

BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

3 | 195

1. FEBRUARHE



Sendernetz für das Zweite Fernsehprogramm

Die Bundesregierung hat in ihrer Kabinettsitzung am 14. Januar 1959 die technische Planung des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen für die Errichtung eines Fernseh-Rundfunknetzwerkes für die Ausstrahlung des Zweiten Fernsehprogramms gebilligt. Der Aufbau des Fernseh-Rundfunknetzwerkes im Bereich IV durch die Deutsche Bundespost für die Ausstrahlung des Zweiten Fernseh-Rundfunkprogramms umfaßt die Senderanlagen und das Modulationsleitungsnetz auf Richtfunkverbindungen für Bild und Ton. Es sind zwei Ausbaustufen vorgesehen, die erste Ausbaustufe umfaßt die Errichtung von 28 Sendern und das Modulationsnetz. Diese erste Ausbaustufe wird im Laufe des Jahres 1960 betriebsbereit sein. Sie wird vorzugsweise die dicht besiedelten Gebiete und die Grenzgebiete versorgen. Als Aufstellungsorte für die Sender werden im wesentlichen vorhandene Funkstellen der Deutschen Bundespost benutzt, deren Lage für eine gute Versorgung günstig ist. Mit der zweiten Ausbaustufe ist beabsichtigt, den restlichen Teil der Bevölkerung zu erfassen. Sie wird im Anschluß an die erste Ausbaustufe Zug um Zug durchgeführt. Die Anzahl und die Größe der hierzu erforderlichen Sender und Umsetzer läßt sich erst nach Inbetriebnahme der ersten Ausbaustufe endgültig bestimmen.

Fünf Firmen heben Preisbindung auf

Die Firmen AEG, Deutsche Philips, Graetz, Grundig und Telefunken haben die Preisbindung der zweiten Hand fristgemäß gekündigt. Veranlassung zu diesem Schritt waren die allseitig bekannten Marktverhältnisse, hauptsächlich der Umstand, daß die Preisbindung nicht rechtzeitig durch eine Rabattregelung ergänzt und zugunsten der Verbraucherpreise umgestaltet werden konnte.

Über 15 Millionen Tonrundfunkteilnehmer

Am 1. Januar 1958 wurden in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Westberlin 15 000 000 Tonrundfunkgenehmigungen registriert. Darunter befinden sich 547 174 gebührenfreie Tonrundfunkgenehmigungen und 387 827 Zweitgenehmigungen (für Kfz usw.). Im Jahre 1958 erfolgte eine Zunahme um knapp 600 000 Teilnehmer. Die Fernseh-Rundfunkgenehmigungen betragen 1 125 130 am 1. Januar 1958.

Kunststoffbeschichtung von Tonmöbeln

Das Gehäusewerk von Grundig in Georgensgündl konnte die Versuche der Kunststoffbeschichtung von Tonmöbeln so weit vervollkommen, daß bereits 1958 sämt-

liche Typen der Musik- und Fernseh-schränke nach diesem neuen Verfahren oberflächenbehandelt wurden.

Metz 410 Stereo

Der Spitzensuper „410“ ist jetzt auch in Stereoausführung als „410 Stereo“ lieferbar. Er enthält einen Zweikanal-Verstärker für die Wiedergabe von Stereo-Schallplatten, Tandemregler und Register für Stereo, Konzert und Sprache sind eingebaut. Der Anpassungswiderstand des Stereolautsprechers ist 4,5 Ohm.

Druckschriften

AEG

Tonbandgeräte

Die AEG gab einige neue Druckschriften für Tonbandgeräte heraus, und zwar jeweils für die Magnetophone „75“, „85“ und „M 23“. Die Prospekte enthalten kurze technische Angaben, Abbildungen und Preise.

BASF

Mitteilungen für alle Tonbandfreunde Nr. 17/1958

„Was ist Schall?“, „Die Entzerrung von Magnetanlagern“ und „Spielzeiten von Magnetophonband BASF“, das sind einige Titel aus dem kleinen 20seitigen Heft.

Cerberus

Cerberus elektronik Nr. 8/1958

Die viersellige Sondernummer im DIN-A-4-Format geht ausschließlich auf Signalglühlampen ein.

Graetz

Graetz-Nachrichten Nr. 23/1958

Die Stereo-Musiktrüben von Graetz werden ausführlich in den Graetz-Nachrichten Nr. 23 besprochen (nicht in Nr. 22, wie irrtümlich in FUNK-TECHNIK Bd. 13 (1958) Nr. 23, S. 788, angegeben).

Graetz-Nachrichten

kurz gefaßt Nr. 24/1958

Das viersellige Informationsblatt für den Fachhandel behandelt die Themen Stereophonie, Bauelemente, Röhren und gibt ferner Winke für die Instandsetzungswerkstatt.

Grundig

Klingende Reisebegleiter

DIN A 4, 4 S. Die neue dreifarbige Druckschrift stellt die Kofferempfänger von Grundig in Wort und Bild vor.

Reparaturhelfer

Neue Reparaturhelfer (Schaltung und Abgleichanweisung) liegen jetzt vor für die Empfänger: „1097“, „1098“, „1099“, „PM“, „2066“, „2087“, „2097“, „PC 58“, „LR 310“, „3066“, „3067“, „3087“, „4066“, „4067“, „4097“, „5066“, „5087“, „5097“, „Transistor-Luxus-Boy“, „Drucktasten-Boy 58“, „Drucktasten-Transistor-Boy 58“.

Tonband-Service

Ausführliche technische Angaben, Schaltungen sowie Funktions- und Einzelteilbeschreibungen enthalten die neuen Service-Blätter für die Serie „T 30“, „TK 30“, „TM 30“, „TK 32“, „TK 35“.

Fernseh-Service

Für den Fernseh-Service erschienen Unterlagen über die Tisch- und Schrankgeräte sowie über die FS-Musik-schränke der Saison 1958/59.

Hirschmann

Die Brücke zum Kunden Nr. 23/1958

DIN A 4, 12 S. Ein Übersichtsbeitrag „Neuland Band IV“ macht mit den Band-IV-Antennen von Hirschmann vertraut. Weitere Aufsätze behandeln „Höherer Gewinn durch Mehrfach-Yagi-Antennen“ sowie die automatische Autoantenne „Auto 6000“.

Antennen-Spezialprospekte

Neue Spezialprospekte liegen vor für Band-IV-Antennen (DIN A 5, 4 S.) sowie für Autoantennen (fremdsprachliche Ausgaben in Englisch, Französisch oder Spanisch; DIN A 4, 24 S.). Eine neue Montageanleitung für Fernsehantennen (Einkanalannten für das Band II) ist jetzt sechssprachig vorhanden.

Körting

Körting Echo Nr. 3/1958

DIN A 4, 12 S. Der Hauptaufsatz des Heftes lautet: „Synchro-Detektor im Tonteil der FS-Empfänger“.

Loewe Opta

Loewe Opta Kurier Nr. 4/1958

DIN A 4, 20 S. Diese Ausgabe vom Dezember 1958 beschreibt u. a. den Stereo-Musikschrank „Atlas-Luxus-Stereo“ und das Tonbandgerät „Optacord 400“. Ein weiterer Aufsatz behandelt: „Empfindlichkeitsbestimmung an Rundfunkempfängern mit Ferrit-Antenne“.

Stereo

DIN A 4, 30 S. In diesem neuen Prospekt werden die Rundfunkgeräte, Konzertschränke und Tonbandgeräte von Loewe Opta in Wort und Bild vorgestellt. Dem Stereo-Thema ist dabei etwa die Hälfte der Druckschrift vorbehalten.

Nordmende

Am Mikrofon: Nordmende

Nr. 4/1958

DIN A 4, 28 S. Das Heft ist insbesondere der Fernseh-technik gewidmet, und zwar wird die technische Beratungsstunde mit dem Aufsatz „Praktischer Umgang mit Fernseh-Meßgeräten“ fortgesetzt, während die fernsehtechnischen Schulungsbriefe eine „Übersicht über den Fernsehempfänger“ bringen. Ein fünfseltiger Aufsatz „In 6 Jahren weiträumiges Richtfunknetz geschaffen“ macht mit den deutschen Richtfunkstrecken vertraut. Viele kleine Notizen wurden außerdem in gewohnter Weise aufgenommen.

Stereo-Konzertschränke

Ein neuer zwölfseltiger Spezialprospekt (DIN A 5) stellt ausschließlich Nordmende-Konzertschränke in Stereo- und Normalausführung vor.

AUS DEM INHALT

1. FEBRUARHEFT 1959

FT-Kurznachrichten	66
Ungewöhnliche Funkverbindungen	67
Hans Bredow †	68
Die dynamische Gitterkapazität und ihr Einfluß auf den UKW-Oszillator	69
Persönliches	70
Klangformer und Konzert-Hall-Register der Blaupunkt-Stereo-Truhe „New York“ ..	71
Stereo-Demonstration auch im Schweizer Rundfunk	72
Elektrische Analogrechner — Technische Grundlagen	74
Drehmelder und ihre Anwendungen (1) ..	75
Universal-Service-Gerät »SUBMINISERV« ..	77
Einzelantenne und Antennenvertrag	78
Störstrahlungsgrenzwerte für Hochfrequenzgeräte	78

Beilagen

Schaltungstechnik

Transistor-Schaltungstechnik (16)	79
---	----

Der Oszillograf als Meßgerät

Der Oszillograf im Unterricht (28)	81
--	----

Einbau-Magnetlängengerät für den Selbstbau ..	83
---	----

Der Multibandkreis in Sender-Endstufen, am Gitter oder als Antennenkoppler ..	85
---	----

Grundlagen und Praxis der Strahlungsmeßtechnik (3) ..	87
---	----

Unsere Leser berichten

Die Glühlampe als Schwingungserzeuger ..	90
--	----

Von Sendern und Frequenzen	90
----------------------------------	----

Aus Zeitschriften und Büchern	92
-------------------------------------	----

Der Mavar	92
-----------------	----

Unser Titelbild: Ultraschallprüfung einer Spannvorrichtung aus Grauguß mit dem „Ultraschall-Impuls-Gerät III“ von Siemens & Halske. Werkaufnahme

Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Baumburg, Rehberg, Schmidtke, Schmal, Straube) nach Angaben der Verfasser. Seiten 89, 91, 95 und 96 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichbardamm 141—152. Telefon: Samml.-Nr. 492331. Telegrammschreib.: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352. Fachverlage bin. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albari Jänicke, Berlin-Hasselhorst; Chalkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempten/Allgäu, Postfach 229. Telefon: 6402. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin Postfachkonto: FUNK-TECHNIK, Postfachamt Berlin West Nr. 2493. Beilagen 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. Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin; Druck: Eisnerdruck, Berlin SW 68.





Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Ungewöhnliche Funkverbindungen

Das Ungewöhnliche wird meistens mit der Zeit gewöhnlich. Vor etwas mehr als einem halben Jahrhundert war noch jede Funkverbindung ungewöhnlich. Die Begriffe „Frequenz“ und „Wellenlänge“ waren noch nicht allgemein bekannt, und selbst Fachleute waren sich anfangs im unklaren, auf welchen Wellenlängen ihre Funkverbindungen zustande kamen. Die langen Wellen, die man damals für interkontinentale Entfernungen verwendete, boten den Vorteil, daß sie mit großer Leistung durch Funken oder später mit Hochfrequenzmaschinen erzeugt werden konnten. Freilich brauchte man zu ihrer Abstrahlung hohe Antennenmasten. So entstand die große Telefunken-Station Nauen.

Nach dem ersten Weltkrieg waren die kurzen Wellen, mit denen Amateure den Atlantik überbrückten, ungewöhnlich. Bald wurden aber diese Wellen — wieder in Nauen — zum gewöhnlichen Werkzeug des Nachrichtentechnikers, und die Unterscheidung zwischen den Sendefrequenzen und Wellenbereichen wurde durch den Rundfunk Allgemeingut. Von UKW war allerdings damals in den Kreisen der Rundfunkliebhaber noch nicht die Rede. Die Ultrakurzwellen waren vor 20 Jahren vorzugsweise militärischen Aufgaben vorbehalten und wurden bald für diese Dienste ein gebräuchliches Instrument; man empfand es lediglich als ungewöhnlich, daß man mit UKW gelegentlich Reichweiten weit über den Funkhorizont hinaus erreichte. Diese unbeständigen Überreichweiten, bei denen noch in großen Entfernungen beachtliche Feldstärken gemessen werden, sind auch heute noch ungewöhnlich und treten nur, ähnlich einer Fata Morgana, bei besonderen Zuständen der Atmosphäre oder Ionosphäre auf.

Nach dem zweiten Weltkrieg schien es aussichtslos, etwa durch erhebliche Erhöhung der Sendeleistung die zuverlässige UKW-Reichweite wesentlich über den Funkhorizont hinaus steigern zu wollen. Es mußte schon ein besonderer Anlaß vorliegen, um unter Benutzung von Beugung und Brechung, mit größerer Leistung, mit Richtantennen, mit Frequenzmodulation und mit großem Frequenzhub beispielsweise die UKW-Funkbrücke Berlin—Harz zu errichten. Mit dieser und ähnlichen Verbindungen war die „Halbschattenzone“ hinter dem Horizont in den Kreis der gewöhnlichen Funkverbindung einbezogen [1].

Etwa gleichzeitig entdeckte man eine neue ungewöhnliche Erscheinung: Bei Verwendung starker Sender — der Radarsender mit ihren 1000-kW-Impulsen — ergaben sich weit hinter dem Horizont schwache, aber beständige Feldstärken, die um viele Zehnerpotenzen größer als die berechneten waren. Man mußte (so wie nach dem ersten Weltkrieg die Reflexion an der Ionosphäre) nunmehr die Streuung in der Tropo- und Ionosphäre zu den für den Nachrichtentechniker wichtigen Naturerscheinungen hinzufügen [2]. Schon jetzt ist dieses Verfahren auf Strecken, die eine Zwischenschaltung von Relaisstationen nicht zulassen (Puerto Rico—Dominikanische Republik, Kuba—Florida, Sardinien—Minorka), zu einem gewöhnlichen Verfahren der Nachrichtentechnik geworden, und auch zwischen Berlin und dem Harz wird eine derartige Funkstrecke zusätzlich zu den vorhandenen von Telefunken und Siemens eingerichtet. Vom „hellen Sonnenschein“ der direkten Funkstrahlung ist man über die „Fata Morgana“ der Überreichweiten durch den „Halbschatten“ der Beugung und Brechung bis in die „tiefe Dämmerung“ der Streuungsvorgänge vorgedrungen.

Als auch heute noch ungewöhnlich darf man aber drei Verfahren bezeichnen: die meteorische Streuungsbreitung, den Weg über den Mond und das Satellitenfunkamt.

Die meteorische Streuungsbreitung von Meterwellen kommt durch die Ionenstreifen zustande, die durch Meteore beim Eintreten in die Lufthülle der Erde entstehen. Sie hat Ähnlichkeit mit der Kurzwellenausbreitung über die Ionosphäre, unterscheidet sich von dieser aber dadurch, daß der günstigste Ausbreitungsweg nicht der kürzeste Weg längs des Großkreises zwischen Sender und Empfänger ist, sondern etwa unter

einem Winkel von 20° rechts und links vom Großkreis verläuft. Der Wellenbereich ist nicht auf Kurzwellen beschränkt, sondern reicht — noch weiter als bei der ionosphärischen Streuungsbreitung — bis hinunter zu etwa 2,5 m Wellenlänge. Der deutlichste Unterschied aber ist folgender: Während die Kurzwellen bei ihrer Reflexion an der Ionosphäre über längere Zeit kontinuierlichen Empfang ergeben, der nur durch verhältnismäßig kurze Schwunderscheinungen unterbrochen wird, ist es bei der meteorischen Ausbreitung so, daß die Verbindung nur kurzzeitig für Bruchteile von Sekunden zustande kommt; die Lebensdauer der meteorischen Ionenspuren ist nicht größer. Auf diese kurze Verbindung folgen Unterbrechungen von Sekunden — bis wieder ein neuer Meteor eine für die Übertragung günstige Ionenspur erzeugt [3]. An der Erforschung dieser Ausbreitungsart haben, wie vor fast 40 Jahren an der Entdeckung der Kurzwellenausbreitung, nordamerikanische Amateure eifrig mitgearbeitet [4].

Um diese Ausbreitungsart für die Nachrichtenverbindung ausnutzen zu können, mußte ein ganz neues Verfahren eines intermittierenden Betriebes entwickelt werden. Durch Hin- und Rücksendung wird dauernd geprüft, ob eine Verbindungsmöglichkeit besteht. Sobald dies der Fall ist, wird selbsttätig die eigentliche Sendung ausgelöst; mit extremer Schnelligkeit werden die inzwischen aufgespeicherten Nachrichten übertragen und am Empfangsort zunächst wieder gespeichert, bis sie in den Pausen als normales Fernschreiben weitergegeben werden können. Ein derartiges Verfahren, nach dem gleichzeitig in zwei Richtungen schauenden Gott Janus „Janet“ genannt, ist in Kanada auf einigen Strecken in Erprobung und wird wohl bald in die Reihe der gewöhnlichen Funkverfahren einzureihen sein [5, 6].

Der Weg über den Mond steht vorläufig noch auf dem Papier, obwohl schon kurz vor dem zweiten Weltkrieg W. T. Runge in einem zur Geheimhaltung verpflichteten Kreis der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung auf die Möglichkeit hingewiesen hatte, Funkstrahlen am Mond reflektieren zu lassen. Inzwischen sind diese Mondreflexionen verwirklicht worden, haben aber bisher noch zu keiner praktischen Anwendung geführt.

Das liegt daran, daß man lange Zeit nicht an die praktische Verwendbarkeit der Mondreflexionen glaubte. Man nahm nämlich an, daß die Funkwellen ähnlich wie das Licht von der Mondoberfläche diffus reflektiert werden. Wie jeder durch die Betrachtung des vollen Mondes feststellen kann, ist der Mondrand fast ebenso hell wie die Mondmitte. Würden sich Funkwellen genauso verhalten wie Sonnenlicht, dann würde der Mondrand in gleicher Weise zur Reflexion beitragen wie die Mondmitte. Nun ist aber der Mondrand um 1740 km weiter von uns entfernt als die Mondmitte, und der vom Rand reflektierte Anteil eines Funksignals würde 0,01 Sekunden später zurückkommen als der Anfang des Echos. Ein kurzes Funkzeichen würde stark in die Länge gezogen. Wie in einem Raum mit großem Nachhall nur ganz langsame Sprache verständlich wird, könnte man — wenn sich diese Auffassung bestätigt hätte — über den Mond als Reflektor nur einfache Telegrafie senden, eine bei dem erforderlichen Aufwand völlig unwirtschaftliche Betriebsart.

Daß die Reflexion der Funkwellen an der Mondoberfläche tatsächlich ganz anders verläuft als die des Lichtes, konnte bei den ersten Versuchen nicht beobachtet werden, weil man zunächst, um den Empfang zu erleichtern, mit sehr langen Impulsen arbeitete. Erst als man später den Mond mit einem besonders großen Parabolspiegel anstrahlte (mit einer in den Erdboden geschnittenen Schale von 66 m Durchmesser) merkte man, daß das Echo viel kürzer als erwartet war. Im Licht der Funkwellen ist der Mond keine gleichmäßig glänzende Scheibe, er hat vielmehr wie eine spiegelnde Kugel in der Mitte ein ausgeprägtes Glanzlicht [7].

Man erklärt sich diese unerwartete Erscheinung so, daß der Mond tatsächlich eine sehr glatte, gläserne Oberfläche hat, die aber mit einer

dicken Schicht kosmischen Staubes bedeckt ist. Das Licht wird von dieser Staubschicht diffus nach allen Seiten reflektiert. Die Funkwellen aber, die wegen ihrer größeren Wellenlänge in die Schicht eindringen, erfahren an der glasigen Oberfläche eine spiegelnde Reflexion. Zur Zeit wird untersucht, bis zu welchen Frequenzen diese Gesetzmäßigkeit gilt. Sollten sich die Erwartungen bestätigen, wäre es möglich, zwischen Punkten der Erdoberfläche, für die der Mond gleichzeitig hinreichend hoch über dem Horizont steht, Funkverbindungen herzustellen. Wenn man bedenkt, welch ein kostspieliges Unternehmen die Verlegung der Transatlantik-Telefonkabel mit den eingebauten Unterwasserverstärkern ist, so wird man erkennen, daß es sich schon lohnt, für Versuche mit dem Mond einige Erdarbeiten und Mastbauten für überdimensionale Hohlspiegel aufzuwenden. Immerhin dürfte der Funkweg über den Mond noch einige Zeit zu den ungewöhnlichen Funkverbindungen zählen.

Das Satellitenfunkamt ist gleichfalls noch nicht eröffnet. Es bedarf sicher zu seiner Verwirklichung noch umfangreicher Vorarbeiten. Die Raketechnik hat zwar bewiesen, daß die Schaffung künstlicher Erdsatelliten im Bereich des Möglichen liegt, die wichtigste Frage ist aber die, ob diese Satelliten über genügend lange Zeit (über mehrere Jahre) mit ausreichender elektrischer Energie versorgt werden können. Nach dem derzeitigen Stand der Technik ist hierfür nur die Erzeugung von Strom durch Sonnenenergie in Betracht zu ziehen. Wäre dieses Problem gelöst, nicht nur im Sinne ausreichender Größe der erzeugten Leistung, sondern auch im Sinne eines durch Jahre andauernden ungestörten Betriebes, dann könnte man Satelliten mit eingebauten Relaisstationen auf die Reise schicken, die nach einem bestimmten Fahrplan die Verbindung zwischen den einzelnen Stationen auf der Erde über mehrere tausend Kilometer hinweg herstellen könnten [8].

Über diese Möglichkeiten hat beispielsweise F. Vilbig [9] im einzelnen berichtet. Außer dem Problem der Stromversorgung und überhaupt des Baues einer hinreichend betriebssicheren und kleinen Funkanlage, eine Aufgabe, die viel Ähnlichkeit mit dem Bau der Unterwasserverstärker für Kabel hat, muß vor allem die Frage der Wellenausbreitung studiert werden, denn die Funkstationen der Erdsatelliten befinden sich, erstmalig in der Geschichte der Funktechnik, jenseits der Ionosphäre. Auch muß der durch die schnelle Bewegung der Satelliten entstehende Dopplereffekt berücksichtigt werden. Man wird vermutlich nicht mit einer festen Frequenz senden dürfen, sondern muß diese der vorausberechneten Relativbewegung des Satelliten sehr genau anpassen, damit „an Bord“ immer eine konstante Frequenz ankommt. Ebenso muß beim Empfang dauernd auf die durch den Dopplereffekt veränderte feste Sendefrequenz des Satelliten nachgestimmt werden.

Ein besonders originelles Satellitenfunkamt hat Wernher von Braun vorgeschlagen. Er will sich nicht damit genügen, im Satelliten eine Relaisstation einzubauen, die alle empfangenen Nachrichten ohne Verzögerung weitergibt, sondern fügt zu Sender und Empfänger noch eine

Speichereinrichtung hinzu, wie sie in ähnlicher Form schon zur Meßwertübertragung verwendet wird [10]. Das hat den Vorteil, daß man sich dann nicht Mühe zu geben braucht, Reichweiten von vielen tausend Kilometern zu erreichen. Man kann sich vielmehr auf Reichweiten von höchstens 1500 km beschränken. Man kann sich in der Nähe vorbeikommt, was alle 12 Stunden der Fall ist. Dann spricht man ihm mit extremer Schnelltelegrafie alle bisher aufgelaufenen Nachrichten zu. Sie werden an Bord des Satelliten gespeichert, und wenn der Satellit in der Nähe des Bestimmungsortes vorbeikommt, setzt er die für diesen Ort bestimmten Nachrichten wieder mit extremer Schnelltelegrafie ab. Bei diesem ungewöhnlichen Gemisch von drahtlosem und mechanischem Nachrichtentransport spart man an Sendeleistung, muß aber dafür das Gewicht der Speichereinrichtung in Kauf nehmen. Die Verzögerung der Nachrichtenübertragung zwischen Orten, die etwa auf dem gleichen Meridian liegen, beträgt weniger als 90 Minuten, wenn nämlich der Satellit auf einer Erdumrundung beide Orte berührt. Liegen Send- und Empfangsort auf verschiedenen Meridianen und arbeitet man mit zwei Satelliten, deren Bahnen senkrecht zueinander stehen, dann ist die Verzögerungszeit höchstens 6 Stunden. Das ist für viele Nachrichten geschäftlicher Art unerheblich, da die Bürozeiten solcher Orte ohnedies nicht übereinstimmen.

