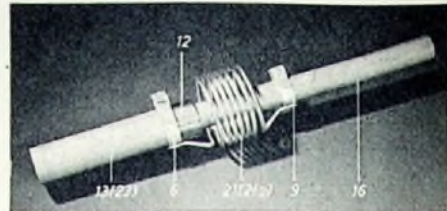
Bei der gegebenen Antennenfläche und einer angenommenen Windbelastung von 10 g/cm² kann eine Windlast von etwa 190 kg auf die Elemente wirken. An jeder der drei um 120° versetzten Abspannungen tritt dann eine Zugkraft von etwa 450 kg auf, wenn der Winkel zwischen Erdboden und Abspannseil 45° ist. Bei einem Sicherheitsfaktor von 3 ist für den angegebenen Mast 6 mm starkes Stahl-Drahtseil erforderlich. Das Mastfundament muß bei den angegebenen Maßen und Gewichten eine Grundfläche von mindestens 600x600 mm und eine Höhe von 500 mm haben (Betonmischung 1:3,5, d. h. eine Schaufel Zement auf 3 1/2 Schaufeln Sand). Ein auf diese Weise verankerter Mast hat sich in den letzten Jahren auch bei starken Stürmen und Fallböen sehr gut bewährt.

Abgleich der Sperrkreise

Zum Abgleich der Sperrkreise sind die Antennenelemente so zu demontieren, daß die Teile 23, 6, 12, 21a, 9 und 16 (28-MHz-Sperrkreise) bzw. 13, 6, 12, 21, 9 und 16 (21-MHz-Sperrkreise) Baugruppen bilden, die man einzeln mit einem Grid-Dipper auf die betreffende Resonanzfrequenz (28,0 MHz für 28-MHz-Sperrkreise und 20,2 MHz für 21-MHz-Sperrkreise) abgleichen kann. Der Abgleich darf jedoch nur durch Verändern der Spulenlänge

erfolgen, da die aus den Teilen 23, 12 und 11 bzw. 13, 12 und 16 gebildeten Kondensatoren den eingestellten Wert (25 ... 29 pF) behalten müssen. Um das Meßergebnis nicht zu verfälschen, ist darauf zu achten, daß keine Metallteile in der näheren Umgebung der abzugleichenden Baugruppe liegen.

Alle Baugruppen werden nach dem Abgleich an der Verbindungsstelle zwischen Rohr und Polystyrolteil mit grauem „Tesadur“-Band wetterdicht abgedeckt und mit grünem Kunstharzlack („Idovernol 611“) gestrichen.



Zum Abgleich vorbereiteter Sperrkreise

Abgleich des Strahlers

Will man in einem der drei Amateurbänder eine sehr kleine Welligkeit erreichen, dann müssen die Abgleichslängen des Strahlers verändert werden. Bedingt durch die Eigenschaften dieser Antenne, ergibt sich, wenn man z. B. die 15-m-Strahlerteile ändert, zwar auf 10 m keine Änderung der elektrischen Eigenschaften, auf 20 m muß man jedoch dann die Länge Z ändern, da dieser Teil mit den 15-m-Teilen verbunden ist.

Während Änderungen am Strahler keine Verbesserung des Antennengewinns oder des Vor/Rückverhältnisses ergeben, sollten Ände-

WITZGALL

Der Verkauf hat begonnen



... des Verstärkerkoffers DUAL party 295 V: Bestehend – eigenwillige, neuzeitliche Form des stabilen Gehäuses mit robustem Kunststoff-Bezug in Bastfarbe, Schubfach für etwa zwölf 17-cm-Platten, 4-touriger Plattenspieler 295 für alle Normal- und Mikrorillenplatten, DUAL Breitband-Kristallsystem CDS 2, speziell abgestimmter 3 1/2 Watt-Verstärker mit Höhen-, Tiefen- und physiologischer Lautstärke-Regelung, hochwertiger 4-Watt-Lautsprecher.

Preis DM 238.—

Schon jetzt, nach Verkaufsbeginn, haben wir verlängerte Lieferfristen. Disponieren Sie deshalb bitte rechtzeitig für die Saison!

DUAL Gebrüder Steidinger, St. Georgen/Schwarzwald



Staubbild Schwarzwälder Präzisionstechnik

rungen an den parasitären Elementen nur ausgeführt werden, wenn die dazu notwendigen Meßgeräte vorhanden sind, da sich dabei sowohl der Gewinn als auch das Vor/Rückverhältnis sehr stark ändern können.

Anschluß des coaxial line transformer

Die versilberten Messingringe (Teil 29) dienen zum Anschluß dieses Transformationsgliedes, das sich folgendermaßen herstellen läßt: Von einem etwa 6 m langen Stück 52-Ohm-Koaxkabel („RG 8/U“) wird ein Ende auf 30 cm Länge so abisoliert, daß der Mantel der Abschirmung einen Anschluß und das freigelegte isolierte Leiterstück den anderen Anschluß bildet. Von großem Vorteil ist es, dieses Isolierstück unmittelbar am Austritt bei der Abschirmung durchzustechen und das Ende des Schirmes und der Seele über zwei Kabelschuhe (für 6 mm² kadmierte Ausführung) mit den Anschlußringen (Teil 29) zu verbinden. Das Kabel wird dann zu einer Spule (12 Windungen mit einem Innendurchmesser von 13 cm) aufgewickelt und mit „Tesadur“-Band am Antennenträger befestigt.

Maßnahmen gegen Witterungseinflüsse

Alle Aluminiumteile, Schellen und Drehteile, die nicht innerhalb der Rohre untergebracht sind, werden zweimal mit grünem Kunstharzlack („Idovernol 611“) gestrichen. Die freibleibenden Spalte der geschlitzten Rohrteile streicht man mit säurefreiem Fett (Bosch Batteriefett „40 V“) aus, umwickelt diese Teile anschließend mit grauem „Tesadur“-Band und streicht sie dann ebenfalls zweimal mit dem angegebenen Lack (für die Elemente und den Antennenträger benötigt man etwa 1 kg Kunstharzlack).

HANDBUCH DES RUNDfunk- UND FERNSEH- GROSSHANDELS 1957/58



Herausgegeben vom Verband Deutscher Rundfunk- und Fernseh-Fachgroßhändler (VDRG) e. V. Bearbeitet von der Redaktion der FUNK-TECHNIK

Sieben erschienen!

Der Katalog enthält auf 342 Seiten unter anderem technische Daten, Abbildungen und Preise der

Rundfunk-Empfänger und
Phonokombinationen
Musik- und Phonomöbel
Fernseh-Empfänger
Koffer-Empfänger
Auto-Empfänger

Zerhacker
Wechselrichter
Wachselgleichrichter
Phonogeräte
Tonabnehmer
Magnetongeräte

Magnettonbänder
Verstärker
Antennen
Röhren
Halbleiterdioden
Transistoren

Preis 4,50 DM je Exemplar zuzügl. 88 Pf Versandspesen bei Vereinsendung des Betrages auf das Postscheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin West 76 64. Bei Abnahme größerer Mengen Sonderpreis

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Katalog-Abteilung Berlin-Borsigwalde

Von Sendern und Frequenzen

Deutschland

Zur Versorgung des Gebietes Garmisch-Partenkirchen und Grainau errichtete der Bayerische Rundfunk eine Fernseh-Umlenkanlage auf dem Kreuzeck, die nunmehr den Versuchsbetrieb eröffnet hat. Die Anlage arbeitet auf Kanal 10 mit Vertikalpolarisation und übernimmt das Fernsehprogramm vom Wendelstein.

Ab 30.9.1957 haben sich bei den UKW-Sendern des Bayerischen Rundfunks einige Umstellungen ergeben, die durch die Neuaufteilung der beiden Hörrundfunkprogramme notwendig waren.

Im Gebiet um Plorzheim konnte der Süddeutsche Rundfunk den Fernsehempfang verbessern. Der im Mai 1957 eröffnete Fernseh-Umselzer Plorzheim erhöhte Ende August 1957 seine Leistung auf

50 Watt und erhielt eine bessere Antennenanlage. In Landsberg am Lech wurde für die in Deutschland stationierten amerikanischen Truppen ein weiterer Fernsehsender errichtet, der wie die beiden anderen Stationen in Bitburg und Kaiserslautern im Band IV arbeitet.

Der im Mai 1935 gebaute Flensburgersendeturm soll durch einen 205 m hohen Stahlrohrturm ersetzt werden. Während der Übergangszeit arbeitet ein kleiner fahrbarer Sender des NDR. Es ist beabsichtigt, den alten 90 m hohen Holzturm abzubauen und zu verkaufen.

Nach Beschlüssen des Rundfunkrates des Südwestfunks und des Hessischen Rundfunks nehmen diese Sendegesellschaften am 2. Januar 1958 Werbelersehensendungen auf. Von diesem Zeitpunkt an wird in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Rundfunk wochentags von 19.30 bis 20.00 Uhr ein gemeinsam erarbeitetes Programm gesendet werden, das die drei beteiligten Anstalten produzieren.

AEG

Notiert auf der Funkausstellung ...

auch für Sie ein Verkaufserfolg!



„Magnetophon“ KL 65 KS

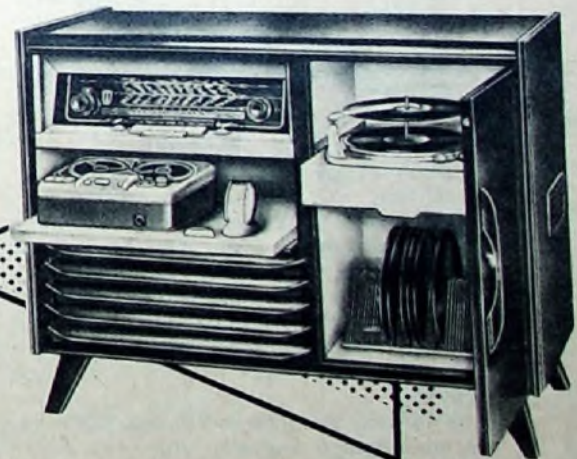
Das ideale Gerät für Beruf, Reise und Familie. Jetzt mit 2 Bandgeschwindigkeiten 4,75 und 9,5 cm/s, mit 260 m Band, 3 Stunden Spieldauer

Tischausführung Preis DM 469.—

Kofferausführung Preis DM 598.—

(einschließlich Tonleitung und Leerspule)

Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber oder ihrer Inzessenvertretung, wie z. B. GEMA, Bühnenverlage, Verleger usw. gestattet



AEG-Musiktruhe „UNIVOX“ TM

Das universelle Tonmöbel mit der eleganten Gleittür. Verschließbar und mit Signallicht versehen. „Magnetophon“ KL 65 TS jederzeit mit einem Griff einzusetzen. Mit AEG-Groß-Super „6077“

Preis Nußbaum dunkel DM 929.—

(ohne „Magnetophon“ KL 65)

Auch in Ruster und Nußbaum hell lieferbar

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT



EINFACH WIE EIN KINDERSPIEL

ist die Montage unserer Fernseh-Clap-Antennen:

Mit **einem** Griff ziehen Sie die vollständig vormontierte Antenne aus dem Karton und können dabei kein Teilchen verlieren. Dann werden die Elemente ausgeklappt, die griffigen Flügelmutter festgezogen und schon haben Sie die empfangsbereite Fernseh-Antenne. Das kann sogar Ihr „Stift“ in wenigen Minuten!

Bitte fordern Sie unseren Prospekt DS 2 an, der vollständige Angaben über unser Fernsehantennen-Programm enthält



Hirschmann

RICHARD HIRSCHMANN RADIOTECH-
NISCHES WERK ESSLINGEN AM NECKAR

Wir wiederholen für den Anfänger

H. LENNARTZ

So arbeitet mein Fernsehempfänger

⑩

Die automatische Verstärkungsregelung

Warum automatische Verstärkungsregelung?

Die automatische Verstärkungsregelung (AVR) im Fernsehempfänger hat neben dem Ausgleich von Feldstärkeschwankungen die Aufgabe, den Empfänger möglichst unabhängig vom Aufstellungsort zu machen. Sie bewirkt, daß am Bildgleichrichter immer ein konstantes Signal zur Verfügung steht, so daß die eigentliche Kontrastregelung auf relativ geringfügige Nachregelung der Amplituden und die Anpassung an den persönlichen Geschmack beschränkt bleibt. Außerdem soll die AVR eine Übersteuerung des Bild-ZF-Verstärkers verhindern. Bei zu großen Amplituden könnte durch Übersteuerung leicht eine begrenzendende Wirkung eintreten, wodurch die Synchronimpulse zusammengedrückt oder gar beseitigt würden. Um solche Übersteuerungen zu vermeiden, muß bei starken Eingangssignalen sowohl der HF-Teil als auch der ZF-Teil geregelt werden. Dagegen darf bei kleinen Feldstärken nur der ZF-Verstärker geregelt werden, damit das Signal/Rausch-Verhältnis nicht ungünstig beeinflußt wird. Die Regelung soll nicht zu träge sein, damit auch schnelle Änderungen, zum Beispiel durch vorbeifliegende Flugzeuge, ausgeglichen werden. Schließlich muß die Regelung unempfindlich gegen Störungen (etwa durch Kollektormotoren und Zündfunken von Kraftfahrzeugen) sein.

Die Regelung wird genau wie bei Rundfunkempfängern durch die Änderung der Steilheit der Röhren im HF- und ZF-Teil bewirkt. Da eine große Regelsteilheit verlangt wird, sind Regelröhren mit schwach gekrümmter Kennlinie nicht zweckmäßig, da sie Regelspannungen von etwa $-25 \dots -30$ V erfordern. In Rundfunkempfängern müssen solche Röhren zur Vermeidung von Verzerrungen benutzt werden. Wie bereits früher erwähnt, ist aber das Auge für Gradationsverzerrungen, also für Änderungen der Helligkeitsabstufungen, relativ unempfindlich, so daß man im ZF-Verstärker mit steilen Pentoden (beispielsweise EF 80, EF 94) arbeiten kann, wobei der Arbeitspunkt im Kennlinienknick liegt. Durch Gittervorspannungsänderungen von nur $-5 \dots -6$ V wird dann eine äußerst wirksame Regelung erreicht. Dabei regelt man außer der HF-Stufe nur die Anfangsstufen des ZF-Verstärkers. Hier sind die Amplituden noch so klein, daß keine merklichen Verzerrungen auftreten.

Gewinnung der Regelspannung

Bei Rundfunkempfängern greift man die Regelspannung am Richtwiderstand der Gleichrichterdiode ab. Oft wird auch eine besondere Diode benutzt. Immer ist dabei die Richtspannung in ihrer Größe un-

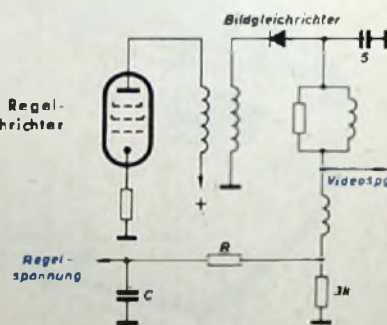
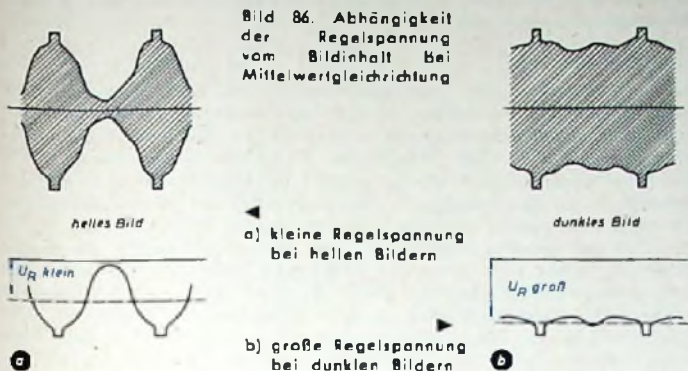


Bild 85. Gewinnung der Regelspannung am Bildgleichrichter

abhängig von der Modulation, ihre Größe entspricht dem Spitzenwert des Trägers und kann daher nach entsprechender Siebung zur Regelung benutzt werden. Im Fernsehempfänger könnte man die Regelspannung in gleicher Weise gewinnen; das zeigt Bild 85. Allerdings ist wegen der Dimensionierung des Gleichrichterkreises die mittlere Richtspannung sehr stark von der Modulation, also vom Bildinhalt abhängig.

Das würde nun zu einer Abhängigkeit des Bildkontrastes vom Bildinhalt führen, wie im Bild 86 dargestellt ist. Bei hellen Bildern (Bild 86a) ist die mittlere Richtspannung klein, bei dunklen Bildern (Bild 86b) jedoch groß. Eine gewisse Unabhängigkeit der Regelspannung vom Bildinhalt läßt sich durch ein Siebglied mit großer Zeitkonstante er-

reichen. Der Kondensator C bleibt dann auch bei wechselndem Bildinhalt längere Zeit auf der höchsten Spannung aufgeladen, so daß sich der Kontrast nur wenig mit dem Bildinhalt ändert.