Ob diese oder ähnliche ungewöhnliche Funkverbindungen später zu den gewöhnlichen zählen werden, kann man nicht mit Sicherheit voraussagen. Aber eines steht fest: Der Funktechniker wird sich in den nächsten Jahrzehnten nicht über Mangel an Abwechslung oder an neuen Problemen beklagen müssen. E. Roessler

Schrifttum

- [1] Fründt, H.: Eine 50-MHz-Richtverbindung für 500 kHz. *Hub. Telefonen-Zig* Bd. 25 (1952) Nr. 94, S. 51-59.
- [2] Roessler, E.: Erklärungen für die beständigen Feldstärken unter 10 m Wellenlänge weit hinter dem Horizont. *Elektron. Rdsch.* Bd. 9 (1955) Nr. 4, S. 151-155.
- [3] Großkopf, J.: Meterwellen-Ausbreitung durch meteorische Ionisation. *Nachrichtentechn. Z.* Bd. 11 (1958) Nr. 9, S. 455-460.
- [4] —: Weinheimer Tagung der UKW-Amateure. *FUNK-TECHNIK* Bd. 13 (1958) Nr. 21, S. 719.
- [5] Roessler, E.: Verfahren und Anlagen für meteorische Streuübertragung. *Nachrichtentechn. Z.* Bd. 11 (1958) Nr. 10, S. 497-503.
- [6] Roessler, E.: JANET, Übertragung mit meteorischer Streuung. *Elektron. Rdsch.* Bd. 12 (1958) Nr. 12, S. 426-432.
- [7] Trexler, H.: Lunar radio echoes. *Proc. Inst. Radio Eng.* Bd. 46 (1958) Nr. 1, S. 286-292.
- [8] Lengrüssler, E.: UKW-Funkverbindung via Mond. *FUNK-TECHNIK* Bd. 13 (1958) Nr. 14, S. 476-477.
- [9] Vilbig, F.: Nachrichtenübertragung auf Weitestenfernungen mit Hilfe von Satelliten. *Elektrotechn. Z.-A.* Bd. 79 (1958) Nr. 11, S. 375-382.
- [10] Lengrüssler, E.: Fernmessungen von US-Satelliten im Rahmen des Internationalen Geophysikalischen Jahres. *FUNK-TECHNIK* Bd. 13 (1958) Nr. 5, S. 138-140, 152.

HANS BREDOW †



An den Folgen eines Schlaganfalles verstarb am 10. Januar 1959 im 80. Lebensjahr Staatssekretär a. D. Dr.-Ing. e. h. Hans Bredow. In die Geschichte der Technik ist er als „Schöpfer des deutschen Rundfunks“ eingegangen.

Hans Bredow wurde am 26. November 1879 in Schlaw/Pommern geboren. Er besuchte das Realgymnasium in Rendsburg/Holstein und studierte von 1898 bis 1903 Physik und Elektrotechnik an der Universität Kiel und an der Staatlichen Gewerbeschule (Friedrichs-Polytechnikum) Köthen/Anhalt. Nach einjähriger Tätigkeit als Ingenieur bei der AEG in Rußland kam er 1904 zu Telefunken. Schon nach wenigen Jahren wurde ihm 1908 als Geschäftsführer die wirtschaftliche Oberleitung und verkehrstechnische Entwicklung der Gesellschaft übertragen.

Vereint mit Graf Arco plante er das deutsche Weltfunknetz und baute es immer weiter aus. 1912 erreichte Bredow auf der internationalen Funkkonferenz in London, die die zwischenstaatliche Regelung des internationalen Schiffsfunkverkehrs behandelte, einen allgemeinen Weltfunkfrieden mit der englischen Firma Marconi (Aufhören der Patentkämpfe). Anlässlich dieser Funkkonferenz veranstaltete er u. a. für die Kongreßteilnehmer aus mehr als dreißig Ländern als deutsche Ausstellung die erste Funkausstellung der Welt.

In den Jahren 1914 bis 1917 war Bredow als Offizier bei der Funk- und Fliegertruppe eingesetzt. In diese Zeit fallen auch Versuche mit Fliegerfunk und Rundfunk sowie die Einführung der Röhrentechnik bei der Armee.

1919 wurde er dann als Ministerialdirektor in das Reichspostministerium mit der Aufgabe berufen, ein Reichsfunkwesen aufzubauen und den Weltnachrichtenverkehr neu zu schaffen. 1921 erfolgte seine Ernennung zum Staatssekretär für das Telegraf-, Fernsprech- und Funkwesen.

Dem Rundfunk galt seine besondere Liebe. Bereits 1913 führte er in New York vor der Presse unter Verwendung einer Hochfrequenzmaschine die Übertragung eines Rundfunkprogramms vor. Am 15. Oktober 1919 unterbreitete Bredow in Deutschland dem Verkehrsausschuß der Nationalversammlung den neuen Plan. Nachrichten für Wirtschaft und Presse drahtlos zu verbreiten. An die Öffentlichkeit wandte er sich im November 1919 mit einem Experimentalvortrag in der Urania. Hans Dominik, der Verfasser vieler Zukunftsromane, erkannte damals fast als einziger die ungeheure Zukunftsbedeutung der Idee Bredows. Er beendete seinen damaligen Bericht mit den Worten: „Trotzdem der Vortrage streng auf dem Boden nüchternen Sachlichkeit blieb, konnte er doch Zukunftsperspektiven von Jules Verne'scher Kühnheit entwerfen; so beispielsweise den künftigen politischen Redner, der seine Rede an einer Stelle in den drahtlosen Apparat spricht, während sie gleichzeitig in 1000 verschiedenen Sälen in ganz Deutschland von Millionen Menschen gehört wird.“

1921 wurde der funktechnische Wirtschafts-Rundspruchdienst eingeführt; es waren aber noch manche Bedenken bei den maßgebenden Stellen zu beseitigen, bis sich im Jahre 1923 die Reichspost dazu entschloß, ein sich über ganz Deutschland erstreckendes Sendernetz aufzubauen. Unter der Leitung von H. Bredow nahm dann der deutsche Rundfunk einen sehr schnellen Aufstieg.

1933 erhielt Bredow — seit 1926 Rundfunk-Kommissar und Vorsitzender des Verwaltungsrates der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft — aus politischen Gründen Befähigungsverbot; er wurde verhaftet und 15 Monate im Untersuchungsgefängnis festgehalten. Von Berlin nach Wiesbaden siedelte er 1936 über und baute dort ein historisches Funkarchiv auf.

1945 übernahm der unermüdete Arbeiter nach seiner Rehabilitation sofort wieder neue Aufgaben. Regierungspräsident in Wiesbaden, Mitwirkung beim Wiederaufbau der hessischen Stahl- und Eisenindustrie, das waren nur Zwischenstationen, die ihn bald wieder zum Rundfunk führten. 1947 legte er den Ländern einen Gesetzentwurf über die öffentlich-rechtliche Regelung des Rundfunks vor. Seine Vorschläge wurden damals in den Rundfunkgesetzen verschiedener deutscher Länder berücksichtigt. Den Vorsitz im Verwaltungsrat des Hessischen Rundfunks führte er von 1949 bis 1951.

Im Laufe seines arbeits- und erfolgreichen Lebens wurden H. Bredow — wie wenigen — viele Ehrungen zuteil. Sein unerschrockenes Eintreten für seine Mitarbeiter und seine fanatische Liebe zum Rundfunk brachten ihm jedoch auch manche bittere Stunde. Mit dem jetzt Verstorbenen verlor Deutschland einen weiblickenden Ingenieur, dessen überragende organisatorische Fähigkeiten seinen Ideen allen Widerständen zum Trotz zum Durchbruch verhalfen.

Die dynamische Gitterkapazität und ihr Einfluß auf den UKW-Oszillator

In UKW-Mischstufen können durch den Brummanteil der Anodenspeisespannung über die dynamische Gitterkapazität störende Frequenzmodulationen verursacht werden, die im Empfängerteil nicht mehr zu beseitigen sind und als Brummen hörbar werden. Es wird die Abhängigkeit dieser Brummodulation von der Art der Schaltung untersucht und eine Größenangabe über den zulässigen Brummanteil der Anodenspannung gemacht.

DK 621.396.62

Die Frequenz von Oszillatoren soll sich nach Möglichkeit während des Betriebes nicht ändern. Da die frequenzbestimmenden Elemente aber verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind, wird eine gewisse Variation der Frequenz auftreten Infolge der Erwärmung ändern zum Beispiel Spulen und Kondensatoren ihre Induktivitäts- und Kapazitätswerte. Da die Abstimmelemente mit den Röhrenelektroden in Verbindung stehen, werden auch Veränderungen der Röhren-Kennwerte die mit in die Abstimmung eingehen, die Fre-

Kapazitätsänderung ΔC_e unmittelbar ablesen. Die Kurven besagen, daß mit wachsendem Anodenstrom die Raumladungskapazität zunächst rasch zunimmt und dann einem Endwert zustrebt. Bei der Aufnahme der Kurve wurde die Gitterspannung bei $-1,8\text{ V}$ konstantgehalten. Bezüglich der Verwendung dieser Kurve ist zu bemerken, daß (wie bereits angedeutet) das Gitter stromlos sein muß. Da es sich aber bei einer Oszillatorschaltung stets um Betriebszustände mit Gitterstrom handelt, gilt der dargestellte Zusammen-

Brummspannung kann auf folgende Weise gemessen werden: Mit einem Meßsender wird ein unmoduliertes HF-Signal von etwa $50\text{ }\mu\text{V}$ auf den Eingang des UKW-Empfängers gegeben. Gleichzeitig wird in die Anodenleitung der Mischröhre eine definierte Brummspannung (50 Hz) eingespeist (überlagerte Brummspannung). Am Ausgang wird die erzeugte Brummspannung gemessen, dann die überlagerte Brummspannung abgeschaltet und das HF-Signal so stark frequenzmoduliert (ebenfalls mit 50 Hz), daß sich die gleiche Ausgangsspannung einstellt. Der so ermittelte Frequenzhub Δf entspricht dabei der vorher durch ΔC_e verursachten Frequenzänderung des Oszillatorkreises. Dieser Zusammenhang kann durch

$$\Delta C_e^* = C_0 \cdot \frac{2\Delta f}{f_0} \quad (1)$$

ausgedrückt werden.

Dabei ist C_0 = gesamte Abstimmkapazität des Oszillatorkreises (pF), f_0 = Resonanzfrequenz des Oszillatorkreises (MHz), Δf = gemessener Frequenzhub der Brummspannung (MHz) und ΔC_e^* = am Oszillatorkreis wirksame Kapazitätsänderung (pF). Die entstehende Schaltung zeigt Bild 2.

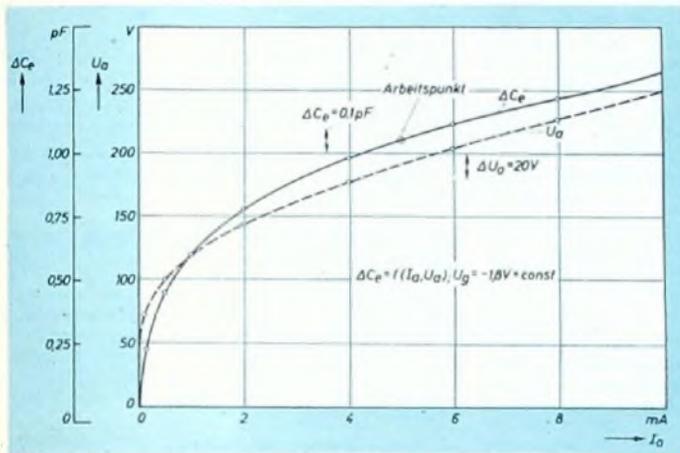


Bild 1. ΔC_e einer einzelnen ECC 85 in Abhängigkeit vom Anodenstrom bei konstanter Gittervorspannung; die zugehörige Anodenspannungskennlinie ist mit eingezeichnet

quenz beeinflussen. Wenn man von der Dämpfung durch den Röhreneingangswiderstand absieht, ist die Gittereingangskapazität der wichtigste Kennwert, der die Oszillatorfrequenz mitbestimmt. Diese Kapazität ist aber keine Konstante, sondern ändert sich mit dem Anodenstrom der Röhre. Da der Anodenstrom seinerseits durch Alterungserscheinungen oder durch Spannungsschwankungen beeinflußt wird, ändert sich damit auch die Gitterkapazität. Hierdurch können zum Beispiel in UKW-Überlagerungsempfängern Störungen entstehen, die nicht mehr zu beseitigen sind. Eine typische Störmöglichkeit ist durch den Brummanteil der Anodenspeisespannung gegeben. Von diesen Störungen soll im folgenden die Rede sein.

1. Die Änderung der Gittereingangskapazität ΔC_e

Die Kapazität zwischen Gitter und Katode einer Elektronenröhre ist während des Betriebes keine Konstante, sie verändert sich infolge der Anwesenheit einer Raumladung, hervorgerufen durch den Anodenstrom. Ist C_0 die Gitter-Katodenkapazität der kalten Röhre, so wird bei stromlosem Gitter $\Delta C_e \approx 1/3 C_0$, wenn Anodenstrom fließt, d. h., die Gitter-Katodenkapazität der kalten Röhre nimmt um etwa $1/3$ zu. Um das Verhalten von ΔC_e zu veranschaulichen, stellt man es meistens als Funktion der Steilheit oder des Anodenstromes dar (Bild 1, ECC 85). Im selben Bild ist auch noch die Anodenspannung in Abhängigkeit vom Anodenstrom enthalten. Auf diese Weise kann man die zu einem bestimmten Spannungsintervall gehörende

hang nicht genau für den hier vorliegenden Fall. Trotzdem sollen aber die aus dieser Kurve entnommenen Werte bei der rechnerischen Ermittlung der zulässigen Brummspannung verwendet werden. Man kann damit die Verringerung der Raumladungskapazität durch den Gitterstrom zumindest näherungsweise ermitteln und zahlenmäßig ungefähr festlegen.

2. Brummodulation durch ΔC_e

Enthält die Anodenspannung in einem UKW-Empfänger infolge nicht ausreichender Siebung einen Brummanteil, dann wird sich auch die Eingangskapazität der Mischröhre im Rhythmus der Brummfrequenz ändern. Ein am Gitter angeschlossener Schwingkreis wird entsprechend verstimmt. Bei Empfang eines Signales erhält die gebildete Zwischenfrequenz eine Brummfrequenzmodulation, die im Lautsprecher hörbar wird, da sie der Nutzmodulation gleichwertig ist. Je loser der Schwingungskreis angekoppelt wird, um so geringer wird die Beeinflussung durch ΔC_e . Zweckmäßigerweise wird die Schaltung so ausgelegt, daß die Gitterkapazität nur zu einem kleinen Teil in die Abstimmung eingeht. Bevor an zwei Schaltungsbeispielen die Größe des Einflusses gemessen wird, soll noch die Meßmethode erläutert werden.

3. Meßverfahren

Der Zusammenhang zwischen erzeugtem Frequenzhub (durch Verstimmung des Oszillatorkreises) und Änderung der Eingangskapazität durch eine bestimmte

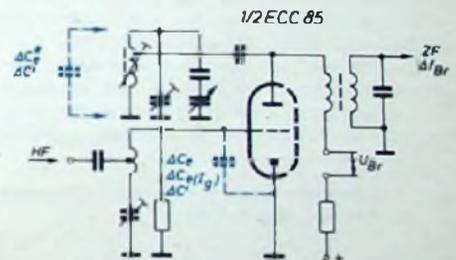


Bild 2. Vereinfachte Oszillatorschaltung mit kapazitiver Abstimmung des Anodenkreises; ΔC_e^* ist über α und β mit ΔC_e durch $\Delta C_e^* = \beta \cdot \alpha \cdot \Delta C_e$ verknüpft

Für den Zusammenhang zwischen ΔC_e^* und ΔC_e kann

$$\Delta C_e^* = k \cdot \Delta C_e \quad (2)$$

geschrieben werden.

Darin ist k der Faktor, der sowohl die Abweichung von ΔC_e bei Mischbetrieb vom Betrieb mit stromlosem Gitter als auch den Transformationsfaktor zwischen Abstimmkreis und Gitter enthält. Es gilt

$$k = \alpha \cdot \beta \quad (3)$$

$$\text{mit } \alpha = \frac{\Delta C_e(1g)}{\Delta C_0} \quad (3a)$$

$$\text{und } \beta = \frac{\Delta C_e'}{\Delta C_0} \quad (3b)$$

Hierin bedeuten $\Delta C_e(1g)$ = Änderung der Eingangskapazität bei Anwesenheit von Gitterstrom und $\Delta C_e'$ = auf den Oszillatorkreis transformierte Änderung der Eingangskapazität (schaltungsabhängig).

Der Faktor α stellt demnach die Abweichung von ΔC_e zwischen Misch- und Geradeausbetrieb ohne Gitterstrom dar, während β der Transformationsfaktor zwischen dem Abstimmkreis und Gitter ist.

Zunächst sind in Gl. (3) α und β unbekannt. k kann aus Gl. (2) ermittelt werden, wenn man die Brummspannung, mit der ΔC_e^* gemessen wurde, dazu verwendet, um aus Bild 1 das zugehörige ΔC_e zu entnehmen. Es ist hierbei der Spitzenwert einzusetzen, da beim Frequenzbereich Δf ebenfalls der Spitzenwert der Modulationsspannung maßgebend ist.

Beispielsweise entnimmt man für den Arbeitspunkt $I_a = 5 \text{ mA}$, $U_a = 190 \text{ V}$ für eine Anodenspannungsänderung $\Delta U_a = 20 \text{ V}$ ein ΔC_e von 0,1 pF. Da die ΔC_e -Kurve in diesem Bereich nahezu linear ist, kann man durch lineare Interpolation auch hieraus für kleinere Brummspannungen die ΔC_e -Werte entnehmen. Um α errechnen zu können, muß noch β ermittelt werden.

β läßt sich gemäß Gl. (3b) auf folgende Weise finden. Zwischen Katode und Gitter der Mischröhre, die nicht in Betrieb ist, wird eine kleine Kapazität C' (etwa 2 pF) geschaltet. Dadurch tritt eine Verschiebung der Resonanzlage des Oszillatorkreises, der etwa auf die Mitte des Frequenzbereiches (104 MHz) eingestellt ist, ein. Durch Abtasten der Resonanzlage des Kreises ist die Frequenzverschiebung $\Delta f'$ festzustellen. Man erhält die hierfür notwendige Kapazitätsänderung des Kreises $\Delta C'$ aus

$$\Delta C' = C_0 \cdot \frac{2\Delta f'}{f_0} \quad (4)$$

Nun läßt sich aus Gl. (3b) sinngemäß $\beta = \Delta C' / C'$ berechnen.

4. Praktische Messungen

Einige UKW-Abstimmereinheiten, die mit der ECC 85 bestückt waren, wurden hinsichtlich ihres Verhaltens bei Schwankungen der Gitterkapazität untersucht. Die Brummspannung (U_{Br}) wurde zu etwa 3 V gewählt, um auf gut meßbare Frequenzhub und ΔC_e -Werte zu kommen. Die Ergebnisse sind in Tab. I zusammengefaßt. Der Faktor α ist erwartungsgemäß

Tab. I. Gemessene Werte einiger UKW-Abstimmereinheiten mit ECC 85

Abstimmung	C_0 [pF]	U_{Br} [V]	Δf [kHz]	k	β	α
Kapazität, Anodenkreis	45	3,3	0,48	0,018	0,034	0,53
Kapazität, Anodenkreis	25,7	3,3	0,85	0,0183	0,038	0,48
Induktiv, Gitterkreis	20,3	3,0	8	0,141	0,248	0,573

für alle drei Aggregate näherungsweise gleich, da ja die gleichen Betriebsbedingungen vorlagen. Die Messung zeigt, daß ΔC_e bei Mischbetrieb (mit Konvektionsstrom zum Gitter) nur halb so groß ist wie bei Betrieb der Röhre mit stromlosem Gitter.

Der Faktor β ist charakteristisch für die Schaltung. Die Schaltung mit abgestimmtem Gitterkreis ist fast eine Größenordnung empfindlicher gegen Brummstörungen der beschriebenen Art als die mit abgestimmtem Anodenkreis.

5. Größter zulässiger Brummanteil der Anodengleichspannung

Bei der Berechnung des maximal zulässigen Brummspannungsgehaltes der Anodenspannung geht man am besten vom Ausgang des Empfängers aus. Der erforderliche Brummabstand wird allgemein mit 60 dB angegeben. Da aber für die Bewertung von Störungen die Ohrempfindlichkeitskurve maßgebend ist, kann

bei 50 Hz die zulässige Spannung um etwa 30 dB größer sein als bei 1000 Hz. Bei der Berechnung sollen aber nur 10 dB angesetzt werden, so daß ein Sicherheitsabstand von 20 dB verbleibt, weil bei größeren Lautstärken auch die Brummspannung steigt, die dann in den Pausen stören könnte.

Für eine Ausgangsleistung von 50 mW benötigt man mit voll aufgedrehtem Lautstärkeregler bei einer Bestückung des NF-Teiles mit einer EABC 80 und EL 84 am Gitter der EABC 80 ein Signal von 10 mV. Die am Gitter zulässige Brummspannung wäre damit 35 μV . Die ZF-Spannung ist dabei etwa 1 V. Sie kann aber bei starken Sendern bis 30 V und mehr ansteigen (je nach Einstellung des Begrenzers). Weil der Störabstand sich nicht verändert hat, ist der Absolutwert des Störsignals entsprechend größer geworden. Infolge des vorgesehenen Sicherheitsabstandes wird aber die Störung bis zur Ausgangsleistung von 5 W (für die meisten Heimempfänger maximale Ausgangsleistung) noch nicht hörbar, so daß der oben ermittelte Störabstand von 50 dB für alle vorkommenden Fälle ausreichend ist. Über die für U_{Br} und Δf in Tab. I angegebenen Zahlenwerte läßt sich nun die zulässige Brummspannung berechnen, wenn der Frequenzhub Δf für die Erzeugung der am Ausgang zulässigen Brummspannung

Persönliches

W. Arlt †

Unerwartet verstarb nach schwerer Krankheit am 26. Dezember 1958 im Alter von 52 Jahren der Radio-Kaufmann Walter Arlt, Chef der Firma Arlt Radio Elektronik Walter Arlt GmbH. In unermüdlicher Schaffensfreude war es dem so früh Verstorbenen gelungen, seine Niederlassungen in Berlin und Düsseldorf immer weiter auszubauen. Sie sind heute besonders auch für den großen Kreis der Amateure und der am Selbstbau von funkttechnischen Geräten Interessierten zu einem Begriff geworden.

E. Knecht †

Kurz nach Vollendung seines 77. Lebensjahres verstarb am 21. Dezember 1958 Herr Ingenieur Emil Knecht. Nahezu 40 Jahre war er mit der Firma Dual Gebrüder Steidinger aufs engste verbunden, und zwar zunächst als Generalvertreter in Berlin und anschließend als Chefkonstrukteur des Unternehmens. Mit ihm verlor die Phonobranche einen ihrer Pioniere, dessen Konstruktionen für die Schallplatten-Wiedergabetechnik richtungweisend waren.

25 Jahre photoelektrische Meß- und Schaltgeräte bei Dr. B. Lange

Am 20. Dezember 1956 konnte die Firma Dr. Bruno Lange, Berlin-Zehlendorf, auf ihr 25jähriges Bestehen zurückblicken. Als Mitarbeiter des damaligen Kaiser-Wilhelm-Instituts (heute Max-Planck-Institut) in Berlin, entdeckte der Physiko-Chemiker Dr. B. Lange vor mehr als 30 Jahren den Photoeffekt an Sperrschichtzellen, mit denen die direkte Umwandlung von Licht in Elektrizität möglich war. Verständlicherweise erregte diese Entdeckung damals in der ganzen Welt großes Aufsehen, aber alle Spekulationen, nach diesem Prinzip eine neuartige Stromversorgung aufzubauen, erwiesen sich als überflüssig, da der Nutzeffekt mit nur 0,1% des einfallenden Lichtes noch recht klein war. Eine wichtige Anwendungsmöglichkeit ergab sich aber schon kurze Zeit später für die fotografischen Belichtungsmesser, die für einen ganzen Industriezweig von größter Bedeutung geworden sind. Heute werden in den Werkstätten der Firma Dr. B. Lange neben Selen-Photoelementen auch neuartige

bekannt ist. Dieser läßt sich leicht bestimmen, wenn man davon ausgeht, daß das Nutzsinal von 10 mV von einem Hub von üblicherweise 15 kHz erzeugt wird. Man erhält so für eine UKW-Abstimmereinheit mit Abstimmung des Anodenkreises einen zulässigen Wert von 0,18...0,31 V. Bei einer Einheit mit Gitterkreisabstimmung sind nur 18 mV zulässig, wenn man die gleichen Verhältnisse herstellen will.

Die Unterschiede zwischen Gitter- und Anodenkreisabstimmung sind, wie bereits erwähnt, erheblich. Außerdem übt auch noch die Abstimmkapazität einen Einfluß aus. Je größer die Gesamtkapazität ist, um so kleiner ist die Beeinflussung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß im allgemeinen bei UKW-Einheiten mit Anodenkreisabstimmung die Anforderungen an die Brummsiebung nicht sehr hoch sind, daß aber für Einheiten mit abgestimmtem Gitterkreis der Brummsiebung schon erheblich mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden muß.