Es wäre aber zweckmäßiger, die Impulsböden oder den Schwarzwert als Bezugspunkt für die Regelspannung zu benutzen. An Stelle der Mittelwertgleichrichtung wäre dann eine Spitzenwertgleichrichtung vorzusehen. Die Mittelwertgleichrichtung hat auch noch den weiteren Nachteil, daß die Regelspannung immer kleiner als der Wert des Trägers ist. Im Interesse einer großen Regelsteilheit ist aber eine möglichst hohe Regelspannung erwünscht.

Die Erzeugung der Regelspannung durch Spitzengleichrichtung zeigt Bild 87. Es ist jetzt allerdings eine besondere Diode erforderlich, deren Richtwiderstand jedoch groß sein kann, so daß der letzte ZF-Kreis nicht besonders stark belastet wird. Richtwiderstand und Ladekonden-

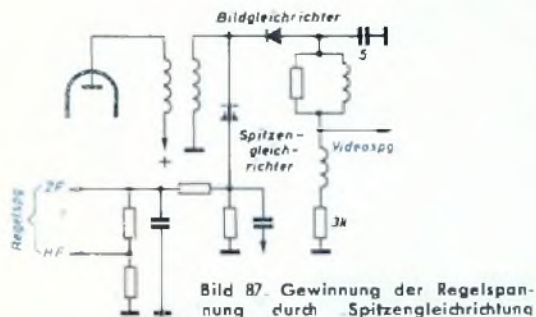
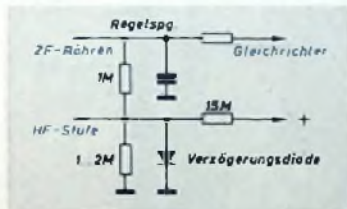


Bild 88. Die Erzeugung verzögerter Regelspannung für die HF-Stufe



sator werden für Spitzenwertgleichrichtung bemessen (etwa 0,7 ms). Die Zeitkonstante der Regelung muß so groß sein, daß auch der Bildimpuls geglättet wird. Dies wird durch das Siebglied hinter dem Gleichrichter erreicht; seine Zeitkonstante ist etwa 0,1 bis 0,5 s groß. Ein größerer Wert ist unzulässig, da sonst schnelle Feldstärkeänderungen nicht mehr ausgeglichen werden.

Um das Signal/Rausch-Verhältnis möglichst günstig zu halten, wird man der HF-Vorstufe nicht die volle Regelspannung zuführen. Die Regelspannung dieser Stufe läßt sich einem Spannungsteiler entnehmen. Besser ist es jedoch, den Einsatzpunkt der Regelung der HF-Stufe zu verzögern.

Verzögerte Regelung und Regelspannungsverdopplung

Eine Verzögerung der Regelung könnte man in einfacher Weise dadurch erreichen, daß man die zusätzliche Diode, die die Regelspannung erzeugt, leicht positiv vorspannt. Die Regelung setzt dann erst ein, wenn die Spannung hinter der letzten ZF-Stufe einen gewissen Wert erreicht hat. Nun ist es aber nicht erwünscht, daß der gesamte Empfänger verzögert geregelt wird, sondern nur die HF-Vorstufe. Das kann mit einer Anordnung nach Bild 88 erreicht werden. Die Regelspannung wird geteilt. Dem unteren Widerstand des Spannungsteilers liegt eine Diode parallel, der über einen hochohmigen Widerstand eine positive Spannung zugeführt wird. Die Diode ist zunächst leitend, und die HF-Stufe erhält keine Regelspannung. Erst wenn die Regelspannung so groß wird, daß sie die Verzögerungsspannung aufhebt, sperrt die Diode, und die Regelspannung wird auch an der HF-Stufe wirksam.



Wie von Zauberhand bewegt...

gleitet der Zeiger über die Rundfunktastenskala — sucht den Sender selbsttätig auf und stellt ihn automatisch optimal scharf ein. Mit dem Konstanz-Automatic 8 hat SABA seine Automatic-Reihe um eine überragende Neuerung erweitert. Zum ersten Male ist nun die Automatic auch bei den Geräten der mittleren Preisklasse vertreten.

SABA Konstanz AUTOMATIC 8 mit dem Wunderknopf

Ein Trumpf in der Hand des Fachhandels

SABA SABA SABA VILLINGEN / SCHWARZWALD SABA SABA SABA

Die Diode verhindert gleichzeitig, daß das Gitter der HF-Röhre bei kleinen Eingangsspannungen positiv wird.

Um eine möglichst große Regelspannung zu erhalten, kann man die am Richtwiderstand des Bildgleichrichters entstehende mittlere Gleichspannung zusätzlich zur Regelung heranziehen. Durch Addition dieser Mittelwertspannung zu der durch Spitzengleichrichtung gewonnenen Spannung erhält man fast den doppelten Wert der Regelspannung. Eine solche Anordnung ist im Bild 89 dargestellt.

Die Verdopplung der Regelspannung ist besonders dann angenehm, wenn eine Verzögerung des Regeleinsatzes der HF-Vorstufe gemäß Bild 88 vorgesehen ist. Die Verzögerung erfordert ja eine Teilung der

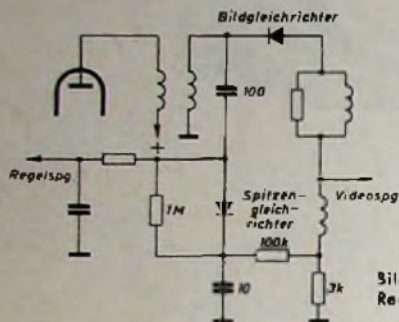


Bild 89. Schaltung für eine Regelspannungsverdopplung

Regelspannung. Man kann nun so vorgehen, daß man gemäß Bild 90 die verdoppelte Regelspannung allein zur Erzeugung der verzögerten Regelspannung für die HF-Vorstufe benutzt, während die ZF-Stufen mit der am Richtwiderstand des Bildgleichrichters gewonnenen Regelspannung geregelt werden.

Die Einstellung der verzögerten Regelung der HF-Vorstufe wird so vorgenommen, daß sich ein möglichst günstiges Signal/Rausch-Verhältnis bei kleinen Feldstärken ergibt. Da die Mischstufe im HF-Teil stärker rauscht als die Vorstufe, darf die Regelung erst dann einsetzen, wenn das Signal an der Mischröhre so groß ist, daß das Rauschen der Mischstufe nicht mehr in Erscheinung tritt. Hierzu muß das Signal etwa 20 ... 40mal stärker sein als das Rauschen der Mischstufe. Bei den zur Zeit üblichen Röhren (PCF 80/82) ist hierzu ein Signal von

etwa 1 mV erforderlich. Die Regelung darf also erst einsetzen, wenn diese 1 mV erreicht sind, bei zehnfacher Verstärkung der Kaskodestufe etwa bei 100 μ V Eingangsspannung. Bei höherer Verstärkung, etwa mit einer PCC 88, kann die Regelung schon bei entsprechend kleinerem Eingangssignal einsetzen.

Getastete Regelung

Es ist zweckmäßig, die Impulsbasen oder den Spitzenwert der Synchronimpulse als Bezugspegel für die Regelspannung zu benutzen. Nun sind aber die Synchronimpulse sehr kurz, so daß auch bei Spitzengleichrichtung die Gefahr besteht, daß durch die relativ kleinen Werte der Schaltelemente im Gleichrichterkreis die Regelspannung doch durch den Mittelwert des Bildsignals beeinflusst wird. Um dies zu vermeiden, hat man Schaltungen entwickelt, bei denen die Regelspannung nur in der Zeit der Synchronimpulse gebildet wird. Man spricht wegen der Schaltanordnung von „gelasteter Regelung“. Dieses Prinzip hat zudem den großen Vorteil, daß die Regelspannung auch von Störimpulsen weitgehend unabhängig wird, so daß Störungen den Empfänger nicht zustopfen können. Die Regelspannung wird nur von solchen Störungen beeinflusst, die genau mit den Gleichlaufimpulsen zusammenfallen.