Es ist natürlich zweckmäßig, nicht bis an die errechneten Grenzen heranzugehen, da meistens noch auf andere Weise Brummstörungen an den Ausgang gelangen (zum Beispiel über den NF-Teil selbst), so daß die für sich nicht störenden Spannungen durch Addition mit den übrigen dann aber doch so groß werden können, daß die zulässige Grenze überschritten wird.

Silizium-Photoelemente hergestellt, deren Wirkungsgrad etwa um den Faktor 100 größer ist. Diese neuen Zellen ermöglichen es beispielsweise, bei nur wenigen Quadratzentimetern Oberfläche einen kleinen Motor (2 V, 0,2 A) anzutreiben. Auch zum Laden von Akkumulatoren sowie zum Betrieb von kleinen Rundfunkgeräten werden Silizium-Photoelemente heute schon hin und wieder benutzt.

Damals wandte der junge Wissenschaftler sich jedoch anderen Anwendungsmöglichkeiten zu. Er entwickelte 1933 das erste photoelektrische Kolorimeter, mit dem die Analyse aller gebräuchlichen Elemente und zahlreicher chemischer Verbindungen quantitativ und unabhängig von der Sehtüchtigkeit des Beobachters möglich ist. Im gleichen Jahr gründete Dr. Lange eine Firma, die ausschließlich derartige Geräte herstellte. In den vergangenen 25 Jahren entstanden zahlreiche Typen von neuartigen Kolorimetern, Flammenphotometern, Multiflex-Galvanometern und anderen photoelektrischen Meßgeräten. Hinzu kamen photoelektrische Schaltgeräte.

Heute arbeiten in dem modern eingerichteten Betrieb etwa 200 Wissenschaftler, Ingenieure und Facharbeiter. Die dort hergestellten Geräte finden in zahlreichen Laboratorien, in Wissenschaft, Industrie und Medizin praktische Anwendung. Für hervorragende Leistungen auf dem Gebiet des chemischen Apparatewesens wurde Dr. B. Lange, in dessen Händen auch heute noch die Leitung des Betriebes einschließlich der Forschung liegt, im Jahre 1951 mit der DECHEMA-Goldmedaille ausgezeichnet. Über 60% der Produktion werden heute exportiert, und den ständigen Kunden der Spezialgeräte in 55 Ländern ist der Name Dr. B. Lange ebenso ein Begriff wie der deutschen Fachwelt.

Ehrung für G. Wuckel

Die Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik der Technischen Hochschule Aachen hat dem Generalbevollmächtigten und Leiter des Bereichs „Anlagen Weltverkehr“, Dr. phil. Günter Wuckel, Telefunken Backnang, die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Dr. Wuckel hat sich durch seine wissenschaftlichen Arbeiten und seine organisatorischen Leistungen um den Aufbau des Fernmeldewesens in Deutschland in mehr als 30jähriger Tätigkeit besonders verdient gemacht.

Klangformer und Konzert-Hall-Register der Blaupunkt-Stereo-Truhe „New York“

Von einer Konzerttruhe erwartet man qualitativ hochwertige Musikwiedergabe nicht nur in einem akustisch optimalen Vorführraum, sondern auch in einem Wohnraum mit ungünstigen akustischen Eigenschaften. Außerdem ist der Wunsch nach zusätzlichem Nachhall (Echo) naheliegend, um auch „flach“ aufgenommene Darbietungen mit Konzertsaalklang wiedergeben zu können. Als „flach“ und „trocken“ empfindet man Aufnahmen, bei denen der für den guten Konzertsaal charakteristische Nachhall fehlt.

Setzt man voraus, daß Aufnahme-technik und Aufstellung der Mikrofone ideal sind, dann hängt die musikalische Wirkung einer Musikübertragung von den akustischen Eigenschaften des Wiedergaberaumes ab. Eine Umfrage von F. Winkler¹⁾ bei etwa vierzig prominenten Dirigenten ergab, daß unter den erhalten gebliebenen Konzertsälen hinsichtlich der musikalisch-akustischen Eigenschaften nur sechs eine hervorragende Stellung einnehmen. Zu diesen sechs besten Konzertsälen der Welt gehören der Musikvereinsaal in Wien, das Teatro Colon in Buenos Aires, das Concertgebouw in Amsterdam, die Symphony Hall in Boston, der Konzertsaal in Göteborg und das Palais des Beaux Arts in Brüssel. Diese Konzertsäle unterscheiden sich ebenso wie die meisten übrigen aus der gleichen Zeitepoche stammenden Konzertsäle von den moderneren durch ihre wesentlich größere Nachhallzeit. Daß die aus der Zeit nach 1945 stammenden Konzertsäle eine kleinere Nachhallzeit haben, ist teils auf den neuen Baustil, teils auf den Mangel an Kontakt zwischen Architekt und Akustiker zurück-

beiden Ohren auch Schallreflexionen gelangen, die sich hinsichtlich Phasenlage und Intensität unterscheiden. Die bei der stereophonen Übertragung in jedem Kanal enthaltenen unterschiedlichen Reflexionen fallen bei der Einkanal-Übertragung zusammen und lassen das Klangbild undeutlich erscheinen. Bei einkanaliger Übertragung aus einem Konzertsaal mit großer Nachhallzeit hat man manchmal nur die Wahl, entweder die Schallreflexionen mit aufzunehmen und dadurch ein mehr oder minder undurchsichtiges Klangbild zu erhalten, oder die Mikrofone in der Nähe des Orchesters aufzustellen, so daß jedes Instrument zwar klar und deutlich herausgehört werden kann, das Klangbild jedoch starr und trocken ist, sofern kein künstlicher Nachhall zugesetzt wird.

Für einkanalige Aufnahmen sind Räume mit kleinen Nachhallzeiten günstiger. Das führte dazu, den Studioräumen kleine Nachhallzeiten zu geben, die in akustischer Hinsicht keineswegs den Eigenschaften hervorragender Konzertsäle entsprechen.

Die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Konzertsäle und der Studioräume werden durch die Eigenarten der Instrumentierung der verschiedenen Kompositionen noch unterstrichen, weil die Komponisten die Instrumentierung ihrer Werke den Eigenschaften der Konzertsäle ihrer Zeit weitgehend anließen. Kompositionen aus verschiedenen Zeitepochen verlangen daher — entsprechend der Stilentwicklung von der gotischen Kathedrale bis zum stark gedämpften Studioraum der Neuzeit — verschiedene

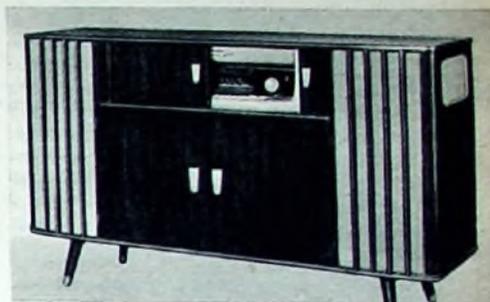


Bild 1. Ansicht der Stereo-Truhe „New York“

Wunsch nach zusätzlichem Nachhall oder nach stärkerer Betonung des Nachhalls auftritt. Derartige Wünsche erfüllt das „Konzert-Hall-Register“ der Truhe „New York“ (Bild 1), das den Zusatz künstlichen Nachhalls gestattet.

Der Nachhall wird durch ein 16 m langes Aluminiumrohr erzeugt, das durch einen Druckkammerlautsprecher und ein Druckkammermikrofon abgeschlossen ist (Bild 2). Die NF-Spannung wird dem Haupt-Verstärker zugeleitet, der bei Einkanal-Übertragung vier Lautsprecher an der Frontseite der Truhe speist. Ein Teil der Ausgangsspannung des Haupt-Verstärkers wird direkt dem Nachhall-Verstärker zugeführt, an den bei Einkanal-Übertragung beide Seitenlautsprecher angeschlossen sind, bei Stereo-Wiedergabe jedoch nur der rechte Seitenlautsprecher. Die für den Nachhall notwendige zeitliche Verzögerung wird mittels einer 16 m langen Luftsäule in einem Aluminiumrohr erzielt. Die Ausgangsspannung des Haupt-Verstärkers wird zu diesem Zweck durch einen auf diese Luftsäule arbeitenden Druckkammerlautsprecher in Schall umgesetzt. Der Ausgang des Aluminiumrohres ist durch ein gleichartiges als Mikrofon arbeitendes Druckkammersystem abgeschlossen, und die von diesem gelieferte, aber verzögerte NF-Spannung wird zusätzlich dem Nachhall-Verstärker zugeführt.

Die Verzögerungszeit läßt sich aus der Länge der Luftsäule und aus der Schallgeschwindigkeit berechnen. Die Schallgeschwindigkeit ist im Mittel 340 m/s; sie hängt etwas von der Luftfeuchtigkeit und von der Temperatur ab. Um einen Meter zurückzulegen, benötigt der Schall $\frac{1}{340}$ s. Durch die 16 m lange Luftsäule entsteht somit eine Verzögerung von $16 \cdot \frac{1}{340}$ s, also von etwa $\frac{1}{20}$ s = 50 ms. Der Energieanteil der „50-Millisekunden-Nachhallfolgen“ im Konzertsaal ist eines der wichtigsten Kriterien für die Güte des Konzertsalles. Wird der um 50 ms verzögerte Ton einer „flachen“ Aufnahme als Nachhall zugesetzt, so erhält das ursprünglich „flache“, „trockene“ Klangbild die typischen Merkmale des Konzertsaalklanges. Der Energieanteil des zugesetzten Nachhalls muß dem Charakter der Musikaufnahme ungefähr angepaßt sein. Er ist bei gedrückter „Studio“-Taste geringer als bei gedrückter „Konzert-Hall“-Taste. Der Zusatz des künstlichen Nachhalls kann sowohl bei einkanaliger als auch bei stereophoner Wiedergabe zu einer merklichen Verbesserung des Klangbildes führen. Er ist daher (Bild 2) bei beiden Wiedergabearten wahlweise einschaltbar.

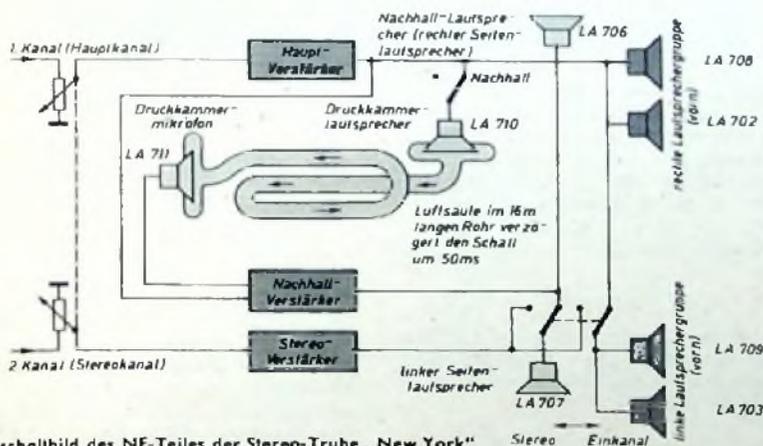


Bild 2. Blockschalbild des NF-Teiles der Stereo-Truhe „New York“

zuführen, zum Teil aber auch darauf, daß die modernen Konzertsäle nicht nur Konzertaufführungen, sondern auch anderen Veranstaltungen dienen müssen.

Die akustischen Eigenschaften guter Konzertsäle kommen bei einkanaliger Übertragung nicht voll zur Geltung. Bei zweikanaliger Übertragung kann man die Raumatmosphäre des Konzertsalles ähnlich gut übermitteln, wie sie der unmittelbare Zuhörer dadurch empfindet, daß neben dem direkten Schall an jedes der

Nachhallzeiten. Daher kommt es, daß klassische Konzerte unter Umständen in einem der neuen Konzertsäle nicht die Wirkung haben, wie in einem der als hervorragend bekannten alten Säle.

Der ideale Studiosaal sollte auf verschiedene Nachhallzeiten einstellbar sein, so daß man für jedes Konzertstück die günstigsten akustischen Voraussetzungen schaffen kann. Die Beurteilung des günstigsten Kompromisses bei der Aufnahme von Konzerten kann stets nur subjektiv sein, und es wird sich nicht vermeiden lassen, daß beim Abhören einer Rundfunk- oder Schallplattendarbietung der

¹⁾ Winkler, F.: Raumakustische Kriterien hervorragender alter und neuer Konzertsäle. Frequenz Bd. 12 (1958) Nr. 2, S. 50—59

Stereo-Demonstration auch im Schweizer Rundfunk

Mit Interesse las ich Ihren Artikel „Stereo-Demonstration im Rundfunk“ im Heft 24 der FUNK-TECHNIK. Hierdurch angeregt, möchte ich Ihnen von einer Versuchssendung berichten, die am 16. Dezember 1958 um 19.45 Uhr im Studio Lausanne des Schweizerischen Landessenders Sottens (franz. Schweiz) unter dem Titel „Stéréorama“ durchgeführt wurde. Dies war die zweite Sendung ihrer Art, nachdem die erste im Landessender Beromünster vor einigen Jahren veranstaltet wurde.

Für die Übertragung der stereophonischen Sendung wurde das vorhandene Sendernetz ohne Änderung benutzt. Der rechte Kanal ging über die Sender des 1. Programms, also Mittelwelle „Sottens“, Telephonrundsprach Linie 2 und UKW, während der linke Kanal über die Sender des 2. Programms, also Telephonrundsprach Linie 6 und UKW ausgesendet wurde. Durch Einsatz des ganzen Sendernetzes wurde es vielen Hörern möglich gemacht, an der Sendung teilzunehmen.

Nach getrennten Ansagen auf beiden Kanälen und einer „monauralen“ Einleitungs-melodie eröffnete J. Braun das „Stéréorama“ mit einleitenden Worten über das Wesen und die Bedeutung der Stereophonie. Er machte den Hörern an Hand von Beispielen aus der Optik den Begriff Stereophonie klar und wies darauf hin, daß Stereo auf keinen Fall mit „3D“ oder ähnlichem verwechselt werden dürfe. Am Schluß des Vortrages wurden Instruktionen zur Einstellung der Anlage gegeben. Um den richtigen Mitteneindruck einstellen zu können, wurde der Schlag einer Kastagnette ausgesendet. Schließlich wurde der Hörer darauf hingewiesen, daß eine gute Reproduktion der Sendung nur bei richtiger Phasenlage möglich ist. Hierauf folgte eine große Anzahl stereophonischer Beispiele (Ping-Pong Spiel, Eisenbahn und ausgewählte Musikstücke). Neben einer Plattenaufnahme wurde hauptsächlich Musik des „Orchestre de la Suisse romande“ gesendet, die das Studio Lausanne selbst aufgenommen hat. Mit der Bitte an alle Hörer, über ihre Erfahrungen zu berichten, klang diese Sendung aus.

Hier sind einige Bemerkungen von mir. Die Sendung wurde mit folgenden Apparaten aufgenommen: Linker Ton: Normaler UKW-Empfänger; Rechter Ton: Spezial-Telephonrundsprach-Empfänger.

Erstaunt war ich, daß sich mit derartig einfachen Mitteln — gemessen am Aufwand einer Hi-Fi-Anlage — ein so guter Gesamteindruck erzielen läßt. Das Anhören der Musikstücke war ein Hochgenuß. Auch bei der besten monauralen Anlage kommt alles aus einem „Loch“, hier hingegen hatte man wirklich das Gefühl der Breite.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über die Phasenlage. Die von Ihnen beschriebenen Methoden zur Umkehrung der Phasenlage sind von einem Teil der Hörer nicht auszuführen. Dagegen glaube ich, daß ein jeder seinen Apparat um 180° drehen kann und damit das gleiche erreicht hat. Diese Idee ist so einfach, daß auch ich erst von einem Kollegen darauf gebracht werden mußte. W. Nübel, Solothurn

Die Umleitung des Schalles über die 16 m lange Luftsäule ist mit großem Energieverlust verbunden. Am Druckkammermikrofon erhält man nur etwa $\frac{1}{100}$ der Spannung, mit der der Druckkammerlautsprecher am Eingang der Schalleitung betrieben wird. Diesen Verlust muß der Nachhall-Verstärker ausgleichen. Der relativ große Energieverlust ist teils auf die Wandreibungen im Rohr und auf Wirbelbildung innerhalb der Luftsäule, teils darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Schallenergie durch die Wände des Aluminiumrohres abgestrahlt wird.

Zwischen den akustischen Eigenschaften einer Luftsäule und den Eigenschaften eines aus L, C und R bestehenden elektrischen Kreises bestehen Analogien. Man berechnet den Widerstand der Luftleitung in „akustischen Ohm“. Einen informativsten Überblick über die Wirkung einer Luftsäule als Schalleitung gibt die Gleichung für die akustische Reaktanz x_A der zwischen den beiden Druckkammersystemen befindlichen Luftsäule in akustischen Ohm an:

$$x_A = \frac{2 \cdot p \cdot l \cdot f}{R^2}$$

(p = Dichte der Luft in g/cm^3 , l = Länge des Rohres in cm, R = Radius des Rohres in cm, f = Frequenz in Hz.) Zur Vereinfachung wurden die beiden Druckkam-

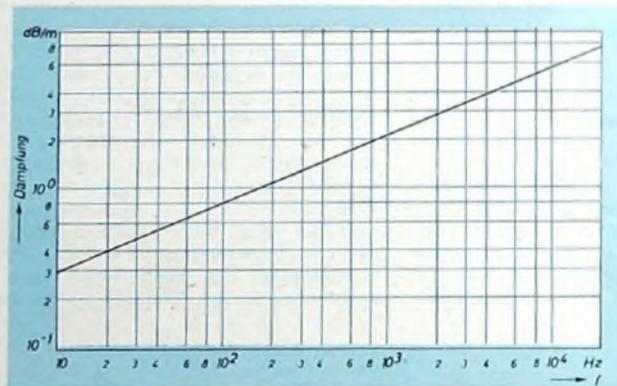


Bild 3. Dämpfung in dB/m bei Schalleitung über eine Luftsäule in einem Rohr von 14 mm Durchmesser in Abhängigkeit von der Frequenz

mersysteme als masselose Kolben angenommen. Man sieht, daß die akustische Reaktanz proportional mit der Länge des Aluminiumrohres wächst, mit dem Quadrat des Radius des Rohres abnimmt und außerdem frequenzabhängig ist. Der Verlust bei der Übertragung akustischer Schwingungen über eine Luftsäule ergibt sich aus

$$A = A_0 \cdot e^{-\alpha x}$$

Hierin ist A = Druckamplitude am Ausgang der Luftsäule, A_0 = Druckamplitude am Eingang der Luftsäule, x = Länge der Luftsäule in cm und

$$\alpha = \frac{\gamma}{R \cdot c} \sqrt{\frac{\omega \cdot \mu}{2p}}$$

mit

$$\gamma = 1 + 1.58 (\gamma^{0.5} - \gamma^{-0.5}),$$

wenn R = Radius des Leitungsrohres in cm, c = Schallgeschwindigkeit in cm/s, $\omega = 2\pi f$, μ = Viskositätskoeffizient ($= 1.8 \cdot 10^{-4}$ für Luft), p = Dichte der Luft in g/cm^3 und $\gamma = 1.4$ (für Luft).

Die Dämpfung in dB/m bei der Schalleitung über eine Luftsäule in einem Rohr von 14 mm Innendurchmesser als Funktion von der Frequenz zeigt Bild 3.

Die Bilder 4 und 5 zeigen das aufgewickelte 16 m lange Aluminiumrohr mit dem (links oben im Bild 4) als Mikrofon

wirkenden Druckkammersystem und dem als Schallgeber auf die Luftsäule im Aluminiumrohr arbeitenden Druckkammersystem (oben im Bild 5). Das Mikrofon ist ebenso wie das aufgewickelte Aluminiumrohr akustisch gut isoliert.

Bild 6 zeigt das ausführliche Schaltbild des Haupt-Verstärkers und des Nachhall-Verstärkers, Bild 7 das des Stereo-Verstärkers. Der auf beide Kanäle wirkende Tandem-Lautstärkereger besteht aus R 733 und R 779 (Bild 6). Das Lautstärkeverhältnis beider Stereo-Kanäle zueinander (Mitteneindruck) läßt sich noch durch den Lautstärkereger R 943 (Bild 7) einpegeln. Bei der besonders gekennzeichneten „Normal“-Stellung dieses Reglers haben beide Stereo-Kanäle gleiche Lautstärke. Am Aufstellungsort wird eine Korrektur am Regler R 943 notwendig sein, wenn der Aufstellungsraum akustisch unsymmetrisch ist. Die vom Truhenstandort aus gesehene linke und rechte Zimmerwand können unterschiedliche Reflexions- und Absorptions-Eigenschaften haben. Außerdem wird der Zuhörer nicht immer vor der Truhenmitte sitzen. Es kann daher zweckmäßig sein, die Lautstärke beider Stereo-Kanäle unterschiedlich einzustellen und außerdem den beiden Stereo-Wiedergabeteilen unterschiedliche Frequenzkurven zu geben. Hierzu dienen der ebenso wie der Lautstärkereger von

hinten bedienbare Baßregler R 941 und der Sopranregler R 952 (Bild 7).

Das als Schallgeber auf das Aluminiumrohr arbeitende Druckkammersystem ist LA 710 (Bild 6) und das Mikrofon geschaltete System LA 711. Die schraffierte Doppellinie zwischen beiden Druckkammersystemen gilt als Symbol für das 16 m lange Aluminiumrohr. Die beiden Seitenlautsprecher sind LA 706 und LA 707. Davon ist LA 706 stets an dem Nachhall-Verstärker angeschlossen, LA 707 jedoch nur bei Einkanal-Übertragung. LA 707 wird bei Stereo-Wiedergabe auf den Ausgang des Stereo-Verstärkers (Bild 7) geschaltet. Die Lautsprechergruppen LA 708, LA 702 liegen stets am Ausgang des Haupt-Verstärkers. Die Lautsprechergruppe LA 709, LA 703 ist bei Einkanal-Übertragung auf den Hauptverstärker und bei Stereo-Wiedergabe auf den Stereo-Verstärker geschaltet.

Das Verhältnis der Lautstärke des zugesetzten Nachhalls zur Lautstärke des Hauptsignals läßt sich mittels R 928 (Bild 6) einpegeln.

Zur Umschaltung der Lautsprecher LA 709, LA 703 und LA 707 dient die „Stereo“-Taste. Bei gedrückter „Stereo“-Taste werden einkanalig aufgenommene Schallplatten über zwei getrennte Kanäle wiedergegeben und bei gedrückter „Konzert-Hall“-Taste erreicht man eine verstärkte Pseudo-Stereo-Wirkung.

Elektrische Analogrechner

Technische Grundlagen

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 14 (1959) Nr. 2, S. 42

4.2 Gleichspannungsverstärker

Im Bild 10 ist ein zur Verwendung in der besprochenen Additionsschaltung geeigneter Gleichspannungsverstärker dargestellt. Er besteht aus drei gleichspannungsgekoppelten Verstärkerstufen, an die sich eine Katodenstufe anschließt. Die drei Verstärkerstufen ergeben eine Phasendrehung von dreimal 180°; die Ausgangsspannung ist also, wie erforderlich, gegenphasig zur

eine Wechsellspannung (beispielsweise durch Zerhackung) umwandelt. Nach der Verstärkung wird dann die Wechsellspannung wieder gleichgerichtet. Die im Abschnitt 4.1 abgeleiteten Formeln gelten unter der Voraussetzung, daß der Gleichspannungsverstärker einen sehr hohen Verstärkungsfaktor hat. Wird jedoch der Verstärker nicht mehr innerhalb des linearen Aussteuerungsbereiches betrieben, wird er also übersteuert, so nimmt der Verstärkungsfaktor rasch ab,

teilers eingestellt werden. Linear geteilte Potentiometer mit einer Genauigkeit des Widerstandsverlaufs von 0,1% sind in Analogrechnern sehr häufig anzutreffen. Bild 12b zeigt das Schaltsymbol der Potentiometerschaltung und Bild 13 die Multiplikation der Eingangsgröße x mit dem Faktor $k = -3,5$.

4.4 Servogesteuerte Potentiometerschaltungen

Bei vielen Analogrechnern erfolgt die Multiplikation mit servogesteuerten Potentiometern (Bild 14). Dazu wird die dem Faktor k entsprechende Spannung K an einen Eingang des Servoverstärkers SV gelegt und mit der Spannung K' am zweiten Eingang verglichen, die man vom Nach-

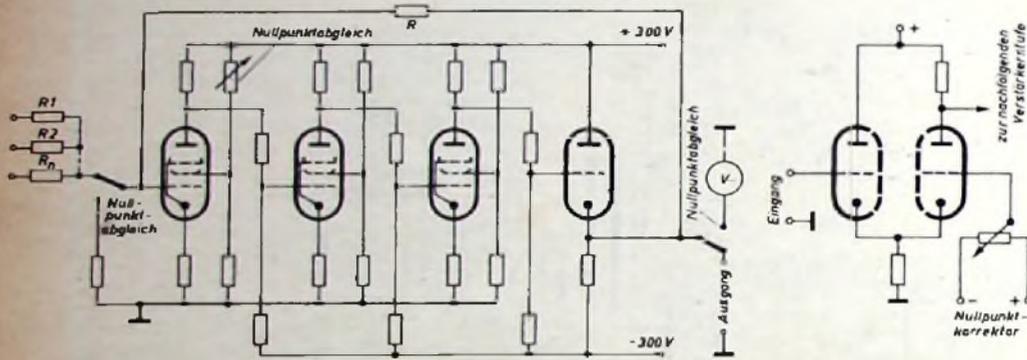


Bild 10 (links). Schaltbild eines Rechenverstärkers. Bild 11 (rechts). Differential-Verstärker

Eingangsspannung. Der erreichbare Verstärkungsfaktor liegt etwa zwischen 10 000 und 50 000. Für manche Zwecke ist jedoch die Nullpunktstabilität der Schaltung zu gering. Selbst wenn keine Eingangsspannung am Verstärker liegt, zum Beispiel wenn auf Nullpunktgleich geschaltet ist, kann man eine sich meistens langsam ändernde Ausgangsspannung beobachten. Wird — und das ist unbedingt erforderlich — der Verstärker aus sehr gut stabilisierten Netzgeräten betrieben, dann werden diese Schwankungen hauptsächlich durch Alterung der Röhren und Änderungen der Betriebswerte der Schaltmittel infolge Temperatureinflüsse verursacht.

Der Nullpunktfehler läßt sich weitgehend unterdrücken, wenn man eine Differential-Eingangsstufe als erste Verstärkerstufe verwendet (Bild 11). Zur Erläuterung der Wirkungsweise dieser Schaltung sei angenommen, daß sich die Anodenspannung aus irgendeinem Grund um einen geringen Betrag erhöht. Das linke System der Doppeltriode wird infolgedessen mehr Strom führen. Dadurch steigt aber der Spannungsabfall am gemeinsamen Katodenwiderstand, und die am Gitter des rechten Systems liegende Steuerspannung verringert sich so weit, daß trotz der erhöhten Anodenspannung der Strom durch dieses System nahezu unverändert bleibt. Auf ähnliche Weise kann man auch Schwankungen der Katodenemission der Röhre weitgehend unwirksam machen. Außerdem wird die Eingangsstufe sehr oft mit verringerter Heizspannung und sehr niedrigen Anodenspannungen betrieben, um den Gitterstrom der Röhre möglichst weit herabzusetzen.

Eine weitere Möglichkeit, die Nullpunktstabilität zu erhöhen, bietet die Anwendung von Verstärkern, bei denen man die zu verstärkende Gleichspannung zunächst in

und unzulässige Rechenfehler sind die Folge. Um diesen Betriebszustand zu vermeiden, haben fast alle Rechenverstärker eine Übersteuerungsanzeige, die meistens aus einer Glühlampe besteht, die über einen Spannungsteiler am Ausgang des Verstärkers liegt. Bei Überschreitung der zulässigen Spannung zündet die Glühlampe und zeigt dadurch die Übersteuerung an.

4.3 Multiplikation mit einem konstanten Faktor

Im Abschnitt 4.1 wurde gezeigt, daß durch entsprechende Wahl des Widerstandsverhältnisses R/R_n die Multiplikation mit einem konstanten Faktor erreicht werden kann. Ist der Betrag des konstanten Fak-

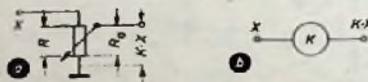


Bild 12 a) Multiplikation mit einem konstanten Faktor durch ein Potentiometer; b) Schaltsymbol

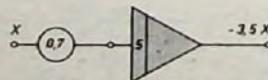


Bild 13. Darstellung von $-3,5 x$

tors kleiner als 1, so läßt sich die Multiplikation auch mit einer Potentiometerschaltung ausführen (Bild 12a). Liegt am oberen Ende des Potentiometers die Spannung X , so kann man am Abgriff jede beliebige Teilspannung $K \cdot X$ ($K < 1$) abnehmen. Ist die am Abgriff liegende Belastung durch den angeschlossenen Verbraucher zu vernachlässigen, dann wird K gleich R_n/R und kann dann unmittelbar an einer geeichten Skala des Spannungs-

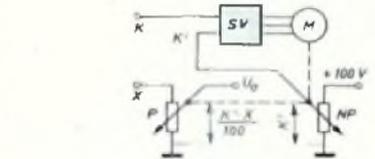


Bild 14. Durch Stellmotor betriebenes Potentiometer

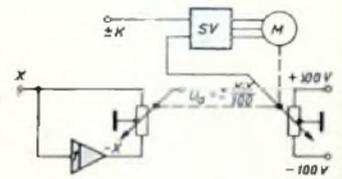


Bild 15. Berücksichtigung des Vorzeichens von k

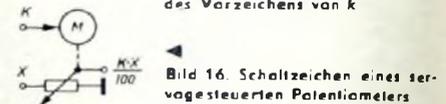


Bild 16. Schaltzeichen eines servogesteuerten Potentiometers

laufpotentiometer NP abnimmt. Die Differenz der beiden Spannungen wird verstärkt und dem Stellmotor M zugeführt. Je nachdem, welche der beiden Spannungen überwiegt, verstellt der Motor den Schleifer des Nachlaufpotentiometers in der einen oder der anderen Richtung, bis die an den Eingängen des Servoverstärkers liegenden Spannungen gleich sind. Da das Nachlaufpotentiometer an 100 V liegt, entspricht der Spannung 1 V am Abgriff von NP die Spannung $X/100$ V am Abgriff des Potentiometers P , dessen Schleifer mechanisch mit dem von NP verbunden ist. Im abgeglichenen Zustand wird an NP die Spannung K und an P die Spannung $U_a = \frac{K \cdot X}{100}$ abgegriffen. Bild 15 zeigt eine

Schaltung zur Berücksichtigung des Vorzeichens von k . Die Bereitstellung der Spannung $-X$ erfolgt durch einen Rechenverstärker. Das Schaltzeichen für ein servogesteuertes Potentiometer ist im Bild 16 wiedergegeben.

Übliche servogesteuerte Potentiometer haben Einstellzeiten von einigen Zehntel Sekunden. Die Änderungen der Größe k dürfen daher nur relativ langsam erfolgen; sie müssen also beispielsweise zwischen 0 Hz und etwa 5 Hz liegen.

(Wird fortgesetzt)

Drehmelder und ihre Anwendungen

⑦

4.22 Differentialempfänger

Während bei den Schaltungen nach Bild 30 und 32 die Differenz beziehungsweise die Summe der Drehwinkel des Gebers und des Differentialgebers von einem oder mehreren Steuer- oder Momentenempfängern angezeigt wird, ist der Differentialempfänger stets das anzeigende Organ, das seine Winkelbefehle von zwei normalen Drehmelder-Gebern erhält. Bild 34 zeigt das Schaltungsprinzip; gleichlautende Stator- beziehungsweise Rotorklemmen sind miteinander verbunden.

Eine rechnerische oder grafische Untersuchung dieser Schaltung bereitet jedoch große Schwierigkeiten, da jetzt in den Stator- und Rotorwicklungen des Differentialempfängers Spannungen induziert werden, die sich gegenseitig beeinflussen. Die Amplituden der Statorspannungen werden beispielsweise durch Größe und Neigungswinkel des Rotorflusses bestimmt. Der Rotorfluß selbst ergibt sich aus den Rotorspannungen (in Verbindung mit den Statorspannungen des zweiten Gebers), und diese hängen wieder vom Statorfluß und damit von den Statorspannungen ab, so daß eine wechselseitige Abhängigkeit zwischen den einzelnen Größen zustande kommt. Um eine einfache Erklärung der Wirkungsweise der Anordnung zu erhalten, muß man die Annahme machen, daß die Ströme im Stator des Differentialempfängers nur von den Spannungen des Gebers 1 und die im Rotor nur von den Spannungen des Gebers 2 abhängen und daß keine wechselseitige Beeinflussung eintritt. Unter diesen Voraussetzungen läßt sich das Vektordiagramm Bild 35 zeichnen, bei dem der Geber 1 um $\beta_1 = 90^\circ$ und der Geber 2 um $\beta_2 = 30^\circ$ ausgelenkt ist; der Differentialempfänger stehe in Nullstellung. Dann treten in seinem Stator und Rotor Magnetfelder auf, die sich parallel zu stellen versuchen. Wie aus Bild 35b hervorgeht, ist das der Fall, wenn der Differentialempfänger um $\delta = 60^\circ$ ausgelenkt ist. Der Differentialempfänger in der Schaltung nach Bild 34 zeigt also die Differenz zwischen den Drehwinkeln der beiden Geber an.

Die Summe der Winkel β_1 und β_2 wird angezeigt, wenn man im Rotorkreis des Differentialempfängers die x- mit den z-Anschlüssen vertauscht (Bild 36). Bild 37a zeigt die Lage der Magnetfelder für die gleichen Geberdrehwinkel wie im Bild 35. Aus Bild 37b geht hervor, daß Stator- und Rotorfluß im Differentialempfänger dann parallel verlaufen, wenn der Rotor den Winkel $\beta_1 + \beta_2 = 90^\circ + 30^\circ = 120^\circ$ anzeigt. Wie bei jeder Anordnung mit Momenten-Drehmeldern, müssen auch in den Schaltungen nach Bild 34 und 36 die an der Empfängerwelle abgenommenen Drehmomente von den beiden Gebern aufgebracht werden. Die Möglichkeit, durch Servomotoren die abnehmbaren Drehmomente zu vergrößern und die Fehler zu verringern, besteht bei Differentialempfängern nicht.

4.3 Anwendung der Differential-Drehmelder

Differential-Drehmelder dienen zur Ermittlung eines Ausgangswertes aus einer Anzahl verschiedener Eingangswerte.

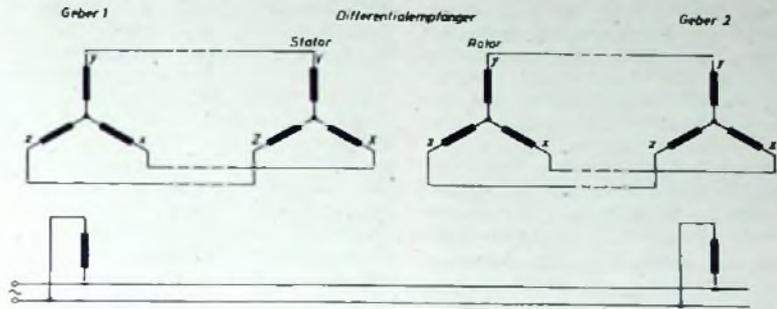
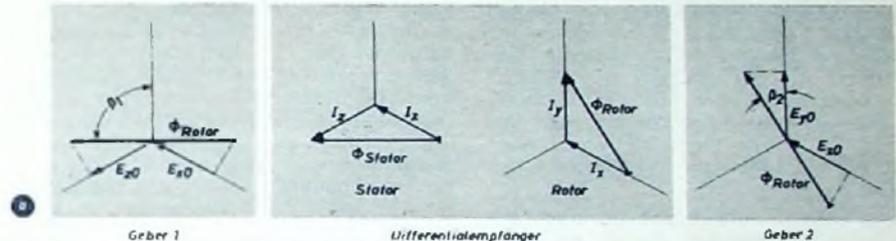


Bild 34. Differentialempfänger zwischen zwei Gebern in Subtraktionsschaltung



a) Differentialempfänger ausgelenkt

b) Differentialempfänger in Nullstellung

Bild 35. Vektorbilder zur Erklärung der Wirkungsweise der Schaltung nach Bild 34

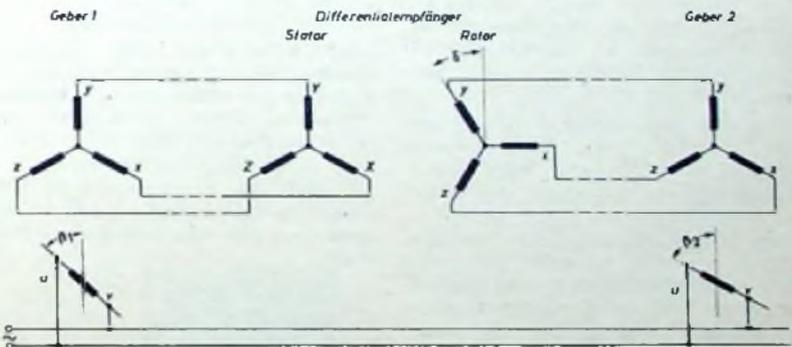
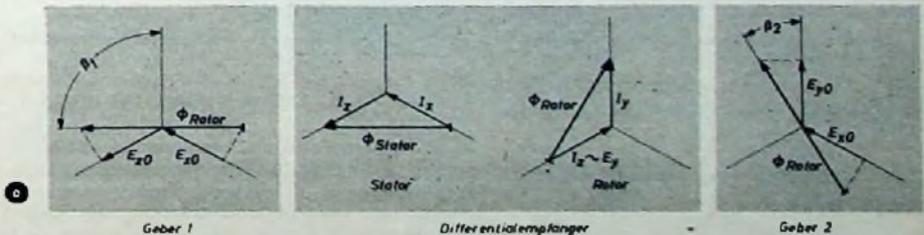


Bild 36. Differentialempfänger in Additionsschaltung



a) Differentialempfänger ausgelenkt

b) Differentialempfänger in Anzeigestellung

Bild 37. Vektorbilder zur Schaltung nach Bild 36

Differentialempfänger können dann verwendet werden, wenn nur zwei Werte zu kombinieren und die durch Reibung im Empfänger auftretenden Fehler von 0,5 bis 1° tragbar sind.

Mit Differentialgebern läßt sich dagegen die Summe oder Differenz mehrerer Winkelwerte bilden. Dabei sind die einzelnen Systeme in Reihe zu schalten. Sie bieten ferner den Vorteil, daß man durch Verwendung von Steuerempfängern und Servomotoren die Lastmomente erhöhen und die Fehler der Anordnung vermindern kann. Soll eine entscheidende Fehlerverkleinerung durch Verwendung von Grob- und Feinsystemen erfolgen, dann muß selbstverständlich auch der Differential-Drehmelderteil der Anlage ein Grob- und ein Feinsystem enthalten, die durch entsprechende Getriebe zu koppeln sind.

Ein Vorteil der Differential-Drehmelder liegt darin, daß die zu kombinierenden Winkelwerte an räumlich weit voneinander entfernten Orten anfallen können, ohne daß dadurch bei Beachtung der zulässigen Leitungswiderstände die Lösung der Aufgabe schwieriger wird. Eine Verdrehung des Stators des Drehmelder-Gebers, durch die grundsätzlich auch Winkelwerte dem eigentlichen Meßwert hinzugefügt werden können, dürfte dagegen nur dann sinnvoll sein, wenn Meß- und Korrekturwert unmittelbar am gleichen Ort anfallen.

Ein typisches Anwendungsbeispiel für Differential-Drehmelder bieten im militärischen Bereich die Feuerleitanlagen. Soll beispielsweise ein Geschütz durch ein Radargerät selbsttätig einem bewegten Ziel nachgeführt werden, dann kuppelt man mit dem Radarschirm einen Drehmelder-Geber. Die Schwenkung des Geschützes erfolgt nach dem Signal eines Steuerempfängers über einen Folgeregler. Infolge der Eigenbewegung des Zieles und gegebenenfalls auch des Geschützes muß dieses jedoch eine bestimmte Strecke vor das Ziel gerichtet sein. Dieser Vorhalt wird durch ein Analogie-Rechengerät laufend ermittelt und als Korrekturgröße über einen Differentialgeber zu der Stellung des Radarschirms addiert.

Ähnliche Aufgaben können bei der Kursregelung von Luft- und Seefahrzeugen auftreten, wenn zu der Anzeige des eigentlichen Kursmeßgerätes, etwa des Kompasses, noch Korrekturgrößen zum Ausgleich von Wind- oder Wasserströmungen hinzugefügt werden müssen. Ein sehr wichtiges Anwendungsgebiet sind schließlich die schon erwähnten elektromechanischen Analogie-Rechengeräte, in denen die einzelnen Rechengrößen durch Drehwinkel dargestellt werden. Differential-Drehmelder setzt man hier zur Addition oder Subtraktion verschiedener Größen ein. Die Fehler liegen dabei in der Größenordnung der übrigen Typen des Drehmeldersystems; sie betragen also etwa 10...15 Winkelminuten.

5. Sonderbauformen und -anwendungen der Drehmelder

5.1 Koordinatenwandler

Außerlich unterscheiden sich die Koordinatenwandler nicht von den meisten anderen Typen des Drehmeldersystems: In einem Druckgußgehäuse ist ein geblechter Statorkörper untergebracht, in dessen Bohrung ein zylindrischer Rotor mit geschränkten Nuten leicht drehbar angeordnet ist. Der Stator des Koordinatenwandlers trägt jedoch nur zwei Wicklungsgruppen, deren magnetische Achsen

um 90° gegeneinander versetzt und deren Spulenanschlüsse an vier Klemmen geführt sind.

In den Rotornuten liegen ebenfalls zwei um 90° räumlich gegeneinander versetzte Wicklungsgruppen. Um Schleifringe zu sparen, verbindet man meistens die Enden zweier Rotorspulen miteinander, so daß der Koordinatenwandler insgesamt drei Schleifringe und die dazugehörigen Bürstensäetze hat. Die übrige mechanische Ausführung (Lager, Kontakte) ist die gleiche wie bei den übrigen Drehmeldertypen; wegen der geforderten sehr geringen Eigenfehler wird jedoch besondere Sorgfalt bei der Fertigung angewandt. Koordinatenwandler dienen nämlich nicht zur Signalübertragung, sondern zur Durchführung bestimmter Rechenoperationen in Analogie-Rechengeräten. Ihre Wirkungsweise beruht im wesentlichen auf den einfachen Zusammenhängen, die schon bei der Untersuchung der Drehmelder-Geber beschrieben wurden.

Wird der Koordinatenwandler beispielsweise dadurch erregt, daß man an eine Statorspule eine Wechselspannung legt, dann werden in den Rotorwicklungen Spannungen induziert, deren Amplituden vom Drehwinkel des Rotors abhängen. Durch die Konstruktion strebt man einen Sinusverlauf dieser Amplituden in Abhängigkeit vom Drehwinkel an, so daß für die Spannung der einen Rotorspule $E_1 = E_{max} \sin \beta$ und für die der um 90° versetzten $E_2 = E_{max} \sin(\beta + 90^\circ) = E_{max} \cdot \cos \beta$ gilt. E_{max} hängt linear vom Erregerfluß und damit auch von der Erreger-spannung E_D ab, wenn das Eisen nicht in die Sättigung kommt.

Für die Rotorspannungen kann man schreiben

$$E_1 = k \cdot E_D \sin \beta; \quad E_2 = k \cdot E_D \cos \beta \quad (16)$$

Der Faktor k liegt meistens zwischen 0,5 und 1,0; durch Wahl der Windungsverhältnisse kann k natürlich in sehr weiten Grenzen verändert werden.

Auf Gl. (16) beruht eine Anwendungsmöglichkeit des Koordinatenwandlers, nämlich die Umwandlung von Werten, die in Polarkoordinaten (r und θ) dargestellt sind, in eine kartesische Darstellung (x und y -Koordinaten). Es sei $z = r e^{i\theta}$. Dann ist (Bild 38) $x = r \cos \theta$ und $y = r \sin \theta$. Durch Vergleich mit Gl. (16) ist ersichtlich, daß man nur den Betrag r der umzuwan-

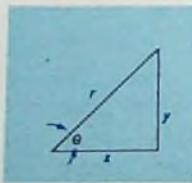


Bild 38. Definition der Werte x , y , r und θ

delnden Zahl z in Form einer Spannungsamplitude E_D an eine Statorwicklung des Koordinatenwandlers zu legen braucht. Dreht man dann den Rotor um den Winkel $\beta = \theta$ aus seiner Nullage heraus, dann kann man an den Rotorklemmen die Komponenten $x \cong E_2$ und $y \cong E_1$ als Spannungsamplitude abnehmen (Bild 39). Die umgekehrte Rechnung (Umwandlung von kartesischen in Polarkoordinaten-Darstellungen) ist ebenfalls möglich. Gegeben sind also x und y , und gesucht werden r und θ . Mathematisch erhält man aus Bild 38

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad \theta = \arctan y/x$$

Bild 40 zeigt den Schaltungsaufbau für diese Rechenoperationen. Die Größen x

und y werden als Wechselspannungen mit den Amplituden E_x und E_y an die beiden Statorwicklungen des Koordinatenwandlers gelegt. Die beiden Wechselspannungen müssen dabei zeitlich genau phasengleich verlaufen. Im Statorkörper und damit auch im Rotoreisen baut sich ein Magnetfeld auf, das sich durch vektorielle Überlagerung der beiden Teilfelder ergibt. Da beide Teilfelder senkrecht aufeinander stehen, kann auch das Bild 38 für die Betrachtung der Überlagerung der Felder benutzt werden, und man erkennt, daß

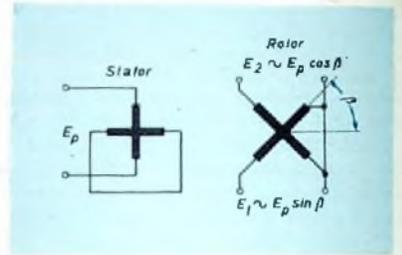


Bild 39. Koordinatenwandler zur Umwandlung von Polarkoordinaten (r und θ) in kartesische (rechtwinklige) Koordinaten (x und y)

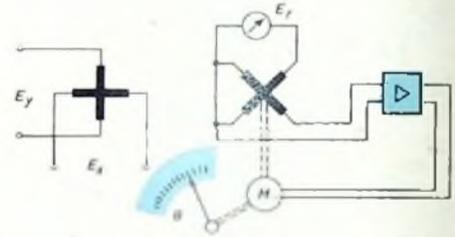


Bild 40. Schaltung zur Umwandlung von kartesischen in Polarkoordinaten

das resultierende Feld um den gesuchten Winkel θ gegen die Waagerechte geneigt ist und auch die gesuchte Amplitude hat. (Dabei ist Bedingung, daß beide Statorspulengruppen in elektrischer und magnetischer Hinsicht völlig gleichartig aufgebaut sind.) Das resultierende Statorfeld induziert in den Rotorspulen zwei Spannungen, deren Amplituden durch Gl. (16) beschrieben werden können, wenn man für β den Differenzwinkel zwischen Drehwinkel des Rotors und Richtung des resultierenden Statorfeldes ansetzt.

Die Spannung einer Rotorwicklung wird verstärkt und einem Servomotor zugeführt. Dieser Servomotor dreht wie bei einer Drehmelder-Steuerempfängeranordnung den Rotor des Koordinatenwandlers so lange, bis er keine Steuerspannung mehr bekommt, bis also die Rotorspule gerade einen Winkel von 90° mit dem resultierenden Statorfeld einschließt. An der Stellung des Rotors kann man also den Winkel des Statorfeldes und damit auch den gesuchten Winkel θ ablesen. Die zweite Rotorspule schließt mit der Steuerspule einen Winkel von 90° ein und liegt somit genau in Richtung des resultierenden Statorfeldes. In dieser Spule wird daher die volle Spannung $E_{ind} = k \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ induziert. Diese Spannung ist der gesuchten Größe r direkt proportional und kann durch einen Spannungsmesser angezeigt oder an andere Rechenglieder weitergeleitet werden.

Die Eingangsgrößen E_x und E_y brauchen zeitlich keinesfalls konstant zu sein. Bei irgendwelchen zeitlichen Änderungen beider Größen wird der Rotor sofort in die neue Lage eingedreht, und der Betrag der Ausgangsspannung wird ebenfalls trägeheitslos angezeigt. (Wird fortgesetzt)

Universal-Service-Gerät »SUBMINISERV«

Technische Daten

Signalverfolger

Verstärker: vierstufig, RC-gekoppelt
 Ausgangsleistung: etwa 38 mW
 HF-Demodulation: Diode OA 150
 Eingang: für HF und NF umschaltbar
 Lautsprecher: permanentdynamisch
 Lautstärke: stetig regelbar

Multivibrator

Grundfrequenz: rd. 1000 Hz
 Ausgangsspannung: stetig regelbar

Durchgangsprüfung

Skalenlampchen 7 V/0,1 A

Stromversorgung

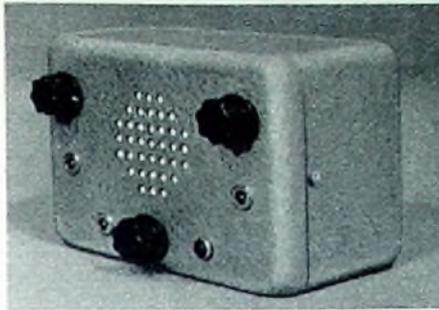
Aus zwei in Reihe geschalteten 3-V-Stab-
 batterien, jeder Teil des Gerätes getrennt
 abschaltbar

In der bisherigen Reihe der Subminitest-Meßeinrichtungen wurden Geräte mit Einzelfunktionen vorgestellt (Signalverfolger, Prüfsender usw.). Das Universal-Service-Gerät „Subminiserv“ ist dagegen ein typisches Kombinationsgerät. Es wurden ein Signalverfolger, ein Multivibrator und ein Durchgangsprüfer in einem Gerät vereinigt. Jede der einzelnen Einheiten ist getrennt verwendbar. Beispielsweise läßt sich der Multivibrator an einen Empfängereingang schalten und dann mit Hilfe des Signalverfolgers eine defekte Stufe ermitteln. Der Durchgangsprüfer ist ein wichtiges Hilfsmittel bei der Suche nach einem Kurzschluß. Das Gerät bietet daher beim Service vielseitige Hilfe.