Bild 91 zeigt das Prinzipschaltbild der getasteten Regelung. Das Gitter der Röhre erhält eine negative Vorspannung so daß praktisch nur die Impulsspitzen in den Aussteuerbereich der Röhre hineinragen. Im

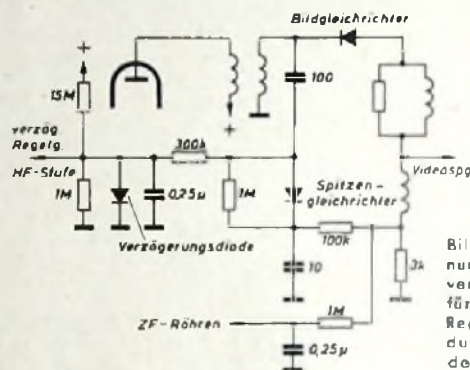
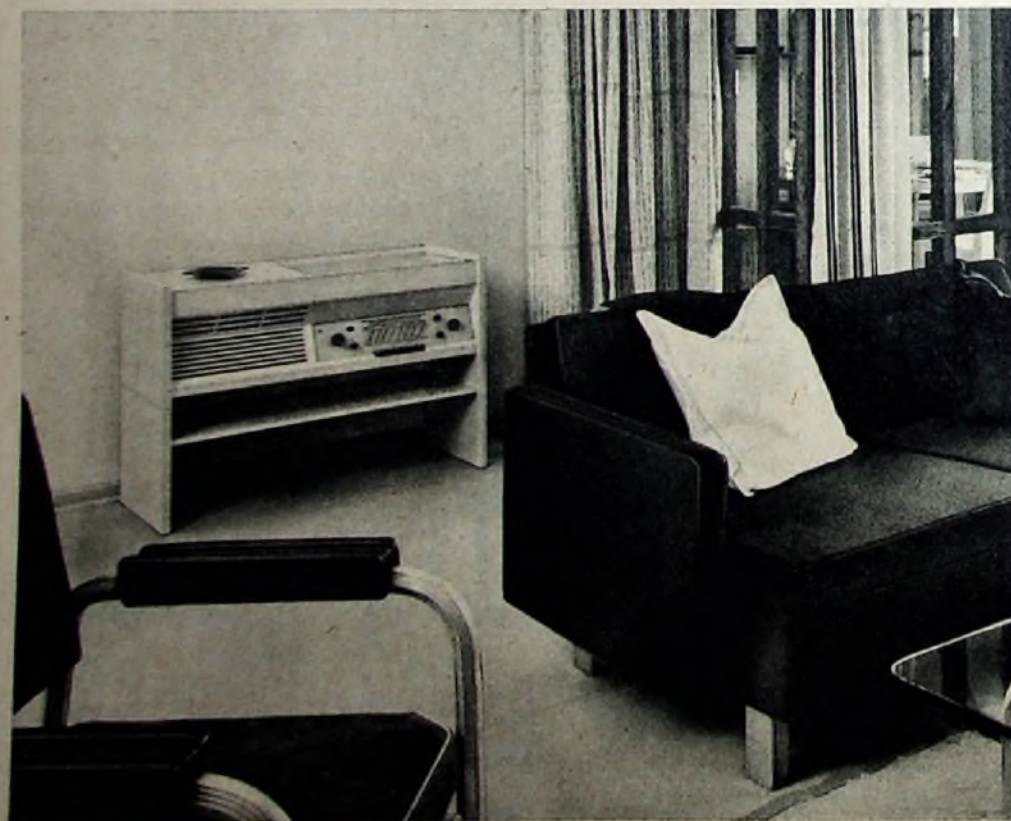


Bild 90. Regelspannungsverdopplung mit verzögerter Regelung für die HF-Stufe und Regelung der ZF-Stufen durch die Richtspannung des Bildgleichrichters



BRAUN

Die Interbau war mit Braun Geräten ausgestattet

In die Musterwohnungen der Interbau nahmen maßgebende Architekten viele Rundfunk- und Fernsehgeräte auf. Sie wählten fast nur Braun Geräte, weil sie gut zu modernen Möbeln passen. Hier der PK-G 3 (DM 520.-) im Hause des finnischen Architekten Alvar Aalto. Äußerlich gleich: PK-G 5 mit Gegentakt-Endstufe DM 580.-

Anodenkreis der Röhre liegt ein Transformator, über den positive Impulse — und zwar die Rücklaufimpulse der Zeilenablenkung — an die Anode gelangen. Eine Anodengleichspannung ist nicht vorhanden. Der Anodenwiderstand liegt an Masse. Anodenstrom kann nun nur während der positiven Rücklaufimpulse des Zeilengenerators fließen. Nur in dieser Zeit wird sich der Kondensator C aufladen, und zwar auf einen Wert, der durch die Höhe der am Gitter anliegenden Synchronsignalspannung bestimmt wird. Die Röhre wirkt bezüglich

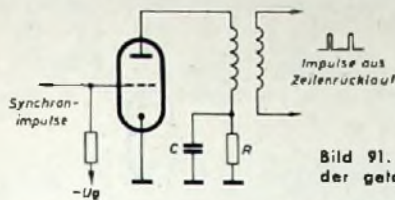


Bild 91. Prinzipschaltbild der gelasteten Regelung

der Zeilenrücklaufimpulse wie ein Gleichrichter, wobei dessen Innenwiderstand durch die Größe der am Gitter liegenden Synchronsignalspannung gesteuert wird. Da die Impulsspitzen den Spitzenwert des Trägers darstellen, erhält man am Kondensator C eine Spannung, die diesem Wert entspricht und nur während der Dauer der Synchronsignale gebildet wird. In der übrigen Zeit ist die Röhre gesperrt, da wegen der fehlenden Anodenspannung kein Anodenstrom fließen kann. Die Polarität der an C entstehenden Regelspannung ist genau wie bei einer Diode negativ.

Schaltungen für getastete Regelung

Das im Bild 91 dargestellte Prinzip muß in der Praxis etwas abgewandelt werden. Bild 92 zeigt eine Schaltung, bei der die „Taströhre“ in Gitterbasisanordnung betrieben wird. Das hat den Vorteil, daß eine sehr gute Trennung zwischen Eingang und Ausgang erreicht wird (wegen des geerdeten Gitters). Die hohen Impulse des an der Anode liegenden Zeilenrücklaufes würden beim Eindringen über die Taströhre in den Videoteil des Fernsehempfängers stören.

Die Katode der Taströhre im Bild 92 ist mit der Katode der Videodröhre verbunden, so daß für die erforderliche Gittervorspannung gesorgt ist. An dem nicht überbrückten Katodenwiderstand entsteht aber auch das Signalgemisch, so daß das Katodenpotential der Taströhre im Takte des Signals schwankt. Das ist gleichbedeutend mit einem Signal am Gitter. In der Anodenleitung der Taströhre liegt für die Zuführung der positiven Impulse eine Hilfswicklung des Zeilenausgangstransformators. Die Regelspannung wird an dem RC-Glied im Anodenkreis erzeugt und von dort den zu regelnden Röhren zugeführt.

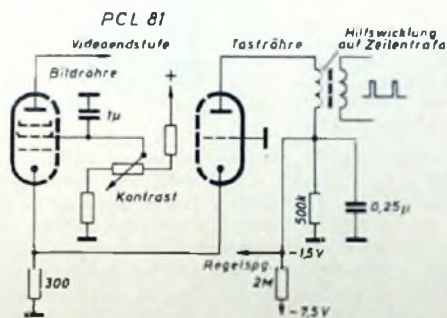


Bild 92. Getastete Regelung mit Triode als Taströhre

Meistens werden zwei ZF-Röhren geregelt, während die HF-Stufe des Kanalwählers eine verzögerte Regelspannung erhält, die in der besprochenen Weise erzeugt wird. Um zu vermeiden, daß die ZF-Röhren bei fehlendem Signal keine Vorspannung erhalten, wird in die Regelleitung eine Grundvorspannung von etwa $-1,5\text{ V}$ eingespeist, die sich aus dem Netzteil leicht gewinnen läßt.

Zur Kontrastregelung wird die Schirmgitterspannung der Videodröhre geändert. Da sich mit der Schirmgitterspannung aber gleichzeitig der Anodenstrom und damit die Spannung am Katodenwiderstand ändert, ergibt sich auch ein Einfluß auf den Arbeitspunkt der Taströhre. Der Kontrastregler ändert damit den Wert der Regelspannung und wirkt so gleichzeitig auf den ZF-Teil des Empfängers ein.

Bild 93 zeigt eine weitere Schaltung für getastete Regelung (Grundlg.). Als Taströhre wird hier eine Pentode benutzt, ebenfalls in Gitterbasisanordnung. Die Einspeisung der Tastimpulse erfolgt über einen Kondensator in den Anodenkreis der Taströhre. An der Anode der Taströhre entsteht eine Gleichspannung von etwa -36 V . Diese ist für eine direkte Regelung zu hoch und wird daher durch den Spannungsteiler $0,5\text{ MOhm}/0,1\text{ MOhm}$ auf $1/5$ herabgesetzt. Wegen der großen Steilheit der EF 80 ist die Regelspannungsänderung jedoch immer noch groß genug, um im ZF-Verstärker eine ausreichende Arbeitspunktverschie-

Unentbehrliche

PHILIPS Fachbücher

BUCHREIHE »ELEKTRONENRÖHREN«
Band III B



Daten und Schaltungen moderner Empfänger- und Kraftverstärkeröhren

(Ergänzungsband III) von N. S. Markus und J. Vink (56)

Batterieröhren in Miniatursausführung: DK 92, DL 94, DM 70, DM 71 – 2-Empfängerschaltungen – Röhren für FM/AM-Empfänger: EABC 80, EC 92, ECH 81, EF 85, EZ 80, UABC 80, UC 92, UCH 81,

UF 85 – 2-Empfänger-Schaltungen – Röhren für das Dezimetergebiet: DC 70, EC 80, EC 81, EC 55 – Beschreibung von 4 verschiedenen Schaltungen und mehr.

Entwicklungsjahre 1951/54.

(gr. – 8°) 260 Seiten, 290 Abbildungen, Ganzlezn. DM 16,50

»POPULÄRE REIHE«



GERMANIUM - DIODEN

von Dr. S. D. Boon

mit 23 verschiedenen Anwendungsbeispielen, u. a.: Gleichrichter für niederohmige und hochohmige Belastung, Meßinstrumente, Video-Demodulation und automatische Verstärkungs-Regelung in einem Fernseh-Empfänger, Dynamischer Begrenzer für FM-Empfänger, Impulsformer, Radiowecker, Dioden-Empfänger ohne Antenne, Demodulation und AVR in Rundfunk-Empfängern, Zeitschalter mit Germanium-Diode, Germanium-Dioden in Relais-Schaltungen

und vieles mehr. (8°) 79 Seiten, 58 Abbildungen, Kart. DM 5,50



Röhren für Batterie-Empfänger

von E. Rodenhuis mit Beiträgen zum UKW-Empfang mit Batteriegeräten von Dipl.-Ing. W. Sparbier.

Entwicklung der Batterieröhren – Übersicht über moderne Batterie-Empfänger-Miniatur-Batterieröhren mit Heizfäden für 50 mA – Technische Daten, Beschreibung und Schaltungshinweise für die Röhren DK 92, DF 91, DAF 91, DL 92, DL 94

und DC 90 – Die Abstimmanzeigeröhren DM 70, DM 71 – Miniatur-Batterieröhren mit Heizfäden für 25 mA – Röhren DK 96, DF 96, DAF 96, DL 96 und DF 97 – Empfänger-Beschreibungen – Beschreibung von praktisch erprobten Schaltungen für AM-Batterie-Empfänger und AM/FM-Empfänger für Batterie- und Wechselstrombetrieb und mehr.

(8°) 217 Seiten, 221 Abbildungen, 6 Faltafeln, Kart. DM 12, –

Erhältlich im Buchhandel

Weitere Bücher im neuen Katalog 1957/58

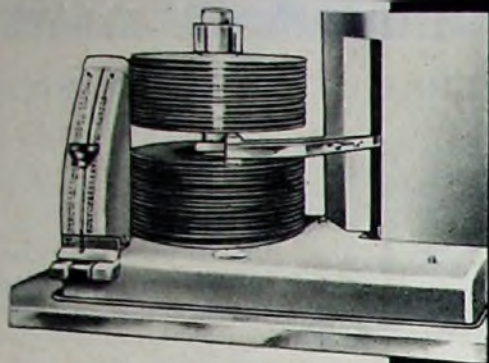


DEUTSCHE PHILIPS GMBH

Verlagsabteilung

HAMBURG 1

Der Wunschtraum VIELER PLATTENFREUNDE ist verwirklicht:

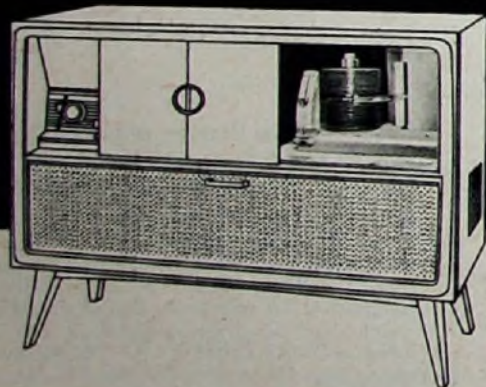


– der Wunschtraum, unter 60 Plattenseiten diejenigen Musikstücke in gewünschter Reihenfolge zu wählen, die man gerade hören will. Der Wählvorgang nach einem Nummernverzeichnis ist denkbar einfach. Ob Vor- oder Rückseite der 30 im Gerät gestapelten Platten oder eine Änderung der Wahl während des Abspielens gewünscht wird – ein Druck auf eine der Tasten genügt. Die robuste, bereits tausendfach bewährte Mechanik garantiert Leistung und Lebensdauer. Das Gerät ist für 17,5-cm-Platten mit 45 U/min bestimmt und wird als Chassis zum Einbau in Tonmöbel geliefert.

Maße: Höhe 620 mm, Breite 410 mm, Tiefe 270 mm

BRUTTOPREIS: 950 DM

Ein Plattenspieler, der seiner Zeit weit voraus ist, lautet das Urteil derer, die „Sixty“ bereits kennen.



Sixty

Musikfreunde, die höchsten Bedienungskomfort schätzen, finden im

60-Platten-Selbstwähler

das Gerät, das alle Wünsche erfüllt.

Wir senden auf Anforderung gern Prospektmaterial und Angebot.

Wiegandt

TONMOBEL-VERTRIEBS-GMBH

HEIDELBERG · ZÄHRINGER STRASSE 38

bung zu erreichen. Der 0,5-MOhm-Widerstand dient zusammen mit dem 2- μ F-Kondensator zur Siebung. Wie schon mehrfach gesagt, ist es für bestes Signal/Rausch-Verhältnis wichtig, daß die Kaskodestufe im HF-Teil verzögert geregelt wird. Die Regelung dieser Stufe darf daher erst einsetzen, wenn das Signal so groß ist, daß die Mischstufe keinen wesentlichen Beitrag mehr zum Rauschen liefert. Die Regelspannungsverzögerung wird wie

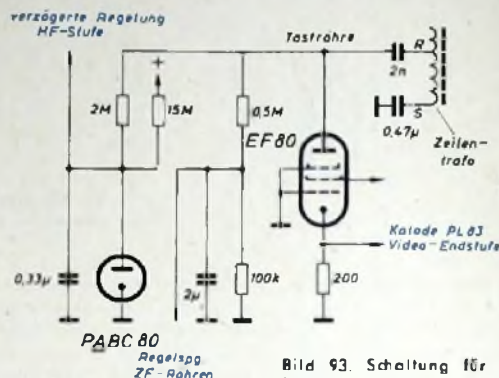


Bild 93 Schaltung für gesteuerte Regelung mit Pentode (Grundig)

üblich mittels einer vorgespannten Diode erreicht. Im Bild 93 erhält die Diode über den 15-MOhm-Widerstand eine geringe positive Spannung, während die Regelspannung von der Anode der Taströhre über einen 2-MOhm-Widerstand zugeführt wird. Es stellt sich nun zunächst in Verbindung mit dem Anlaufstrom der Diode eine gewisse Grundgittervorspannung ein. Bei kleinen Regelspannungen steigt diese Vorspannung nur schwach an, setzt jedoch bei einer bestimmten Spannung sehr steil sein. (Wird fortgesetzt)

Aus dem Ausland

Salon National de la Radio Paris (11.–23. 9. 1957)



Die schlichte Aufmachung dieses Empfängers von Ducretet-Thomson ist kennzeichnend für den herrschenden Gehäusestil

Die immer stärker werdende Bedeutung der alljährlichen französischen Radioschau ließ sich in diesem Jahre schon rein äußerlich an einer sehr aktiven Teilnahme des französischen Rundfunks und Fernsehens sowie der Post und der Armee erkennen. Es handelte sich hierbei offensichtlich nicht nur darum, dem großen Publikum die in letzter Zeit auf Spezialgebieten vollbrachten Leistungen bekanntzumachen, sondern man wollte auch, besonders bei der Jugend, ein aktives Interesse für die Elektronik gewinnen. Der Bedarf an technischem Nachwuchs wird auch in Frankreich immer dringender, und in dieser Hinsicht muß zum Beispiel die Vorführung ferngesteuerter Schiffsmodelle als mehr als eine Attraktion gewertet werden.