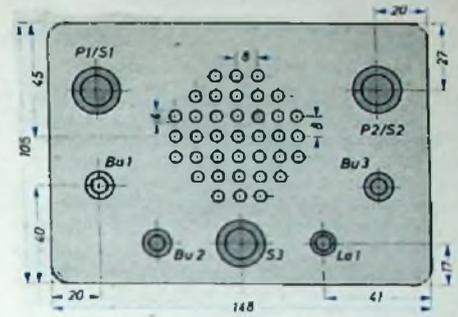
Schaltungseinzelheiten

Der Signalverfolger entspricht weitgehend dem früher beschriebenen¹⁾ Gerät „Transistor-Signalverfolger“. Lediglich auf der Eingangsseite wurde ein zusätzlicher

¹⁾ FUNK-TECHNIK Band 13 (1957) Nr. 4, Seite 109-110



Außenansicht des Universal-Service-Gerätes und (rechts) Maßskizze der Frontplatte



Schutzkondensator C 1 (50 nF) angeordnet. Er soll eine Spannungsfestigkeit von mindestens 500 V haben.

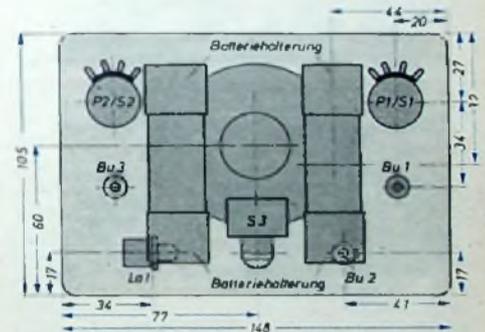
Neuentwickelt wurde der Multivibrator. Diese Stufe ist als Tongenerator gedacht, erzeugt aber ein Frequenzspektrum, das über den Tonfrequenzbereich hinausgeht. Durch Fortfall des Schwingtransformators ist es möglich, die Grundfrequenz leichter zu bestimmen, da die Zeitkonstante aus Kapazität und Widerstand errechnet werden kann.

Um eine hörbare Tonfrequenz zu erhalten, wurden der Kondensator mit 10 nF und der Widerstand mit 100 kOhm bemessen. Damit nun eine Schwingung entsteht, muß sich der Kondensator wieder entladen. Zu diesem Zweck ist die Schaltung so ausgelegt, daß sich die Transistoren gegenseitig steuern. Es fließt dann immer in einem Transistor Strom, während der andere gesperrt ist und umgekehrt.

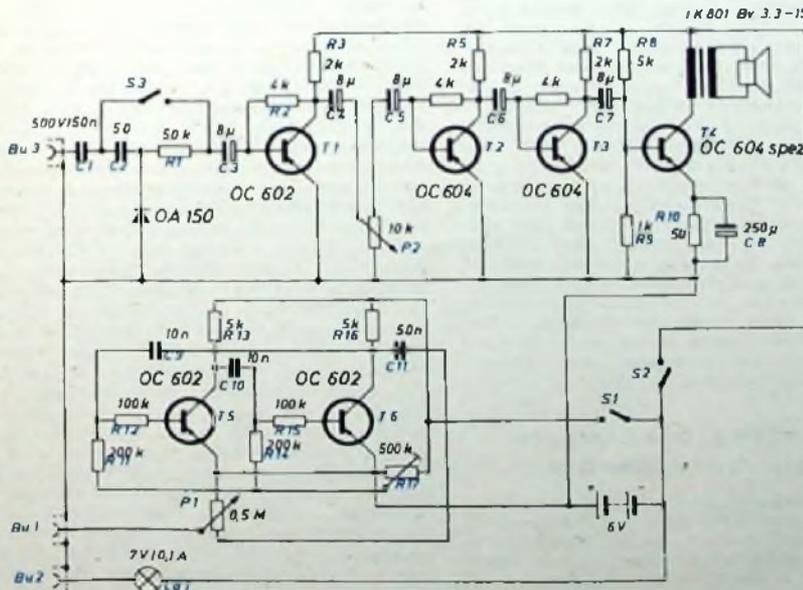
Bei der verwendeten Schaltung spielen sich folgende Vorgänge ab: Ist die Spannung eingeschaltet, dann fließt in beiden Transistoren gleicher Strom, da überall die gleiche negative Basisspannung herrscht. Infolge gewisser Ungleichheiten zwischen den beiden Transistoren wächst zum Beispiel im Transistor T 5 der Kollektorstrom an, und der Kollektor wird positiver. Da aber über den Kondensator C 10 die Basis

von T 6 negativer wird, steigen der Basis- und Kollektorstrom weiter an. Daher werden die Basis und der Kollektor von T 5 stark negativ. Die Basis von T 6 arbeitet im positiven Bereich, und der zweite Transistor T 6 ist gesperrt.

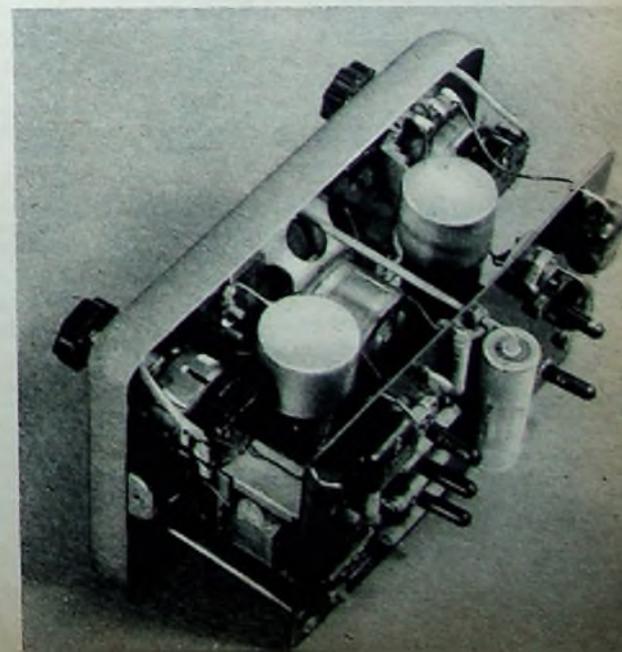
Dieser Vorgang dauert nur so lange, wie die Widerstände die negative Aufladung des Kondensators C 10 verhindern. Danach spielt sich der Vorgang umgekehrt ab, d. h., die beiden Transistoren wechseln im Stromfluß. Durch gleichzeitiges Vergrößern von R 11 und Verkleinern von R 14 (oder umgekehrt) läßt sich die Grundfrequenz verändern. Mit Hilfe des Reglers R 17 kann der Arbeitspunkt eines jeden Transistors eingestellt werden. Die Ausgangsspannung ist mit Hilfe des Potentiometers P 1 stetig regelbar. Beide Teilgeräte lassen sich getrennt ein- und ausschalten.



Einzelteilanordnung an der Rückseite der Frontplatte



Schaltung des Subminitest-Gerätes „Subminiserv“ und (rechts) Chassisansicht von oben



Einbau-Magnettongerät für den Selbstbau

Zweimotoren-Laufwerk mit stufenloser Geschwindigkeitsregelung von 4,75 bis 19 cm/s · Maximal 1000 m Langspielband (25-cm-Spulen)
Getrennte Aufnahme- und Wiedergabe-Verstärker · Aufnahme-Automatik

Technische Daten und Eigenschaften

- Bandgeschwindigkeit etwa 4...20 cm/s
- Anzeige der Normgeschwindigkeiten durch Siraboskop
- Steuerung durch Drucktasten
- Sofortstop und Sofortanlauf ohne Schaltgeräusche bei offenen Reglern durch Mechanik bei laufenden Motoren
- Bandanlaufzeit 1/10 s bei 19 cm/s
- Schneller Vor- und Rücklauf; Umspulzeit bei 1000 m weniger als 2 min
- Bremszeit beim Umspulen 1 s
- Umschaltung von Spur 1 auf Spur 2; deutsche und internationale Spurlage
- Bandriß- und Folienabschaltkontakt
- Vorrichtung, um mittels einfacher Schalluhr ein Rundfunkprogramm automatisch aufzunehmen; Einschaltung durch Uhr, Abschaltung (einschl. Empfänger) am Bandende oder mittels Folie
- 3 Köpfe (mit extrem engem Spalt des Wiedergabekopfes)
- Klirrarme Schaltungen durch starke Gegenkopplungen
- Überblendtaste (Tricklaste)
- Korrektur-Regler zur Korrektur des Frequenzganges älterer Bänder
- Frequenzumfang
 - bei 4,75 cm/s = 50...8000 Hz
 - bei 9,5 cm/s = 40...14000 Hz
 - bei 19,05 cm/s = 30...18000 Hz ± 2 dB
- Abmessungen etwa 600 x 400 mm, Einbautiefe etwa 120 mm

Der Tonamateurl steht heute zwar vor einer großen Auswahl preisgünstiger Heim-Magnettongeräte, aber es gibt wenige Geräte auf dem deutschen Markt (teure Studiomaschinen ausgenommen), die gehobenen Ansprüchen genügen. In erster Linie liegt dies daran, daß fast alle Geräte Kombiköpfe und umschaltbare Verstärker haben, wodurch die Möglichkeiten für den Amateur eingeschränkt werden. Dazu kommt die fast ausschließliche Verwendung nur eines Antriebsmotors; das ist in jedem Fall ein Kompromiß und erhöht keinesfalls die Gleich-

laufeigenschaften. Einfache Bedienung, auf die der erfahrene Amateur gern verzichtet, vermindern die Möglichkeiten weiter.

Das nachstehend beschriebene Einbau-Magnettongerät für den Selbstbau ist speziell für die Belange des anspruchsvollen Tonamateurs gedacht. Durch Verwendung von zwei Außenkäfigläufermotoren und zusätzlicher Schwungmassen konnten sehr gute Gleichlauf-Eigenschaften erreicht werden; selbst für den Schmalfilmmateurl würden sich zusätzliche Synchronisiergeräte erübrigen. Aufnahme- und Wiedergabeverstärker ergeben durch vollkommene Trennung in Verbindung mit Mikrofonverstärker, Mischpult, UKW-Empfänger und Hi-Fi-Endstufe viele Möglichkeiten, so daß kaum ein Wunsch offenbleibt. Das Gerät ließe sich ohne Änderungen der Mechanik auch als Stereo-Gerät ausführen. Es müßten dann nur Köpfe für zwei Spuren verwendet und alle Verstärker (mit Ausnahme des HF-Generators) doppelt ausgeführt werden.

Beim Bau des beschriebenen Gerätes muß man sich allerdings darüber klar sein, daß die angegebenen engen Toleranzen unbedingt einzuhalten sind. Ein geringer Höhen- oder Seitenschlag eines Drehteiles würde die einwandfreie Funktion in Frage stellen. Ferner ist zu empfehlen, die Materialangaben unbedingt zu berücksichtigen. Bei Beachtung aller Einzelheiten und guter Justierung von Mechanik und elektrischem Teil wird das Gerät gut arbeiten. Die äußere Gestaltung des Gerätes ist individuell. Beim Muster des Verfassers (Bild 1) wurden die Bedienungsplatte vorn und die obere Fläche mit Lackleder beklebt. Die Bedienungsplatte besteht aus einer 4-mm-Hartfaserplatte und ist fest mit dem Sperrholzrahmen verleimt. Als Abdeckung wurde 3 mm dickes Pertinax mit den entsprechenden Aussparungen versehen, die Kopfabdeckung aus Preßspan angeklebt, mit Nitrospachtelkitt verspachtelt, geschliffen und mit Kunstharzlack gespritzt.

Bild 3. Verstärker-Chassis; Ansicht von unten, Abdeckung abgenommen

Bild 4. Netzteil des Aufspruch-Verstärkers. Bild 5 (rechts außen). Netzteil des Wiedergabe-Entzerrers (links im Bild: Heizstrom - Gleichrichtung)



Bild 1. Ansicht des Einbau-Magnettongerätes

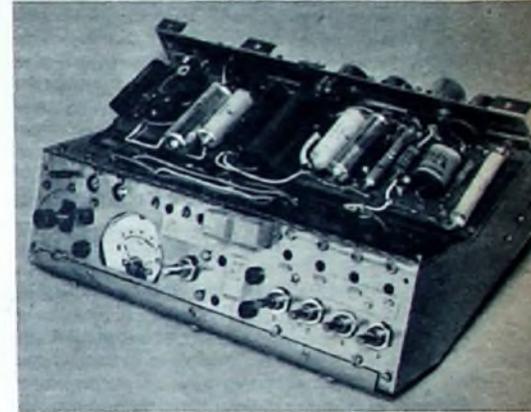


Bild 2. Verstärker-Chassis, Ansicht von oben

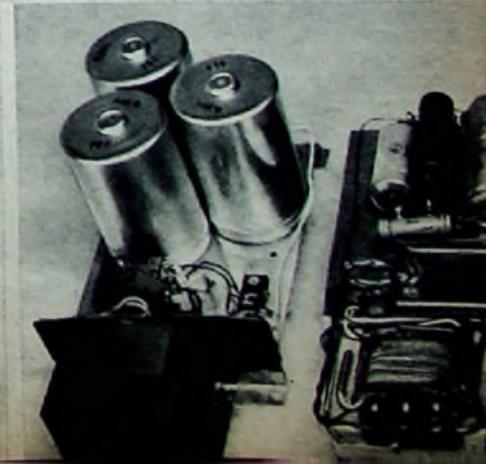
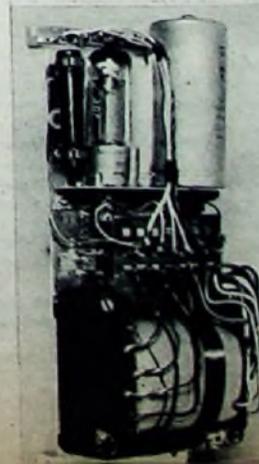
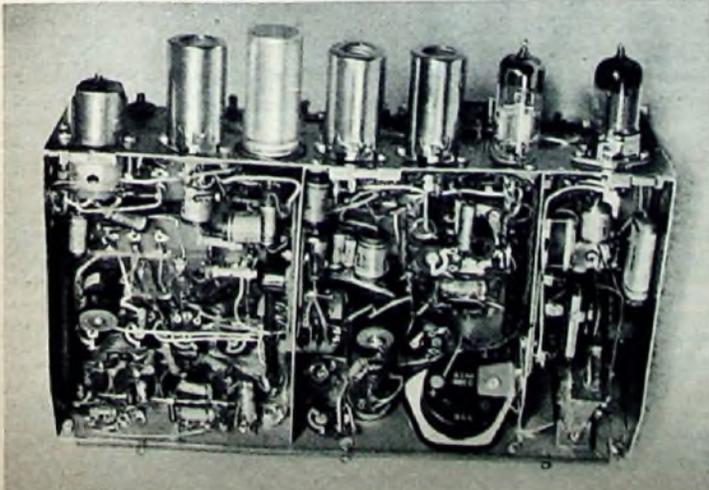
Der elektrische Teil

Chassis-Aufbau

Aus den Bildern 2 und 3 dürfte der Aufbau des Chassis für die Verstärker gut ersichtlich sein. Es wurde eine Zweietagen-Bauweise gewählt, so daß auf einer Lötösenplatte oben alle weniger kritischen RC-Glieder (Katodenblocks, Siebkondensatoren usw.) angebracht werden konnten.

Das Chassis aus 1 mm dickem Aluminiumblech wurde in drei Kammern aufgeteilt. Von links nach rechts sind (von oben gesehen) angeordnet: HF-Generator, Aufnahmeverstärker, Wiedergabe-Entzerrer. Der Tastensatz für die Umschaltung 9,5/19 cm/s liegt zwischen den Verstärkern. Die Röhren sind waagrecht angeordnet; ein leichtes Auswechseln von unten oder hinten ist möglich.

Den Aufbau der Netzteile zeigen die Bilder 4 und 5.



Wiedergabe-Entzerrer

Die Resonanzkreise L_3 und L_4 (Bild 7) hinter der Eingangsröhre EF 804 bewirken ein Absenken der mittleren Frequenzen und somit Höhen- und Tiefenanhebung. Zwischen den beiden Systemen der ECC 83 liegen die Korrekturregler P_1 und P_2 für die Tiefen sowie P_3 und P_4 für die Höhen. Der 1-MOhm-Einstellregler dient der einmaligen Einstellung der mittleren Frequenzen. Mit den Korrekturreglern lassen sich nicht nur die Frequenzgänge älterer Bänder einigermaßen korrigieren, sondern auch in Verbindung mit einem Mischpult bei Nachhall-Erzeugung besondere Effekte erreichen.

L_5 ergibt mit dem 10-nF-Kondensator eine nochmalige Höhenkorrektur. Da mit

dem Mustergerät auch ältere, teilweise schwach angesteuerte Bänder abgespielt werden, ist die Eingangsröhre EF 804 gleichstromgeheizt. Im Normalfall kann man darauf verzichten; es empfiehlt sich aber eine getrennte Heizwicklung.

Bei beiden Verstärkern ist grundsätzlich zu beachten, daß die Minusleitungen nur an einem Punkt in der Nähe des Einganges mit dem Chassis verbunden sind. Das Chassis muß außerdem Verbindung mit der Grundplatte haben. Längere Abschirmleitungen sind zu vermeiden.

Die Netzteile ordnet man möglichst 50 cm vom Laufwerk entfernt an, um Brummeinstreuungen auf die Köpfe auszuschalten. (Wird fortgesetzt)

Für den KW-Amateur

A. VOGEL, DL 3 SZ

DER MULTIBANDKREIS

in Sender-Endstufen, am Gitter oder als Antennenkoppler

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 14 (1959) Nr. 2, S. 57

Serienspeiste PA-Stufe mit Multibandkreis

Am häufigsten wird das Multibandprinzip in der Sender-Endstufe [7, 8] angewendet (Bild 5). Da dort die kräftigsten HF-Ströme fließen, ist es empfehlenswert, den Drahtdurchmesser der Spulen entsprechend groß zu wählen. Für die Spule L_1 , die eine große Windungszahl erfordert, be-

nutzt man einen keramischen Spulenkörper mit Rillen. Der Drahtdurchmesser muß deshalb meistens klein sein, doch läßt sich die Spule verbessern, wenn man an Stelle von blankem Kupferdraht versilberten Kupferdraht verwendet.

In der PA-Stufe führt man die Spule L_2 (4,1 μ H) am besten frei tragend aus und befestigt sie beiderseits des Doppel-Drehkondensators (Bild 6). Diese Konstruktion bedingt, daß man mindestens Kupfervolldraht mit 4,5 mm ϕ (16 mm²) oder Kupferrohr mit 5 bis 6 mm ϕ wählt. Für das vorliegende Muster wurde eine Spule aus 6 mm Kupferrohr gefertigt, und zwar mit 2 x 6 Windungen (5 cm Innen- ϕ , 10 cm lang); dazwischen liegen 3 Windungen der Ankopplungsspule (3 mm CuL, 5 cm Innen- ϕ), die direkt am Relais Rel_1 befestigt ist.

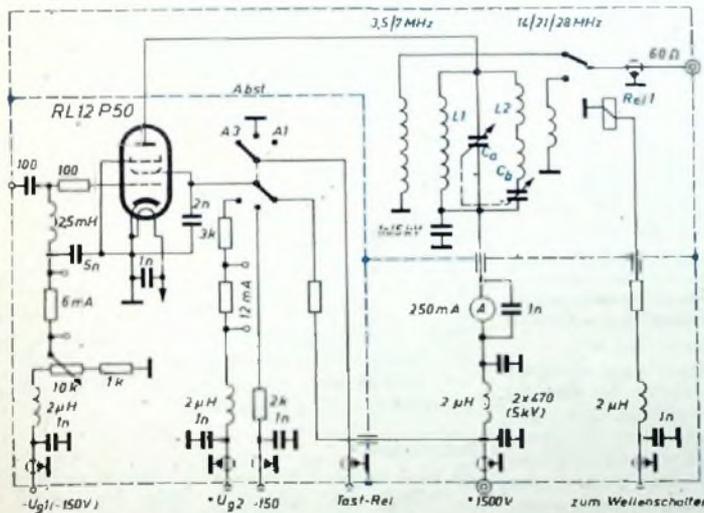


Bild 5 Sender-Endstufe mit Multibandkreis in Serienspeisung. $C_3/C_4 =$ Doppel-Drehkondensator 2 x 9... 104 pF, Fabrikat Johnson „100 FD 20“ (Plattenabstand 1,14 mm, Überschlusspannung 2000 V, Länge einschließlich 3,5 cm langer Achse etwa 15 cm); L_1, L_2 s. Text; $Rel_1 =$ Koaxrelais für 60-Ohm-Ausgang mit Umschaltkontakten

nutzt man einen keramischen Spulenkörper mit Rillen. Der Drahtdurchmesser muß deshalb meistens klein sein, doch läßt sich die Spule verbessern, wenn man an Stelle von blankem Kupferdraht versilberten Kupferdraht verwendet.

In der PA-Stufe führt man die Spule L_2 (4,1 μ H) am besten frei tragend aus und befestigt sie beiderseits des Doppel-Drehkondensators (Bild 6). Diese Konstruktion bedingt, daß man mindestens Kupfervolldraht mit 4,5 mm ϕ (16 mm²) oder Kupferrohr mit 5 bis 6 mm ϕ wählt. Für das vorliegende Muster wurde eine Spule aus 6 mm Kupferrohr gefertigt, und zwar mit 2 x 6 Windungen (5 cm Innen- ϕ , 10 cm lang); dazwischen liegen 3 Windungen der Ankopplungsspule (3 mm CuL, 5 cm Innen- ϕ), die direkt am Relais Rel_1 befestigt ist.

ten anzuschrauben, ohne Befestigungswinkel oder Isolatoren zu benötigen. Über dem kalten Ende von L_1 liegt die Ankopplungsspule (4 Windungen), die mit 3 mm Kupferdraht selbsttragend gewickelt wurde und innen 2 kleine Keramikstückchen enthält, die den sicheren Abstand von der Hochspannung führenden primären Wicklung gewährleisten.

Der für die gesamte PA-Stufe benötigte Raum ist 20 x 23 x 26 cm. Durch 2 Abschirmwände ist er unterteilt in Gitterteil, in den Raum für Drehkondensator mit Schwingkreisen und den Raum für das Anodenstrominstrument mit Abblockung. Alle in die PA-Stufe führenden Leitungen sind abgeschirmt, verdrösselt und abgeblockt.

Kupferrohr (im allgemeinen hart) und starker Kupfervolldraht lassen sich nicht

immer sauber biegen. Kupfer wird aber weich und biegsam, wenn man es über einer nicht zu heißen Flamme erhitzt, bis es dunkel anläuft. Man vermeide, das Material bis zur hellen ziegelroten Glut zu erhitzen, da es dann leicht verbrennen kann. Nach dem Erhitzen wird das Kupfer in kaltem Wasser abgeschreckt, gerade gezogen und mit feiner Schmirgelleinwand

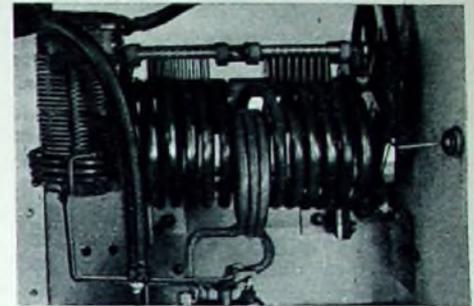


Bild 6. Draufsicht auf den Multibandkreis in der PA. Parallel zum Drehko liegen Spule L_2 und links L_1

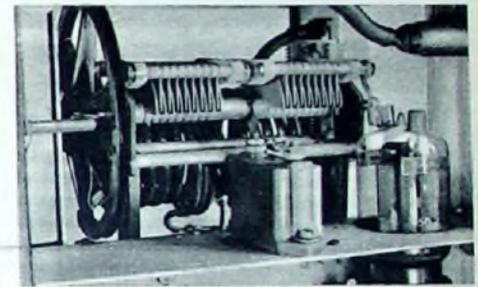


Bild 7. Blick auf den Multibandkreis von unten; die PA-Röhre liegt unter dem heißen Drehko-Ende

(200) gesäubert. Zum Biegen benutzt man zweckmäßigerweise eine Form mit 5 cm Durchmesser. Auf ihrer Mitte legt man zunächst mit etwa 15 mm den Abstand der symmetrischen Spulenhälften von L_2 zur Aufnahme der Ankopplungsspule fest und biegt beiderseits dieses Abstandes Windung an Windung. Durch Spreizen mit einem Schraubenzieher erhält man den gewünschten Windungsabstand. Anschließend werden die Spulenden breitgeklopft, durchbohrt und so gebogen, daß sie vorn und hinten am Drehkondensator aufgeschraubt werden können.