Volltransistor-Portable von Firvox ▶

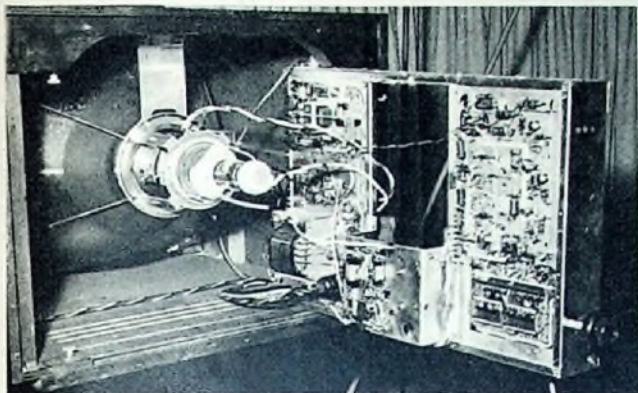


◀ Dieser Transistor-Empfänger von Ducretet-Thomson empfängt neben Mittel- und Langwelle auch das 49-m-KW Band

Der fortschreitende Ausbau des französischen UKW-Sendernetzes fand seine Auswirkung in einem sehr reichhaltigen Angebot an AM/FM-Empfängern; mehrere Firmen benutzen in ihren Geräten gedruckte Schaltungen. Empfänger mit drei, vier oder fünf Lautsprechern sind keine Seltenheit mehr; manche Firmen verwenden hier die in Deutschland gewählte Bezeichnung „3D“. Völlig mit Transistoren bestückte

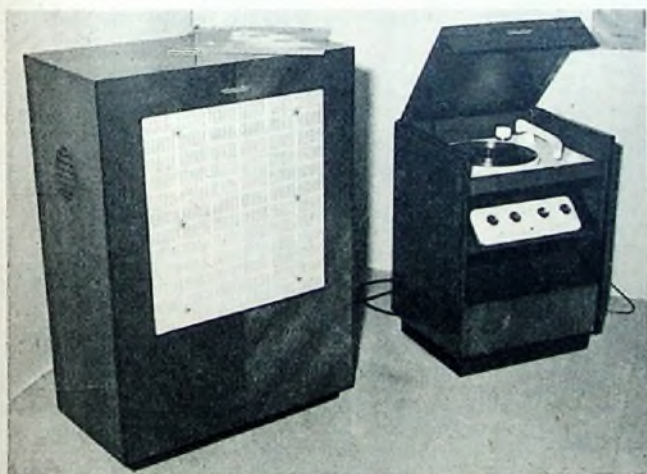
tragbare Geräte sah man bei 12 Firmen; es handelte sich dabei durchweg um Geräte, die nicht oder nur sehr wenig kleiner sind als entsprechende Röhrenempfänger. Alle diese Empfänger haben Lang- und Mittelwellenbereich, einige auch ein gespreiztes Kurzwellenband (49 m), auf dem der Empfang noch durchaus brauchbar ist. Kleinstempfänger im Taschenformat wurden noch nicht angekündigt.

Fernsempfänger sah man mit 43-cm- und 54-cm-Bildröhren. Die bereits im letzten Jahre vereinzelt angebotene 70-cm-Bildröhre scheint sich keiner besonderen Beliebtheit zu erfreuen. Die 90°-Ablenkung wird vielfach benutzt. Auch in Frankreich legt man jetzt viel Wert auf gute Tonwiedergabe; mehrere Geräte sind mit zwei oder drei Lautsprechern ausgestattet. Immer mehr Geräte werden mit Kanalwählern ausgerüstet. Die nur für die französische Norm ausgelegten Empfänger enthalten meist nur 6 Kanäle; bei den vereinzelt angebotenen Mehrstandard-



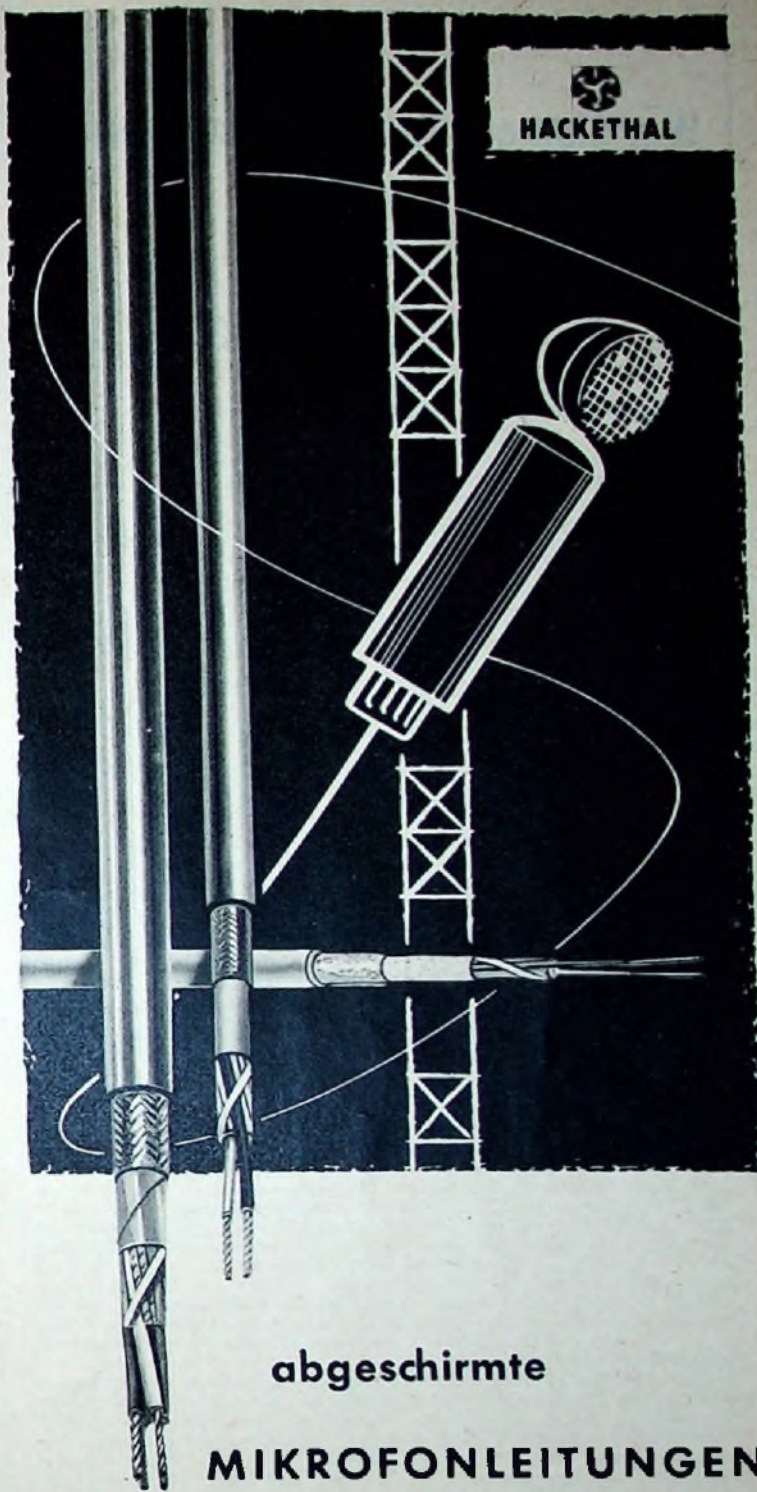
Die Service-Arbeit am Fernsehempfänger von Continental-Edison wird durch ein seitlich ausschwenkbares Chassis erleichtert

Geräten sind 12 Kanäle vorhanden. Im Bedienungskomfort zeigen sich zwei gegensätzliche Tendenzen: Manche Firmen versuchen durch eine geringe Zahl von Drehknöpfen dem Benutzer die Bedienung zu erleichtern, andere bieten wieder zusätzliche Einstellmöglichkeiten. So wurden verschiedentlich Mittel zur Beeinflussung des Frequenzganges der Videostufe oder zur Verschiebung der Nyquist-Flanke eingebaut. In der Schaltungstechnik werden hier ähnliche Verfahren wie in den in Deutschland u. a. als Klarzeichner bekanntgewordenen Einrichtungen verwendet.



Plattenspieler mit Verstärker und separater Lautsprecherbox von La Voix de son Maître

In diesem Jahr nahm die französische Schallplattenindustrie zum ersten Male am Salon de la Radio teil. Diese Tatsache sei nur angeführt, um zu zeigen, welche Bedeutung die Tonwiedergabetechnik hier zur Zeit einnimmt. Rings um die Ausstellungshalle befanden sich elf akustisch isolierte Wiedergabe-Studios, in denen die einschlägigen Firmen ihre Verstärker, Plattenspieler und Lautsprechergruppen vorführten. Geräte, bei denen höchste Klangtreue unter Anwendung aller technischen Mittel und ohne Rücksicht auf den Gestehungspreis erreicht wird, waren allerdings nur vereinzelt zu sehen. Wirtschaftliche Erwägungen hatten anscheinend in den meisten Fällen eine bedeutende Rolle bei der Auslegung von Neukonstruktionen gespielt. Ferner versucht man offensichtlich, die Ausmaße der Tonmöbel den Platzverhältnissen in modernen Wohnungen anzupassen. Auch bei kleineren Geräten war die Tonwiedergabe in allen Fällen ausgezeichnet. H. Schreiber



abgeschirmte MIKROFONLEITUNGEN

für Rundfunk- und Tonfilmstudio,
als Lautsprecher-Anschlußleitungen,
zur Speisung und Steuerung
des Verstärkers,
als Steuerleitungen
in der Meß- und Regeltechnik

Auf Anfrage übersenden wir Ihnen gern unsere
Informationsschriften über alle Tonfrequenzleitungen

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

Wer sich am Radio ergötzt, den Wert der



Lorenz-Röhren schätzt!

Aus Zeitschriften und Büchern

Eine einfache Gegensprechanlage fürs Heim

In ihrer einfachsten Form besteht eine Gegensprechanlage aus zwei kleinen Lautsprechern, die wahlweise auch als Mikrofone arbeiten müssen, und einem Verstärker, der wenigstens die für eine einwandfreie Sprachverständlichkeit wichtigen Frequenzen zwischen 300 Hz und 4 kHz ausreichend verstärkt. Wenn die Anlage so empfindlich sein soll, daß man beim Sprechen nicht an den als Mikrofon arbeitenden Lautsprecher herangehen muß, sondern sich an einer beliebigen Stelle des Zimmers aufhalten kann, dann muß der Niederfrequenzverstärker eine ganz ansehnliche Spannungsverstärkung liefern. Eine große Empfindlichkeit der Anlage ist aber erwünscht, wenn man mit ihr die Vorgänge im ganzen Raum abhören möchte. Andererseits bedingt diese große Empfindlichkeit einen recht hohen schaltungsmaßbigen Aufwand, wenn man einen geeigneten Röhrenverstärker bauen will. Ein Netzanschlußgerät mit ausreichenden Sieb- und Beruhigungsmitteln ist unerlässlich, wenn nicht die Brummspannung die Empfindlichkeit des Ver-

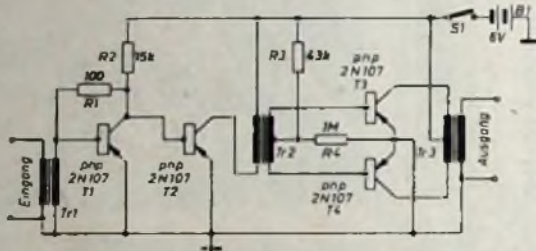


Bild 1. Vollständige Schaltung des Transistorverstärkers für die Gegensprechanlage

stärkers zunichte machen soll. Ferner ist ein Röhrenverstärker infolge seiner hohen Eingangsimpedanz gegen Störfelder recht empfindlich und muß deshalb gut abgeschirmt werden.

Ersetzt man aber den Röhrenverstärker durch einen Transistorverstärker, dann kann man mit einfachen Mitteln zu dem gewünschten Ergebnis kommen, so daß sich der Selbstbau einer kleinen Gegensprechanlage für das Heim oder für ähnliche Zwecke lohnt. Der Verstärker, dessen vollständige Schaltung im Bild 1 gezeigt ist, kann man bequem auf einer 4x10 cm großen und 3 mm dicken Isolierstoffplatte montieren, die sich ohne Schwierigkeiten zusammen mit der 6-V-Batterie in dem Gehäuse eines Kleinlautsprechers, der z. B. einen Durchmesser von 7,5 cm hat, unterbringen läßt. Ein zweiter gleichartiger Lautsprecher (aber ohne Verstärker) wird an der Stelle aufgestellt, mit der gesprochen oder die abgehört werden soll. Die Empfindlichkeit der Anlage ist so groß, daß sich damit fast alle Geräusche in einem Raum an einer entfernten Stelle verfolgen lassen.

Die Schaltung des Verstärkers im Bild 1 ist so gewählt, daß er bei geringer Belastung der Batterie eine hohe Empfindlichkeit hat und nur gerade soviel Sprechleistung abgibt, wie für eine einigermaßen brauchbare Lautsprecherwiedergabe notwendig ist. Es können vier beliebige pnp-Transistoren verwendet werden, wobei nur darauf geachtet werden soll, daß die beiden Transistoren der Gegentakt-Endstufe möglichst aufeinander abgestimmt sind und daß sie den gleichen Kollektorruhestrom haben, damit der Ausgangstransformator nicht durch einen Gleichstrom vormagnetisiert wird. Die Brummpflichtigkeit ist wegen des niederohmigen Verstärkereinganges gering. Die Basis der Transistoren T3 und T4 in der Gegentakt-Endstufe erhält ihre Vorspannung über einen Spannungsteiler R3, R4, der recht hochohmig ist, um die Batterie möglichst wenig zu belasten und die Eingangsimpedanz der Endstufe nicht zu verkleinern. Die Primärwicklung des Ausgangstransformators Tr3 hat einen Widerstand von insgesamt 2 kOhm, so daß der Belastungswiderstand der Transistoren relativ klein ist. Die Sekundärwicklung von Tr3

ist dem Widerstand der Lautsprecherschwingpule angepaßt. Der Eingangstransformator Tr2 der Gegentaktstufe hat primär 20 kOhm und sekundär insgesamt 2000 Ohm.

Die Eingangsstufe T1 arbeitet mit geringen Spannungen, wobei noch Basis und Kollektor durch den kleinen Widerstand R1 nahezu das gleiche Potential haben. Trotz des verhältnismäßig großen Ruhestromes ergeben sich dadurch hohe Empfindlichkeit, große Verstärkung und Rauschfreiheit. Der Transistor T2 bildet eine Art Treiberstufe und ist unmittelbar an die Eingangsstufe T1 angekoppelt; seine Basis ist mit dem Kollektor von T1 galvanisch verbunden. Da die Basisspannung und somit der Arbeitspunkt von T2 durch die Eingangsstufe bestimmt wird, muß der Einfluß des Kollektorstromes von T1 auf den Transistor T2 möglichst weitgehend dadurch ausgeschaltet werden, daß man den Kollektorwiderstand R2 klein wählt. Außerdem ergibt sich eine sehr gute Stabilisierung der Eingangsstufe T1 und damit auch der Treiberstufe T2 durch die starke Gegenkopplung über R1, die sowohl Übersteuerungen von T1 als auch Nullpunktschwankungen von T2 wirkungsvoll verhindert. Der Eingangstransformator Tr1 stimmt in seiner Ausföhrung mit dem Ausgangstransformator Tr3 überein, jedoch wird die Mittelanzapfung nicht benötigt.

Bei dem Aufbau des Verstärkers soll man R3 so abgleichen, daß durch T3 und T4 ein Kollektorruhestrom von je 1,0 mA fließt; dabei sollen die beiden Ruhestrome von T3 und T4 nicht um mehr als 10% voneinander abweichen. Der Widerstand R2 muß so abgestimmt werden, daß der Kollektorruhestrom durch T2 ungefähr 0,5 mA ist. Dann soll der Kollektorruhestrom von T1 annähernd gleich 1,0 mA sein. Eine Nachkorrektur ist mit Hilfe des Widerstandes R1 möglich. R1 muß einen kleinen Wert haben, weil hiervon die Rauschfreiheit des Verstärkers abhängt.

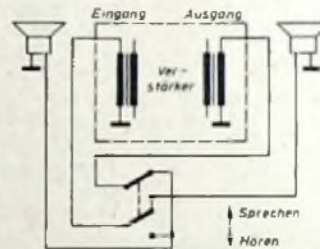


Bild 2. Schema der Anschaltung zweier üblicher Kleinlautsprecher (4 Ohm, 7,5 cm Ø) an den Verstärker über einen Umschalter mit den Stellungen „Sprechen“ und „Hören“

Aus Bild 2 geht schließlich hervor, wie die beiden Lautsprecher an den Verstärker angeschlossen werden und auf welche Weise mit einem zweipoligen Umschalter von „Sprechen“ auf „Hören“ und umgekehrt umgeschaltet wird. Der Umschalter und der rechte Lautsprecher sind mit dem Verstärker zu einer Einheit zusammengebaut; der linke Lautsprecher kann in dem Raum aufgestellt werden, mit dem man sprechen oder den man abhören möchte.

Dr. F.

(Maloney, W. J.: Transistorized Intercom, Radio & TV News Bd. 58 (1957) Nr. 2, S. 54)

Elektronisches Englisch, Von H. G. Freeman 5. Aufl., Essen 1956. Verlag W. Girardet, 491 S., 8° Preis in Plastik geb. 34,80 DM.