Die Hochspannung führende Drehkondensator-Achse ist nicht durch die Frontplatte herausgeführt. Zu ihrer Bedienung trägt sie vorn ein isolierendes Skalennrad, das über einen Seiltrieb bedient wird. Bei Bandwechsel stellt man nur den Skalenzeiger für die PA-Stufe auf das gewünschte Band ein. Durch die Skalenspreizung ist es sogar möglich, so genau einzustellen, daß sich die Resonanzabstimmung völlig erübrigt. Mit Hilfe von Rel_1 wird über den Wellenschalter die Umschaltung der beiden Ankopplungsspulen vorgenommen, die beim Ausmessen der Kreise angeschlossen sein müssen. Von den Ausgangskontakten des Relais führt ein 60-Ohm-Koaxialkabel zum Antennenkoppler. An Stelle eines Koaxrelais wurde im Mustergerät ein umgebautes Antennenrelais verwendet.

Nach dem im Heft 2/1959 angegebenen Berechnungsbeispiel wird es leicht möglich sein, die erforderlichen Kreiswerte mit der Thomsonschen Schwingungsformel festzulegen (Rechnungsgenauigkeit genügt). Der Nachbau des Multibandkreises ist nicht schwierig. Ein Grid-Dip-Meter ist zum Abgleich unbedingt erforderlich. Genaue Frequenzmarkierungen ergeben sich

im Betrieb; das PA-Anodenstrominstrument zeigt auf der angesteuerten Frequenz scharfe Resonanz an. Wie Bild 7 zeigt, konnte die Zuleitung der Röhre zum Drehkondensator durch die gewählte Anordnung der RL 2 P 50 sehr kurz gehalten werden. Direkt an der kalten Drehkondensatormitte ist der Abblockkondensator zur Katode angebracht.

Dem Multibandtank gehen ein VFO mit nachfolgenden bandumschaltbaren Bandfilterpuffer-, Verdoppler- oder Vervielfacherstufen voraus. Da im Betrieb nur VFO und PA (beide frequenzgeeicht) bedient werden müssen, lassen sich Band- und Frequenzwechsel rasch durchführen.

Neben dem WAE-Diplom erfordern das WPX, WADM sowie mehrere andere Amateurdiplome den Betrieb auf mehreren Amateurbändern. Ein OP mit Multibandtank kann spielend von einem Band zum anderen wechseln und so alle Chancen ausnutzen, die sich (sei es auf freier DX-Jagd oder im scharfen Wettstreit irgendeines Contestes) gerade anbieten. Wer beweglich so auf allen Frequenzen arbeiten kann, ist selbst mit kleiner Station und Drahtantenne einem QRO-OP mit Richtstrahler überlegen, wenn er ihm zuvorkommt.

Parallelgespeiste Sender-Endstufe

Die prinzipielle Schaltung einer Sender-Endstufe mit Parallelspeisung geht aus Bild 8 hervor. Für sie gilt das gleiche wie für die seriengespeiste PA-Stufe. Als Vorteil wäre zu nennen, daß bei L_1 an Stelle einer Ankopplungsspule ein Abgriff nahe dem kalten Ende der Spule festgelegt werden kann. Bei L_2 behält man zweckmäßigerweise die Ankopplungsspule bei. Obwohl man an diesen Kreis gerade so wie mit Hilfe des später beschriebenen Antennenkopplers Antennen anpassen kann, sollte man auf einen besonderen Antennenkreis nicht verzichten.

Der Multibandkreis am Gitter

Auch am Gitter einer Röhre bringt der Multibandkreis (Bild 9) Vorteile. Der Abgleich eines solchen Kreises ist gegenüber Bandfilterstufen einfach auszuführen. Da man schließlich mit einer Röhre sowohl geradeaus arbeiten als auch verdoppeln, verdreifachen oder vervierfachen kann, benötigt ein so aufgebauter Sender weniger Stufen als beispielsweise ein Bandfilter-Sender. $R_0 1$ wird über die 2,5-mH-HF-Drossel parallelgespeist. Im Multibandkreis entfallen jegliche Ankopplungsspulen. L_2 braucht nicht mehr (wie bei den vorher gezeigten Schaltungen) symmetrisch ausgeführt zu werden. Beide Spulen werden mit kleinerem Durchmesser auf Spulenkörpern gewickelt, und der Doppel-Drehkondensator kann kleineren Plattenabstand haben. Sender, deren Vervielfacherstufen mit einer Anodenspannung bis 250 V arbeiten, können eventuell mit zwei zusammengeschalteten Miniatur-Drehkos aufgebaut werden, die sich durch sehr geringe Anfangskapazität auszeichnen. Sehr gut geeignet ist auch das Johnson-Fabrikat „100 LD 15“, dessen Anfangskapazität 6,8 pF und dessen Endkapazität 99 pF beträgt (Plattenabstand 0,76 mm, Überschlagnspannung 1500 V, Länge mit Achse 11 cm, Vorder- und Rückplatte keramisch).

Der Multiband-Antennenkoppler

Der Antennenkoppler dient zur Aussiebung unerwünschter Neben- oder Oberwellen. Da die meisten Amateure aus Gründen der Wirtschaftlichkeit C-Verstärkung in der Sender-Endstufe be-

nutzen, ist der Oberwellengehalt der PA-Stufe dementsprechend hoch. Ein gutes L/C -Verhältnis im Antennenkoppler mag in vielen Fällen zur Oberwellenunterdrückung ausreichen. Genügt dies aber nicht, dann muß vor den Antennenkoppler ein Tiefpaßfilter geschaltet werden.

Der Multiband-Antennenkoppler wird am PA-Kreis durch Ankopplungswindungen oder galvanischen Abgriffen über eine Koaxverbindung angesteuert. Die Anpassung erfolgt mittels des Drehkos C 1 (Bild 10). Mit dem Doppel-Drehkondensator C_a/C_b stimmt man den Kreis ab. L_1 und L_2 werden nach den Grundsätzen aufgebaut, wie sie für die Sender-Endstufe angegeben wurden.

Die kalte Drehkondensator-Mitte bei Punkt b kann (muß aber nicht) geerdet

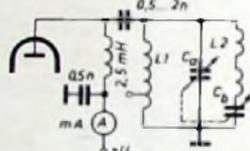


Bild 8. Prinzipschaltung einer parallelgespeisten Sender-Endstufe mit Multibandkreis

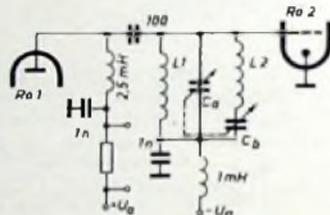


Bild 9. Der Multibandkreis am Gitter einer Geradeaus- oder Vervielfacherstufe. L_2 ist hier nicht unterteilt

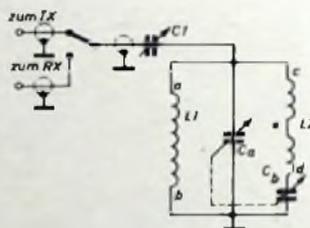


Bild 10. Der Multiband-Antennenkoppler. C 1 = Luftdrehkondensator 350...500 pF, auf Ständisalatoren vom Chassis isoliert; die Drehko-Achsverlängerung ist zur Vermeidung von Handkapazität aus Keramik

werden. Bei galvanisch mit dem Koppler verbundenen Antennen bietet die Erdung den Vorteil, daß Antennenaufloadungen bei Gewittern sofort abgeleitet werden; ist b nicht geerdet, dann springen eventuell diese Aufloadungen vom Stator zum Rotor des Drehkondensators über, wobei sie den Empfang empfindlich stören. Bei Betrieb auf den höherfrequenten Bändern kann man die Spulnmitte von L_2 bei e erden; bei 80/40-m-Betrieb ist diese Erdung aber aufzuheben. Da die Spulenerdung bei b bereits vor statischen Aufloadungen schützt, läßt sich auf eine zusätzliche Erdung bei e verzichten.

An der Spule L_1 , die bei 80/40-m-Betrieb arbeitet, kann jede spannungsgeschaltete Antenne am Punkt a galvanisch angekoppelt werden, beispielsweise für 80 und 40 m eine 41 m lange Antenne oder ein 20 m langer Draht für 40 m (Fuchskreis).

Für eine Windom-Antenne sucht man auf L_1 die passende Impedanz und koppelt ebenfalls galvanisch an. Der spannungsgeschaltete Zepp wird über Ankopplungswindungen am heißen Ende a (oder Abgriff), der stromgekoppelte Zepp, der Di-

pol, Faltdipol, Beam oder die Marconi-Antenne über Ankopplungswindungen am kalten Ende von L_1 bei b angepaßt

Die Spule L_2 für 20/15/10-m-Betrieb gestattet ebenfalls die Ankopplung symmetrischer und unsymmetrischer Antennen. Der spannungsgeschaltete unsymmetrische Zepp sowie der symmetrische mit Mittelspeisung lassen sich an den heißen Punkten c und d galvanisch anschließen, spannungsgeschaltete Eindrahtantennen bei c. Stromgekoppelte Antennenarten (Marconi, Dipol, Faltdipol, Beam usw.) werden bei Verwendung symmetrischer Feederleitungen beiderseits des kalten Punktes e galvanisch an Abgriffen angepaßt; bei Verwendung unsymmetrischer Koaxialkabel ist eine Koppelspule notwendig.

Wenn man mit diesem Antennenkoppler auch nicht jedes Drahtstück oder eine Dachrinne (wie mit einem π -Filter) anpassen kann, so lassen sich doch alle vorkommenden Amateurantennen damit abstimmen

Wird vor C 1 ein Sende-Empfängerrelais (oder ein Schalter) eingebaut, dann kann man den Koppler gleichzeitig zum Empfang ausnutzen. Eine durch einen Antennenkreis abgestimmte Antenne rauscht weniger, als wenn sie ohne diesen an den Empfängereingang gelegt wird

Allgemeine Verwendung von Multibandkreisen

Ebenso wie man Multibandkreise für den Sendebetrieb für 3,5...28 MHz entwerfen kann, lassen sie sich auch für andere Bereiche festlegen (beispielsweise für 160/80 m und 40/20 m oder für 40/20 m und 15/10/6 m). Wer schließlich einen Sender nur für die niederfrequenten oder nur für die höherfrequenten Bänder auslegen will, kann sich vorstehende Ausführungen ebenfalls zunutze machen, wobei der Drehkondensator (plus Streukapazität) nur eine Kapazitätsvariation von 4:1 haben muß

Multibandkreise sind auch in Empfängern zu verwenden. Sicherlich wird man beim Entwurf eines neuen Empfängers diesen nicht mit Multibandkreisen aufbauen, aber häufig finden bei Funkamateuren gute ältere Empfänger Verwendung, die jedoch auf den hohen Frequenzen „müde“ sind. Ein vorgeschalteter HF-Verstärker mit Multibandkreis benötigt keinen Schalter, bringt aber auf allen Frequenzen die gewünschte Empfindlichkeit.

Schrifttum

- [1] The Radio Amateur's Handbook (ARRL-Handbook). Concord, New Hampshire, (USA), 1952, Rumford Press, S. 178
- [2] The Radio Amateur's Handbook (ARRL-Handbook). Concord, New Hampshire, (USA), 1954, Rumford Press, S. 445
- [3] The Radio Amateur's Handbook (ARRL-Handbook). Concord, New Hampshire, (USA), 1954, Rumford Press, S. 172
- [4] QST 1953, Nr. 8 und 1955, Nr. 6
- [5] QST 1954, Nr. 7
- [6] Miers, H. E.: Über die Multibandkreise. FUNK-TECHNIK Bd. 10 (1955) Nr. 3, S. 69 und Nr. 5, S. 139-138
- [7] Vogel, A.: Multibandkreise in Berechnung und Anwendung. DL-QTC Bd. 28 (1958) Nr. 8, S. 358-360
Vogel, A.: Multibandkreise im Amateursender. DL-QTC Bd. 28 (1958) Nr. 12, S. 583-587
- [8] Vogel, A.: Multibandkreise, Berechnung und praktische Anwendung. Old Man 1958, Nr. 11

Grundlagen und Praxis der Strahlungsmeßtechnik



①

Die wichtigsten kernphysikalischen Grundlagen und die Wirkungsweise der verschiedenen Strahlungsindikatoren sind aus den beiden vorhergehenden Aufsätzen hinreichend bekannt. Es wurde gezeigt, daß die verschiedenen Indikatoren Gleichströme oder impulsförmige Spannungen beziehungsweise Ströme liefern, aus denen man auf die Aktivität, unter Umständen auch auf die Energie der Teilchen des betreffenden aktiven Präparates, schließen kann. Es kommt nun darauf an, diese elektrischen Größen mit Hilfe geeigneter elektronischer Schaltungen so zu verarbeiten, daß das Endergebnis eindeutige Angaben über die verschiedenen kernphysikalischen Größen liefert. Schaltungen dieser Art sollen nachstehend besprochen werden.

3. Elektronische Einrichtungen der Strahlungsmeßtechnik

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß alle aus der allgemeinen Impulstechnik bekannten Einrichtungen auch in der Strahlungsmeßtechnik eine große Rolle spielen. Sieht man von der Messung schwacher Ionisations-Gleichströme ab, so handelt es sich um die Verarbeitung von Impulsen verschiedener Form. Vor einer ähnlichen Aufgabe stehen auch der Fernsehtechniker, der Impuls-Nachrichtentechniker usw. Wer auf diesen Gebieten bereits Kenntnisse gesammelt hat, wird die Elektronik der Strahlungsmeßtechnik leicht verstehen.

Außer Verstärkern werden Meßeinrichtungen für die Impulshäufigkeit sowie verschiedene Sonderschaltungen benötigt. Sie setzen sich meistens aus Grundeinheiten zusammen, die in der FUNK-TECHNIK schon häufig in anderem Zusammenhang besprochen worden sind. Deshalb sei auf die grundsätzliche Wirkungsweise (es handelt sich zum Beispiel um Differenzierschaltungen, Integrierschaltungen, lineare Verstärker, Impulsformer, elektronische Zähler, Impuls-Mischschaltungen usw.) nicht näher eingegangen, sondern die Wirkungsweise dieser Systeme als bekannt vorausgesetzt. Lediglich auf solche Besonderheiten soll näher eingegangen werden, die sich speziell aus den Forderungen der Strahlungsmeßtechnik ergeben.

3.1 Eigenschaften der Indikatorimpulse

Die elektrischen Werte der von dem Indikator abgegebenen Impulse bestimmen weitgehend Bemessung und Schaltung der verschiedenen elektronischen Einrichtungen. Man muß scharf zwischen zwei verschiedenen Betriebsarten unterscheiden. Bei der ersten Betriebsart wird lediglich eine möglichst genaue Zählung der Impulse je Zeiteinheit gefordert, während die zweite eine unverfälschte Wiedergabe sämtlicher Einzelheiten des Impulses verlangt. Im ersten Fall arbeitet man gewöhnlich mit Geiger-Müller-Zählrohren, im zweiten Fall mit Proportional-Zählrohren und Szintillationszählern. Die beiden zuletzt genannten Einrichtungen liefern Impulse, deren zeitlicher Verlauf zahlreiche Rückschlüsse auf kernphysikalische Einzelheiten gestattet. Die von Geiger-Müller-Zählrohren gelieferten Impulse vermitteln dagegen nur Informationen über die Impulsrate.

Die von Geiger-Müller-Zählrohren gelieferten Impulse (Spannungsabfall am Arbeitswiderstand) haben Amplituden in der Größenordnung von einigen Millivolt bis zu einigen Volt. Die Anforderungen an die Empfindlichkeit des nachzuschaltenden Verstärkers sind daher nicht groß. Die Impulsdauer und das zeitliche Auflösungsvermögen sind durch die Zählrohr-Totzeit bestimmt, die bei etwa 10^{-4} liegt. Demnach müssen Frequenzen von mindestens 10^4 Hz übertragen werden¹⁾; im Impuls selbst sind noch höhere Frequenzkomponenten enthalten, deren Wiedergabe mitunter vorteilhaft sein kann. Es hat jedoch keinen Zweck, die Bandbreite der Übertragungseinrichtungen größer als etwa 1 MHz zu machen.

Bei Ionisationskammern, Proportional-Zählrohren und Szintillationszählern liegen die Anforderungen wesentlich höher. Zunächst sind die abgegebenen Spannungen kleiner, so daß man zum Beispiel für Ionisationskammer- oder Proportional-Zählrohr-Verstärker Spannungsverstärkungen von etwa 10^6 fordern muß. Auch die Auflösungszeiten sind wesentlich höher; es treten Werte der Impuls-Anstiegszeiten von bis zu 10^{-8} s herab auf.

Das gilt beispielsweise für den Fall, daß der durch die Elektronen verursachte Stromstoß ausgenutzt werden soll. Der durch Ionen bedingte Impuls verläuft nicht so steil. Immerhin muß von den Übertragungseinrichtungen eine sehr große Bandbreite gefordert werden, um eine unverfälschte Wiedergabe der Impulsform zu ermöglichen. Es werden Verstärker für Bandbreiten bis 100 MHz gebaut. Da es bei dieser Art von Untersuchungen auch sehr auf die Impulsamplitude ankommt, die ein Maß für die Teilchenenergie ist, muß man von den Verstärkern eine absolut amplitudengetreue Übertragung fordern; darin liegt eine der Hauptschwierigkeiten beim Entwurf der noch zu besprechenden Proportional-Verstärker.

Die Impulsform selbst hängt weitgehend von den Entladungsvorgängen in dem jeweiligen Indikator ab. Teilweise wird sie auch durch kernphysikalische Prozesse bestimmt. Am häufigsten findet man Impulse mit relativ steiler Anstiegsflanke und etwas verzögertem Abfall. Eine genaue Analyse der verschiedenen Impulsformen soll hier nicht erfolgen.

3.2 Eingangsschaltungen der Impulsverstärker

Die Ausgestaltung der Ankopplung zwischen Indikator und Verstärker hängt weitgehend von der Natur des betreffenden Indikators ab. Es kommt stets darauf an, die abgegebenen Impulse möglichst ohne Verzerrungen und Amplitudenverlust auf den Eingang der ersten Verstärkerröhre zu bringen. Im Bild 2.6 des letzten Aufsatzes wurde bereits eine für Geiger-Müller-Zählrohre übliche Schaltung gezeigt. Die Aufteilung des Arbeitswiderstandes ist vorteilhaft, um eine möglichst unverfälschte Wiedergabe der Anstiegsflanke des Impulses zu erhalten. Wichtig sind kleinste schädliche Parallelkapazitäten.

Zählrohre mit Halogen-Zusatz liefern besonders kräftige Entladungsstöße. So kann man mit den Valvo-Zählrohren bereits eine sehr einfache Schaltung nach Bild 3.1 aufbauen, die keines Verstärkers bedarf. In Reihe mit der Anode des Zählrohres Z liegen ein Schutzwiderstand R, die Speisestromquelle von etwa 500 V und ein weiterer Widerstand R1, an den über C und C1 ein Kopfhörer angeschlossen wird. Die Entladungen des Zählrohres sind dann bereits deutlich in diesem Kopfhörer wahrnehmbar.

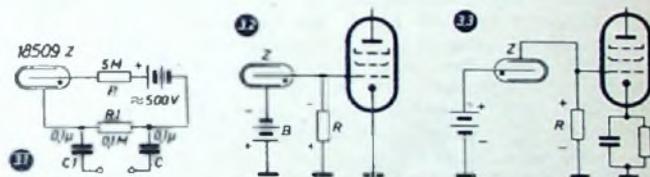


Bild 3.1. Einfache verstärkerlose Impuls-Nachweisschaltung bei Verwendung von Halogen-Zählrohren. Bild 3.2. Galvanische Zählrohrankopplung, negative Impulse am Steuergitter. Bild 3.3. desgl., positive Impulse am Steuergitter

Will man den im Bild 2.6 des letzten Aufsatzes verwendeten Koppelkondensator vermeiden (das kann erforderlich sein, wenn auch tiefste Frequenzkomponenten zur Wiedergabe gelangen sollen), dann läßt sich die Schaltung nach Bild 3.2 verwenden. Hier ist das Zählrohr Z mit der Batterie B so gepolt, daß bei einsetzender Entladung ein Spannungsabfall an R auftritt, der das Gitter der angeschlossenen Verstärkerröhre kurzzeitig negativ macht. Mit Gitterstrom braucht daher nicht gerechnet zu werden, und die galvanische Kopplung ermöglicht noch die Übertragung sehr tiefer Frequenzen. Der Widerstand R ist nach oben durch die Vorschriften der Röhrenhersteller, nach unten durch denjenigen Wert begrenzt, der das Zustandekommen zu großer Zählrohrströme mit Sicherheit verhindert. Auch hier kann der Widerstand R unterteilt werden.

Sind aus irgendeinem Grunde positive Impulsspitzen am Gitter der Eingangsröhre erwünscht, so kommt die Schaltung nach Bild 3.3 in Betracht. Hier wird das Gitter während des Zählrohrimpulses kurzzeitig positiv, so daß man zur Vermeidung von Gitterströmen eine Gittervorspannung (in Form eines kapazitiv überbrückten Katodenwiderstandes der Röhre) vorsehen muß.

In vielen Fällen, insbesondere bei Impulszahlungen, interessiert nur die Anstiegsflanke des Impulses. Die übrigen Impulsteile sollen nach Möglichkeit unterdrückt werden, um das richtige Arbeiten der Verstärker nicht zu beeinträchtigen. Dann kann man den Impuls differenzieren, indem man die Koppelzeitkonstante (bei kapazitiver Ankopplung nach Bild 2.6 des vorhergehenden Aufsatzes) möglichst klein gegenüber der Impulsdauer macht. Zur Auswirkung kommt dann lediglich die ansteigende Flanke. Ein bei steilem Abfall eventuell noch übertragener Impulsrest, der bei negativ verlaufender Anstiegsflanke positiv ist, kann gegebenenfalls durch eine Schaltungsdiodenkurzgeschlossen werden. Wichtig sind jedoch, wie schon erwähnt, in jedem Fall möglichst kleine Parallelkapazitäten, um einen ab-

¹⁾ Wegen der statistischen Verteilung sogar grundsätzlich noch höhere Frequenzen

solut definierten Anstieg zu erhalten, der eindeutig den Zeitpunkt des Impulseinsatzes festlegt. Dieser Einsatzzpunkt läßt sich unter Umständen unter Zuhilfenahme einer Laufzeitkette oder einer Wanderwellenleitung präzisieren. Die Kette muß dabei am Ausgang kurzgeschlossen sein. Der reflektierte Impuls weist einen besonders präzisen Einsatz auf.

Beim Entwurf der Eingangsschaltungen ist schließlich zu beachten, daß die meistens relativ hohe Zählrohr-Betriebsspannung nicht auf irgendeinem Wege zum Gitter der Eingangsröhre gelangen kann. Auch Überschläge müssen vermieden werden. Deshalb ist sorgfältige Isolation der betreffenden Leitungen erforderlich, ohne daß dadurch die Parallelkapazität zu sehr wächst. Selbstverständlich sind auch hinreichend durchschlagsichere Koppelkondensatoren zu verwenden.

3.3 Technik der Verstärker

Am einfachsten ist der Entwurf von Verstärkern für Geiger-Müller-Zählrohre, etwa nach der Schaltung Bild 3.4. Angenommen ist eine Steuerung des Gitters von Rö 1 mit negativen Impulsen. Diese treten verstärkt in positiver Richtung am Außenwiderstand R_a von Rö 1 auf und werden über C auf das Gitter der folgenden Röhre Rö 2 übertragen. Schaltungen dieser Art haben bei der Verstärkung unipolarer Impulse grundsätzlich den Nachteil, daß Rö 2 übersteuert werden kann. Sind nämlich die posi-

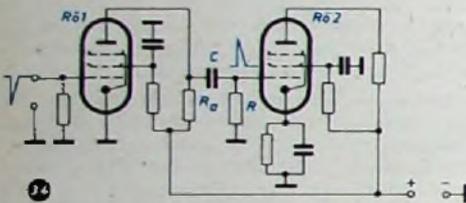
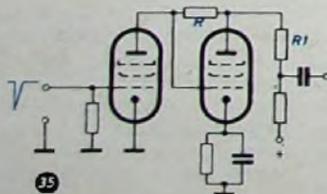


Bild 3.4. Ein zweistufiger RC-gekoppelter Zählrohrverstärker

tiven Gitterspannungen während des Impulses an Rö 2 so groß, daß Gitterstrom auftritt, dann läßt sich C entsprechend auf. Je nach Größe der Zeitkonstante RC bleibt daher die Röhre eine Zeitlang nach dem Abklingen des den Gitterstrom hervorgerufenen Impulses gesperrt, so daß weitere Impulse, die in den Sperrzeitraum fallen, nicht wiedergegeben werden können. Das täuscht zum Beispiel bei Zählungen eine zu kleine Impulsrate vor. Man muß daher entweder dafür sorgen, daß die Impulsspitzen an R_a niemals zu einem Gitterstrom in Rö 2 führen können, oder man muß im Eingang eine Schaltung nach Bild 3.3 vorsehen. Die Übersteuerungsgefahr der Eingangsröhre ist wesentlich kleiner, weil die Impulsspitzen noch kaum Gitterstrom hervorzurufen vermögen. Dafür erscheint an R_a im Bild 3.4 der Impuls in negativer Richtung, so daß Rö 2 keinen Gitterstrom führen kann.