Der schnelle Fortschritt auf allen Gebieten der Elektrotechnik machte die völlige Neubearbeitung und Erweiterung des bekannten Buches notwendig. Man findet hier jetzt neben den elektrotechnischen Ausdrücken auch atomphysikalische Fachbezeichnungen, die wichtigsten Ausdrücke aus der Rundfunk- und Fernmeldetechnik sowie radartechnische Begriffe. Der erste Teil bringt wiederum die deutschen Stichwörter mit den entsprechenden englischen Übersetzungen sowie textlichen Erläuterungen zum Stichwort, der zweite Teil in Wörterbuchart eine deutsch-englische und englisch-deutsche alphabetische Zusammenstellung. Ebenso wie früher wird auch jetzt der Elektrotechniker diese neue Ausgabe wieder gern als Hilfsmittel beim Lesen und Übersetzen englischsprachiger elektrotechnischer Fachliteratur zur Hand nehmen. Rdt

Alle besprochenen Bücher können durch HELIOS-Buchhandlung und Antiquariat GmbH, Berlin-Borsigwalds, bezogen werden.

Wenn Gla: dann

PHILIPS ELA



Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung



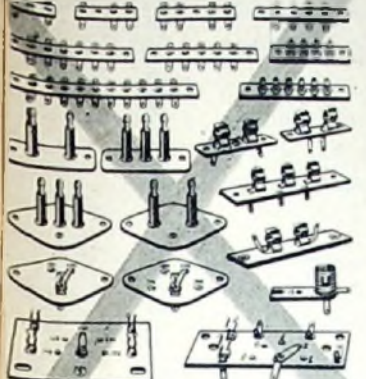
KATHREIN-Fernsehtantennen

mit den 5 Vorteilen



Bitte fordern Sie Prospekte an!
Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate ANTON KATHREIN Rosenheim/Obb.

ELEKTRO-BAUTEILE



OMIKRON-FEINBAU
Sassmannshausen i. Westf.

METALLGEHÄUSE



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

Kaufgesuche

HANS HERMANN FROMM sucht ständig alle Empfangs- u. Miniaturröhren, Wehrmühlröhren, Stabilisatoren, Osz.-Röhren usw. zu günstigen Bedingungen. Berlin-Wilmersdorf, Febrbelliner Platz 3, 87 33 95

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen gesucht. Neumüller & Co. GmbH, München 2, Lenbachplatz 9

Radioröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht. Szebebel, Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8, Tel.: 31 23 50

Kaufe Röhren-Restposten! Nur fabrikanneue Ware. Keine klein Sortimente. Röhren-Hacker, Berlin-Neukölln, Silbersteinstr. 5-7

Rundfunk- und Spezialröhren aller Art in großen und kleinen Posten werden laufend angekauft. Dr. Hans Burklin, München 15, Schillerstr. 18, Tel.: 5 03 40

Labor-Instr., Kathographen, Charlottenburger Motoren, Berlin W 35

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

Verkäufe

Tonbandgerät zur Aufnahme von Sprache und Musik. Bausatz ab 40,50 DM. Prospekt frei! F. auf der Lake & Co., Mülheim/Ruhr

Gegen Kassenmogler...
Mogler-Kassen
100 ABT Mogler KASSENTABRIK HEILBRUNN

Fernseher der internationalen Spitzenklasse mit der besonderen Note und dem Höchstkomfort den nur



Wega bietet

die in der Welt einzigartige FS-Fernsteuerung WEGA-Knirps mit UKW-Stationsfernwähler (Tisch mit eingebauter UKW-Antenne)



WEGA-RADIO STUTTGART **WEGA**

Wir unterstützen Ihren Verkauf durch Werbung in der Tagespresse und entsprechende Dekorationsstücke

Technisches Fernstudium für Facharbeiter

Was wissen Sie darüber?

Strebsame Facharbeiter, die in eine gehobene Stellung als Techniker, Werkmeister, Betriebsleiter aufsteigen wollen, können fehlende theoretische Fachkenntnisse in ihrer Freizeit - also ohne Berufsunterbrechung - durch Fernunterricht erwerben. Die Berufsaussichten sind hervorragend, weil wegen Technikermangel viele angenehme und gutbezahlte Stellen offen stehen. Eingehende Aufklärung über die Christiani-Fernlehrgänge Maschinenbau, Elektrotechnik, Radiotechnik, Bautechnik, Stabrechnen und Mathematik erhalten Sie durch das interessanteste Buch DER WEG AUFWÄRTS. Sie erhalten dieses Buch kostenlos. Schreiben Sie heute noch eine Karte (LOPI ist das wert) an das Technische Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani Konstanz Postfach 1257

Nadeln in Saphir- u. Diamant für Plattenspieler

BIEG

78 45 33 16%

BADISCHE INDUSTRIE- EDELSTEIN-GESELLSCHAFT ELZACH/SCHWARZW.

neu

Radiobasteln ein Spiel mit dem modernen RIM-Experimentier-Baukasten **EX-BA-KA**

Kein Lötens! Jeder Versuch ein betriebsfertiges Gerät. Verlangen Sie Angebot

RADIO-RIM
München 15 · Bayerstr. 25

Schwingquarze
von 800 Hz bis 50 MHz **kurzfristig lieferbar!**

Aus besten Rohstoffen gefertigt in verschiedenen Halterungen und Genauigkeiten. Für alle Bedarfsfälle

M. HARTMUTH ING.
Maßtechnik - Quarztechnik
HAMBURG 36

Einmaliger Gelegenheitskauf!

Aus ehemal. Wehrmachtbeständen leichter 80-Mtr.-Ballonensender für Batterie-Betrieb. In Zelluloidgehäuse mit Batterie-Raum. Abmessung 145 x 105 x 60 mm, best. aus 1 Röhre MC 1, Spule, Trimmer, keram. Kondensatoren, Widerst., Buchsen u. Anschlussröhren usw., auf Pertinax-Platte montiert u. leuchtigkeitsgeschützt. Samtl. Geräte ungebraucht, Preis pro Stück DM 3,50 solange Vorrat. Best. geeignet als Fernsteuerender für 27,12 MHz (auch als Gegentaktender). Schaltbild von Sender DM - 80, Umbauanleitung DM - 80. - **Krüger, München, Erzgebirgsstraße 29**

Für Fernsehempfang aus Nah und Fern

trial ANTENNEN

Kontaktsicher
Leistungsstark
Preiswert
Dauerhaft

Dr. Th. Dumke KG RHEYDT, Post 75

Man wird Sie fragen...

31



Jetzt mit Doppelspielband - 4 Std. Spieldauer
und 2 Geschwindigkeiten

TELEFUNKEN
„Magnetophon“
KL 65 S

Tischgerät, Leistung DM 469,-
Koffert, mit Motor + Tonarm, Leistung DM 598,-

Industrie Preisklasse

heute schon mit zweiter Bandgeschwindigkeit 4,75 m/s
heute schon mit Drucktastensteuerung
heute schon mit Feinfühlautomatik für Doppelspielband
heute schon mit den langlebigen Spezial-Tonköpfen

Alle deutschen Rundfunkanstalten und die Mehrzahl aller europäischen Stationen senden ihre Bandaufnahmen ausschließlich von Telefunken Studio „Magnetophon“. Das gleiche Telefunken Werk fertigt heute auch das Telefunken Heim-„Magnetophon“ KL 65 S

... nach dem „Magnetophon“ KL 65 S, Bandgeschwindigkeit 4,75, Drucktastensteuerung, Feinfühlautomatik, Spezialtonköpfen: denn das nebenstehende Inserat erscheint in Millionen von Illustrierten.

1. Denken Sie an den einfachen Truheneinbau des KL 65 TS, die ideale Transportierbarkeit des KL 65 KS.
2. Führen Sie Musikaufnahmen mit guter Mittelwellenqualität auf Bandgeschwindigkeit 4,75 durch.
3. Lassen Sie Ihren Kunden gestrost die einfache Drucktastensteuerung des Gerätes handhaben.
4. Erklären Sie Ihrem Kunden, daß das neue Doppelspielband DS 65 (360 m auf Spule 13) bedenkenlos auf dem KL 65 S mit seiner Feinfühlautomatik gespielt werden darf.
5. Weisen Sie auf die langlebigen Telefunken-Tonköpfe hin, die die Anschaffung des KL 65 S zukunftssicher und auch auf lange Sicht lohnend machen.
6. Vermitteln Sie auch Ihren Kunden die Sicherheit, die jeder Tontechniker vom Rundfunkempfindet, wenn er ein Telefunken-Studio-„Magnetophon“ in Betrieb setzt.



Bitte, prägen Sie sich zu Ihrem eigenen Vorteil diese Argumente gut ein. An Ihnen wird es liegen, ob der durch unsere Werbung zu Ihnen geführte Interessent auch wirklich zum Käufer wird.



TELEFUNKEN

„Magnetophon“ KL 65 S