Immerhin ist auch diese Schaltungsart keine Ideallösung; sie hat höchstens dann Berechtigung, wenn eine gewisse Impulsverzerrung in Kauf genommen werden kann und wenn die Impulse — wie etwa bei Geiger-Müller-Zählrohren — nahezu gleiche Amplituden aufweisen. Mit diesen Gegebenheiten kann man bei Verstärkern, die Impulse von Proportional-Zählrohren oder Szintillationszählern zu verstärken haben, nicht mehr rechnen. Man muß dann zu Spezialschaltungen greifen, die meistens durch Anwendung ausgiebiger Gegenkopplungen gekennzeichnet sind. Bild 3.5 zeigt ein Beispiel. Hier besteht zwischen den beiden Röhren eine starke gleichspannungsmäßige Gegen-

Bild 3.5. Galvanisch gekoppelte Verstärkerstufen mit starker Gegenkopplung zwischen den beiden Anoden



kopplung wegen der Schaltung von R. Außerdem sind beide Stufen galvanisch gekoppelt, so daß Kondensatoraufladungen durch Gitterströme nicht möglich sind. Schaltungen dieser Art findet man daher in anspruchsvolleren Verstärkern für Strahlungsindikatoren. Die verstärkte Spannung kann an R_1 abgenommen werden. Vorteilhaft ist nicht nur die Übersteuerungsfestigkeit, sondern auch die Linearität, so daß die Amplitudenunterschiede der Eingangsimpulse mit demselben Verhältnis am Ausgang erscheinen. Ferner gehen bei genügend starker Gegenkopplung die meistens etwas variablen Röhreneigenschaften nur ganz geringfügig in die Stabilität der Schaltung ein.

Eine ebenfalls brauchbare, übersteuerungssichere Schaltung zeigt Bild 3.6. Hier erfolgt die Gegenkopplung von der Anode der

zweiten auf die Katode der ersten Röhre, und zwar über das Glied RC. An R_1 tritt die Gegenkopplungsspannung auf; sie kann sich linearisierend auswirken. Auch hier besteht zwischen beiden Röhren Gleichstromkopplung, so daß sich keine störenden

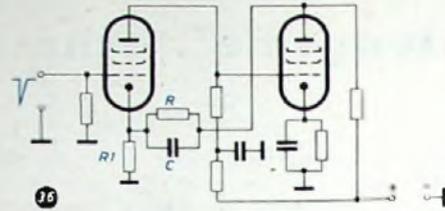


Bild 3.6. Zweistufiger galvanisch gekoppelter übersteuerungssicherer Verstärker mit Gegenkopplung zwischen Anode und Katode

Kondensatoraufladungen ergeben. Die Gleichstromverhältnisse müssen natürlich durch Wahl der Schaltmittel richtig eingestellt werden.

Um Impulse oder Anstiegflanken möglichst unverfälscht zu übertragen, sind die Schaltungen stets so zu dimensionieren, daß

$$RC \gg \tau \text{ [s]} \quad (3.1)$$

ist. Darin ist RC die Koppel-Zeitkonstante und τ die kleinste noch zu übertragende Anstiegszeit des Impulses.

Bei vielen kernphysikalischen Untersuchungen hat sich der auch aus anderen elektronischen Gebieten bekannte Differenzverstärker sehr bewährt. Bild 3.7 zeigt ein Schaltbeispiel. Die Röhren Rö 1 und Rö 2 bilden ebenso wie Rö 3 und Rö 4 jeweils eine Einheit. Legt man zum Beispiel an das Gitter von Rö 1 eine Spannung U_{e1} und an das Gitter von Rö 2 eine Spannung U_{e2} , dann tritt am Anodenwiderstand R_2 eine Spannung U_{a2} vom Wert

$$U_{a2} = \frac{U_{e1} - U_{e2}}{2D} \text{ [V]} \quad (3.2)$$

auf. Aus der Gleichung ist ersichtlich, daß U_{a2} nur von der Differenz der beiden Eingangsspannungen und dem Röhrendurchgriff D abhängt. Da der Durchgriff meistens als hinreichend konstanter Wert anzusehen ist, beeinflussen die Röhren die Linearität der Schaltung kaum. Man kann auch die Aus-

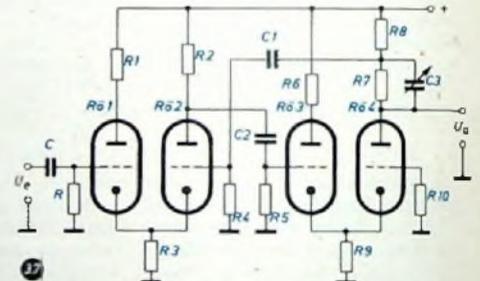


Bild 3.7. Zwei Einheiten eines Differenzverstärkers (Grundeinheit eines Proportionalverstärkers)

gangsspannung zwischen den beiden Anoden der Röhren abgreifen und erhält dann die Differenz der beiden Ausgangsspannungen. Schaltungen dieser Art sind wertvoll, wenn man kleine Amplitudenunterschiede von Impulsen feststellen will, eine Forderung, die in der Strahlungsmesstechnik häufig auftritt.

Schaltet man nach Bild 3.7 zwei derartige Einheiten so zusammen, daß die an R_2 auftretende Ausgangsspannung über C_2 auf das Gitter von Rö 3 übertragen wird, und sorgt man durch eine Gegenkopplung für eine lineare Arbeitsweise, dann erhält man bereits einen hochwertigen Verstärker, wie er als „Proportionalverstärker“ (natürlich in mehreren Stufen) praktisch verwendet wird. Die Gegenkopplung erfolgt hier durch den Abgriff eines Bruchteiles der Ausgangsspannung von Rö 4, nämlich an R_8 . Diese Spannung wird über C_1 dem Gitter von Rö 2 zugeführt. Dadurch tritt der Einfluß der Eigenschaften der Röhren selbst noch mehr in den Hintergrund, so daß die Schaltung außerordentlich linear arbeitet. Auf richtige Werte der Zeitkonstanten (zum Beispiel $R_3 \cdot C_2$ oder $R_4 \cdot C_1$) ist zu achten. Mit C_3 kann man die richtige Impulsform einstellen. Die Widerstände R_3 und R_9 sind kapazitiv nicht überbrückt, tragen also zur Gegenkopplung mit bei. Werden außerdem die Außenwiderstände der Röhren entsprechend klein gewählt, so erhält man nicht nur gute Linearität, sondern auch ausreichende Bandbreite, um die Impulsform unverfälscht übertragen zu können. Es liegt auf der Hand, daß solche Proportionalverstärker schon im Hinblick auf die erforderliche hohe Gesamtverstärkung eines relativ großen Aufwandes bedürfen und sehr sorgfältig abgeglichen sein müssen, wenn sie einwandfreie Resultate bringen sollen. Man findet in diesen Anlagen Breitbandröhren mit möglichst großem S/C -Verhältnis, um den Röhrenaufwand so klein wie möglich zu halten.

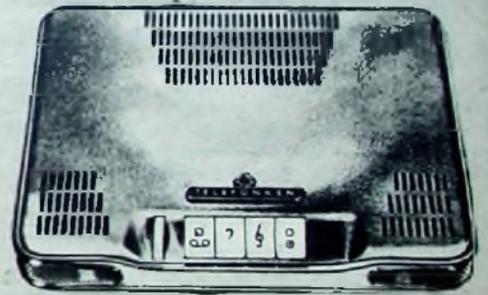


STEREO

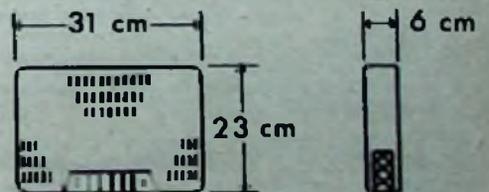
S 81 der ideale Stereo Zweikanal  Verstärker

Rundfunkgeräte und Musiktruhen aller Fabrikate und beliebigen Baujahres – sofern sie einen Tonabnehmeranschluß aufweisen – lassen sich mit dem jetzt lieferbaren TELEFUNKEN-Verstärker S 81 zu einer Stereo-Anlage ergänzen. Damit erhält der Fachhändler günstige Möglichkeiten, die steigende Nachfrage im Stereo-Geschäft auf breiter Basis für sich nutzbar zu machen. Die Verkaufsargumente sind überzeugend: Handliche und gefällige Flachbauform, daher in einem Leerfach von Musiktruhen und sogar an der Truhen- oder Empfänger-Rückwand leicht unterzubringen. Ideale Bedienung durch 4 Drucktasten. Tastbare Tiefen- und Höhenanhebung. Ein Tandem-Lautstärkereglер für beide Kanäle. Eigener Netzanschlußteil für 110, 127, 220, 240 Volt/50 Hz. Anzeigelampe für Betriebszustand. Genormte Anschlüsse für Rundfunkgerät/Musiktruhe, zwei Stereo-Außenlautsprecher, Stereo-Plattenwechsler und Stereo-Tonbandgerät. Röhrenbestückung: 2 x ECL 82, je eine für Kanal I und II. Ausgangsleistung: 2 x 2 Watt. Preis DM 175,-. Die Außenlautsprecher (TELEFUNKEN-Allvox-Strahler RS1-Stereo) kosten je DM 49,-.

Als Zubehör lieferbar: Spezialkabel „K 810“ mit 3poligen Zwerg- und Tonabnehmersteckern für den Anschluß an Rundfunkgeräte (TA-Anschlußbuchsen), Spezialkabel „K 811“ mit Zwerg- und Dreifachstecker zur Mitverwendung der beiden Außenlautsprecher bei Rundfunkwiedergabe.



Stereo **S 81**
Zweikanal-Verstärker



TELEFUNKEN

Wie schon erwähnt, sind die Anforderungen an Verstärker für Geiger-Müller-Zählrohre wesentlich kleiner. Hier hat man mit annähernd gleichen Amplituden zu rechnen, wenn man die während der Wiederherstellungszeit des Zählrohres anfallenden kleineren Amplituden vernachlässigt. Dann kann man den Verstärker für konstante Amplituden dimensionieren; das bringt wesentliche Erleichterungen mit sich. Da die Impulse nur gezählt werden, spielen Impulsverformungen eine untergeordnete Rolle. Man kann daher die Außenwiderstände größer wählen und zu einfacheren Schaltungen etwa nach Bild 3.4 greifen. Anordnungen dieser Art lassen sich leicht im Selbstbau herstellen und können im einfachsten Fall nach den Regeln der Tonfrequenztechnik dimensioniert werden. So genügt beispielsweise schon die Ausgangsspannung der Schaltung nach Bild 3.1, um einen einfachen Tonfrequenzverstärker so auszusteuern, daß die Impulse lautstark in einem Lautsprecher wiedergegeben werden. Selbstverständlich kommen auch Transistorverstärker in Frage; sie haben sogar in kleinen, tragbaren Warngeräten eine besonders große Bedeutung. (Wird fortgesetzt)

Unsere Leser berichten

Die Glühlampe als Schwingungserzeuger

Diese etwas satirisch anmutende Überschrift wäre sicherlich vor noch ein paar Jahren bei zeitgerechter Veröffentlichung als guter Aprilscherz gewertet worden; heute ist sie jedoch eine Realität.

Zur Vermeidung etwaiger Verwechslungen sei gleich vorweg gesagt, daß hier nicht die sogenannten „selektiven Netzmodulationserscheinungen“, die in Verbindung mit einem feldstarken Ortssender auftreten, oder die bei schlechter Kontaktgabe der Glühlampen in den Fassungen sich dann und wann mal ergebenden Funkstörungen (Brumm- oder Prasselstörungen) gemeint sind. Vielmehr sollen jene merkwürdigen Funkstörungen erörtert werden, die ihre Ursache in der von der Glühlampe unter Umständen ausgehenden Abstrahlung eines hochfrequenten Störträgers haben. Die Glühlampe kann also — um es ganz deutlich zu sagen — zum ungewollten Schwingungserzeuger werden. Der aufmerksame und vielleicht auch etwas bestürzte Leser dieser Zeilen sollte aber nicht sogleich die bei ihm gelegentlich mal auftretende Störung des UKW- oder Fernseh-Rundfunkempfanges mit dieser Störungsart in Verbindung bringen, vielleicht sogar alle in seinem Machtbereich gelegenen Glühlampen auswechseln oder sogar seine lieben Nachbarn des Besitzes derartiger Lampen bezichtigen. Funkstörungen dieser Art sind hierzulande recht selten. In England, das als das Ursprungsland für die Kenntnis um derartige Störungen bezeichnet werden kann, treten sie hingegen schon häufiger auf. Die Ursache liegt hier sicherlich in der in England üblichen häufigeren Verwendung von Kanälen des Fernseh-Rundfunkbereiches I. Damit ist schon eine wesentliche Feststellung getroffen: Störungen dieser Art treten nur im Fernseh-Rundfunkbereich I und bestenfalls noch im UKW-Ton-Rundfunkbereich auf. Als Störer machen sich im allgemeinen nur ältere Lampentypen mit relativ langer Wendel bemerkbar.

a) Gemessene Störfrequenzen: innerhalb eines Frequenzbereiches von 40 ... 100 MHz.

b) Gemessene Störfeldstärke: kleiner als 200 $\mu\text{V}/\text{m}$ in 10 m Abstand von der Störquelle. Gemessen wurde der Effektivwert; umbautes Gelände.

c) Polarisation: Im allgemeinen wurde zirkulare Polarisation festgestellt; es hat sich jedoch auch verschiedentlich jede andere Polarisation ergeben.

d) Störerscheinung:

1) Bildstörungen: Entsprechend der üblichen Netzfrequenz von 50 Hz und der beim FS-Empfänger gebräuchlichen Bildwechselfrequenz von 25 Hz zeigt sich auf dem Bildschirm (wie bei allen 50-Hz-Störern) ein im Abstand der halben Bildhöhe sich wiederholender dunklerer Balken. Bei geringeren Störfeldstärken zeigt sich innerhalb des Balkens Moiré. Je nach Phasenlage zwischen Netz- und Bildwechselfrequenz ergibt sich ein stehendes oder wanderndes Störbild.

2) Tonstörungen: Der Fernseh-Tonträger oder UKW-Ton-Rundfunksender wird durch Brummüberlagerung gestört.

e) Störungsursache: Barkhausen-Kurz-Schwingungen innerhalb der Glühlampe.

Das Auffinden dieser Störquellen gestaltet sich oft recht mühevoll, da sie nur zeitweilig in Erscheinung treten. Wie bereits eingangs erwähnt, handelt es sich vornehmlich um ältere Lampen, die zudem in selten benutzten Räumen (z. B. Bodenkammern, Kellerräumen usw.) — hierdurch große Lebensdauer der Lampen bedingt — anzutreffen sind. Man wird sich beim Auftreten derartiger Störungen wohl immer des Funkstörungen-Meßdienstes der Bundespost bedienen. — Wit—

Von Sendern und Frequenzen

Deutschland

► Die Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik wählte im Verlauf einer zweektägigen Sitzung in Frankfurt (Main) den Fernsehdirktor des Bayerischen Rundfunks, Herrn Dr. Cl. Münster, einstimmig zum Vorsitzenden der Fernsehprogrammkonferenz (Koordinator).

► In diesen Tagen wird mit dem Ausbau des großen Sendesaales im Funkhaus des SFB in Berlin, Masurenallee, begonnen. Man rechnet damit, den großen Sendesaal frühestens am 1. Oktober 1959 der Öffentlichkeit übergeben zu können.

► In Bad Orb, das bisher nur unzureichend mit Fernsehen versorgt war, ist seit kurzem guter Fernsehempfang möglich. Der Hessische Rundfunk errichtete auf dem Malkenberg einen in Kanal 10 arbeitenden Umsetzer für die ausschließliche Versorgung der Stadt.

► Im Bereich des Norddeutschen Rundfunks konnte als dritter der in Band IV/V arbeitenden UHF-Sender nach Haardkop/Masel (Kanal 15) und Aachen-Stolberg (Kanal 14) der Sender Lingen/Ems (Kanal 15) mit Probefendungen beginnen. Weitere fünf Lückensender beabsichtigt der NDR in folgender Reihenfolge zu errichten: Bungsberg/Osthalstein, Aurich/Ostfriesland, Osnabrück, Heide/Holstein, Dannenberg/Elbe. Von diesen Fernsehsendern sollen Heide und Aurich im Band III betrieben werden, während die übrigen Kanäle im UHF-Band erhalten sollen.

► Vom Südwestfunk wurden in den Monaten August bis Dezember 1958 folgende Fernseh-Kleinumsetzer in Betrieb genommen: Thaleschweiler (Kanal 5), Nagold (Kanal 7), Neustadt/Wied (Kanal 10), Bad Teinach (Kanal 6), Baiersbrunn (Kanal 7), Koblentz/Feste Konstantin (Kanal 10), Irl (Band IV, Kanal 12). Abgeschlossen wurden Untersuchungen an den Standorten Lehr, Bad Ems II, Meisenheim, Sarnheim, Triberg.

► Mit Versuchssendungen begann der neue DDR-Fernsehsender bei Calau im Bezirk Cottbus. Die Antennenanlage verfügt über einen 80 m hohen Stahlmast und einen Antennenstrahler von weiteren 15 m Höhe.

► Zur Verbesserung der MW-Empfangsverhältnisse nahm der Süddeutsche Rundfunk kürzlich je einen kleinen MW-Sender in Kirchberg/Jagst und in Neresheim in Betrieb. Die neuen Stationen arbeiten mit einer Leistung von je 0,2 kW auf der Frequenz 1484 kHz (202 m).

Gegenwärtiger Stand und Zukunftsaussichten der Multiplex-Rundfunksender in den USA

Bei Behandlung der für die Rundfunk-Stereophonie in Betracht kommenden Systeme wurde im Heft 22/1958, S. 746—749, der FUNK-TECHNIK auch das Multiplex-Verfahren (frequenzmodulierter Hauptträger mit überlagertem Hilfsträger) besprochen. Die Anwendung des Multiplex-Verfahrens ist dabei keineswegs nur auf Rundfunk-Stereophonie beschränkt, sondern auch für die gleichzeitige Ausstrahlung eines zweiten Programms geeignet. In den USA ist seit einiger Zeit eine ganze Reihe solcher Multiplex-Anlagen in Betrieb. Dabei handelt es sich anscheinend um nach dem (für Stereophonie nicht kompatiblen) Armstrong-Verfahren arbeitende Sender. Die Zeitschrift „electronics“ (business issue) vom 26. 12. 1958 berichtete über die Auswertung einer Umfrage.

Danach verständigte die General Electric Laboratories im letzten Halbjahr an 824 Rundfunksender und andere am Multiplex-Verfahren interessierte Kreise Fragebogen, von denen 61% beantwortet wurden. Innerhalb eines Jahres wollen danach etwa 20% der FM-Rundfunksender Multiplex-Anlagen erstellen, etwa 50% wollen zu einem späteren Zeitpunkt folgen.

Von den schätzungsweise 80 oder 90 Rundfunksendern, die bereits laufend Multiplex-Sendungen bringen, äußerten sich 65 zu den gestellten Fragen. Davon beurteilten über 70% ihre technischen Erfahrungen mit den Multiplex-Anlagen als „vorzüglich“ oder „gut“, weitere 23% bezeichneten ihre Anlagen als „genügend“ (fair). Die übrigen meinten, daß ihre Anlagen ein weniger zufriedenstellendes Ergebnis gezeigt hätten oder wichen einer Beantwortung dieser Frage aus.

Aus zusätzlichen Bemerkungen der Sendegesellschaften geht hervor, daß die Unzufriedenheit mancher „sponsors“ (der Auftraggeber für Sendungen) mit der Qualität der Sendungen darauf zurückzuführen ist, daß Anlagen älterer Ausführung benutzt wurden, die nicht dem gegenwärtigen Stand der Multiplex-Technik entsprechen.

Ein anderer Punkt der Umfrage bezog sich auf die Art der zum Empfang von Multiplex-Sendungen geeigneten Heimempfänger. Über 50% der Beantworter zeigten sich besorgt wegen der Qualität des Empfangs. Verschiedene Hersteller beginnen bereits, Multiplex-Empfänger auszuliefern, aber die Sendegesellschaften machen ausdrücklich darauf aufmerksam, daß die Käufer sehr hohe Ansprüche stellen werden.

Zu der Frage, ob Sender schon für die spätere Ergänzung durch eine Multiplex-Anlage vorbereitet geliefert werden sollen, äußerten sich 30 zustimmend und 29 ablehnend.

62 Sender berichteten, daß die Multiplex-Anlagen ihren Betriebsanforderungen entsprechen, nur 8 hatten technische Einwände vorzubringen. Der zweite Teil der Umfrage befaßte sich mit den Zukunftsplänen für Multiplex-Sendungen. Von 317 in Betrieb befindlichen FM-Stationen sagten 61, sie hoffen, innerhalb eines Jahres den Multiplex-Betrieb aufnehmen zu können. 168 Sendegesellschaften antworteten, ihre Pläne seien langfristiger, und 88 Stationen hatten noch keine besonderen Pläne.

Noch im Jahre 1959 beabsichtigen 47 Stationen, den Multiplex-Betrieb für ein zweites Programm mit Hintergrund-Musik aufzunehmen, während 35 Stationen auf Stereo-Betrieb übergehen möchten. Die verbleibenden 26 Sender gaben an, Multiplex für andere Zwecke einsetzen zu wollen (z. B. für Bilddienste, Unterrichtszwecke, Audiodienste usw.). Alle diese Pläne bedürfen natürlich noch der Genehmigung der FCC.

Pläne zur Aufnahme von Stereo-Sendungen stehen bei denjenigen Beantwortern im Vordergrund, die auf längere Sicht planen. Von ihnen wollen 93 auf Stereo-Betrieb übergehen, 79 ziehen Hintergrund-Musik vor. Für die dritte Form des Multiplex-Dienstes sprachen sich 73 der restlichen Stationen aus, die an eine Umstellung zu einem späteren Zeitpunkt denken.




SIEMENS



Zeigen Sie Ihren Kunden den Siemens-Bilddirigent

Elektronische Feinabstimmung mit dem Bilddirigent —
das heißt mühelose und laiensichere Einstellung
des Fernsehbildes.

Siemens-Fernsehgerät TS 853
948 DM

Alle Siemens-Fernsehgeräte der Spitzenklasse
sind mit diesem Bedienungskomfort ausgestattet.



Mit Ohne
Wirkung des Selektivfilters

Bitte beachten Sie unsere neuen herabgesetzten Preise

SEB 61

Ein weiteres starkes Verkaufsargument
das bewährte Selektivfilter
Es sichert selbst im hellen Raum ein
kontrastreiches und augenschonendes Bild

SIEMENS-ELECTROGERÄTE AKTIENGESELLSCHAFT

Der Mavar

Der parametrische Verstärker oder „Mavar“, wie er neuerdings genannt wird (Mixer Amplification by Variable Reactance), gestattet die Verstärkung sehr hoher Frequenzen mit verschwindend kleinem Rauschfaktor. Die Entwicklungsarbeiten sind aber noch nicht über ein gewisses Anfangsstadium hinausgekommen, obwohl bereits verschiedene Grundformen des Mavars in den Laboratorien erprobt und untersucht wurden. So unterschiedlich die bisher bekanntgewordenen Ausführungsarten auch aussehen mögen, ihnen allen gemeinsam ist das Grundprinzip, daß das verstärkende Element ein nichtlinearer Blindwiderstand ist. Als nichtlinearer Blindwiderstand kommen beispielsweise eine Kapazität, deren Ladung eine nichtlineare Funktion ihrer Spannung ist, eine Selbstinduktion, deren Flußdichte sich nichtlinear mit der Stromstärke ändert, oder unter gewissen Bedingungen ein Elektronenstrahl in einem Hobkaumresonator in Betracht. Ähnlich dem schon länger bekannten „Maser“ wird auch beim „Mavar“ die zur Verstärkung aufzubringende Energie in Form einer Hilfsfrequenz in den Verstärker „gepumpt“. Gegenüber dem „Maser“, der auf eine sehr tiefe Temperatur gebracht werden muß, hat aber der „Mavar“ den Vorzug, daß er bei Zimmertemperatur arbeiten kann.

Die Arbeitsweise des „Mavars“ beruht auf der Tatsache, daß ein verlustloser nichtlinearer Blindwiderstand sich unter bestimmten Voraussetzungen wie ein negativer Widerstand verhalten und verstärkende Eigenschaften zeigen kann. Wegen seiner Verlustlosigkeit verursacht er auch kein thermisches Rauschen. In der schematischen Schaltung nach Bild 1 ist der nichtlineare Blindwiderstand durch die Selbstinduktion L angedeutet, er könnte aber auch eine Kapazität sein. Der Blindwiderstand L wird durch die zu verstärkende Signalfrequenz f_s und eine höhere Pumpfrequenz f_p erregt. Die Schaltung ist nun so gewählt, daß durch die Selbstinduktion L nur die Frequenzen f_h , f_d , $f_h = f_p + f_s$ und $f_d = f_p - f_s$ fließen können, während für alle anderen Frequenzen die Selbstinduktion L einen Kurzschluß darstellt.

Leistungsmäßig ergeben sich für diese vier Frequenzen in der Schaltung nach Bild 1 die folgenden beiden Beziehungen:

$$\frac{N_p}{f_p} = \frac{N_h}{f_p} + \frac{N_d}{f_p} \quad \text{und} \quad \frac{N_s}{f_s} = \frac{N_h}{f_p} + \frac{N_d}{f_s}$$

wo ein positives N Leistung der betreffenden Frequenz bedeutet, die den Blindwiderstand L verläßt, während ein negatives N die in L absorbierte Energie anzeigt. Man sieht, daß L stets Energie mit der Pumpfrequenz absorbiert, dagegen unter bestimmten Voraussetzungen Energie mit der Signalfrequenz abgeben kann.

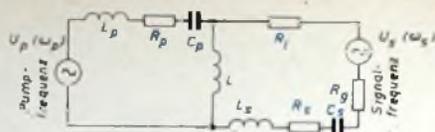


Bild 1. Ersatzschaltung des parametrischen Verstärkers

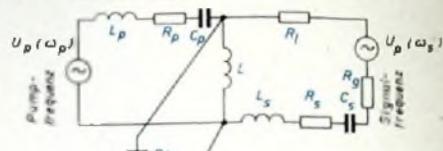


Bild 2. Ersatzschaltung des parametrischen Verstärkers mit Absorptionskreis für die Differenzfrequenz $f_l = f_p - f_s$

Sorgt man beispielsweise dafür, daß in der Schaltung nur die Frequenz $f_h = f_p + f_s$ fließt, so wird $N_h = -\frac{f_h}{f_s} N_s$. Das heißt aber, daß die Frequenz f_h um einen Faktor $\frac{f_h}{f_s}$ verstärkt wird, solange Signalfrequenz f_s in dem Blindwiderstand L absorbiert wird. Dies ist das Prinzip des sogenannten Aufwärtskonverters.

Bei dem Abwärtskonverter wird dagegen die Summenfrequenz f_d unterdrückt, und es kann außer f_h und f_d nur noch die Differenzfrequenz $f_l = f_p - f_s$ in der Schaltung fließen. Da nunmehr $N_h = f_h \cdot N_l / f_l$ wird, gibt der Blindwiderstand L sowohl die Signalfrequenz f_s als auch die Differenzfrequenz f_l ab. Die Signalfrequenz f_s kann also unmittelbar und ohne Demodulation verstärkt abgenommen werden. Damit der Blindwiderstand L auch Leistung der Frequenz f_l abgeben kann, muß nach Bild 2 noch ein Absorptionskreis vorgesehen werden, der diese Leistung frequenzselektiv aufnimmt. Die Verstärkung kann in diesem Falle durch Veränderung der hineingepumpten Leistung der Frequenz f_p gesteuert werden.

Die bisher bekanntgewordenen Versuchsmodelle des Mavars werden nicht nur in Aufwärts- und Abwärtskonvertern unterteilt, sondern unterscheiden sich vor allem durch die Art des verwendeten nichtlinearen Blindwiderstandes. In dieser Beziehung kann man drei Gruppen von parametrischen Verstärkern feststellen:

- 1) den ferromagnetischen,
- 2) den kapazitiven und
- 3) den Elektronenstrahl-Mavar.



LOEWE OPTA

35 JAHRE WELTRUF

LOEWE OPTA Hi-Fi Tonbandkoffer Optacord 400

- Naturgetreue Tonwiedergabe
- Einfache Bedienung mittels Drucktasten
- Trick-Taste zum nachträglichen Einblenden in die Aufnahme
- Sofortige Wiedergabe durch eingebauten Verstärker
- Spieldauer 3 Stunden mit Duo-Band

Bandgeschwindigkeit 9,5 cm sec - Getrennte Eingänge für: Mikrophon, Rundfunk, Trick. Formschönes, zweifarbiges Gehäuse DM 429.-

LOEWE OPTA

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

1. Der ferromagnetische Mavar

Eine Spule mit Ferritkern dient als nichtlinearer Blindwiderstand. Hierbei wird der Spin der freien Elektronen in einem Ferritkristall ausgenutzt. Bringt man den Ferrit in ein magnetisches Gleichfeld, so werden die Spinachsen in Richtung des magnetischen Feldes ausgerichtet. Infolge der Trägheit der Elektronen geht diese Ausrichtung aber nicht sofort vor sich, sondern das Elektron beginnt zunächst eine Präzessionsbewegung mit der Kreisfrequenz ω um eine zum Feld parallele Achse auszuführen, wie es im Bild 3 dargestellt ist. Die Präzessionsfrequenz ist der Feldstärke H_{DC} proportional. Bei dieser Präzessionsbewegung richten sich die Spinachsen allmählich parallel zum Magnetfeld aus, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht ist und die Präzession aufhört. Überlagert man nun nach Bild 4 dem magnetischen Gleichfeld ein gleichförmiges Hochfrequenzfeld, so daß der Feldvektor zwischen P1 und P2 oszilliert, dann wird der Gleichgewichtszustand gestört, und die Präzessionsbewegung

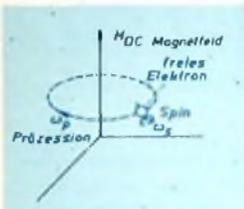


Bild 3. Präzessionsbewegung eines Elektrons im magnetischen Gleichfeld

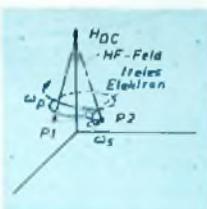
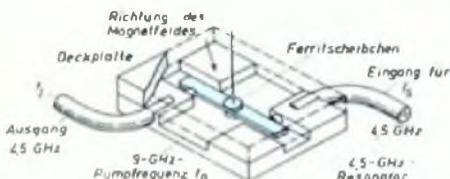


Bild 4. Präzessionsbewegung des Elektrons in einem gleichförmigen HF-Feld

Bild 5. Vereinfachte Darstellung des ferromagnetischen Mavars mit zwei Ferritscheibchen als Blindwiderstand in einem Hohlraumresonator



setzt wieder ein. Wenn die Frequenz des Hochfrequenzfeldes gleich der der Präzession ist, entsteht eine Art Resonanz und der Ferritkristall absorbiert Energie. Diese Absorption ist also sehr frequenzselektiv. Ist das Hochfrequenzfeld in dem Ferrit inhomogen, so ist die Präzessionsfrequenz der Elektronen nicht an allen Stellen im Ferrit gleich, und es ergeben sich mehrere Absorptionsmaxima, die bei verschiedenen Frequenzen liegen. Diese Resonanzeigenschaft der Ferrite wird beim ferromagnetischen Mavar ausgenutzt; je nachdem, ob man eine, zwei oder drei Resonanzstellen heranzieht, erhält man wieder verschiedene Abarten des parametrischen Verstärkers.

Der elektromagnetische Mavar nutzt dagegen nur eine einzige Resonanzstelle des Ferrits aus. Bei einer Versuchsausführung des elektromagnetischen Mavars der Bell Laboratories, die schematisch im Bild 6 wiedergegeben ist, sind zwei Ferritscheibchen von je 3 mm Durchmesser und 1 mm Dicke in einem Hohlraumresonator untergebracht. Während die Ferritscheibchen auf die Pumpfrequenz $f_D = 9$ GHz abgestimmt sind, liegt die Resonanz des Hohlraumes bei der Signalfrequenz f_s und der Differenzfrequenz $f_h = f_D - f_s$, die beide gleich (4,5 GHz) sind. Mit diesem Verstärker konnte eine Verstärkung von 8 dB erreicht werden. Allerdings mußte dazu eine Pumpleistung von 15 kW aufgewendet werden, so daß dem elektromagnetischen Mavar keine praktische Bedeutung zukommen dürfte.

Günstiger in dieser Hinsicht sind der magnetostatische Mavar, bei dem drei Resonanzstellen des Ferrits, nämlich f_D , f_s und $f_h = f_D - f_s$ ausgenutzt werden und der nur eine Pumpleistung von 100 mW benötigt, sowie der semistatische Mavar, dessen Ferrit nur eine Resonanzstelle für f_h oder f_s hat und sich in einem Hohlraumresonator mit der Resonanz bei f_h oder f_s befindet. Der semistatische Mavar erfordert nur eine Pumpleistung von etwa 10 W, er ist aber ebenso wie der magnetostatische Mavar, sehr schwierig in Aufbau und Handhabung.

2. Der kapazitive Mavar

Sehr viel einfacher als der ferromagnetische Mavar ist der kapazitive Mavar, von dem auch schon verschiedene Experimentalausführungen erforscht wurden, so zum Beispiel von den Bell Laboratories, von der Stanford University und von den Airborne Instrument Laboratories. In allen Fällen dient als nicht-

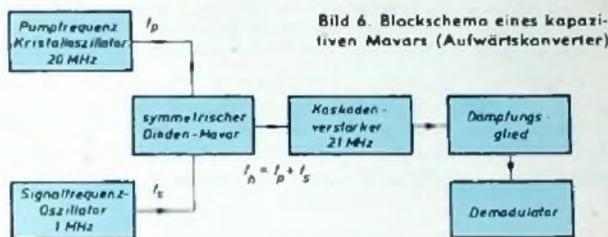


Bild 6. Blockschema eines kapazitiven Mavars (Aufwärtskonverter)

lineare Kapazität eine in Sperrichtung vorgespannte Halbleiter-Flächendiode. Legt man beispielsweise an eine Germanium-Flächendiode eine Gleichspannung in Sperrichtung, so hat die Diode eine bestimmte wirksame Kapazität. Diese wirksame Kapazität nimmt ab, wenn man die Sperrspannung vergrößert, so daß sich eine negative Kennlinie für die Kapazität ergibt. So ist es möglich mit einer Änderung der Sperrspannung um 15 V die Kapazität im Verhältnis 3 : 1 zu variieren. Im Bild 6 ist das vereinfachte Blockschema eines

LOEWE OPTA

Der LOEWE OPTA Großbild-Fernsehempfänger in internationaler Fernsehtechnik, mit

- Zeilen-Vollautomatic
- Zauberstreifen-Bildpeiler
- 8-fach-Tastenautomatic mit UMF-Taste
- reflexionsfreien Bildern durch Kontrastfilterscheibe
- hervorragendem LOEWE OPTA Ton durch 2 Lautsprecher

LOEWE OPTA
35 JAHRE WELTRUF



Ihre Berufserfolge

hängen von Ihren Leistungen ab. Je mehr Sie wissen, um so schneller können Sie von schlechtbezahlten in bessere Stellungen aufrücken. Viele frühere Schüler hoben uns bestätigt, daß sie durch Teilnahme an unseren theoretischen und praktischen Fernkursen in

Radio - Fernsehen - Elektronik

mit Aufgabenkorrektur und Abschlußbestätigung (getrennte Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene) bedeutende berufliche Verbesserungen erwirkt haben. Wollen Sie nicht auch dazugehören? Verlangen Sie den kostenlosen Prospekt! Gute Fachleute dieses Gebietes sind sehr gesucht!

FERNUNTERRICHT FÜR RADIOTECHNIK Abt. 3, Ing. Heinz Richter
Güntering · Post Hechendorf/Pilsensee/Obb.

kapazitiven Aufwärtskonverters der Airborne zu sehen, der mit zwei identischen Siliziumdioden 1N470 in symmetrischer Schaltung arbeitet. Dieser Mavar hat eine Leistungsverstärkung von 10 dB und eine Rauschtemperatur von 40°K , was einer Rauschzahl von 0,5 dB entspricht. Infolge seiner Einfachheit und Billigkeit hat der kapazitive Mavar recht gute Zukunftsaussichten.

3. Der Elektronenstrahl-Mavar

Ein Elektronenstrahl (Bild 7) durchquert einen Hohlraumresonator, der auf die Signalfrequenz f abgestimmt ist, und beeinflußt dessen Impedanz. Der Elektronenstrahl der Geschwindigkeit v_0 ist mit einer Pumpfrequenz f_0 moduliert und durchläuft eine Laufstrecke der Länge l , die an beiden Enden durch Spalte

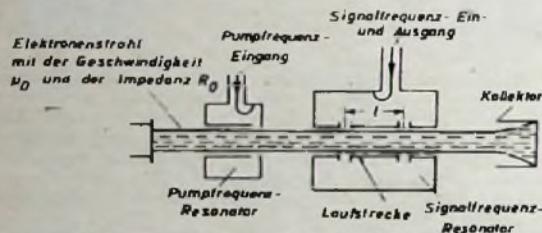


Bild 7. Schema einer Ausführungsart des Elektronenstrahl-Mavars

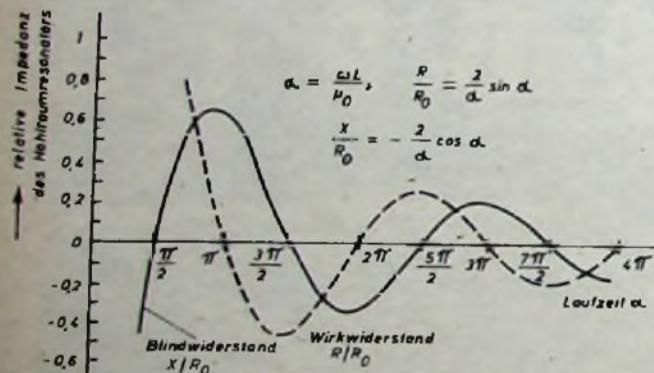


Bild 8. Abhängigkeit des Blind- und Wirkwiderstands von der Laufzeit α in der Laufstrecke

BERU

funk-Entstörmittel

ENTSTOR-ZÜNDKERZEN
ENTSTOR-KONDENSATOREN
ENTSTOR-STECKER usw.
für alle Kraftfahrzeuge

BERU VERKAUFSG. GMBH, LUDWIGSBURG

Bitte verlangen Sie
Entstörzettel 415

begrenzt ist. Die von dem Elektronenstrahl verursachte Impedanz R_0 des Hohlraumresonators ist eine Funktion der Länge l der Laufstrecke bzw. der durch den zwischen Anfang und Ende der Laufstrecke vorhandenen Phasenwinkel der Pumpfrequenz ausgedrückten Laufzeit α des Elektronenstrahles. Im Bild 8 sind sowohl die reelle Komponente R/R_0 als auch die imaginäre Komponente X/R_0 der komplexen Impedanz R_0 in Abhängigkeit von der Laufzeit α dargestellt. Man sieht, daß für α gleich π , 3π , 5π usw. die Impedanz ein reiner positiver Blindwiderstand ist. Infolge der Modulation des Elektronenstrahles mit der Pumpfrequenz schwankt der Blindwiderstand des Resonators ebenfalls im Takte der Pumpfrequenz. Etwa in dem Elektronenstrahl vorhandene, beispielsweise an der Kathode hervorgerufene Rauschteile mit Signalfrequenz löschen sich in dem Resonator gegenseitig aus, weil sie an den beiden Enden der Laufstrecke gleiche, aber entgegengesetzte Amplituden haben. Ein Versuchsverstärker dieser Art, der mit einer Pumpfrequenz von 8,3 GHz und einer Pumpleistung von 140 mW arbeitete, ergab eine Verstärkung der Signalfrequenz (4,15 GHz) von 20 dB.

(Weber, S.: The mavar, a low-noise microwave amplifier, Electronics Bd 31 (1958) Nr. 39, S. 65)

BBC Handbook 1959. Herausgegeben von der British Broadcasting Corporation London 1959. 282 S. mit zahlr. Bildern

Das Ausbreitungsgebiet der BBC-Sender erstreckt sich nicht nur auf das Vereinigte Königreich (Domestic Broadcasting Service), sondern die BBC wird mit ihrem Auslandsdienst (External Service) in der ganzen Welt gehört. 15 472 Personen waren am 31. März 1958 bei der BBC beschäftigt; davon gehörten 3300 zum technischen Personal. Etwa 4600 arbeiteten ausschließlich für das Fernsehen und etwa 3700 für den Auslandsdienst. Innerhalb Großbritanniens wurden im vergangenen Jahr in drei Sendergruppen vier Programme gesendet, und zwar der Home-Service, das Light-Programm, das Dritte Programm und das Programm der Sendergruppe 3. Hierfür wurden 58 MW- und LW-Sender eingesetzt, ferner 17 UKW-Sender. Mit den UKW-Sendern wird das Gebiet jetzt zu etwa 95% versorgt. In den vier Programmgruppen sendete man über 14 000 Sendestunden im Jahr. Der Auslandsdienst benutzte 39 KW-Sender und kam im Jahre 1958 auf 30 077 Sendestunden. Das Fernsehen versorgte mit 20 Sendern (alle im Band I) etwa 98% der Bevölkerung von Großbritannien. Der englische Fernsehteilnehmer kann zur Zeit etwa 55 Sendestunden die Woche empfangen. Von den über 14 Millionen Teilnehmern haben etwa 6,5 Millionen reine Hör-Rundfunk-Lizenzen und etwa 8 Millionen Teilnehmer kombinierte Hör-Rundfunk- und Fernseh-Rundfunk-Lizenzen.

Das sind einige Zahlen aus dem fast unerschöpflichen Material, das auch diesmal wieder im Handbuch niedergelegt wurde. Das gut gestaltete Werk gibt ausführliche Auskunft über die Organisation der BBC, führt Studios und Sender auf, zerlegt die Programme, weist die Kosten nach und spart nicht mit anderen Angaben, die die Bedeutung der BBC und ihrer Arbeit für Großbritannien herausstellen.

Seriöse Möbelfabrik

mit ausgezeichnetem Band für die Herstellung von FS-Standtruhen oder ähnlichem wünscht mit einem Partner in Verbindung zu treten, der ein Modell in einem Umfange von ca. 10 000 — 20 000 Stück zu vergeben hat. Diese Fertigungskapazität ist in den Monaten März bis Dezember 1959 frei

Angebote erbeten unter F. V. 8288

Kaufgesuche

Rundfunk- u. Spezialröhren aller Art in großen und kleinen Posten werden laufend angekauft.
BURKLIN
 Dr. Hans Bürklin · Spezialgroßhandel
 MÜNCHEN 15, SCHILLERSTR. 27, 55 03 40

Röhrenröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht.
 Szebehely, Homburg-Gr. Flottbek, Grottenstraße 24, Tel.: 82 71 37

Röhrenröhren, Spezialröhren zu kaufen gesucht.
 Intraco GmbH, München 2, Dachauer Str. 112

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

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

Verkäufe

RIM-Phono-Baukasten in Normal- und Stereo-Ausführung ab DM 38,—. Nachträglicher Stereo-Umbau möglich. Verlangen Sie Angebot „Stereophono“!
 RADIO-RIM, München, Bayerstraße 25

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

Schwingquarze

von 800 Hz bis 50 MHz

kurzfristig lieferbar!

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

M. HARTMUTH ING

Meßtechnik · Quarztechnik
 HAMBURG 36

WIMA
Tropydur
KONDENSATOREN

wurden in tropischen und subtropischen Ländern erprobt. Unsere steigenden Exporte in tropische Länder sind auf gute Beurteilung unserer Kondensatoren zurückzuführen. **WIMA-Tropydur-Kondensatoren** sind beständig unter allen Klimaten und ein modernes Bauelement für Radio- und Fernsehgeräte.

WILHELM WESTERMANN
 SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN
MANNHEIM-NECKARAU
 Wattstraße 6-8

Mehr Freude am Fernsehen

durch den
ENGEL-Vorschalt-Transformator VTS 3

Ermöglicht bei auftretenden Netzschwankungen ohne Spannungsniederbrechung den Sollwert 220 V einzuregeln



Ing. Erich u. Fred Engel GmbH
 Elektrotechnische Fabrik
 Wiesbaden · Dolzheimer Straße 147

Für Fernsehenplanung
 Antennen für Hoch- und Fern



Dr. Th. Dumke KG
 RHEYDT, Postf. 75

Soeben erschienen

In diesem Buch wird das Grundsätzliche der Elektronik weitumfassend behandelt. In seinem Mittelpunkt stehen bewährte Einzelteile, serienmäßige Bausteine und Standardschaltungen, die sich, wenn auch in vielfältiger Anwendung, ständig wiederfinden. Auf breiter Basis lückenlos den Weg zum Verständnis für elektronische Anlagen zu bahnen, damit auf ihrem Fundament aufgebaut werden kann, ist das Ziel des Buches. In seinem Aufbau stellt es die technisch einwandfreie Darstellung und die in der Praxis eingeführten Bauteile überall in den Vordergrund.

Das Buch wendet sich an Ingenieure, Techniker und Meister der Elektrotechnik und des Maschinenbaus sowie an Facharbeiter in Industrie und Handwerk, die mit einem Teilgebiet der Elektronik beruflich in Berührung kommen oder sich aus Interesse an der Elektronik mit diesem modernen Zweig der Wissenschaft, Technik und Praxis beschäftigen wollen.

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

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

BAURAT DIPL.-ING. GEORG ROSE

FUNDAMENTE DER ELEKTRONIK

EINZELTEILE

BAUSTEINE

SCHALTUNGEN



Handwritten: 1105/54/204



Dioden

Germanium-Dioden

- OA 5 Allzweck-Golddrahtdiode
- OA 7 Golddrahtdiode für Schalteranwendungen
- OA 9 Golddrahtdiode für Schalteranwendungen bei höheren Strömen
- OA 31 Flächendiode für Leistungsgleichrichter
- OA 70 HF-Dioden für niederohmige Gleichrichterschaltungen
- OA 73 Gleichrichterschaltungen
- OA 72 HF-Dioden für hochohmige Gleichrichterschaltungen
- OA 79 Gleichrichterschaltungen
- 2-OA 72 Diodenpaare für Ratiodetektor- und Diskriminatorschaltungen
- 2-OA 79
- OA 81 115 V-Allzweckdioden
- OA 85
- OA 86 Dioden für Schalteranwendungen
- OA 87
- OA 91 115 V-Allzweckdioden in Miniaturtechnik
- OA 95

Silizium-Dioden

- OA 200 Silizium-Flächendioden zur Verwendung bei hohen Umgebungstemperaturen,
- OA 202 Allzweckdioden für Sperrspannungen bis 50 V bzw. 150 V
- OA 210 Silizium-Flächendiode für Spitzensperrspannungen bis 400 V, für industrielle Anwendungen (Netzgleichrichter)
- OA 214 Silizium-Flächendiode für Spitzensperrspannungen bis 700 V, für industrielle Anwendungen und für 220 V-Netzgleichrichter in Fernsehgeräten

Leistungsgleichrichter-Einheiten

Als Brückenschaltung, fertig montiert mit Kühlblechen

- B 54/48-7 Ausgangsleistung 48 V-7 A
- DB 54/72-10,5 Ausgangsleistung 72 V-10,5 A
- B 108/96-7 Ausgangsleistung 96 V-7 A

VALVO



Transistoren

- OC 16 NF-Leistungstransistor, als Paar
- 2-OC 16 für Gegentaktendstufen bis 18 W
- OC 30 NF-Leistungstransistor, als Paar
- 2-OC 30 für Gegentaktendstufen bis 4 W
- OC 44 HF-Transistor für Mischstufen
- OC 45 Transistor für ZF-Verstärkerstufen
- OC 57 NF-Transistoren in Subminiatur-
- OC 58 Metallgehäuse, für Hörgeräte
- OC 59 und Niederfrequenzanwendungen
- OC 65 NF-Transistoren
- OC 66 in Miniaturtechnik für Hörgeräte
- OC 70 NF-Kleinsignal-
- OC 71 und Schalter-Transistoren
- OC 72
- 2-OC 72 NF-Transistoren für Endstufen,
- OC 74 als Paare für Gegentaktstufen
- 2-OC 74
- OC 75 NF-Kleinsignal- und Schaltertransistor
- OC 76 30 V-Schaltertransistor
- OC 77 60 V-Schaltertransistor

VALVO GMBH



HAMBURG 1